

**ΔΙΕΘΝΕΣ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΕΛΛΑΔΟΣ.**

**ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ.**

**ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ.**

**ΤΙΤΛΟΣ ΠΤΥΧΙΑΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ:**

**ΜΕΤΡΗΣΗ ΤΩΝ ΠΕΔΙΩΝ ΤΩΝ ΤΑΧΥΤΗΤΩΝ ΣΕ ΡΟΗ ΔΙΑΓΩΓΙΜΟΤΗΤΑΣ ΡΕΥΣΤΟΥ ΜΕ  
ΧΡΩΜΑΤΙΚΟ ΔΕΙΚΤΗ.**

**MEASUREMENT OF VELOCITY FIELDS IN FLUID CONDUCTIVITY FLOW WITH COLOR  
INDICATOR.**

**ΣΠΟΥΔΑΣΤΕΣ:**

**ΝΙΚΗΦΟΡΙΔΗΣ ΒΛΑΔΙΜΗΡΟΣ-(Α.Μ.2012/0051)**

**ΡΩΜΑΝΟΠΟΥΛΟΣ ΧΡΙΣΤΟΦΟΡΟΣ-(Α.Μ.2011/0075)**

**ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ : ΑΛΕΞΑΝΔΡΟΣ ΛΕΟΥΣΙΔΗΣ, ΛΕΚΤΟΡΑΣ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ.**

**ΤΡΙΜΕΛΗΣ ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ :**

**ΑΛΕΞΑΝΔΡΟΣ ΛΕΟΥΣΙΔΗΣ, ΛΕΚΤΟΡΑΣ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ.**

**ΙΩΑΝΝΗΣ ΣΒΩΛΟΠΟΥΛΟΣ, ΛΕΚΤΟΡΑΣ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ.**

**ΙΩΑΝΝΗΣ ΣΑΒΒΙΔΗΣ, ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ.**

**ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ, ΙΟΥΛΙΟΣ 2021**

## ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	1
SUMMARY.....	2
ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	3
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1° - Ο ΣΚΟΠΟΣ ΤΗΣ ΠΤΥΧΙΑΚΗΣ.....	5
1.1 Εισαγωγή.....	5
1.2 Ο σκοπός της πτυχιακής.....	5
1.3 Ο τελικός στόχος.....	5
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2° ΤΡΟΠΟΙ ΜΕΤΑΔΟΣΗΣ ΤΗΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ.....	6
2.1 Εισαγωγή.....	6
2.2 Γενικά για μετάδοση της θερμότητας.....	6
2.3 Μετάδοση θερμότητας με αγωγή.....	7
2.4 Μετάδοση θερμότητας με συναγωγή.....	10
2.5 Μετάδοση θερμότητας με ακτινοβολία.....	13
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3° ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ.....	17
3.1 Εισαγωγή.....	17
3.2 Η Υφιστάμενη Υποδομή του εργαστηρίου.....	17
3.3 Περιγραφή της κατασκευής του πειράματος.....	19
3.3.1 Υλικά που χρησιμοποιήθηκαν.....	20
3.3.2 Βήματα κατασκευής του πειράματος Θέρμανσης.....	21
3.3.3 Βήματα κατασκευής του πειράματος ψύξης.....	22
3.4 Προδιαγραφές συσκευών μέτρησης.....	22
3.4.1 Αναλύεται ο υφιστάμενος εξοπλισμός εργαστηρίου.....	22
3.4.2 Περιγραφή και προδιαγραφές SOLO PIV.....	24
3.4.3 Περιγραφή και προδιαγραφές θερμόμετρου.....	28
3.4.4 Περιγραφή και προδιαγραφές πυκνόμετρου.....	29
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4° ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΕΣ ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ.....	30
4.1 Εισαγωγή.....	30
4.2 Μετρήσεις για προσδιορισμό της σχέσης θερμοκρασίας – βάθος (T-H).....	32
4.2.1 Θέρμανση βάθος ροής 20 cm.....	32
4.2.2 Θέρμανση βάθος ροής 15 cm.....	42
4.2.3 Θέρμανση βάθος ροής 10 cm.....	52
4.2.4 Θέρμανση βάθος ροής 5 cm.....	62
4.2.6 Ψύξη Βάθος ροής 15 cm.....	73

4.2.7 Ψύξη Βάθος ροής 10 cm.....	74
4.2.8 Ψύξη Βάθος ροής 5 cm.....	75
4.3 ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΠΥΚΝΟΤΗΤΑΣ -ΘΕΣΜΟΚΡΑΣΙΑΣ.....	76
4.3.1 Εισαγωγή.....	76
4.3.2 Μετρήσεις στα ιδιόχειρα μονωμένα δοχεία για προσδιορισμό της σχέσης πυκνότητας - θερμοκρασίας ( $\rho-T$ ).....	77
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 ° ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΩΝ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ.....	78
5.1 Εισαγωγή.....	78
5.2 ΚΑΜΠΥΛΗ ΠΥΚΝΟΤΗΤΑΣ-ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ.....	78
5.3 ΚΑΜΠΥΛΕΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ – ΒΑΘΟΥΣ.....	79
5.3.1 Θέρμανση βάθος 20 cm.....	79
5.3.2 Θέρμανση βάθος 15cm.....	81
5.3.3 Θέρμανση βάθος 10cm.....	83
5.3.4 Θέρμανση βάθος 5 cm.....	85
5.3.5 Ψύξη βάθος 20 cm.....	87
5.3.6 Ψύξη βάθος 15 cm.....	88
5.3.7 Ψύξη βάθος 10 cm.....	88
5.3.8 Ψύξη βάθος 5 cm.....	89
5.4 ΣΧΕΔΙΑΣΗ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΚΑΜΠΥΛΩΝ.....	90
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6 ° ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΤΩΝ ΠΕΔΙΩΝ ΤΑΧΥΤΗΤΩΝ ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΧΡΩΜΑΤΙΚΟΥ ΔΕΙΚΤΗ.....	100
6.1 Εισαγωγή.....	100
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7 ° ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	112
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ: .....	113

## ΠΙΝΑΚΑΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ

Σχήμα 2.1 Μονοδιάστατη μετάδοση θερμότητας με αγωγή σε σώμα πάχους $Z$ κατά τη $x$ διεύθυνση.....	8
Σχήμα 2.2 Μεταφορά θερμότητας με αγωγή σε στερεό ή στάσιμο ρευστό.....	9
Σχήμα 2.3 Μεταφορά θερμότητας με συναγωγή από επιφάνεια σε κινούμενο ρευστό.....	10
Σχήμα 2.4 Μετάδοση θερμότητας με ακτινοβολία .....	16
Σχήμα 3.1 Βασικό κανάλι του πειράματος.....	17
Σχήμα 3.2 Μικρή και μεγάλη δεξαμενή.....	18
Σχήμα 3.3 Κιβώτιο ομοιόμορφης θερμικής ακτινοβολίας με δυο λαμπτήρες.....	19
Σχήμα 3.4 Κατασκευή του πειράματος.....	21

Σχήμα 3.5 Ροοστάτη σε ένταση 5.....	21
Σχήμα 3.6 Μετάδοση ψύξης με αγωγή.....	22
Σχήμα 3.7 θάλαμος ψύξης. ....	22
Σχημα 3.8 Πειραματική διάταξη για την velocimetry εικόνας σωματιδίων.....	23
Σχημα 3.9 Διάταξη κεφαλής λέιζερ Solo - 532 nm.....	24
Σχημα 3.10 λειζερ PIV.....	26
Σχήμα 3.11 Ετικέτα αναγνώρισης κεφαλής λέιζερ.....	26
Σχήμα 3.12 Προειδοποιητική ετικέτα Solo I, II, III, .....	26
Σχήμα 3.13 τεχνικές προδιαγραφές. ....	28
Σχήμα 3.14 Ηλεκτρονικό θερμόμετρο του εργαστηρίου. ....	28
Σχήμα 3.15 Πυκνόμετρα του εργαστηρίου.....	29
Σχήμα 4.1 Θέση θερμόμετρου.....	30
Σχήμα 4.2 Σχηματική εικόνα του πείραμα στο κανάλι.....	31
Σχήμα 4.3 Ιδιόχειρα μονωμένα δοχεία. ....	76

#### ΠΙΝΑΚΑΣ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ

Πίνακα 4.1 Μετρήσεις θέρμανσης σε βάθος ροής 20cm,ένταση 5.....	32
Πίνακα 4.2 Μετρήσεις θέρμανσης σε βάθος ροής 20cm,ένταση 4.....	34
Πίνακα 4.3 Μετρήσεις θέρμανσης σε βάθος ροής 20cm,ένταση 3. ....	36
Πίνακα 4.4 Μετρήσεις θέρμανσης σε βάθος ροής 20cm,ένταση 2. ....	38
Πίνακα 4.5 Μετρήσεις θέρμανσης σε βάθος ροής 20cm,ένταση 1. ....	40
Πίνακα 4.6 Μετρήσεις θέρμανσης σε βάθος ροής 15cm,ένταση 5. ....	42
Πίνακα 4.7 Μετρήσεις θέρμανσης σε βάθος ροής 15cm,ένταση 4. ....	44
Πίνακα 4.8 Μετρήσεις θέρμανσης σε βάθος ροής 15cm,ένταση 3. ....	46
Πίνακα 4.9 Μετρήσεις θέρμανσης σε βάθος ροής 15cm,ένταση 2. ....	48
Πίνακα 4.10 Μετρήσεις θέρμανσης σε βάθος ροής 15cm,ένταση 1. ....	50
Πίνακα 4.11 Μετρήσεις θέρμανσης σε βάθος ροής 10cm,ένταση 5. ....	52
Πίνακα 4.12 Μετρήσεις θέρμανσης σε βάθος ροής 10cm,ένταση 4. ....	54
Πίνακα 4.13 Μετρήσεις θέρμανσης σε βάθος ροής 10cm,ένταση 3. ....	56
Πίνακα 4.14 Μετρήσεις θέρμανσης σε βάθος ροής 10cm,ένταση 2. ....	58
Πίνακα 4.15 Μετρήσεις θέρμανσης σε βάθος ροής 10cm,ένταση 1. ....	60

Πίνακα 4.16 Μετρήσεις θέρμανσης σε βάθος ροής 5cm,ένταση 5. ....	62
Πίνακα 4.17 Μετρήσεις θέρμανσης σε βάθος ροής 5cm,ένταση 4. ....	64
Πίνακα 4.18 Μετρήσεις θέρμανσης σε βάθος ροής 5cm,ένταση 3. ....	66
Πίνακα 4.19 Μετρήσεις θέρμανσης σε βάθος ροής 5cm,ένταση 2. ....	68
Πίνακα 4.20 Μετρήσεις θέρμανσης σε βάθος ροής 5cm,ένταση 1. ....	70
Πίνακα 4.21 Μετρήσεις ψυξης σε βάθος ροής 20cm.....	72
Πίνακα 4.22 Μετρήσεις ψυξης σε βάθος ροής 15cm.....	73
Πίνακα 4.23 Μετρήσεις ψυξης σε βάθος ροής 10cm .....	74
Πίνακα 4.24 Μετρήσεις ψυξης σε βάθος ροής 5cm.....	75
Πίνακα 4.25 Μετρήσεις Πυκνοτητας-Θερμοκρασιας.....	77
Πίνακα 6.1 Προσδιορισμός των πεδίων ταχυτήτων σε βάθος ροής 5cm,ένταση 5.....	100
Πίνακα 6.2 Προσδιορισμός των πεδίων ταχυτήτων σε βάθος ροής 5cm,ένταση 4.....	101
Πίνακα 6.3 Προσδιορισμός των πεδίων ταχυτήτων σε βάθος ροής 5cm,ένταση 3.....	101
Πίνακα 6.4 Προσδιορισμός των πεδίων ταχυτήτων σε βάθος ροής 5cm,ένταση 2.....	102
Πίνακα 6.5 Προσδιορισμός των πεδίων ταχυτήτων σε βάθος ροής 5cm,ένταση 1.....	102
Πίνακα 6.6 Προσδιορισμός των πεδίων ταχυτήτων σε βάθος ροής 10cm,ένταση 5.....	103
Πίνακα 6.7 Προσδιορισμός των πεδίων ταχυτήτων σε βάθος ροής 10cm,ένταση 4.....	103
Πίνακα 6.8 Προσδιορισμός των πεδίων ταχυτήτων σε βάθος ροής 10cm,ένταση 3.....	104
Πίνακα 6.9 Προσδιορισμός των πεδίων ταχυτήτων σε βάθος ροής 10cm,ένταση 2.....	104
Πίνακα 6.10 Προσδιορισμός των πεδίων ταχυτήτων σε βάθος ροής 10cm,ένταση 1.....	105
Πίνακα 6.11 Προσδιορισμός των πεδίων ταχυτήτων σε βάθος ροής 15cm,ένταση 5.....	105
Πίνακα 6.12 Προσδιορισμός των πεδίων ταχυτήτων σε βάθος ροής 15cm,ένταση 4.....	106
Πίνακα 6.13 Προσδιορισμός των πεδίων ταχυτήτων σε βάθος ροής 15cm,ένταση 3.....	106
Πίνακα 6.14 Προσδιορισμός των πεδίων ταχυτήτων σε βάθος ροής 15cm,ένταση 2.....	107
Πίνακα 6.15 Προσδιορισμός των πεδίων ταχυτήτων σε βάθος ροής 15cm,ένταση 1.....	107
Πίνακα 6.16 Προσδιορισμός των πεδίων ταχυτήτων σε βάθος ροής 20cm,ένταση 5.....	108
Πίνακα 6.17 Προσδιορισμός των πεδίων ταχυτήτων σε βάθος ροής 20cm,ένταση 3.....	108
Πίνακα 6.18 Προσδιορισμός των πεδίων ταχυτήτων σε βάθος ροής 20cm,ένταση 2.....	109
Πίνακα 6.20 Προσδιορισμός των πεδίων ταχυτήτων σε βάθος ροής 20cm,ένταση 1.....	109

## ΠΙΝΑΚΑΣ ΚΑΜΠΥΛΩΝ

Καμπύλη 5.1 ΠΥΚΝΟΤΗΤΑΣ-ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ.....	78
Καμπύλη 5.2 ΠΥΚΝΟΤΗΤΑΣ-ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ.....	79
Καμπύλη 5.3 Θερμοκράσια – Βάθους. ....	79
Καμπύλη 5.4 Θερμοκράσια – Βάθους. ....	80
Καμπύλη 5.5 Θερμοκράσια – Βάθους. ....	80
Καμπύλη 5.6 Θερμοκράσια – Βάθους. ....	81
Καμπύλη 5.7 Θερμοκράσια – Βάθους. ....	81
Καμπύλη 5.8 Θερμοκράσια – Βάθους. ....	81
Καμπύλη 5.9 Θερμοκράσια – Βάθους. ....	82
Καμπύλη 5.10 Θερμοκράσια – Βάθους. ....	82
Καμπύλη 5.11 Θερμοκράσια – Βάθους. ....	82
Καμπύλη 5.12 Θερμοκράσια – Βάθους. ....	83
Καμπύλη 5.13 Θερμοκράσια – Βάθους. ....	83
Καμπύλη 5.14 Θερμοκράσια – Βάθους. ....	84
Καμπύλη 5.15 Θερμοκράσια – Βάθους. ....	84
Καμπύλη 5.16 Θερμοκράσια – Βάθους. ....	84
Καμπύλη 5.17 Θερμοκράσια – Βάθους. ....	85
Καμπύλη 5.18 Θερμοκράσια – Βάθους. ....	85
Καμπύλη 5.19 Θερμοκράσια – Βάθους. ....	86
Καμπύλη 5.20 Θερμοκράσια – Βάθους. ....	86
Καμπύλη 5.21 Θερμοκράσια – Βάθους. ....	86
Καμπύλη 5.22 Θερμοκράσια – Βάθους. ....	87
Καμπύλη 5.23 Θερμοκράσια – Βάθους. ....	87
Καμπύλη 5.24 Θερμοκράσια – Βάθους. ....	88
Καμπύλη 5.25 Θερμοκράσια – Βάθους. ....	88
Καμπύλη 5.26 Θερμοκράσια – Βάθους. ....	89

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ.

Στη παρούσα έρευνα μελετήθηκε η μετάδοση θερμοκρασίας στο κανάλι νερού με δυο τρόπους , στη περίπτωση θέρμανσης νερού με ακτινοβολία και στη περίπτωση ψύξης με αγωγή . Τελικός στόχος ήταν να μετρηθούν οι ταχύτητες που αναπτύσσονται στο νερό λόγω μεταφοράς θερμότητα.

**Στο πρώτο κεφάλαιο** αφηγείται πιο αναλυτικά το φαινόμενο που διερευνήθηκε, ο σκοπός της μελέτης και ο τελικός στόχος. **Το δεύτερο κεφάλαιο** εισάγει στο θέμα με τις μεθόδους μετάδοσης θερμοκρασίας και τη λειτουργία των μηχανισμών μεταφοράς θερμότητας. **Στο τρίτο κεφάλαιο** αρχικά παρουσιάζεται η κύρια κατασκευή του πειράματος και τα υλικά που χρησιμοποιήθηκαν. Έπειτα περιγράφεται πως χτίστηκε το πείραμα, τα βήματα κατασκευής και επίσης αναφέρονται τεχνικές προδιαγραφές των συσκευών μετρήσεων. **Στο τέταρτο κεφάλαιο** πραγματοποιούνται μετρήσεις και προσδιορίζονται τα αποτελέσματα θερμοκρασίας - βάθους, πυκνότητας - θερμοκρασίας και μετρήσεις με PIV και στην συνέχεια τα δεδομένα εισάγονται σε πίνακες. **Στο πέμπτο κεφάλαιο** επεξεργάζονται όλα τα πειραματικά αποτελέσματα και ειδικότερα σχεδιάζονται καμπύλες πυκνότητας - θερμοκρασίας και θερμοκρασία - βάθους. Ακολούθως σχεδιάζονται θερμικές καμπύλες στο AutoCAD. **Στο έκτο κεφάλαιο** εφαρμόζονται όλα τα δεδομένα και μετράται η ταχύτητα του ρευστού. Με βάση τα αποτελέσματα του πειράματος , σημειώνονται τα συμπεράσματα που παρατηρήθηκαν κατά τη διάρκεια της έρευνας.

## **SUMMARY.**

In the present study, the heat transfer to the water channel was studied in two ways, in the case of radiant water heating and in the case of treatment cooling. The ultimate goal was to measure the velocities that develop in water due to heat transfer.

**The first chapter** narrates in more detail the phenomenon that was investigated, the purpose of the study and the final goal. **The second chapter** introduces the topic of heat transfer methods and the operation of heat transfer mechanisms. **The third chapter** first presents the main construction of the experiment and the materials used. It is then described how the experiment was built, the construction steps and the technical specifications of the measuring devices are reported. **In the fourth chapter**, measurements are made and the results of temperature - depth, density - temperature and PIV measurements are determined. The data is then entered into tables. **In the fifth chapter** all the experimental results are processed, in particular, density-temperature and temperature-depth curves are drawn. Thermal curves are then plotted in AutoCAD. **In the sixth chapter** all the data are applied and the velocity of the fluid is measured. Based on the results of the experiment, the conclusions and observations were noted during the research



## ΕΙΣΑΓΩΓΗ.

Οι άνθρωποι ενδιαφέρονται ιδιαίτερα για την παρατήρηση της φύσης, καθώς αυτό ήταν και εξακολουθεί να έχει ύψιστη σημασία για την επιβίωσή τους. Οι ανθρώπινες αισθήσεις είναι ιδιαίτερα καλά προσαρμοσμένες για να αναγνωρίζουν κινούμενα αντικείμενα, καθώς σε πολλές περιπτώσεις σημαίνουν ενδεχόμενο κίνδυνο. Κάποιος μπορεί εύκολα να φανταστεί πώς η παρατήρηση των κινούμενων αντικειμένων έχει υποκινήσει τα πρώτα απλά πειράματα με ρυθμίσεις και εργαλεία που είναι εύκολα διαθέσιμα στη φύση. Σήμερα η ίδια πρωτόγονη συμπεριφορά γίνεται προφανής, όταν τα μικρά παιδιά ρίχνουν μικρά κομμάτια ξύλου κάτω από μια γέφυρα σε ένα ποτάμι και τα παρακολουθούν κάτω. Ακόμη και αυτή η απλή πειραματική διάταξη τους επιτρέπει να κάνουν μια πρόχειρη εκτίμηση της ταχύτητας του ρέοντος νερού και να εντοπίσουν δομές στη ροή, όπως στροβιλίζεται, κύματα πίσω από εμπόδια στο ποτάμι, βλαστοί νερού κ.λπ.

Ωστόσο, με τη βοήθεια τέτοιων πειραματικών εργαλείων, η περιγραφή των ιδιοτήτων ροής περιορίζεται σε ποιοτικές αξιολογήσεις. Αλλά, ως ένας εξαιρετικός ζωγράφος και ένας μορφωμένος παρατηρητής της φύσης, ο Λεονάρντο ντα Βίντσι (Leonardo da Vinci) κατάφερε να προετοιμάσει εξαιρετικά λεπτομερή σχέδια δομών στο ρεύμα του νερού με απλή παρατήρηση.

Ένα μεγάλο βήμα στην έρευνα των ροών έγινε αφού ήταν δυνατή η αντικατάσταση τέτοιων παθητικών παρατηρήσεων της φύσης με πειράματα που σχεδιάστηκαν προσεκτικά για την εξαγωγή πληροφοριών σχετικά με τη ροή χρησιμοποιώντας τεχνικές οπτικοποίησης. Ένας πολύ γνωστός υποστηρικτής μιας τέτοιας διαδικασίας ήταν ο Ludwig Prandtl, ένας από τους σημαντικότερους εκπροσώπους της μηχανικής ρευστών, ο οποίος σχεδίασε και χρησιμοποίησε τεχνικές οπτικοποίησης ροής σε μια σήραγγα νερού για τη μελέτη πτυχών ασταθών διαχωρισμένων ροών πίσω από φτερά και άλλα αντικείμενα.

Το 1904, ο Ludwig Prandtl δημιούργησε μια σήραγγα νερού για οπτικοποίηση ροής. Χειροκίνητα περιστρέφοντας έναν τροχό με λεπίδες έλεγχε τη ροή [1]. Η σήραγγα αποτελείται από ένα άνω και κάτω μέρος, που χωρίζονται από έναν οριζόντιο τοίχο. Το νερό ανακυκλοφορεί από το άνω ανοιχτό κανάλι, όπου μπορεί να παρατηρηθεί η ροή, πίσω από το κάτω κλειστό κανάλι. Τα δισδιάστατα μοντέλα όπως κύλινδροι, πρίσματα και φτερά μπορούν εύκολα να εγκατασταθούν κάθετα στο άνω κανάλι, επεκτείνοντας έτσι πάνω από το επίπεδο της επιφάνειας του νερού.

Η ροή απεικονίζεται διανέμοντας ένα εναιώρημα σωματιδίων μαρμαρυγίας στην επιφάνεια του νερού. Ο Ludwig Prandtl μελέτησε τις δομές της ροής σε σταθερή καθώς και σε σταθερή ροή (κατά την έναρξη της ροής) με αυτή τη διάταξη [2].

Η ικανότητα αλλαγής ενός αριθμού πειραματικών παραμέτρων (μοντέλο, γωνία πρόσπτωσης, ταχύτητα ροής, στατική-ασταθή ροή) Ο Prandtl κατάλαβε πολλά από τα κύρια χαρακτηριστικά των φαινομένων της σταθερής ροής. Ωστόσο, ταυτόχρονα, ήταν δυνατή μόνο μια ποιοτική περιγραφή του πεδίου ροής. Αλλά δεν θα μπορούσαν να επιτευχθούν ποσοτικά δεδομένα σχετικά με την ταχύτητα ροής κ.λπ.

Ωστόσο, οι επιστημονικές και τεχνολογικές εξελίξεις που σημειώθηκαν τα τελευταία 20 χρόνια στην τεχνολογία οπτικών, λέιζερ, ηλεκτρονικών, βίντεο και υπολογιστών ήταν απαραίτητες για την περαιτέρω ανάπτυξη μιας μεθόδου ποιοτικής οπτικοποίησης της ροής σε τέτοιο βαθμό ώστε να μπορεί να χρησιμοποιηθεί για ποσοτική μέτρηση πολύπλοκων στιγμιαίων των πεδίων των ταχυτήτων.

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1° - Ο ΣΚΟΠΟΣ ΤΗΣ ΠΤΥΧΙΑΚΗΣ.**

### **1.1 Εισαγωγή.**

Στον τομέα τις υδραυλικής πολλή σημαντική είναι η μέτρηση των ταχυτήτων , από τη μέτρηση των ταχυτήτων μπορούν να υπολογιστούν όλα τα μεγέθη που αφορούν την υδραυλική επιστήμη. Ο τρόπος που συνηθίζεται είναι με αισθητήρες μέτρησης ροής που έχουν καταστεί τόσο συνηθισμένοι στη σύγχρονη κοινωνία, και η ύπαρξή τους συχνά θεωρείται δεδομένη. Αυτό δημιουργεί την απαίτηση, οι τεχνικοί και οι μηχανικοί να έχουν μια πρακτική γνώση για αυτά τα όργανα, ώστε να μπορούν να επιλέξουν το καταλληλότερο από ένα κατάλογο με αναλυτικές προδιαγραφές, καθώς και να βαθμονομούν τους αισθητήρες που ήδη υπάρχουν σε κάποιο τμήμα του εξοπλισμού που χρησιμοποιούν.[2]

### **1.2 Ο σκοπός της πτυχιακής.**

Ο σκοπός της πτυχιακής εργασίας είναι να διερευνήσει το φαινόμενο μετάδοσης της θερμοκρασίας στο νερό μέσω ακτινοβολίας στη θέρμανση και αγωγής στη ψύξη . Για να επιτευχθεί το φαινόμενο κατασκευάστηκε πείραμα με απαραίτητα υλικά και όργανα μέτρησης. Αυτό το μέρος του πειράματος επικεντρώνεται στη μέτρηση της θερμοκρασίας του νερού σε διαφορετικές αποστάσεις και στα διαφορετικά βάθη. Ο σκοπός της έρευνας είναι να μελετηθεί η αποδοτικότητα μετάδοσης μέσω ακτινοβολίας και αγωγής. Κατά την ολοκλήρωση της έρευνας θα παραχθούν τα δεδομένα από της πειραματικές μετρήσεις και θα ερμηνευτούν με τα συμπεράσματα και της παρατηρήσεις .

### **1.3 Ο τελικός στόχος.**

Ο κύριος στόχος της πτυχιακής εργασίας είναι η μέτρηση ταχυτήτων νερού σε ανοιχτό κανάλι και συγκεκριμένα, μέτρηση μετατόπισης των μικρών σωματιδίων (= σπορά) τα οποία μεταφέρονται με τη ροή ρευστού.

Επειδή στην περίπτωση των υγρών η πυκνότητα επηρεάζεται κυρίως από την θερμοκρασία, δηλαδή διαστέλλεται καθώς θερμαίνεται, με αποτέλεσμα η πυκνότητά του να μειώνεται. Το νερό που έχει μεγαλύτερη θερμοκρασία γιατί είναι πιο αραιό λόγω διαστολής, κινείται προς τα πάνω μεταφέροντας θερμότητα με ρεύματα. Κατά τη μεταφορά της θερμότητας με ρεύματα διαπιστώνεται μετακίνηση μορίων, μετακίνηση ύλης.

Οι μέτρηση των ταχυτήτων πραγματοποιήθηκε με χρωματικό δείκτη (ροδαμίνη με χημικό τύπο  $C_{28}H_{31}CLN_2O_3$ ) και όχι με τον υφιστάμενο εξοπλισμό λειζερ PIV του εργαστηρίου λόγου τεχνικού προβλήματος.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2° ΤΡΟΠΟΙ ΜΕΤΑΔΟΣΗΣ ΤΗΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ.

### 2.1 Εισαγωγή.

Στο παρόν κεφάλαιο θα αναλυθούν οι τρόποι μεταδόσεις της θερμοκρασίας έτσι ώστε να γίνει κατανοητό το φαινόμενο από τον αναγνώστη.

### 2.2 Γενικά για μετάδοση της θερμότητας.

Είναι γνωστό από την καθημερινή πρακτική ότι εάν ένα κομμάτι θερμού μετάλλου τοποθετηθεί μέσα σε κρύο νερό, το κομμάτι του μετάλλου ψύχεται ενώ το νερό θερμαίνεται, έως ότου και τα δύο αποκτήσουν την ίδια θερμοκρασία. Η εξίσωση της θερμοκρασίας μεταξύ των δύο σωμάτων θερμοκρασίας οφείλεται στην ροή θερμότητας από το θερμό σώμα προς το ψυχρό.[5]

Η θερμότητα μεταδίδεται πάντα από σύστημα υψηλότερης προς σύστημα χαμηλότερης θερμοκρασίας. Η μοναδική αιτία αυτής της μεταφοράς ενέργειας είναι η διαφορά θερμοκρασίας. Πρέπει να σημειωθεί ότι το ίδιο το σύστημα δεν περιέχει θερμότητα. Η θερμότητα μπορεί να οριστεί μόνο στα όρια του συστήματος, κατά τη διαδικασία της μεταφοράς της από ένα σύστημα σε ένα άλλο και για όσο χρόνο διαρκεί η μεταφορά. Στο προηγούμενο παράδειγμα τα δύο συστήματα του μετάλλου και του νερού δεν περιέχουν τα ίδια θερμότητα. Αυτό που περιέχουν είναι φυσικά ενέργεια. Η θερμότητα εμφανίζεται (στα όρια των συστημάτων) μέχρι να επέλθει θερμοκρασιακή ισορροπία στα δύο συστήματα [3].

Το αντικείμενο Μετάδοσης Θερμότητας είναι η διερεύνηση των μηχανισμών με τους οποίους η θερμότητα μεταδίδεται μεταξύ των σωμάτων και η ποσοτικοποίηση αυτής της συναλλαγής. Θα μπορούσε να διατυπωθεί ο παρακάτω ορισμός για τη μετάδοση θερμότητας:

*Μετάδοση θερμότητας είναι η μεταφορά ενέργειας λόγω θερμοκρασιακής διαφοράς .*

Η θερμότητα μεταφέρεται μακροσκοπικά με τρεις τρόπους: Όταν υφίσταται διαφορά θερμοκρασίας σε στάσιμο μέσον, το οποίο μπορεί να είναι στερεό ή υγρό, χρησιμοποιούμε τον όρο **αγωγή** όταν αναφερόμαστε στην μεταφορά θερμότητας εντός του μέσου . Απεναντίας, με τον όρο **επαφή ή συναγωγή** αναφερόμαστε στην μεταφορά θερμότητας μεταξύ μιας επιφάνειας και ενός κινούμενου ρευστού που είναι σε διαφορετικές θερμοκρασίες . Ο τρίτος τρόπος μεταφοράς θερμότητας είναι με θερμική **ακτινοβολία**. Κάθε

επιφάνεια με πεπερασμένη θερμοκρασία εκπέμπει ενέργεια υπό μορφήν ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων. Απουσία ενδιάμεσου μέσου έχει ως συνέπεια την καθαρή μεταφορά θερμότητας με ακτινοβολία μεταξύ δύο επιφανειών που είναι σε διαφορετικές θερμοκρασίες .

### 2.3 Μετάδοση θερμότητας με αγωγή.

Ο πρώτος μηχανισμός μετάδοσης θερμότητας που θα εξεταστεί είναι η αγωγή θερμότητας. Η αγωγή θερμότητας αναφέρεται σε ακίνητα σώματα (στερεά ή ρευστά σε ακινησία) και συνδέεται με τη συναλλαγή ενέργειας σε μοριακό επίπεδο. Ουσιαστικά πρόκειται για τη μετάδοση ενέργειας από την περιοχή υψηλής θερμοκρασίας προς την περιοχή χαμηλής θερμοκρασίας δια μέσου της μάζας των σωμάτων και συγκεκριμένα μέσω των μορίων και των ατόμων. Η μεταφορά θερμότητας με αγωγή μπορεί λοιπόν να θεωρηθεί ως μεταφορά ενέργειας από περισσότερο ενεργητικά σε λιγότερο ενεργητικά σωματίδια ενός υλικού, λόγω αλληλεπιδράσεως μεταξύ των σωματιδίων[8].

Ας θεωρήσουμε ένα αέριο το οποίο βρίσκεται σε ακινησία. Έστω ότι το αέριο βρίσκεται μεταξύ δύο επιφανειών διαφορετικής θερμοκρασίας. Η υψηλότερη θερμοκρασία σε κάποιο σημείο του αερίου συνδέεται με υψηλότερη ενέργεια των σωματιδίων του αερίου λόγω τυχαίας κίνησης, λόγω εσωτερικής περιστροφής και λόγω ταλάντωσης των ατόμων του κάθε μορίου του αερίου. Τα σωματίδια σε επαφή με τη πιο θερμή επιφάνεια διαθέτουν υψηλότερη ενέργεια, την οποία μεταδίδουν στα γειτονικά τους σωματίδια χαμηλότερης ενέργειας μέσω των μεταξύ τους συγκρούσεων. Έτσι στην περίπτωση παρουσίας θερμοκρασιακής κλίσης στο εσωτερικό του αερίου υπάρχει μετάδοση ενέργειας από την περιοχή της υψηλότερης θερμοκρασίας προς την περιοχή της χαμηλότερης θερμοκρασίας, μέσω ακριβώς των συγκρούσεων των μορίων. Η μετάδοση αυτή της ενέργειας μέσω των τυχαίων συγκρούσεων των μορίων καλείται **διάχυση** ενέργειας (**diffusion**).

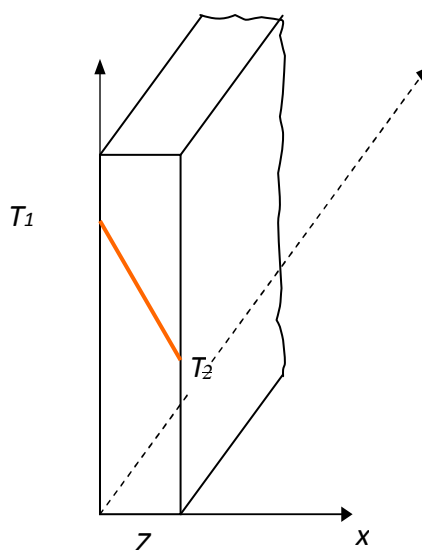
Παρόμοιος μηχανισμός εμφανίζεται και στην περίπτωση των ακίνητων υγρών. Στην περίπτωση όμως των υγρών οι αλληλεπιδράσεις μεταξύ των μορίων είναι πολύ πιο ισχυρές (παρουσία ισχυρών διαμοριακών δυνάμεων εκτός των συγκρούσεων), οπότε περιμένουμε το φαινόμενο της διάχυσης της ενέργειας μέσω της αλληλεπίδρασης των μορίων να είναι πιο έντονο. Στην περίπτωση των στερεών η διάδοση της ενέργειας πραγματοποιείται μέσω δύο μηχανισμών. Στην περίπτωση των μονωτών, η ενέργεια διαδίδεται με μορφή πλεγματικών κυμάτων εντός της δομής του στερεού. Τα κύματα αυτά επάγονται από την ταλαντωτική κίνηση των ατόμων. Στην περίπτωση των αγωγών, τα ελεύθερα ηλεκτρόνια συμμετέχουν,

μέσω της κίνησής τους, στη διάχυση της θερμικής ενέργειας στον όγκο του στερεού, μαζί με τα πλεγματικά κύματα[4].

Η μετάδοση θερμότητας με αγωγή μακροσκοπικά περιγράφεται (σε μία διάσταση) από τον Νόμο του **Fourier**. Ας θεωρήσουμε επίπεδο σώμα σταθερού πάχους  $X$  (Σχήμα 2.1). επικρατεί στην μία πλευρά του θερμοκρασία  $T_1$  και στην άλλη πλευρά του θερμοκρασία  $T_2$  μικρότερη της  $T_1$ , ενώ η κλίση της θερμοκρασίας στο εσωτερικό του είναι σταθερή (γραμμική μεταβολή της θερμοκρασίας), τότε ο ρυθμός μετάδοσης θερμότητας κατά την διεύθυνση (κάθετα στο επίπεδο του σώματος) ανά μονάδα επιφάνειας δίδεται:

$$q_x'' = -k \frac{dT}{dx}$$

Σχήμα 2.1 Μονοδιάστατη μετάδοση θερμότητας με αγωγή σε σώμα πάχους  $Z$  κατά τη  $x$  διεύθυνση [4].



Το παραπάνω μέγεθος ονομάζεται **πυκνότητα ροής θερμότητας ή πυκνότητα θερμοροής (heat flux)**, ενώ η μονάδα μέτρησής του είναι  $W/m^2$  (ισχύς ανά μονάδα επιφάνειας). Εκφράζει τη θερμική ενέργεια που περνά από μοναδιαία επιφάνεια στη μονάδα του χρόνου, λόγω της θερμοκρασιακή κλίσης σε διεύθυνση κάθετη στην εν λόγω επιφάνεια. Το αρνητικό πρόσημο στην παραπάνω σχέση οφείλεται στο γεγονός ότι η μετάδοσης θερμότητας πραγματοποιείται από υψηλότερες προς χαμηλότερες θερμοκρασίες, δηλαδή κατά τη φορά των αρνητικών θερμοκρασιακών κλίσεων.[14]

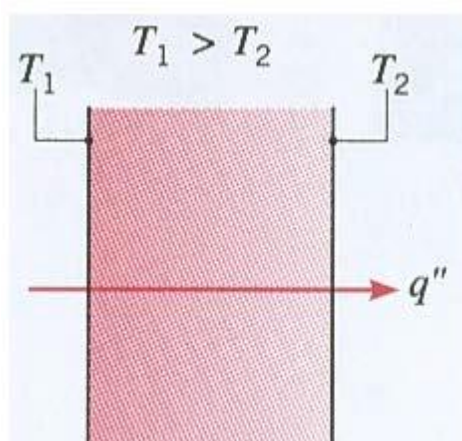
Ο συντελεστής  $k$  στην παραπάνω σχέση ονομάζεται **συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας (thermal conductivity)** με μέτρησης  $W/(mK)$ . Ο συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας εξαρτάται από το υλικό στο οποίο εφαρμόζεται η θερμοκρασιακή κλίση (ενώ μεταβάλλεται με τη θερμοκρασία). [4]

Στη συγκεκριμένη περίπτωση, του θεωρήσαμε σταθερή θερμοκρασιακή κλίση στο εσωτερικό του σώματος (γραμμική μεταβολή της θερμοκρασίας), η παραπάνω σχέση γράφεται:

$$q_x'' = -k \frac{T_2 - T_1}{z} = k \frac{\Delta T}{z}$$

Ο συνολικός ρυθμός μετάδοσης θερμότητας μέσα την επιφάνεια (θερμοροή μέσα από την εν λόγω επιφάνεια) προκύπτει πολλαπλασιάζοντας με το εμβαδόν  $A$  της επιφάνειας, δηλαδή:

$$q_x = q_x'' A = -k A \frac{dT}{dx}$$



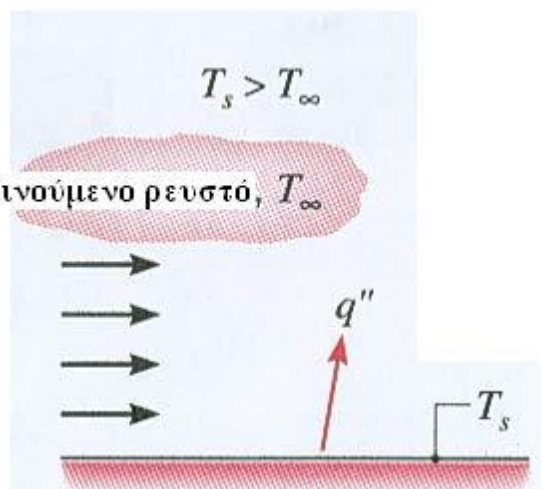
Σχήμα 2.2 Μεταφορά θερμότητας με αγωγή σε στερεό ή στάσιμο ρευστό[4].

Στην καθημερινή ζωή υπάρχουν πολλά φαινόμενα τα οποία συνδέονται με την μετάδοση θερμότητας με αγωγή. Η απώλεια θερμότητας από το εσωτερικό του σπιτιού προς το εξωτερικό περιβάλλον το πραγματοποιείται με αγωγή μέσα από τους τοίχους και τα παράθυρα. Η μετάδοση θερμότητας από το μάτι της κουζίνας προς το μαγειρικό σκεύος πραγματοποιείται με αγωγή .

## 2.4 Μετάδοση θερμότητας με συναγωγή.

Η συναγωγή αναφέρεται στη μετάδοση θερμότητας σε κινούμενα ρευστά. Στην περίπτωση αυτή συνυπάρχουν δύο μηχανισμοί μετάδοσης ενέργειας. Ο πρώτος είναι η διάχυση ενέργειας μέσω των αλληλεπιδράσεων (όπως και στην περίπτωση της αγωγής), ενώ ο δεύτερος μηχανισμός συνδέεται με τη μακροσκοπική κίνηση του ρευστού. Κατά τη μακροσκοπική κίνηση του ρευστού τα στοιχειώδη σωματίδια, που απαρτίζουν τα στοιχεία του ρευστού, μεταφέρουν μαζί με τη μάζα τους και την θερμική ενέργεια που σχετίζεται με την τυχαία μεταφορική κίνησή τους, την εσωτερική περιστροφή τους και την ταλάντωση τους. Έτσι η συνολική μετάδοση θερμικής ενέργειας είναι το άθροισμα της μετάδοσης λόγω συγκρούσεων (διάχυση) και της μετάδοσης λόγω της μεταφοράς της θερμικής ενέργειας των σωματιδίων μέσω της μακροσκοπικής κίνησης του ρευστού[7].

Η κύρια περιοχή εφαρμογής της μετάδοσης θερμότητας με συναγωγή είναι η μετάδοση από στερεή επιφάνεια προς κινούμενο ρευστό σε επαφή με την επιφάνεια, ή το αντίθετο(σχήμα2.3). Γνωρίζουμε από τη μηχανική των ρευστών ότι στην περιοχή επαφής



Σχήμα 2.3 Μεταφορά θερμότητας με συναγωγή από επιφάνεια σε κινούμενο ρευστό[4].

του ρευστού στερεή επιφάνεια αναπτύσσεται το λεγόμενο οριακό στρώμα ταχύτητας (ή υδραυλικό οριακό στρώμα). ως αποτέλεσμα της δράσης των δυνάμεων συνεκτικότητας στο εσωτερικό του ρευστού. Στο οριακό στρώμα εμφανίζεται ομαλή μετάβαση από την ταχύτητα της ροής μακριά από το τοίχωμα (ταχύτητα ελεύθερης ροής) στην μηδενική ταχύτητα στην



επιφάνεια του ακίνητου τοιχώματος. Στην περίπτωση κινούμενης επιφάνειας, η ταχύτητα της ροής πάνω στην επιφάνεια ισούται, ως γνωστόν, με την ταχύτητα της επιφάνειας (συνθήκη μη ολίσθησης). Το πάχος του οριακού στρώματος αυξάνεται κατάντι της ροής.

Στην περίπτωση διαφοράς μεταξύ της στερεής επιφάνειας και του ρευστού εμφανίζεται και το λεγόμενο **θερμικό οριακό στρώμα (*thermal boundary layer*)**, του οποίου το πάχος μπορεί να είναι ίσο, μικρότερο ή μεγαλύτερο από αυτό του υδραυλικού οριακού στρώματος. Εντός του θερμικού οριακού στρώματος εμφανίζεται ομαλή μεταβολή της θερμοκρασίας από τη θερμοκρασία της στερεής επιφάνειας  $T_s$ , έως τη θερμοκρασία της κύριας ροής  $T_o$ . Στην περίπτωση που η πρώτη είναι μεγαλύτερη της δεύτερης, η ροή θερμότητας πραγματοποιείται από την θερμή επιφάνεια στο ψυχρότερο ρευστό[8].

Επειδή στην περιοχή κοντά στο στερεό τοίχωμα οι ταχύτητες της ροής είναι πολύ μικρές, ο μηχανισμός της διάχυσης είναι αυτός που επικρατεί. Αντίθετα, μακριά από το τοίχωμα, όπου έχουν αυξηθεί οι ταχύτητες της ροής, επικρατεί η μετάδοση θερμότητας με μεταφορά. Ειδικά πάνω στο τοίχωμα, όπου η σχετική ταχύτητα της ροής είναι μηδενική, υπάρχει αποκλειστικά μετάδοση θερμότητας με διάχυση.

Η ροή που προκαλεί τη συναγωγή θερμότητας μπορεί να οφείλεται σε εξωτερικούς παράγοντες ή στην ίδια τη μετάδοσης θερμότητας. Έτσι παραδειγμα στην περίπτωση των σωμάτων κεντρικής θέρμανσης ενός σπιτιού, ο θερμαινόμενος (αρχικά μόνο με αγωγή) ακίνητος αέρας, λόγω μείωσης της πυκνότητάς του ανέρχεται, προκαλώντας φυσική κυκλοφορία στο εσωτερικό του δωματίου. Η φυσική αυτή κυκλοφορία δίνει την αναγκαία μεταφορική κίνηση για την εμφάνιση συναγωγής μεταξύ του θερμαντικού σώματος και του αέρα. Ο μηχανισμός της συναγωγής είναι πολύ πιο έντονος από τον αντίστοιχο της αγωγής. Στην παραπάνω περίπτωση έχουμε **συναγωγή με φυσική κυκλοφορία**.

Στην περίπτωση που η ροή του ρευστού συντηρείται από εξωτερικό αίτιο (μία αντλία ή έναν ανεμιστήρα) τότε έχουμε μετάδοση θερμότητας με συναγωγή με **εξαναγκασμένη κυκλοφορία**. Ένα τέτοιο παράδειγμα είναι η θέρμανση του αέρα στο πιστολάκι των μαλλιών, ή η ψύξη μιας θερμής επιφάνειας με τη χρήση ανεμιστήρα. Συνήθως μαζί με την εξαναγκασμένη κυκλοφορία συνυπάρχει και φυσική κυκλοφορία λόγω των αντρωτικών δυνάμεων από τη μεταβολή των πυκνοτήτων, μόνο που το πρώτο φαινόμενο είναι πιο έντονο στις περισσότερες περιπτώσεων.[15]

Συνήθως η συναλλαγή θερμότητας με συναγωγή αναφέρεται στην εσωτερική θερμική ενέργεια, η οποία συνδέεται με τη θερμική του κίνηση. Υπάρχουν όμως περιπτώσεις όπου η μετάδοση θερμότητας συνοδεύεται από αλλαγή φάσης, δηλαδή περιλαμβάνει και τη λανθάνουσα θερμότητα αλλαγής φάσης. Ένα παράδειγμα της παραπάνω περίπτωσης είναι η μετάδοση θερμότητας προς το ρευστό από τις φυσαλίδες ατμού που ανέρχονται προς την επιφάνεια, σε δοχείο με νερό που βράζει. Αυτές προκαλούν ισχυρή κίνηση εντός του ρευστού, με αποτέλεσμα να εντείνεται η συναγωγή. Η μετάδοση θερμότητας με συναγωγή όταν υπάρχει και αλλαγή φάσης είναι πολύ πιο έντονη από την απλή περίπτωση της συναγωγής.

Το φαινόμενο της συναγωγής εξαρτάται από την ροή του ρευστού (και τα χαρακτηριστικά της) και από τη διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ του ρευστού και της στερεής επιφάνειας. Μια γενική σχέση που περιγράφει τη μετάδοση θερμότητας με συναγωγή είναι ο νόμος του Newton για τη συναγωγή, ο οποίος δίνει την πυκνότητα ροής θερμότητας:

$$q_x'' = h(T_s - T_o)$$

Ο συντελεστής  $h$  ονομάζεται **συντελεστής μετάδοσης θερμότητας με συναγωγή** και δίδεται σε  $W/(m^2 K)$ . Η τιμή του εξαρτάται από το είδος της ροής, τη μορφή της επιφάνειας και τα θερμοδυναμικά και ρευστομηχανικά χαρακτηριστικά του ρευστού. Ο προσδιορισμός του συνήθως απαιτεί σοβαρές γνώσεις ρευστομηχανικής, ενώ για τυπικές ροές η τιμή του βρίσκεται από πίνακες και διαγράμματα. [4]

Ο συνολικός ρυθμός μετάδοσης θερμότητας μέσα από την επιφάνεια (θερμοροή μέσα από την εν λόγω επιφάνεια) προκύπτει πολλαπλασιάζοντας με το εμβαδόν  $A$  της επιφάνειας, δηλαδή:

$$q_x = q_x'' A = A h(T_s - T_o)$$

## 2.5 Μετάδοση θερμότητας με ακτινοβολία.

Κάθε σώμα (στερεό, υγρό ή αέριο), το οποίο βρίσκεται σε θερμοκρασία διαφορετική από 0 K, εκπέμπει θερμική ακτινοβολία. Η ακτινοβολία (σε μορφή ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων - φωτονίων) δημιουργείται με αλλαγές στην ενεργειακή κατάσταση των ηλεκτρονίων των ατόμων του σώματος. Σε αντίθεση με τους άλλους δύο μηχανισμούς μετάδοσης θερμότητας (αγωγή και συναγωγή), μετάδοση θερμότητας με ακτινοβολία δεν απαιτεί την ύπαρξη ύλης, αλλά μπορεί να πραγματοποιείται και εν κενώ (στην πραγματικότητα η μετάδοση θερμότητας με ακτινοβολία πραγματοποιείται πιο αποδοτικά εν κενώ). Στην παρούσα φάση θα ασχοληθούμε με ακτινοβολία μεταξύ στερεών επιφανειών και προς υγρά [5].

Ας θεωρήσουμε τη στερεή εξωτερική επιφάνεια ενός σώματος. Η ακτινοβολία που εξέρχεται από την επιφάνεια παράγεται στο εσωτερικό του σώματος και ο ρυθμός με τον οποίο η ενέργεια εξέρχεται από μοναδιαίο εμβαδόν της επιφάνειας καλείται **πυκνότητα εκπεμπόμενης ακτινοβολίας  $E$** , ενώ η μέγιστη τιμή της  $E_b$ , δίδεται από τον νόμο - ως:

$$E_b = \sigma T_s^4$$

όπου  $T_s$  η απόλυτη θερμοκρασία της επιφάνειας (σε K) και  $\sigma$  η σταθερά των Stefan - Boltzmann ( $\sigma = 5,67 \times 10^{-8} \text{ W}/(\text{m}^2 \text{K}^4 \text{K})$ ). Η επιφάνεια που εκλύει τη μέγιστη αυτή ισχύ ακτινοβολίας ονομάζεται **μέλαν σώμα (blackbody)**. Σε μία πραγματική επιφάνεια η ακτινοβολούσα ισχύς είναι προφανώς μικρότερη για την ίδια θερμοκρασία και δίδεται:

$$E_b = \epsilon \sigma T_s^4$$

όπου  $\epsilon$  η **ικανότητα εκπομπής (emissivity)** της επιφάνειας, με τιμές μεταξύ 0 και 1. Η τιμή της εξαρτάται από το υλικό και τα χαρακτηριστικά της επιφάνειας και δείχνει πόσο προσεγγίζει η συγκεκριμένη επιφάνεια το μέλαν σώμα.

Εκτός από την εκπομπή ακτινοβολίας από μια επιφάνεια, γίνεται και πρόσπτωση ακτινοβολίας, η οποία παράγεται εκτός της επιφάνειας. Η πυκνότητα της προσπίπτουσας ακτινοβολίας (ισχύς ανά μονάδα επιφάνειας), τότε ένα τμήμα της μπορεί να απορροφηθεί

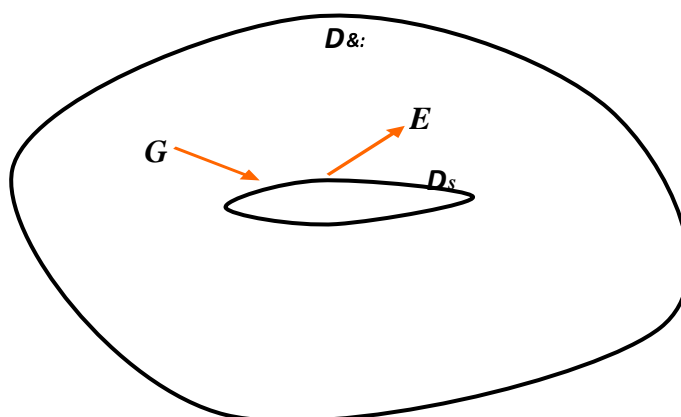
από το σώμα (αυξάνοντας την εσωτερική του ενέργεια), ένα τμήμα μπορεί να ανακλαστεί, ενώ το υπόλοιπο τμήμα μπορεί να διαπεράσει το σώμα (εάν αυτό είναι ημιδιαφανές).[5]

Το ποσοστό της προσπίπτουσας ακτινοβολίας που απορροφάται από το σώμα περιγράφεται με την **απορροφητικότητα**  $\alpha$ , οπότε ισχύει:

$$G_{\text{απορ}} = \alpha G$$

Προφανώς η απορροφητικότητα παίρνει τιμές μεταξύ 0 και 1. Η απορροφητικότητα της επιφάνειας δεν εξαρτάται μόνο από την επιφάνεια αλλά και από το είδος της ακτινοβολίας. Η ίδια επιφάνεια μπορεί να έχει διαφορετική απορροφητικότητα σε ακτινοβολίες διαφορετικού μήκους κύματος. Μόνο η απορροφώμενη ακτινοβολία μεταβάλλει την εσωτερική ενέργεια του σώματος, ενώ η ανακλώμενη και η ακτινοβολία που διαπερνά το σώμα δεν έχουν προφανώς καμία επίδραση σε αυτή.

Μία ειδική περίπτωση της μετάδοσης θερμότητας με ακτινοβολία (με σημαντικές όμως εφαρμογές) αφορά στην περίπτωση μιας μικρής επιφάνειας η οποία περικλείεται από μία αρκετά μεγαλύτερη επιφάνεια, η οποία βρίσκεται σε διαφορετική (σταθερή) θερμοκρασία  $T_{\text{εξ}}$  (σχήμα2.4). Στην περίπτωση αυτή η προσπίπτουσα ακτινοβολία στην μικρή εσωτερική επιφάνεια θερμοκρασίας  $T_{\text{s}}$  μπορεί να προσεγγιστεί από την ακτινοβολία που παράγει ένα μέλαν σώμα θερμοκρασίας  $T_{\text{εξ}}$ . δηλαδή:



Σχήμα2.4 Μετάδοση θερμότητας με ακτινοβολία μεταξύ δυο επιφανειών, όπου η μία περικλείει την άλλη.Οι δύο επιφάνειες βρίσκονται σε διαφορετικές θερμοκρασίες[5].

Στην ειδική περίπτωση κατά την οποία υποθέτουμε ότι η μικρή επιφάνεια είναι μία γκριζα επιφάνεια θα ισχύει:

$$\alpha = \varepsilon$$

Η καθαρή ισχύς ανά μονάδα επιφάνειας που εξέρχεται από την μικρή εσωτερική επιφάνεια εμβαδού A θα δίδεται:

$$q_{rad} = \frac{q_{rad}}{A} = \varepsilon E_b - \alpha G = \varepsilon E_b - \varepsilon G = \varepsilon \sigma (T_s^4 - T_{εξ}^4)$$

Η παραπάνω σχέση δίνει την καθαρή ισχύ που απελευθερώνεται από την επιφάνεια ως αποτέλεσμα της ισχύος που απορροφάται και της ισχύος που εκλύεται, λόγω της υπάρχουσας διαφοράς θερμοκρασίας μεταξύ της εσωτερικής και της περικλείουσας επιφάνειας.[5]

Η θερμική ισχύς που ακτινοβολείται συχνά εκφράζεται σε μορφή αντίστοιχη με αυτή που μεταδίδεται με συναγωγή, δηλαδή:

$$q_{rad} = h_{rad} A (T_s^4 - T_{εξ}^4)$$

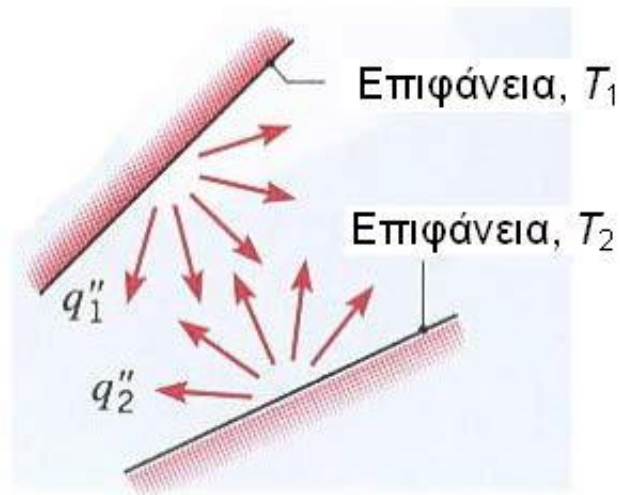
όπου  $h_{rad}$  **συντελεστής θερμότητας με ακτινοβολία**, ο οποίος δίδεται:

$$h_{rad} = \varepsilon \sigma (T_s + T_{εξ}) (T_s^2 + T_{εξ}^2)$$

Προφανώς, ο συντελεστής μετάδοσης θερμότητας με ακτινοβολία μεταβάλλεται ισχυρά με τη θερμοκρασία (ουσιαστικά αυτό που γίνεται με τις παραπάνω σχέσεις είναι μία γραμμικοποίηση της που δίνει την μεταδιδόμενη με ακτινοβολία ισχύ, στην περιοχή των θερμοκρασιών της μικρής εσωτερικής επιφάνειας και της περικλείουσας επιφάνειας). Η παραπάνω μοντελοποίηση είναι χρήσιμη στις περιπτώσεις που έχουμε ταυτόχρονη μετάδοση θερμότητας με ακτινοβολία και συναγωγή [6].

**Περατότητα (transmissivity):** Ιδιότητα επιφάνειας σώματος που ορίζει το κλάσμα της προσπίπτουσας ακτινοβολίας που μεταφέρεται δια μέσου του σώματος. Σε αδιαφανή σώματα ένα κλάσμα της προσπίπτουσας ακτινοβολίας ανακλάται, ενώ το υπόλοιπο εισέρχεται και απορροφάται σε πολύ μικρή απόσταση από την επιφάνεια. Τότε η

ακτινοβολία θεωρείται και μελετάται ως επιφανειακό φαινόμενο. Σε διαφανή σώματα επιπλέον των ποσοστών ακτινοβολίας που ανακλάται και απορροφάται υπάρχει και ένα τρίτο τμήμα το οποίο μεταφέρεται διαμέσου του μη αδιαφανούς μέσου. Το νερό είναι ημιδιαφανή, δηλαδή τμήμα της προσπίπτουσας ακτινοβολίας τα διαπερνά, σε μικρά μήκη κύματος ενώ συμπεριφέρονται σαν αδιαφανή σε μακρά μήκη κύματος.



Σχήμα 2.5 Μετάδοση θερμότητας με ακτινοβολία [4]

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 ° ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ.

### 3.1 Εισαγωγή.

Η πειραματική διαδικασία πραγματοποιείται στο εργαστήριο υδραυλικής του Τμήματος Μηχανικών Περιβάλλοντος του Διεθνούς Πανεπιστημίου της Ελλάδας - Αλεξάνδρεια Πανεπιστημιούπολη.

Υφιστάμενη υποδομή του εργαστηρίου, είναι ένα κανάλι μήκους 10 μέτρων μέσω του οποίου θα διεξαχθεί η έρευνα. Στο συγκεκριμένο κεφάλαιο θα αναφερθεί ο τρόπος κατασκευής του πειράματος καθώς και τα υλικά που χρησιμοποιήθηκαν.

Οι πειραματικές μετρήσεις στο υδραυλικό κανάλι λήφθηκαν σε βάθη ροής νερού **5,10,15,20 cm**. Επιπλέον στο παρόν κεφάλαιο θα αναφερθούν οι συσκευές και όργανα μετρήσεις όπως λέιζερ PIV, θερμομέτρο, πυκνόμετρο-αραιόμετρο, τα χαρακτηριστικά και οι μέθοδοι χρήσης τους στο πείραμα. Ο στόχος του κεφαλαίου είναι να γίνει κατανοητό η λειτουργία του πειράματος καθώς επίσης και το πως κατασκευάστηκε το πείραμα. Για λόγους διευκόλυνσης θα αναλυθεί ένα πείραμα σε βάθος ροής **20 εκατοστών**.

### 3.2 Η Υφιστάμενη Υποδομή του εργαστηρίου.

Οι πειραματικές μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν στο υδραυλικό κανάλι ανοιχτής ορθογωνικής διατομής 50X50 εκατοστά και μήκους 10 μέτρων (Σχήμα 3.1). Ο πυθμένας του υδραυλικού καναλιού έχει μηδενική κλίση και επίσης το νερό είναι στάσιμο χωρίς ταχύτητες. Στη περίπτωση αυτή ισχύει η παραδοχή υδροστατικής κατανομής της πίεσης και η πιεζομετρική γραμμή συμπίπτει με την ελεύθερη επιφάνεια.



Σχήμα 3.1 Βασικό κανάλι του πειράματος.

Το τοίχωμα του καναλιού είναι κατασκευασμένα από διαφανές πολυμερές πλαστικό plexiglass, η υφή αυτής της επιφάνειας είναι πολύ λεία, γι' αυτό έχει πολύ μικρή τραχύτητα. Οι διαστάσεις καναλιού είναι ίδιες κατά μήκος 0,5 μέτρα πλάτος και 0,5 μέτρο βάθος. Συνολικό μήκος του καναλιού είναι 10 μετρά.

#### **Χαρακτηριστικά μεγέθη υγρής διατομής ορθογωνικού αγωγού.**

1. Εμβαδό διατομής : Είναι το εμβαδόν της υγρής διατομής σε επίπεδο κάθετο προς την κύρια διεύθυνση της ροής. Ανάλογα το βάθος ροής θα αλλάζει.

$$E = b \cdot y \rightarrow 50 \cdot 20 = 1000 \text{ cm}^2 \text{ όπου } b \text{ είναι πλάτος αγωγού και } y \text{ είναι βάθος ροής.}$$

2. Πλάτος της υγρής διατομής στη ελεύθερη επιφάνεια είναι σταθερά **50 cm** σε όλο το μήκος.

3. Βρεχόμενη περίμετρος που είναι το μήκος του στερεού ορίου της διατομής, που βρέχεται από το νερό, θα αλλάζει ανάλογα το βάθος ροής.

$$P = b + 2y \rightarrow 50 + 2 \cdot 20 = 90 \text{ cm}$$

Στην αρχή του καναλιού υπάρχει μικρή δεξαμενή διαστάσεων (0,5 μετρά πλάτος 0,5 μήκος 1 μετρά βάθος) και στο τέλος μεγάλη (1,5 μετρά πλάτος 1,2 μήκος 1 μετρά βάθος), (σχήμα 3.2)



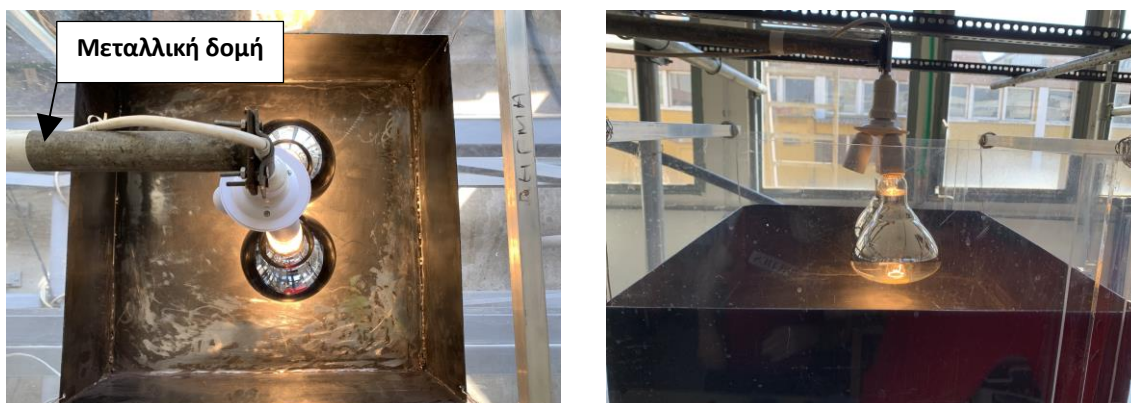
**Σχήμα 3.2 Μικρή και μεγάλη δεξαμενή.**



### 3.3 Περιγραφή της κατασκευής του πειράματος.

Κατασκευάστηκε μια επιφάνεια μετάδοσης θερμοκρασίας που είναι ένα τετράγωνο στοιχείο από σίδηρο που ονομάζεται ανοιχτό κιβώτιο (σχήμα 3.3) διαστάσεων  $(0,5\text{m})\times(0,5\text{m})\times(0,15\text{m})$  και πάχους ενός χιλιοστού. Το κιβώτιο θα κρεμαστεί με τα σύρματα στα ορθογώνια τμήματα ράβδων αλουμινίου που βρίσκονται στους τοίχους του καναλιού και έχει δυνατότητα να αλλάζει βάθος ανάλογα του πειράματος. Δεδομένου ότι έχουμε τέσσερα διαφορετικά βάθη: 5cm, 10cm, 15cm, 20cm, η επιφάνεια θέρμανσης του κιβωτίου θα είναι ένα εκατοστό υψηλότερο από την επιφάνεια του νερού κάθε φορά σε κάθε άλλο βάθος πειράματος για να επιτευχθεί θέρμανση νερού με το μέθοδο θερμικής ακτινοβολίας.

Επίσης χτίστηκε μια ενσωματωμένη μεταλλική δομή που συγκρατεί τους δύο λαμπτήρες μέσα στο κέντρο του κιβωτίου θέρμανσης και έχει την ικανότητα να μετακινείται και να στέκεται σε ορισμένο ύψος από το δάπεδο του κιβωτίου. Με αυτόν τον τρόπο, επιτυγχάνεται ομοιόμορφη μετάδοση θερμότητας με ακτινοβολία της απαιτούμενης επιφάνειας νερού.



Σχήμα 3.3 Κιβώτιο ομοιόμορφης θερμικής ακτινοβολίας με δυο λαμπτήρες .

Επιπλέον, για καλύτερη μόνωση και για την αποφυγή υψηλών απωλειών θερμοκρασίας, το κιβώτιο θέρμανσης καλύπτεται με κουτί κατασκευασμένο από πλάκες πολυστερίνης Fibran, όπως φαίνεται στο (σχήμα 3.4). Με αυτόν τον τρόπο, επιτυγχάνεται μέγιστη θερμομόνωση στη κατασκευή. Το κουτί Fibran στέκεται ακριβώς πάνω στους τοίχους του κιβωτίου χωρίς να επηρεάζεται η εσωτερική επιφάνεια θέρμανσης από τους λαμπτήρες.

Στη κατασκευή πειράματος ψύξης χρησιμοποιείται ίδιο κιβώτιο αλλά χωρίς τοποθέτηση μέσα λαμπτήρων.

Όπως παρατηρείται στο (σχήμα3.4) κατασκευάστηκε μεταλλική σκαλωσιά για σταθερή τοποθέτηση του λέιζερ PIV. Η θέση του είναι κάθετη προς την επιφάνεια του νερού και παλμοί του λέιζερ πυροδοτούνται ακριβώς στον άξονα του καναλιού. Επίσης έχει δυνατότητα να μετακινείται κατά μήκος του αγωγού.

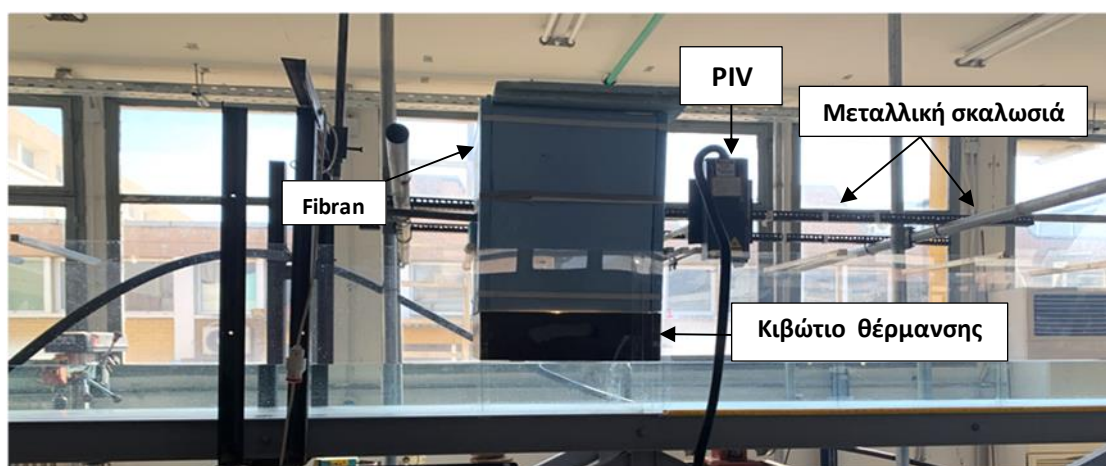
### **3.3.1 Υλικά που χρησιμοποιήθηκαν.**

1. *Κιβώτιο(σχήμα2.0)* – διαστάσεις (πλάτος 50cm, μήκος 50 cm, ύψος 15cm) , επιφάνεια θέρμανσης και ψύξης 250  $cm^2$
2. *Ροοστάτης* - ηλεκτρονικός μηχανισμός που ρυθμίζει την ποσότητα ηλεκτρικής ενέργειας
3. *Λαμπτήρες (σχήμα 2.0)* – κάθε λάμπα 250 watt.
4. Μεταλλική κατασκευή για σταθερή τοποθέτηση του θερμόμετρου στον άξονα του καναλιού.
5. *Κόφτης φαλτσέτα σπαστής λάμας* – χρησιμοποιήθηκε στη κατασκευή του κουτιού από Fibran.
6. Σφραγιστική σιλικόνη – χρησιμοποιήθηκε στα μέρη του καναλιού που είχαμε απώλεια νερού.
7. Πλάκες πολυστερίνης *Fibran*.
8. *Πάγος* – για πείραμα ψύξης.
9. *Σκάλα*.

### 3.3.2 Βήματα κατασκευής του πειράματος Θέρμανσης.

Τα βήματα της κατασκευής είναι εξής :

- I. Η κατασκευής του κιβωτίου που θα εκπέμπει θερμότητα τοποθετείται σε απόσταση 2,7 μέτρων(θέση  $X=1$ ) από αρχή του καναλιού, ο λόγος που επιλέχθηκε η θέση αυτή είναι για να υπάρχει μεγαλύτερο μήκος μέτρησης από τη μια πλευρά του κιβωτίου έως το τέλος του καναλιού.
- II. Στην εσωτερική πλευρά του κιβωτίου ρυθμίζεται μεταλλική δομή έτσι ώστε δυο λαμπτήρες να είναι σε ύψος **8 cm** από το δάπεδο του (Σχήμα 3.3)
- III. Το Κιβώτιο θέρμανσης καλύπτεται με κουτί πολυστερίνης Fibran(Σχήμα 3.4)



Σχήμα 3.4 Κατασκευή του πειράματος.

- IV. Καθώς υπάρχουν 5 εντάσεις του ροοστάτη **min1-max5** (Σχήμα3.5) ρυθμίζεται μια ένταση για το παρόν πείραμα.



Σχήμα 3.5 Ροοστάτη σε ένταση 5.

### 3.3.3 Βήματα κατασκευής του πειράματος ψύξης.

Κατά την ψύξη, χρησιμοποιείτε το ίδιο κανάλι νερού που φαίνεται στο (Σχήμα 3.1) και κιβώτιο θερμικής ακτινοβολίας, θα χρησιμοποιηθεί σαν θάλαμος ψύξης. Επειδή έχει την ίδια επιφάνεια εργασίας, τα πειραματικά αποτελέσματα θα είναι πιο ακριβή.

Τα βήματα κατασκευής παραμένουν ίδια με τη θέρμανση. Αλλάζει μηχανισμός μεταφοράς θερμότητας, επειδή είναι αδύνατο να μεταφερθεί χαμηλή θερμοκρασία στο κενό, αποφασίστηκε να ψύχεται με αγωγή. Αυτό σημαίνει ότι στην περίπτωση αυτή η κάτω επιφάνεια του θαλάμου ψύξης θα αγγίζει την επιφάνεια του νερού (σχήμα 3.6). Για δημιουργία χαμηλών θερμοκρασιών χρησιμοποιούνται προετοιμασμένα τουβλά από πάγο που τοποθετούνται στο θάλαμο ψύξης (σχήμα 3.7)



Σχήμα 3.6 Μετάδοση ψύξης με αγωγή.



Σχήμα 3.7 Θάλαμος ψύξης.

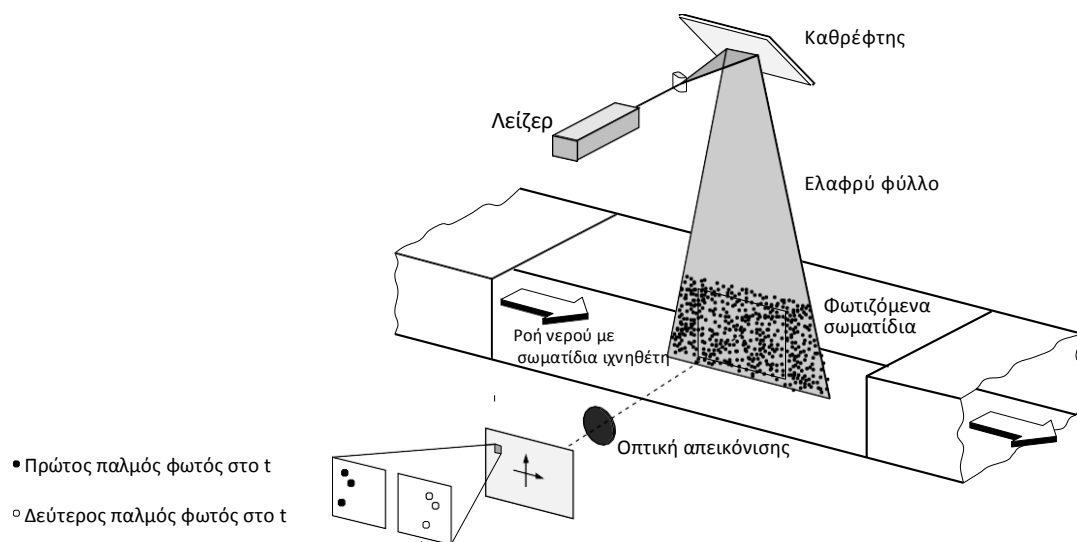
### 3.4 Προδιαγραφές συσκευών μέτρησης.

#### 3.4.1 Αναλύεται ο υφιστάμενος εξοπλισμός εργαστηρίου.

Η πειραματική εγκατάσταση ενός συστήματος PIV αποτελείται συνήθως από πολλά υποσυστήματα. Στις περισσότερες εφαρμογές πρέπει να προστεθούν σωματίδια ιχνηθέτη

στη ροή. Αυτά τα σωματίδια πρέπει να φωτίζονται σε επίπεδο ροής τουλάχιστον δύο φορές σε σύντομο χρονικό διάστημα. Το φως που διασκορπίζεται από τα σωματίδια πρέπει να καταγράφεται είτε σε ένα μόνο πλαίσιο είτε σε μια ακολουθία πλαισίων. Η μετατόπιση των εικόνων σωματιδίων μεταξύ των παλμών φωτός πρέπει να προσδιοριστεί μέσω αξιολόγησης των εγγραφών PIV. Για να χειριστεί μεγάλο όγκο δεδομένων που μπορούν να συλλεχθούν χρησιμοποιώντας την τεχνική PIV, απαιτείται περίπλοκη μετα-επεξεργασία.

Το (Σχήμα 3.8) σκιαγραφεί μια τυπική ρύθμιση για εγγραφή PIV σε ένα ορθογωνικό αγωγό. Μικρά σωματίδια ιχνηθέτη προστίθενται στη ροή. Ένα επίπεδο (φύλλο φωτός) εντός της ροής φωτίζεται δύο φορές μέσω λέιζερ (η χρονική καθυστέρηση μεταξύ των παλμών ανάλογα με τη μέση ταχύτητα ροής και τη μεγέθυνση κατά την απεικόνιση). Υποτίθεται ότι τα σωματίδια ιχνηθέτη κινούνται με τοπική ταχύτητα ροής μεταξύ των δύο φωτισμών. Το φως που διασκορπίζεται από τα σωματίδια ιχνηθέτη καταγράφεται μέσω ενός φακού υψηλής ποιότητας είτε σε ένα μόνο πλαίσιο (π.χ. σε ψηφιακή κάμερα υψηλής ανάλυσης ή κάμερα Im) είτε σε δύο ξεχωριστά πλαίσια σε ειδικές ψηφιακές φωτογραφικές μηχανές συσχέτισης. Μετά την ανάπτυξη, η φωτο-γραφική εγγραφή PIV ψηφιοποιείται μέσω ενός σαρωτή. Η έξοδος του ψηφιακού αισθητήρα μεταφέρεται απευθείας στη μνήμη ενός υπολογιστή.[9]



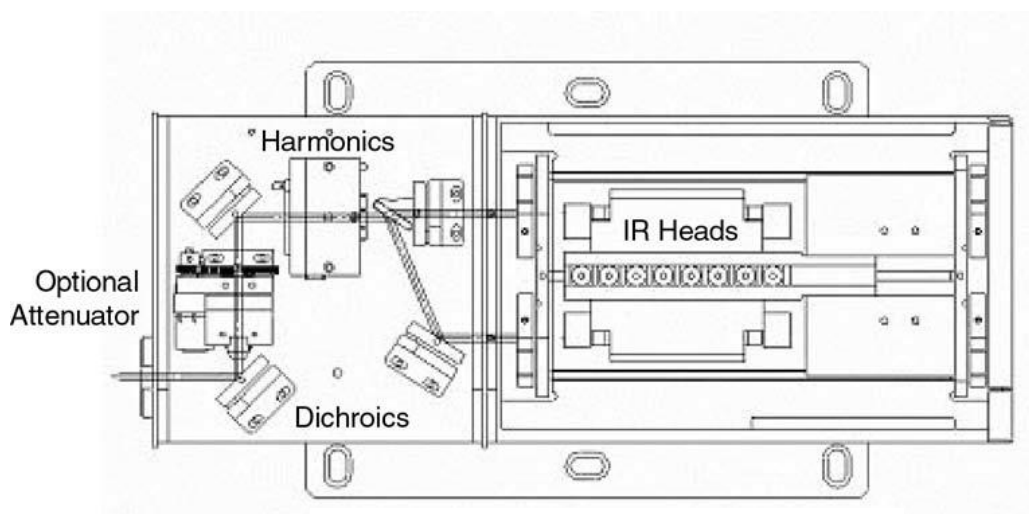
**Σχήμα 3.8 Πειραματική διάταξη για την velocimetry εικόνας σωματιδίων (Raffel 2007)**

Για αξιολόγηση η ψηφιακή εγγραφή PIV χωρίζεται σε μικρές υποπεριοχές που ονομάζονται «περιοχές ανακρίσεων». Ο φορέας τοπικής μετατόπισης για τις εικόνες των σωματιδίων ιχνηθέτη του πρώτου και δεύτερου φωτισμού καθορίζεται για κάθε περιοχή εδαφών με στατιστικές μεθόδους (αυτόματη και διασταυρούμενη συσχέτιση). Υποτίθεται ότι όλα τα σωματίδια σε μια περιοχή ανάκρισης έχουν κινηθεί ομοιογενώς μεταξύ των δύο

φωτισμών. Η προβολή του διανύσματος της τοπικής ταχύτητας ροής στο επίπεδο του φωτός φύλλου (φορέας ταχύτητας δύο συστατικών) υπολογίζεται λαμβάνοντας υπόψη τη χρονική καθυστέρηση μεταξύ των δύο φωτισμών και της μεγέθυνσης στην απεικόνιση. (Willert 2007).

### 3.4.2 Περιγραφή και προδιαγραφές SOLO PIV .

Αυτή η ενότητα δίνει μια εισαγωγή στην οπτική διάταξη στο Solo Nd: YAG λέιζερ. Η τυπική διαμόρφωση Solo είναι ένα λέιζερ διπλής κεφαλής με δεύτερο αρμονικό σώμα γεννήτριας και χώρος για την εγκατάσταση του προαιρετικού εξασθενητή. Το σύστημα είναι εμφανιζόμενο με προαιρετικά στοιχεία στο (Σχήμα 3.9)



Σχήμα 3.9 Διάταξη κεφαλής λέιζερ Solo - 532 nm

Το Solo χρησιμοποιεί μια κεφαλή ράβδου Nd: YAG που αντλείται με διπλό φλας με θερμικό αντισταθμισμένο συντονιστή για να παράγει ακτινοβολία στα 1064nm. Ο συντονιστής είναι πολύ συμπαγής, μηχανικά απομονωμένος από το περίβλημα λέιζερ, γεγονός που καθιστά το σύστημα σχετικά ευαίσθητο σε δονήσεις και αλλαγές θερμοκρασίας. Οι κεφαλές IR τοποθετούνται σε ξεχωριστή σφραγισμένη περιοχή που δεν απαιτεί καμία ρύθμιση στην κανονική λειτουργία. Η μόνη φορά που πρέπει να ανοίξουν οι κεφαλές υπερύθρων είναι η σπάνια περίπτωση που οι λάμπες φλας πρέπει να αλλάξουν κατά τη διάρκεια μιας διαδικασίας συντήρησης [ Εγχειρίδιο χειριστή 90-1020E Solo PIV][13].

#### Οπτικός εξασθενητής.

Ο προαιρετικός οπτικός εξασθενητής χρησιμεύει για τον έλεγχο της ενέργειας λέιζερ χωρίς επηρεάζοντας την ποιότητα της δέσμης. Ο οπτικός εξασθενητής έχει σχεδιαστεί για να λειτουργεί στο 532nm δέσμη, έτσι τοποθετείται αμέσως μετά τη δεύτερη αρμονική γεννήτρια.

Ο οπτικός εξασθενητής αποτελείται από πλάκα μισού κύματος, ακολουθούμενη από πολωτή. Η πλάκα μισού κύματος στερεώνεται σε μηχανοκίνητη περιστρεφόμενη βάση. Η γωνία που ελέγχεται από το σερβοκινητήρα ρυθμίζεται με είσοδο από τον πίνακα ελέγχου. Ο πολωτής είναι μόνιμα ευθυγραμμισμένος για να μεταδίδει κάθετα πολωμένο φως. [13]

### **Δεύτερη Αρμονική Γενιά .**

Ο παλμός 1064nm-laser εξέρχεται από την κεφαλή IR. Η δεύτερη αρμονική στα 532nm δημιουργείται περνώντας τη δέσμη IR μέσω ενός γωνιακού συντονισμένου κρυστάλλου KTP. Το Solo χρησιμοποιεί αντιστοίχιση φάσης τύπου II στο KTP για τη δημιουργία της δεύτερης αρμονικής, οπότε η πόλωση της δέσμης IR πρέπει να ρυθμιστεί ώστε να μεγιστοποιηθεί η ένταση SHG. Οι διχρωικοί καθρέφτες διαχωρίζουν το δεύτερο αρμονικό από το θεμελιώδες φως και κατευθύνουν τη δέσμη στη θύρα εξόδου. Το δεύτερο αρμονικό φως είναι κάθετα πολωμένο. [13]

### **Τρίτη αρμονική Γενιά (Solo 120)**

Ο τρίτος κρύσταλλος αρμονικής γεννήτριας (THG) μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την παροχή υπεριώδους ακτινοβολίας στα 355 nm. Είναι μόνο για λειτουργία με ένα κεφάλι. Η τρίτη διαδικασία παραγωγής αρμονικών είναι ο τύπος I σε BBO, που δημιουργήθηκε με οριζόντια πολωμένο θεμελιώδες και δεύτερο αρμονικό φως. Μία πλάκα μισού κύματος για τη δεύτερη αρμονική είναι τοποθετημένη στην είσοδο του περιβλήματος THG. Η τρίτη αρμονική έξοδος είναι κάθετα πολωμένη. [13]

### **Τέταρτη Αρμονική Γενιά**

Η τέταρτη αρμονική του Nd: YAG στα 266 nm μπορεί να δημιουργηθεί διπλασιάζοντας το 532 nm δεύτερο αρμονικό φως. Αυτό γίνεται τοποθετώντας τον σωστό κρύσταλλο BBO στην οπτική διαδρομή και συνδυάζοντας δύο φωτόνια στα 532 nm για να δώσουμε ένα φωτόνιο στα 266 nm. Το φως στα 266 nm διαχωρίζεται χρησιμοποιώντας ένα ζευγάρι διχρωικών καθρεπτών για να επιλέξετε μόνο το τέταρτο αρμονικό φως. Το τέταρτο αρμονικό φως είναι κάθετα πολωμένο. [13]

### **Ψύξη νερού.**

Το σύστημα ψύξης νερού κλειστού βρόχου βρίσκεται εντελώς στο κάτω επίπεδο της τροφοδοσίας. Μια αντλία νερού κυκλοφορεί το απιονισμένο νερό από τον εναλλάκτη θερμότητας νερού προς αέρα στην κεφαλή λέιζερ. Το νερό κυκλοφορεί μέσω του θαλάμου αντλίας κεφαλής λέιζερ για να διατηρήσει τη θερμοκρασία της ράβδου YAG σε αποδεκτό



επίπεδο. Μέρος της ροής του νερού κατευθύνεται μέσω ενός φυσιγγίου απιονισμού για τη διατήρηση της καθαρότητας του νερού. Η πλακέτα ελέγχου ψύξης ελέγχει τον ανεμιστήρα που είναι συνδεδεμένος στον εναλλάκτη θερμότητας και παρακολουθεί τον αισθητήρα θερμοκρασίας για να διασφαλίσει ότι το λέιζερ λειτουργεί εντός των προδιαγραφών θερμοκρασίας.[13]

### Solo PIV προδιαγραφές.

Στα ακόλουθα σχήματα φαίνονται τι είδος λέιζερ χρησιμοποιήθηκε κατά την έρευνα και τα χαρακτηριστικά του.



Σχήμα 3.10 λέιζερ PIV



Σχήμα 3.11 Ετικέτα αναγνώρισης κεφαλής λέιζερ



Σχήμα 3.12 Προειδοποιητική ετικέτα Solo I, II, III, IV



Οι παρακάτω πίνακες δείχνουν τις προδιαγραφές Solo για τα διάφορα μοντέλα. [90-1020E Solo PIV Operator's Manual].

### Προϊόντα Solo PIV [13].

		Solo I-15	Solo II-15	Solo II-30	Solo III-15	Solo IV-50	Solo 120
Ποσοστό επανάληψης (Hz)		15	15	30	15	50	15
1*Ενέργεια (mJ)	532	15	30	30	50	50	120
	355	-	-	-	-	-	35
	266	NA	NA	NA	NA	NA	25
2*Ενεργειακή σταθερότητα (±%)	532	4	4	4	4	6	4
	355	-	-	-	-	-	7
	266	NA	NA	NA	NA	NA	9
Διάμετρος δέσμης (mm)		2.5	2.5	2.5	3.5	3.5	4.5
3*Πλάτος παλμού (ns)		3-5	3-5	3-5	3-5	3-5	3-5
4*Απόκλιση(mrad)		<3	<3	<3	<4	<5	<2
Σταθερότητα κατάδειξης δέσμης(urad)		<100	<100	<100	<100	<200	<100
Jitter (±ns)		1	1	1	1	1	1
1* Οι οπτικές απώλειες λόγω του προαιρετικού εξασθενητή θα μειώσουν τη μέγιστη ενέργεια κατά 10%							
2* Pulse-to-pulse για 98% των λήψεων μετά από προθέρμανση 30 λεπτών							
3* Full width half maximum							
4*Full angle for 86% of the energy, at 1/e2 point							

### Φυσικά χαρακτηριστικά[13].

	Κεφαλή λέιζερ *		Παροχή ηλεκτρικού ρεύματος		
	Solo I,II,III,	SoloIV 120	Solo I,II,III	Solo IV	Solo 120
<b>Μήκος</b>	13,775 "/ 350 mm	16,06 "/ 408 mm	18,5 "/ 470 mm	21,2 "/ 538 mm	19,0 "/ 483 mm
<b>Πλάτος</b>	7,0 "/ 178 mm	8,0 "/ 203 mm	8,875 "/ 200 mm	10,6 "/ 269 mm	8,6 "/ 218 mm
<b>Υψος</b>	3,187 "/ 81 mm	4,125 "/ 105 mm	14,375 "/ 365 mm	15,16 "/ 385 mm	15,0 "/ 38 mm
<b>Βάρος</b>	10 lbs. / 4,5kg	21,5 lbs. / 9,8 kg	48lbs. / 22 kg	53lbs. / 24 kg	55 lbs. / 25 kg
<b>Length Umbilical</b>	8 ft / 2,4 m	8 ft / 2,4 m			
*Το πλάτος και το ύψος περιλαμβάνουν πλάκα στήριξης.					

### Λειτουργικές απαιτήσεις[13].

<b>Θερμοκρασία</b>		70 ° ± 10 ° F (21 ° ± 5 ° C)
<b>Σχετική υγρασία</b>		20-80% χωρίς συμπύκνωση
<b>Τάση</b>		95-240 V, 50/60 Hz
<b>Power</b>	Solo I, II, III	15 Hz-300 watts; 30 Hz-500 watts
	Solo 120	500 watts
	Solo IV	1500 watts

**Λόγω τεχνικού προβλήματος με το λέιζερ SOLO PIV, εφαρμόστηκε μια εφικτή μέτρηση των ταχυτήτων. Οι μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν με χρωματικό δείκτη ροδαμίνης.**

### 3.4.3 Περιγραφή και προδιαγραφές θερμόμετρου.

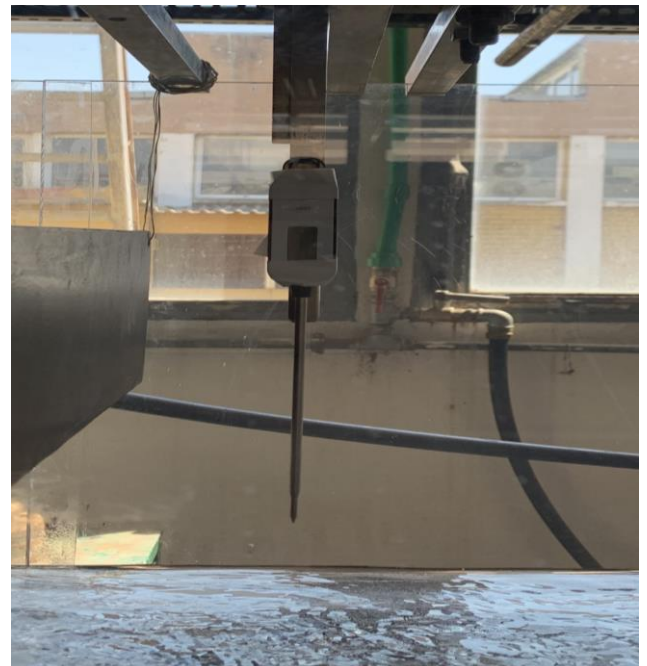
Στη έρευνα χρησιμοποιήθηκε ψηφιακό αδιάβροχο θερμόμετρο από ανοξείδωτο χάλυβα (Διάμετρος 2.3mm/ 0,1 inch ) σχήμα με που έχει την αισθητήρα θερμοκρασίας στην άκρη της ακίδας. Έχει αυτόματη βαθμονόμηση ( Καλιμπράρισμα ) θερμοκρασίας .Η τεχνικές προδιαγραφές περιγράφονται στο (σχήμα3.13).

SPECIFICATIONS	
Temperature Range	-50°C - 300°C (-58°F - 572°F) ( If the temperature is below -50°C (-58°F) or above 300°C (572°F), "LLL" or "HHH" will be shown on the display. )
Response Time	5 s 10-minute Auto-off Function
Waterproof Level	IPX6
Resolution	0.1°C / °F
Temperature Accuracy	0~100°C: ±1°C (0~212°F: ±33.8°F) 100~150°C: ±3°C (212~302°F: ±37.4°F) -50~0°C: ±3°C (-58~0°F: ±37.4°F) ≥150°C: 3% (≥302°F: 3%)
Battery	2 x LR44 1.5 V, lasting 9 months if the thermometer is used for 10 times each day

BUTTON FUNCTIONS AND OPERATION GUIDES	
1. "ON / OFF":	Press to power on and press and hold for 3s to power off. The thermometer embraces Auto-off function: It will power off automatically within 10 minutes if it's laid idle.
2. "°C / °F":	Press to convert between °C / °F. The next time when you turn on the thermometer, the last temperature unit has been saved.
3. "HOLD":	To freeze the reading. During the measurement, press the button to lock the reading and press again to measure again. If you do not press again, it will be unlocked after 15 s to measure again.

3.13 τεχνικές προδιαγραφές.



3.14 Ηλεκτρονικό θερμόμετρο του εργαστηρίου.

### 3.4.4 Περιγραφή και προδιαγραφές πυκνόμετρου.

Το Πυκνόμετρο είναι όργανο που χρησιμοποιείται για τη μέτρηση πυκνότητας των υγρών. Αποτελείται από ένα λεπτό γυάλινο σωλήνα (βαθμονομημένο), ο οποίος στο ένα άκρο του περιέχει μεταλλικά σφαιρίδια συγκεκριμένης μάζας. Για τη πραγματοποίηση μιας μέτρησης το όργανο, αφήνεται με προσοχή να επιπλεύσει στο προς μέτρηση υγρό και η τιμή της πυκνότητας αντιστοιχεί στη χαραγή μέχρι την οποία βυθίζεται.

Στη έρευνα χρησιμοποιήθηκαν δυο όργανα σχήμα που αποκαλούνται :

- πυκνόμετρο όταν το εύρος τιμών που μετράει είναι μεγαλύτερο από την πυκνότητα του απεσταγμένου νερού ( $1 \text{ gr/cm}^3$ ) στους  $20^\circ\text{C}$ , ενώ
- αραιόμετρο όταν το εύρος τιμών που μετράει είναι μικρότερο από την πυκνότητα του απεσταγμένου νερού ( $1 \text{ gr/cm}^3$ ) στους  $20^\circ\text{C}$

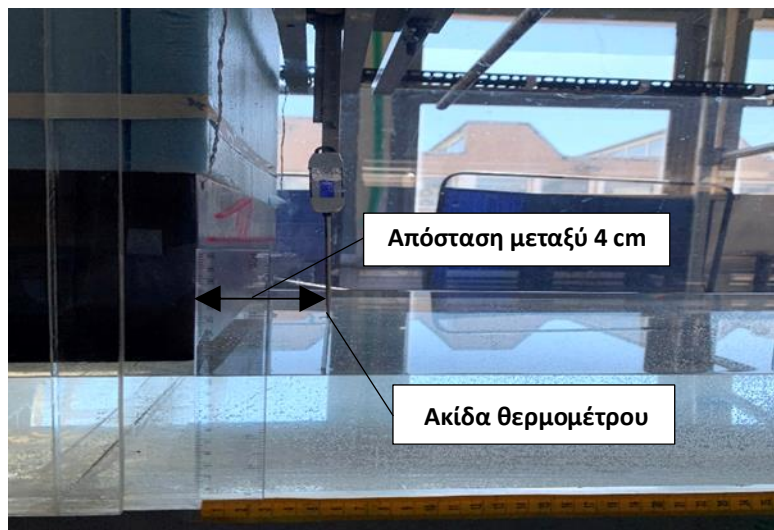


3.15 Πυκνόμετρα του εργαστηρίου.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4° ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΕΣ ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ.

### 4.1 Εισαγωγή.

Μετά την εγκατάσταση του θερμικού κιβωτίου και θερμόμετρου στη θέση  $X = 1$  (Σχημα3.5) και σε απαιτούμενο ύψος (1 εκατοστό πάνω από επιφάνεια νερού) , γεμίζετε το κανάλι με νερό, ρυθμίζεται ροοστάτης στη απαραίτητη ένταση και ανάβονται λαμπτήρες θερμικής ακτινοβολίας . Όλα τα στοιχεία της συγκεκριμένης μέτρησης βάθος ροής, ένταση ροοστάτη ημερομηνία και ώρα επισημαίνονται στον πίνακα μετρήσεων.



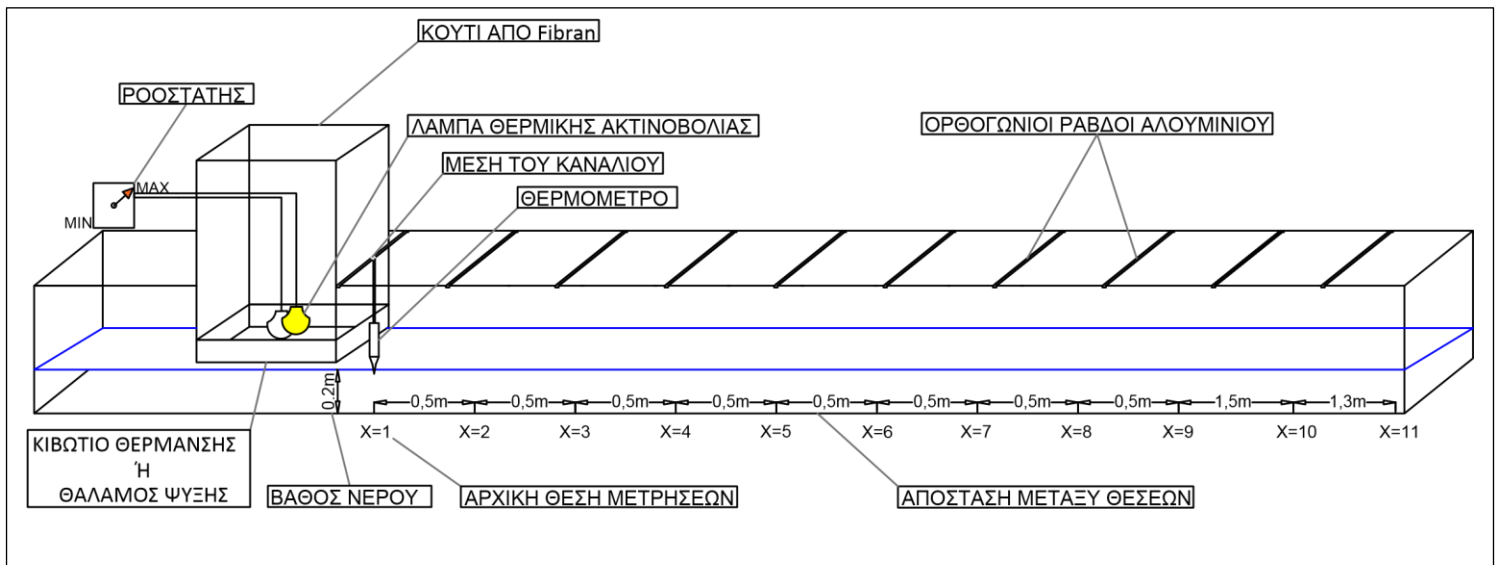
Σχήμα 4.1 Θέση θερμομέτρου .

Καταγράφεται η αρχική θερμοκρασία νερού , ώρα έναρξης θερμικής ισορροπίας και θερμοκρασία του περιβάλλον χώρου εργαστηρίου . Ηλεκτρονικό θερμομέτρο τοποθετείται στη θέση  $X=1$  στην επιφάνεια νερού (**βάθος  $h=0,6\text{cm}$  λόγω αισθητήρας θερμομέτρου στην ακίδα**) και μετριέται έως ότου επιτευχθεί η μέγιστη θερμοκρασία (**θερμικής ισορροπίας**),

Οι μετρήσεις γίνονται από επιφάνεια νερού προς τα πυθμένα. Η μεταλλική κατασκευή όπου τοποθετείται το θερμομέτρο είναι με διαβάθμιση σε cm (**θέση οδηγού  $h'$** ) επομένως είναι γνωστό σε ποιο βάθος βρίσκεται η ακίδα θερμομέτρου. Στο πίνακα πειραματικών δεδομένων σημειώνεται θέση μέτρησης, θερμοκρασία περιβάλλον χώρου , θερμοκρασία νερού στη μεγάλη δεξαμενή και βασικές θερμοκρασίες νερού σε ορισμένα βάθη. Μετά την μέτρηση στη θέση  $X=1$ , το θερμομέτρο μεταφέρεται στη επομένη θέση  $X=2$  και επαναλαμβάνονται μετρήσεις μέχρι τέλος καναλιού όπου είναι θέση  $X=11$  (6.8 μετρα).

Η μετρήσεις πραγματοποιούνται σε βάθος νερού 5cm,10cm,15cm,20cm, επίσης σε κάθε βάθος οι μετρήσεις επαναλαμβάνονται πέντε φορές με διαφορετική ένταση ροοστάτη (dimmer) από **1 min** έως **5 max**.

Στο σχήμα 4.1 παρουσιάζεται σχηματική εικόνα όπου φαίνεται βασικό κομμάτι του καναλιού, συστατικά του μέρη, θέσεις μετρήσεων. Φαίνεται πλήρες στημένο πείραμα σε βάθος νερού 0.2m.



Σχήμα 4.2 Σχηματική εικόνα του πείραμα στο κανάλι.

## 4.2 Μετρήσεις για προσδιορισμό της σχέσης θερμοκρασίας – βάθος (T-H).

### 4.2.1 Θέρμανση βάθος ροής 20 cm.

Η μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν στο υδραυλικό κανάλι με το φαινόμενο της θέρμανσης και δίνονται παρακάτω οι πίνακες με τα αποτελέσματα σε διάφορα βάθη ροής και διαφορετικές εντάσεις λαμπτήρας.

ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΚΑΜΠΥΛΗΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ						
ΕΙΔΟΣ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ : ΘΕΡΜΑΝΣΗ						
ΤΟΠΟΘΕΣΙΑ : ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΥΔΡΑΥΛΙΚΗΣ-ΣΥΝΔΟΣ			ΠΑΡΟΝΤΕΣ:		A.ΛΕΟΥΣΙΔΗΣ	
ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ/ΩΡΑ :			16.04.2021 / 10:30		B.ΝΙΚΗΦΟΡΙΔΗΣ	
ΥΛΙΚΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ			ΔΕΔΟΜΕΝΑ			
1)	ΚΑΝΑΛΙ ΝΕΡΟΥ		ΒΑΘΟΣ ΡΟΗΣ		20	
2)	ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ(ΚΙΒΩΤΙΟ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ ) 500X500mm		ΕΝΤΑΣΗ ΡΟΟΣΤΑΤΗ		5	
3)	2 ΛΑΜΠΕΣ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑΣ		ΑΡΧΙΚΗ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΝΕΡΟΥ		15,2	
4)	ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΟ ΘΕΡΜΟΜΕΤΡΟ		ΧΡΟΝΟΣ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΙΣΟΡΡΟΠΙΑΣ		54min	
5)	ΡΟΟΣΤΑΤΗΣ		ΕΝΑΡΞΗ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ		12:42	
ΘΕΡΜΙΚΗ ΙΣΟΡΟΠΟΙΑ						
	TIME	TEMPERATURE			TEMPERATURE	
1)	11:22	15,5		6)	12:16	18,8
2)	11:27	15,7		7)	12:27	18,8
3)	11:43	18,4		8)	12:30	18,8
4)	11:52	18,5		9)	12:39	18,8
5)	12:00	18,5		10)		

ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ											
*h' βήμα βύθισης ακίδας θεμόμετρου , h - βάθος μέτρησης θερμοκρασίας.											
ΘΕΣΗ 1			(X=0,04m)			ΘΕΣΗ 2			(X=0,50m)		
Περιβάλλον t			15,8			Περιβάλλον t			16,1		
Νερό δεξ. T			15,3			Νερό δεξ. T			15,4		
	θέση οδηγού(cm)/h'		h(cm)	T(°C)	Time		θέση οδηγού(cm)/h'		h(cm)	T(°C)	Time
1	35	0,6	0,6	18,8	12:43	1	35	0,6	0,6	16,5	13:07
2	34	1	1,6	17,2	12:45	2	34	1	1,6	16,4	13:09
3	33	1	2,6	16,0	12:48	3	33	1	2,6	16,1	13:11
4	31	2	4,6	15,5	12:50	4	31	2	4,6	15,5	13:13
5	29	2	6,6	15,5	12:52	5	29	2	6,6	15,5	13:14
6	26	3	9,6	15,5	12:53	6	26	3	9,6	15,5	13:15
7	23	3	12,6	15,4	12:54	7	23	3	12,6	15,5	13:19
8	19	4	16,6	15,3	12:56	8	19	4	16,6	15,4	13:22
9	15,6	3,4	20	15,3	12:57	9	15,6	3,4	20	15,4	13:23
10	35		0,6	18,8	13:05	10	35		0,6	16,5	13:26

Πίνακα 4.1 Μετρήσεις θέρμανσης σε βάθος ροής 20cm,ένταση 5

ΘΕΣΗ 3					(X=1,0m)					ΘΕΣΗ 4					(X=1,50m)				
Περιβάλλον t					16,2					Περιβάλλον t					16,6				
Νερό δεξ. T					15,4					Νερό δεξ. T					15,2				
	θέση οδηγού(cm)/h'		h(cm)	T(°C)	Time		θέση οδηγού(cm)/h'		h(cm)	T(°C)	Time		θέση οδηγού(cm)/h'		h(cm)	T(°C)	Time		
1	35	0,6	0,6	16,1	13:29	1	35	0,6	0,6	15,9	13:51								
2	34	1	1,6	16,1	13:31	2	34	1	1,6	15,9	13:53								
3	33	1	2,6	16,0	13:33	3	33	1	2,6	15,9	13:53								
4	31	2	4,6	15,5	13:34	4	31	2	4,6	15,6	13:56								
5	29	2	6,6	15,5	13:35	5	29	2	6,6	15,5	13:57								
6	26	3	9,6	15,5	13:38	6	26	3	9,6	15,5	13:59								
7	23	3	12,6	15,4	13:40	7	23	3	12,6	15,4	14:00								
8	19	4	16,6	15,4	13:41	8	19	4	16,6	15,4	14:02								
9	15,6	3,4	20	15,4	13:43	9	15,6	3,4	20	15,4	14:04								
10	35		0,6	16,0	13:47	10	35		0,6	15,8	14:09								

ΘΕΣΗ 5					(X=2,0m)					ΘΕΣΗ 6					(X=2,50m)				
Περιβάλλον t					16,4					Περιβάλλον t					16,6				
Νερό δεξ. T					15,2					Νερό δεξ. T					15,3				
	θέση οδηγού(cm)/h'		h(cm)	T(°C)	Time		θέση οδηγού(cm)/h'		h(cm)	T(°C)	Time		θέση οδηγού(cm)/h'		h(cm)	T(°C)	Time		
1	35	0,6	0,6	15,9	14:13	1	35	0,6	0,6	15,8	14:38								
2	34	1	1,6	15,9	14:15	2	34	1	1,6	15,8	14:39								
3	33	1	2,6	15,9	14:18	3	33	1	2,6	15,8	14:40								
4	31	2	4,6	15,7	14:21	4	31	2	4,6	15,7	14:41								
5	29	2	6,6	15,5	14:23	5	29	2	6,6	15,5	14:42								
6	26	3	9,6	15,5	14:24	6	26	3	9,6	15,5	14:43								
7	23	3	12,6	15,5	14:25	7	23	3	12,6	15,5	14:44								
8	19	4	16,6	15,4	14:26	8	19	4	16,6	15,4	14:45								
9	15,6	3,4	20	15,4	14:28	9	15,6	3,4	20	15,4	14:46								
10	35		0,6	15,8	14:35	10	35		0,6	15,8	14:50								

ΘΕΣΗ 7					(X=3,0m)					ΘΕΣΗ 8					(X=3,50m)				
Περιβάλλον t					16,8					Περιβάλλον t					16,6				
Νερό δεξ. T					15,3					Νερό δεξ. T					15,3				
	θέση οδηγού(cm)/h'		h(cm)	T(°C)	Time		θέση οδηγού(cm)/h'		h(cm)	T(°C)	Time		θέση οδηγού(cm)/h'		h(cm)	T(°C)	Time		
1	35	0,6	0,6	15,8	14:52	1	35	0,6	0,6	15,7	15:11								
2	34	1	1,6	15,8	14:53	2	34	1	1,6	15,7	15:13								
3	33	1	2,6	15,7	14:54	3	33	1	2,6	15,7	15:15								
4	31	2	4,6	15,6	14:55	4	31	2	4,6	15,6	15:16								
5	29	2	6,6	15,5	14:56	5	29	2	6,6	15,6	15:17								
6	26	3	9,6	15,5	14:57	6	26	3	9,6	15,5	15:18								
7	23	3	12,6	15,4	14:58	7	23	3	12,6	15,5	15:19								
8	19	4	16,6	15,4	14:59	8	19	4	16,6	15,4	15:20								
9	15,6	3,4	20	15,4	15:00	9	15,6	3,4	20	15,4	15:21								
10	35		0,6	15,8	15:10	10	35		0,6	15,7	5:23								

ΘΕΣΗ 9		(X=4,0m)				ΘΕΣΗ 10		(X=5,50m)				
Περιβάλλον t		16,5				Περιβάλλον t		16,6				
Νερό δεξ. T		15,4				Νερό δεξ. T		15,4				
θέση οδηγού(cm)/h'		h(cm)	T(°C)	Time		θέση οδηγού(cm)/h'		h(cm)	T(°C)	Time		
1	35	0,6	0,6	15,6	15:25	1	35	0,6	0,6	15,5	15:39	
2	34	1	1,6	15,6	15:26	2	26	9	9,6	15,5	15:42	
3	33	1	2,6	15,6	15:27	3	15,6	10,4	20	15,4	15:45	
4	31	2	4,6	15,6	15:28	<b>ΘΕΣΗ 11</b>		<b>(X=6,80m)</b>				
5	29	2	6,6	15,5	15:30	<b>Περιβάλλον t</b>		<b>16,6</b>				
6	26	3	9,6	15,5	15:31	<b>Νερό δεξ. T</b>		<b>15,4</b>				
7	23	3	12,6	15,5	15:32							
8	19	4	16,6	15,4	15:33			θέση οδηγού(cm)/h'		h(cm)	T(°C)	Time
9	15,6	3,4	20	15,4	15:34	1	35	0,6	0,6	15,4	15:49	
10	35		0,6	15,8	15:37	2	15,6	19,4	20	15,4	15:50	

ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΚΑΜΠΥΛΗΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ				
ΕΙΔΟΣ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ : ΘΕΡΜΑΝΣΗ				
ΤΟΠΟΘΕΣΙΑ : ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΥΔΡΑΥΛΙΚΗΣ-ΣΥΝΔΟΣ		ΠΑΡΟΝΤΕΣ:		Α.ΛΕΟΥΣΙΔΗΣ
ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ/ΩΡΑ :		23.04.2021 / 9:30		Β.ΝΙΚΗΦΟΡΙΔΗΣ
ΥΛΙΚΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ			ΔΕΔΟΜΕΝΑ	
1)	ΚΑΝΑΛΙ ΝΕΡΟΥ		ΒΑΘΟΣ ΡΟΗΣ	20
2)	ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ(ΚΙΒΩΤΙΟ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ ) 500X500mm		ΕΝΤΑΣΗ ΡΟΟΣΤΑΤΗ	4
3)	2 ΛΑΜΠΕΣ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑΣ		ΑΡΧΙΚΗ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΝΕΡΟΥ	15,4
4)	ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΟ ΘΕΡΜΟΜΕΤΡΟ		ΧΡΟΝΟΣ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΙΣΟΡΡΟΠΙΑΣ	1:45min
5)	ΡΟΟΣΤΑΤΗΣ		ΕΝΑΡΞΗ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ	11:26
ΘΕΡΜΙΚΗ ΙΣΟΡΡΟΠΙΑ				
	TIME	TEMPERATURE		
1)	9:35	15,4		6)
2)	10:02	15,9		7)
3)	11:12	17,5		8)
4)	10:25	18,2		9)
5)	10:45	18,7		10)

ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ											
*h' βήμα βύθισης ακιδας θεμόμετρου , h - βάθος μέτρησης θερμοκρασίας.											
ΘΕΣΗ 1		(X=0,04m)				ΘΕΣΗ 2		(X=0,50m)			
Περιβάλλον t		16,7				Περιβάλλον t		16,7			
Νερό δεξ. T		15,5				Νερό δεξ. T		15,5			
θέση οδηγού(cm)/h'		h(cm)	T(°C)	Time		θέση οδηγού(cm)/h'		h(cm)	T(°C)	Time	
1	35	0,6	0,6	19,0	11:27	1	35	0,6	0,6	17,2	11:40
2	34	1	1,6	17,4	11:28	2	34	1	1,6	16,9	11:41
3	33	1	2,6	16,4	11:29	3	33	1	2,6	16,4	11:42
4	31	2	4,6	15,9	11:30	4	31	2	4,6	15,9	11:43
5	29	2	6,6	15,7	11:31	5	29	2	6,6	15,8	11:46
6	26	3	9,6	15,5	11:32	6	26	3	9,6	15,6	11:47
7	23	3	12,6	15,5	11:33	7	23	3	12,6	15,5	11:48
8	19	4	16,6	15,5	11:34	8	19	4	16,6	15,5	11:49
9	15,6	3,4	20	15,5	11:35	9	15,6	3,4	20	15,5	11:50
10	35		0,6	19,0	11:37	10	35		0,6	17,2	11:52

Πίνακα 4.2 Μετρήσεις θέρμανσης σε βάθος ροής 20cm,ένταση 4



ΘΕΣΗ 3			(X=1,0m)			ΘΕΣΗ 4			(X=1,50m)		
Περιβάλλον t			16,2			Περιβάλλον t			17,0		
Νερό δεξ. T			15,5			Νερό δεξ. T			15,5		
	θέση οδηγού(cm)/h'		h(cm)	T(°C)	Time		θέση οδηγού(cm)/h'		h(cm)	T(°C)	Time
1	35	0,6	0,6	16,8	11:54	1	35	0,6	0,6	16,6	12:06
2	34	1	1,6	16,6	11:55	2	34	1	1,6	16,5	12:07
3	33	1	2,6	16,7	11:56	3	33	1	2,6	16,4	12:10
4	31	2	4,6	16,0	11:57	4	31	2	4,6	16,0	12:12
5	29	2	6,6	15,8	11:58	5	29	2	6,6	15,8	12:14
6	26	3	9,6	15,5	11:59	6	26	3	9,6	15,7	12:15
7	23	3	12,6	15,5	12:00	7	23	3	12,6	15,5	12:18
8	19	4	16,6	15,5	12:01	8	19	4	16,6	15,5	12:20
9	15,6	3,4	20	15,5	12:02	9	15,6	3,4	20	15,5	12:22
10	35		0,6	16,0	12:03	10	35		0,6	16,6	12:25

ΘΕΣΗ 5			(X=2,0m)			ΘΕΣΗ 6			(X=2,50m)		
Περιβάλλον t			17,1			Περιβάλλον t			17,2		
Νερό δεξ. T			15,5			Νερό δεξ. T			15,6		
	θέση οδηγού(cm)/h'		h(cm)	T(°C)	Time		θέση οδηγού(cm)/h'		h(cm)	T(°C)	Time
1	35	0,6	0,6	16,5	12:30	1	35	0,6	0,6	16,5	12:45
2	34	1	1,6	16,4	12:32	2	34	1	1,6	16,4	12:47
3	33	1	2,6	16,3	12:33	3	33	1	2,6	16,3	12:49
4	31	2	4,6	16	12:34	4	31	2	4,6	16	12:51
5	29	2	6,6	15,8	12:35	5	29	2	6,6	15,9	12:53
6	26	3	9,6	15,8	12:36	6	26	3	9,6	15,8	12:55
7	23	3	12,6	15,6	12:37	7	23	3	12,6	15,7	12:57
8	19	4	16,6	15,5	12:38	8	19	4	16,6	15,6	12:59
9	15,6	3,4	20	15,5	12:39	9	15,6	3,4	20	15,6	13:00
10	35		0,6	16,5	12:43	10	35		0,6	16,4	13:01

ΘΕΣΗ 7			(X=3,0m)			ΘΕΣΗ 8			(X=3,50m)		
Περιβάλλον t			17,1			Περιβάλλον t			17,3		
Νερό δεξ. T			15,6			Νερό δεξ. T			15,7		
	θέση οδηγού(cm)/h'		h(cm)	T(°C)	Time		θέση οδηγού(cm)/h'		h(cm)	T(°C)	Time
1	35	0,6	0,6	16,5	13:02	1	35	0,6	0,6	16,4	13:14
2	34	1	1,6	16,4	13:03	2	34	1	1,6	16,4	13:15
3	33	1	2,6	16,3	13:04	3	33	1	2,6	16,3	13:16
4	31	2	4,6	16,1	13:05	4	31	2	4,6	16,1	13:17
5	29	2	6,6	15,8	13:06	5	29	2	6,6	15,9	13:18
6	26	3	9,6	15,8	13:07	6	26	3	9,6	15,8	13:19
7	23	3	12,6	15,7	13:08	7	23	3	12,6	15,7	13:20
8	19	4	16,6	15,6	13:09	8	19	4	16,6	15,7	13:21
9	15,6	3,4	20	15,6	13:10	9	15,6	3,4	20	15,7	13:22
10	35		0,6	16,5	13:12	10	35		0,6	16,4	13:25

ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΚΑΜΠΥΛΗΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ				
ΕΙΔΟΣ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ : ΘΕΡΜΑΝΣΗ				
ΤΟΠΟΘΕΣΙΑ : ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΥΔΡΑΥΛΙΚΗΣ-ΣΥΝΔΟΣ		ΠΑΡΟΝΤΕΣ:		Α.ΛΕΟΥΣΙΔΗΣ
ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ/ΩΡΑ :		18.04.2021 / 11:30		Β.ΝΙΚΗΦΟΡΙΔΗΣ
ΥΛΙΚΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ			ΔΕΔΟΜΕΝΑ	
1)	ΚΑΝΑΛΙ ΝΕΡΟΥ		ΒΑΘΟΣ ΡΟΗΣ	20
2)	ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ(ΚΙΒΩΤΙΟ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ ) 500X500mm		ΕΝΤΑΣΗ ΡΟΟΣΤΑΤΗ	3
3)	2 ΛΑΜΠΕΣ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑΣ		ΑΡΧΙΚΗ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΝΕΡΟΥ	15,3
4)	ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΟ ΘΕΡΜΟΜΕΤΡΟ		ΧΡΟΝΟΣ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΙΣΟΡΡΟΠΙΑΣ	60 min
5)	ΡΟΟΣΤΑΤΗΣ		ΕΝΑΡΞΗ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ	12:59
ΘΕΡΜΙΚΗ ΙΣΟΡΡΟΠΙΑ				
	TIME	TEMPERATURE		
1)	11:40	15,3		6)
2)	12:04	15,7		7)
3)	12:07	16,0		8)
4)	12:23	17,5		9)
5)	12:31	17,8		10)

ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ											
*h' βήμα βύθισης ακιδας θεμόμετρου , h - βάθος μέτρησης θερμοκρασίας.											
ΘΕΣΗ 1						ΘΕΣΗ 2					
(X=0,04m)						(X=0,50m)					
Περιβάλλον t						Περιβάλλον t					
16,3						16,3					
Νερό δεξ. T						Νερό δεξ. T					
15,4						15,4					
	θέση οδηγού(cm)/h'		h(cm)	T(°C)	Time		θέση οδηγού(cm)/h'		h(cm)	T(°C)	Time
1	35	0,6	0,6	17,9	13:00	1	35	0,6	0,6	16,5	13:13
2	34	1	1,6	17,0	13:01	2	34	1	1,6	16,5	13:14
3	33	1	2,6	16,1	13:02	3	33	1	2,6	16,1	13:15
4	31	2	4,6	15,6	13:03	4	31	2	4,6	15,7	13:16
5	29	2	6,6	15,6	13:04	5	29	2	6,6	15,7	13:17
6	26	3	9,6	15,5	13:05	6	26	3	9,6	15,5	13:18
7	23	3	12,6	15,5	13:06	7	23	3	12,6	15,5	13:19
8	19	4	16,6	15,4	13:07	8	19	4	16,6	15,5	13:20
9	15,6	3,4	20,0	15,4	13:08	9	15,6	3,4	20	15,4	13:21
10	35		0,6	17,9	13:10	10	35		0,6	16,5	6:28

ΘΕΣΗ 3						ΘΕΣΗ 4					
(X=1,0m)						(X=1,50m)					
Περιβάλλον t						Περιβάλλον t					
16,1						16,1					
Νερό δεξ. T						Νερό δεξ. T					
15,4						15,4					
	θέση οδηγού(cm)/h'		h(cm)	T(°C)	Time		θέση οδηγού(cm)/h'		h(cm)	T(°C)	Time
1	35	0,6	0,6	16,2	13:38	1	35	0,6	0,6	16,0	13:51
2	34	1	1,6	16,2	13:39	2	34	1	1,6	16,0	13:52
3	33	1	2,6	16,0	13:40	3	33	1	2,6	16,0	13:53
4	31	2	4,6	15,8	13:41	4	31	2	4,6	15,9	13:54
5	29	2	6,6	15,6	13:42	5	29	2	6,6	15,7	13:55
6	26	3	9,6	15,6	13:43	6	26	3	9,6	15,5	13:56
7	23	3	12,6	15,5	13:44	7	23	3	12,6	15,5	13:57
8	19	4	16,6	15,4	13:45	8	19	4	16,6	15,4	13:58
9	15,6	3,4	20	15,4	13:46	9	15,6	3,4	20	15,4	13:59
10	35		0,6	16,2	13:48	10	35		0,6	16,0	14:06

Πίνακα 4.3 Μετρήσεις θέρμανσης σε βάθος ροής 20cm,ένταση 3

ΘΕΣΗ 5			(X=2,0m)			ΘΕΣΗ 6			(X=2,50m)		
Περιβάλλον t			16,3			Περιβάλλον t			16,4		
Νερό δεξ. T			15,5			Νερό δεξ. T			15,5		
	θέση οδηγού(cm)/h'		h(cm)	T(°C)	Time		θέση οδηγού(cm)/h'		h(cm)	T(°C)	Time
1	35	0,6	0,6	16,0	14:09	1	35	0,6	0,6	16,0	14:23
2	34	1	1,6	16,0	14:10	2	34	1	1,6	16,0	14:24
3	33	1	2,6	16,0	14:11	3	33	1	2,6	16,0	14:25
4	31	2	4,6	15,9	14:12	4	31	2	4,6	15,9	14:26
5	29	2	6,6	15,8	14:13	5	29	2	6,6	15,8	14:27
6	26	3	9,6	15,7	14:14	6	26	3	9,6	15,6	14:28
7	23	3	12,6	15,5	14:15	7	23	3	12,6	15,5	14:29
8	19	4	16,6	15,5	14:16	8	19	4	16,6	15,5	14:30
9	15,6	3,4	20	15,5	14:17	9	15,6	3,4	20	15,5	14:31
10	35		0,6	16,0	14:20	10	35		0,6	15,9	14:34

ΘΕΣΗ 7			(X=3,0m)			ΘΕΣΗ 8			(X=3,50m)		
Περιβάλλον t			16,4			Περιβάλλον t			16,6		
Νερό δεξ. T			15,5			Νερό δεξ. T			15,5		
	θέση οδηγού(cm)/h'		h(cm)	T(°C)	Time		θέση οδηγού(cm)/h'		h(cm)	T(°C)	Time
1	35	0,6	0,6	16,0	14:38	1	35	0,6	0,6	16,0	14:49
2	34	1	1,6	16,0	14:39	2	34	1	1,6	16,0	14:50
3	33	1	2,6	16,0	14:40	3	33	1	2,6	16,0	14:51
4	31	2	4,6	15,8	14:41	4	31	2	4,6	15,8	14:52
5	29	2	6,6	15,8	14:42	5	29	2	6,6	15,8	14:53
6	26	3	9,6	15,6	14:43	6	26	3	9,6	15,7	14:54
7	23	3	12,6	15,5	14:44	7	23	3	12,6	15,6	14:55
8	19	4	16,6	15,5	14:45	8	19	4	16,6	15,5	14:56
9	15,6	3,4	20	15,5	14:46	9	15,6	3,4	20	15,5	14:57
10	35		0,6	16,0	14:50	10	35		0,6	16,0	14:59

ΘΕΣΗ 9			(X=4,0m)			ΘΕΣΗ 10			(X=5,50m)		
Περιβάλλον t			16,6			Περιβάλλον t			16,6		
Νερό δεξ. T			15,5			Νερό δεξ. T			15,5		
	θέση οδηγού(cm)/h'		h(cm)	T(°C)	Time		θέση οδηγού(cm)/h'		h(cm)	T(°C)	Time
1	35	0,6	0,6	16,0	15:02	1	35	0,6	0,6	15,9	15:13
2	34	1	1,6	16,0	15:03	2	31	4	4,6	15,8	15:14
3	33	1	2,6	16,0	15:04	3	15,6	15,4	20	15,5	15:15
4	31	2	4,6	15,8	15:05	ΘΕΣΗ 11			(X=6,80m)		
5	29	2	6,6	15,8	15:06	Περιβάλλον t			16,6		
6	26	3	9,6	15,7	15:07	Νερό δεξ. T			15,5		
7	23	3	12,6	15,6	15:08						
8	19	4	16,6	15,5	15:09	θέση οδηγού(cm)/h'					
9	15,6	3,4	20	15,5	15:10	1	35	0,6	0,6	15,9	15:18
10	35		0,6	16,0	15:11	2	15,6	19,4	20	15,5	15:19

ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΚΑΜΠΥΛΗΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ					
ΕΙΔΟΣ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ : ΘΕΡΜΑΝΣΗ					
ΤΟΠΟΘΕΣΙΑ : ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΥΔΡΑΥΛΙΚΗΣ-ΣΥΝΔΟΣ			ΠΑΡΟΝΤΕΣ:		Α.ΛΕΟΥΣΙΔΗΣ
ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ/ΩΡΑ :		17.04.2021 / 14:45		Β.ΝΙΚΗΦΟΡΙΔΗΣ	
ΥΛΙΚΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ			ΔΕΔΟΜΕΝΑ		
1)	ΚΑΝΑΛΙ ΝΕΡΟΥ		ΒΑΘΟΣ ΡΟΗΣ		20
2)	ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ(ΚΙΒΩΤΙΟ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ ) 500X500mm		ΕΝΤΑΣΗ ΡΟΟΣΤΑΤΗ		2
3)	2 ΛΑΜΠΕΣ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑΣ		ΑΡΧΙΚΗ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΝΕΡΟΥ		15,6
4)	ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΟ ΘΕΡΜΟΜΕΤΡΟ		ΧΡΟΝΟΣ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΙΣΟΡΡΟΠΙΑΣ		52 min
5)	ΡΟΟΣΤΑΤΗΣ		ΕΝΑΡΞΗ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ		16:02
ΘΕΡΜΙΚΗ ΙΣΟΡΡΟΠΙΑ					
	TIME	TEMPERATURE		TIME	TEMPERATURE
1)	14:50	16,4		6)	17,5
2)	15:00	16,8		7)	
3)	15:17	17,4		8)	
4)	15:42	17,5		9)	
5)	15:50	17,5		10)	

ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ											
*h' βήμα βύθισης ακιδας θεμόμετρου , h - βάθος μέτρησης θερμοκρασίας.											
ΘΕΣΗ 1			(X=0,04m)			ΘΕΣΗ 2			(X=0,50m)		
Περιβάλλον t			16,3			Περιβάλλον t			16,2		
Νερό δεξ. T			15,6			Νερό δεξ. T			15,6		
	θέση οδηγού(cm)/h'		h(cm)	T(°C)	Time		θέση οδηγού(cm)/h'		h(cm)	T(°C)	Time
1	35	0,6	0,6	17,5	16:03	1	35	0,6	0,6	16,4	16:15
2	34	1	1,6	17,0	16:04	2	34	1	1,6	16,4	16:15
3	33	1	2,6	16,2	16:05	3	33	1	2,6	16,2	16:16
4	31	2	4,6	15,9	16:06	4	31	2	4,6	15,8	16:17
5	29	2	6,6	15,8	16:07	5	29	2	6,6	15,8	16:18
6	26	3	9,6	15,8	16:08	6	26	3	9,6	15,8	16:19
7	23	3	12,6	15,7	16:09	7	23	3	12,6	15,7	16:20
8	19	4	16,6	15,7	16:10	8	19	4	16,6	15,7	16:21
9	15,6	3,4	20,0	15,7	16:11	9	15,6	3,4	20	15,7	16:22
10	35		0,6	17,5	16:12	10	35		0,6	16,4	16:23

ΘΕΣΗ 3			(X=1,0m)			ΘΕΣΗ 4			(X=1,50m)		
Περιβάλλον t			16,3			Περιβάλλον t			16,3		
Νερό δεξ. T			15,6			Νερό δεξ. T			15,5		
	θέση οδηγού(cm)/h'		h(cm)	T(°C)	Time		θέση οδηγού(cm)/h'		h(cm)	T(°C)	Time
1	35	0,6	0,6	16,1	16:24	1	35	0,6	0,6	16,0	16:34
2	34	1	1,6	16,1	16:25	2	34	1	1,6	16,0	16:35
3	33	1	2,6	16,1	16:26	3	33	1	2,6	15,8	16:36
4	31	2	4,6	15,8	16:27	4	31	2	4,6	15,8	16:37
5	29	2	6,6	15,8	17:27	5	29	2	6,6	15,8	16:38
6	26	3	9,6	15,8	16:28	6	26	3	9,6	15,8	16:39
7	23	3	12,6	15,7	16:28	7	23	3	12,6	15,8	16:40
8	19	4	16,6	15,7	16:29	8	19	4	16,6	15,7	16:41
9	15,6	3,4	20	15,7	16:30	9	15,6	3,4	20	15,7	16:42
10	35		0,6	16,1	16:32	10	35		0,6	16,0	16:44

Πίνακα 4.4 Μετρήσεις θέρμανσης σε βάθος ροής 20cm,ένταση 2

ΘΕΣΗ 5			(X=2,0m)			ΘΕΣΗ 6			(X=2,50m)		
Περιβάλλον t			16,3			Περιβάλλον t			16,3		
Νερό δεξ. T			15,6			Νερό δεξ. T			15,6		
	θέση οδηγού(cm)/h'		h(cm)	T(°C)	Time		θέση οδηγού(cm)/h'		h(cm)	T(°C)	Time
1	35	0,6	0,6	15,9	16:46	1	35	0,6	0,6	15,9	16:58
2	34	1	1,6	15,9	16:47	2	34	1	1,6	15,9	16:59
3	33	1	2,6	15,9	16:48	3	33	1	2,6	15,8	17:00
4	31	2	4,6	15,8	16:49	4	31	2	4,6	-	-
5	29	2	6,6	15,8	16:50	5	29	2	6,6	-	-
6	26	3	9,6	15,8	16:51	6	26	3	9,6	-	-
7	23	3	12,6	15,8	16:52	7	23	3	12,6	15,7	17:01
8	19	4	16,6	15,7	16:53	8	19	4	16,6	-	-
9	15,6	3,4	20	15,7	16:54	9	15,6	3,4	20	15,7	17:02
10	35		0,6	15,9	16:56	10	35		0,6	-	-

ΘΕΣΗ 7			(X=3,0m)			ΘΕΣΗ 8			(X=3,50m)		
Περιβάλλον t			16,3			Περιβάλλον t			16,3		
Νερό δεξ. T			15,6			Νερό δεξ. T			15,6		
	θέση οδηγού(cm)/h'		h(cm)	T(°C)	Time		θέση οδηγού(cm)/h'		h(cm)	T(°C)	Time
1	35	0,6	0,6	15,8	17:03	1	35	0,6	0,6	15,8	17:07
7	23	12	12,6	15,7	17:04	7					
9	15,6	7,4	20	15,7	17:05	9	15,6	19,4	20	15,7	17:08

ΘΕΣΗ 9			(X=4,0m)			ΘΕΣΗ 10			(X=5,50m)		
Περιβάλλον t			16,3			Περιβάλλον t			16,3		
Νερό δεξ. T			15,6			Νερό δεξ. T			15,3		
	θέση οδηγού(cm)/h'		h(cm)	T(°C)	Time		θέση οδηγού(cm)/h'		h(cm)	T(°C)	Time
1	35	0,6	0,6	15,8	17:11	1	35	0,6	0,6	15,8	17:15
2						2					
3	15,6	19,4	20	15,7	17:13	3	15,6	19,4	20	15,7	17:17

ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΚΑΜΠΥΛΗΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ						
ΕΙΔΟΣ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ : ΘΕΡΜΑΝΣΗ						
ΤΟΠΟΘΕΣΙΑ : ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΥΔΡΑΥΛΙΚΗΣ-ΣΥΝΔΟΣ			ΠΑΡΟΝΤΕΣ:		Α.ΛΕΟΥΣΙΔΗΣ	
ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ/ΩΡΑ :		17.04.2021 / 10:06		Β.ΝΙΚΗΦΟΡΙΔΗΣ		
ΥΛΙΚΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ			ΔΕΔΟΜΕΝΑ			
1)	ΚΑΝΑΛΙ ΝΕΡΟΥ		ΒΑΘΟΣ ΡΟΗΣ		20	
2)	ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ(ΚΙΒΩΤΙΟ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ ) 500Χ500mm		ΕΝΤΑΣΗ ΡΟΟΣΤΑΤΗ		1	
3)	2 ΛΑΜΠΕΣ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑΣ		ΑΡΧΙΚΗ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΝΕΡΟΥ		15,5	
4)	ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΟ ΘΕΡΜΟΜΕΤΡΟ		ΧΡΟΝΟΣ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΙΣΟΡΡΟΠΙΑΣ		1:37 min	
5)	ΡΟΟΣΤΑΤΗΣ		ΕΝΑΡΞΗ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ		12:37	
ΘΕΡΜΙΚΗ ΙΣΟΡΡΟΠΙΑ						
	TIME	TEMPERATURE			TEMPERATURE	
1)	10:33	15,5		6)	11:50	16,2
2)	10:46	15,8		7)	12:10	16,3
3)	10:55	15,9		8)	12:35	16,3
4)	11:17	16,0		9)		
5)	11:30	16,2		10)		

ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ											
*h' βήμα βύθισης ακιδας θεμόμετρου , h - βάθος μέτρησης θερμοκρασίας.											
ΘΕΣΗ 1			(X=0,04m)			ΘΕΣΗ 2			(X=0,50m)		
Περιβάλλον t			15,8			Περιβάλλον t			16,0		
Νερό δεξ. T			15,3			Νερό δεξ. T			15,4		
	θέση οδηγού(cm)/h'	h(cm)	T(°C)	Time		θέση οδηγού(cm)/h'	h(cm)	T(°C)	Time		Time
1	35	0,6	0,6	16,3	12:38	1	35	0,6	0,6	15,8	12:57
2	34	1	1,6	16,0	12:39	2	34	1	1,6	15,8	12:58
3	33	1	2,6	15,9	12:40	3	33	1	2,6	15,8	12:59
4	31	2	4,6	15,8	12:41	4	31	2	4,6	15,7	13:00
5	29	2	6,6	15,7	12:42	5	29	2	6,6	15,7	13:01
6	26	3	9,6	15,6	12:43	6	26	3	9,6	15,5	13:02
7	23	3	12,6	15,5	12:44	7	23	3	12,6	15,5	13:03
8	19	4	16,6	15,5	12:45	8	19	4	16,6	15,5	13:04
9	15,6	3,4	20,0	15,5	12:46	9	15,6	3,4	20	15,5	13:05
10	35		0,6	16,3	12:52	10	35		0,6	15,8	13:08

Πίνακα 4.5 Μετρήσεις θέρμανσης σε βάθος ροής 20cm,ένταση 1

ΘΕΣΗ 3			(X=1,0m)			ΘΕΣΗ 4			(X=1,50m)		
Περιβάλλον t			16,1			Περιβάλλον t			16,2		
Νερό δεξ. T			15,4			Νερό δεξ. T			15,4		
	θέση οδηγού(cm)/h'		h(cm)	T(°C)	Time		θέση οδηγού(cm)/h'		h(cm)	T(°C)	Time
1	35	0,6	0,6	15,8	13:12	1	35	0,6	0,6	15,7	13:38
2	34	1	1,6	15,8	13:13	2	34	1	1,6	15,7	13:39
3	33	1	2,6	15,8	13:14	3	33	1	2,6	15,7	13:40
4	31	2	4,6	15,7	13:15	4	31	2	4,6	15,7	13:41
5	29	2	6,6	15,6	13:16	5	29	2	6,6	15,7	13:42
6	26	3	9,6	15,6	13:17	6	26	3	9,6	15,6	13:43
7	23	3	12,6	15,5	13:18	7	23	3	12,6	15,6	13:44
8	19	4	16,6	15,5	13:19	8	19	4	16,6	15,5	13:45
9	15,6	3,4	20	15,5	13:20	9	15,6	3,4	20	15,5	13:46
10	35		0,6	15,8	13:23	10	35		0,6	15,7	13:49

ΘΕΣΗ 5			(X=2,0m)			ΘΕΣΗ 6			(X=2,50m)		
Περιβάλλον t			16,2			Περιβάλλον t			16,2		
Νερό δεξ. T			15,5			Νερό δεξ. T			15,6		
	θέση οδηγού(cm)/h'		h(cm)	T(°C)	Time		θέση οδηγού(cm)/h'		h(cm)	T(°C)	Time
1	35	0,6	0,6	15,7	13:52	1	35	0,6	0,6	15,7	14:03
2	-	-	-	-	-	2	26	4	9,6	15,6	14:04
3	33	2	2,6	15,7	13:54	3	15,6	10,4	20	15,5	14:07
4	-	-	-	-	-	ΘΕΣΗ 7			(X=3,00m)		
5	29	4	6,6	15,7	13:56	Περιβάλλον t			16,2		
6	26	3	9,6	15,6	13:57	Νερό δεξ. T			15,6		
7	23	3	12,6	15,6	13:58						
8	19	4	16,6	15,5	13:59	θέση οδηγού(cm)/h'		h(cm)	T(°C)	Time	
9	15,6	3,4	20	15,5	14:00	1	35	0,6	0,6	15,7	14:10
10	35	-	0,6	-	-	2	15,6	19,4	20	15,5	14:11

ΘΕΣΗ 8			(X=3,50m)			ΘΕΣΗ 9			(X=6,80m)		
Περιβάλλον t			16,2			Περιβάλλον t			16,2		
Νερό δεξ. T			15,5			Νερό δεξ. T			15,5		
	θέση οδηγού(cm)/h'		h(cm)	T(°C)	Time		θέση οδηγού(cm)/h'		h(cm)	T(°C)	Time
1	35	0,6	0,6	15,7	14:13		θέση οδηγού(cm)/h'		h(cm)	T(°C)	Time
2	-	-	-	-	-	1	35	0,6	0,6	15,5	14:17
3	15,6	19,4	20	15,5	14:15	2	15,6	19,4	20	15,5	14:19

#### 4.2.2 Θέρμανση βάθος ροής 15 cm.

ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΚΑΜΠΥΛΗΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ				
ΕΙΔΟΣ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ : ΘΕΡΜΑΝΣΗ				
ΤΟΠΟΘΕΣΙΑ : ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΥΔΡΑΥΛΙΚΗΣ-ΣΥΝΔΟΣ		ΠΑΡΟΝΤΕΣ:		Α.ΛΕΟΥΣΙΔΗΣ
ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ/ΩΡΑ :		24.04.2021 / 11:30		Β.ΝΙΚΗΦΟΡΙΔΗΣ
ΥΛΙΚΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ			ΔΕΔΟΜΕΝΑ	
1)	ΚΑΝΑΛΙ ΝΕΡΟΥ		ΒΑΘΟΣ ΡΟΗΣ	15
2)	ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ(ΚΙΒΩΤΙΟ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ ) 500Χ500mm		ΕΝΤΑΣΗ ΡΟΟΣΤΑΤΗ	5
3)	2 ΛΑΜΠΕΣ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑΣ		ΑΡΧΙΚΗ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΝΕΡΟΥ	15,2
4)	ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΟ ΘΕΡΜΟΜΕΤΡΟ		ΧΡΟΝΟΣ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΙΣΟΡΡΟΠΙΑΣ	1:26 min
5)	ΡΟΟΣΤΑΤΗΣ		ΕΝΑΡΞΗ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ	13:26
ΘΕΡΜΙΚΗ ΙΣΟΡΡΟΠΙΑ				
	TIME	TEMPERATURE		TEMPERATURE
1)	12:11	15,4		19,0
2)	12:25	17,5		
3)	12:52	18,5		
4)	13:08	18,8		
5)	13:16	18,8		

ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ											
*h' βήμα βύθισης ακιδας θεμόμετρου , h - βάθος μέτρησης θερμοκρασίας.											
ΘΕΣΗ 1			(X=0,04m)			ΘΕΣΗ 2			(X=0,50m)		
Περιβάλλον t			16,8			Περιβάλλον t			17,0		
Νερό δεξ. T			15,4			Νερό δεξ. T			15,4		
	θέση οδηγού(cm)/h'	h(cm)	T(°C)	Time		θέση οδηγού(cm)/h'	h(cm)	T(°C)	Time		
1	30	0,6	0,6	19,0	13:37	1	30	0,6	17,1	13:49	
2	29	1	1,6	17,4	13:38	2	29	1,6	16,9	13:50	
3	28	1	2,6	16,3	13:39	3	28	2,6	16,3	13:51	
4	27	1	3,6	15,9	13:40	4	27	3,6	16,0	13:52	
5	25	2	5,6	15,5	13:41	5	25	5,6	15,5	13:53	
6	23	2	7,6	15,5	13:42	6	23	7,6	15,5	13:54	
7	20	3	10,6	15,5	13:43	7	20	10,6	15,5	13:55	
8	15,6	4,4	15	15,4	13:44	8	15,6	15	16,6	15,4	13:56
9	30		0,6	19,0	13:46	9	30		0,6	16,5	13:58

ΘΕΣΗ 3			(X=1,0m)			ΘΕΣΗ 4			(X=1,50m)		
Περιβάλλον t			17,0			Περιβάλλον t			17,1		
Νερό δεξ. T			15,5			Νερό δεξ. T			15,5		
	θέση οδηγού(cm)/h'	h(cm)	T(°C)	Time		θέση οδηγού(cm)/h'	h(cm)	T(°C)	Time		
1	30	0,6	0,6	16,7	14:02	1	30	0,6	16,4	14:17	
2	29	1	1,6	16,6	14:03	2	29	1	1,6	16,4	14:18
3	28	1	2,6	16,3	14:04	3	28	1	2,6	16,2	14:19
4	27	1	3,6	16,0	14:05	4	27	1	3,6	16,0	14:20
5	25	2	5,6	15,6	14:06	5	25	2	5,6	15,8	14:21
6	23	2	7,6	15,5	14:07	6	23	2	7,6	15,5	14:22
7	20	3	10,6	15,5	14:08	7	20	3	10,6	15,5	14:23
8	15,6	4,4	15	15,5	14:09	8	15,6	4,4	15	15,4	14:24
10	30		0,6	16,6	14:15	9	30		0,6	16,4	14:25

Πίνακα 4.6 Μετρήσεις θέρμανσης σε βάθος ροής 15cm,ένταση 5





ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΚΑΜΠΥΛΗΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ					
ΕΙΔΟΣ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ : ΘΕΡΜΑΝΣΗ					
ΤΟΠΟΘΕΣΙΑ : ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΥΔΡΑΥΛΙΚΗΣ-ΣΥΝΔΟΣ			ΠΑΡΟΝΤΕΣ:		Α.ΛΕΟΥΣΙΔΗΣ
ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ/ΩΡΑ :			25.04.2021 / 11:30		Β.ΝΙΚΗΦΟΡΙΔΗΣ
ΥΛΙΚΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ			ΔΕΔΟΜΕΝΑ		
1)	ΚΑΝΑΛΙ ΝΕΡΟΥ		ΒΑΘΟΣ ΡΟΗΣ	15	
2)	ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ(ΚΙΒΩΤΙΟ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ ) 500X500mm		ΕΝΤΑΣΗ ΡΟΟΣΤΑΤΗ	4	
3)	2 ΛΑΜΠΕΣ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑΣ		ΑΡΧΙΚΗ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΝΕΡΟΥ	15,4	
4)	ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΟ ΘΕΡΜΟΜΕΤΡΟ		ΧΡΟΝΟΣ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΙΣΟΡΡΟΠΙΑΣ	60 min	
5)	ΡΟΟΣΤΑΤΗΣ		ΕΝΑΡΞΗ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ	12:52	
ΘΕΡΜΙΚΗ ΙΣΟΡΡΟΠΙΑ					
	TIME	TEMPERATURE		TIME	TEMPERATURE
1)	11:50	15,4		6)	
2)	12:35	17,5		7)	
3)	12:50	18,5		8)	
4)				9)	
5)				10)	

ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ											
*h' βήμα βύθισης ακιδας θεμόμετρου , h - βάθος μέτρησης θερμοκρασίας.											
ΘΕΣΗ 1			(X=0,04m)				ΘΕΣΗ 2			(X=0,50m)	
Περιβάλλον t			17,6				Περιβάλλον t			17,6	
Νερό δεξ. T			15,5				Νερό δεξ. T			15,5	
	θέση οδηγού(cm)/h'	h(cm)	T(°C)	Time		θέση οδηγού(cm)/h'	h(cm)	T(°C)	Time		
1	30	0,6	0,6	18,2	12:52	1	30	0,6	0,6	17,1	13:05
2	29	1	1,6	17,2	12:53	2	29	1,6	1,6	16,8	13:06
3	28	1	2,6	16,2	12:54	3	28	2,6	2,6	16,3	13:07
4	27	1	3,6	15,9	12:55	4	27	3,6	4,6	16,0	13:08
5	25	2	5,6	15,6	12:56	5	25	5,6	6,6	15,7	13:09
6	23	2	7,6	15,5	12:57	6	23	7,6	9,6	15,5	13:10
7	20	3	10,6	15,5	12:58	7	20	10,6	12,6	15,5	13:11
8	15,6	4,4	15	15,5	12:59	8	15,6	15	16,6	15,5	13:12
9	30		0,6	18,2	13:02	9	30		0,6	17,1	13:16

ΘΕΣΗ 3			(X=1,0m)				ΘΕΣΗ 4			(X=1,50m)	
Περιβάλλον t			17,6				Περιβάλλον t			17,8	
Νερό δεξ. T			15,6				Νερό δεξ. T			15,7	
	θέση οδηγού(cm)/h'	h(cm)	T(°C)	Time		θέση οδηγού(cm)/h'	h(cm)	T(°C)	Time		
1	30	0,6	0,6	16,8	13:20	1	30	0,6	0,6	16,6	13:40
2	29	1	1,6	16,6	13:22	2	29	1	1,6	16,5	13:41
3	28	1	2,6	16,4	13:23	3	28	1	2,6	16,4	13:42
4	27	1	3,6	16,1	13:24	4	27	1	3,6	16,2	13:43
5	25	2	5,6	15,9	13:25	5	25	2	5,6	15,9	13:44
6	23	2	7,6	15,8	13:26	6	23	2	7,6	15,8	13:45
7	20	3	10,6	15,6	13:27	7	20	3	10,6	15,7	13:46
8	15,6	4,4	15	15,6	13:28	8	15,6	4,4	15	15,7	13:47
10	30		0,6	16,8	13:35	9	30		0,6	16,6	13:48

Πίνακα 4.7 Μετρήσεις θέρμανσης σε βάθος ροής 15cm,ένταση 4

ΘΕΣΗ 5			(X=2,0m)			ΘΕΣΗ 6			(X=2,50m)		
Περιβάλλον t			17,9			Περιβάλλον t			17,9		
Νερό δεξ. T			15,8			Νερό δεξ. T			15,8		
	θέση οδηγού(cm)/h'		h(cm)	T(°C)	Time		θέση οδηγού(cm)/h'		h(cm)	T(°C)	Time
1	30	0,6	0,6	16,6	13:55	1	30	0,6	0,6	16,6	14:15
2	29	1	1,6	16,5	13:58	2	29	1	1,6	16,4	14:17
3	28	1	2,6	16,3	14:00	3	28	1	2,6	16,4	14:19
4	27	1	3,6	16,1	14:02	4	27	1	3,6	16,3	14:21
5	25	2	5,6	15,9	14:04	5	25	2	5,6	16,2	14:23
6	23	2	7,6	15,8	14:06	6	23	2	7,6	15,9	14:25
7	20	3	10,6	15,8	14:08	7	20	3	10,6	15,8	14:27
8	15,6	4,4	15	15,8	14:10	8	15,6	4,4	15	15,8	14:29
9	30		0,6	16,6	14:14	9	30		0,6	16,6	14:34

ΘΕΣΗ 7			(X=3,0m)			ΘΕΣΗ 8			(X=3,50m)		
Περιβάλλον t			17,8			Περιβάλλον t			17,8		
Νερό δεξ. T			15,8			Νερό δεξ. T			15,8		
	θέση οδηγού(cm)/h'		h(cm)	T(°C)	Time		θέση οδηγού(cm)/h'		h(cm)	T(°C)	Time
1	30	0,6	0,6	16,6	14:40	1	30	0,6	0,6	16,5	14:59
2	29	1	1,6	16,4	14:42	2	29	1	1,6	16,5	15:00
3	28	1	2,6	16,4	14:44	3	28	1	2,6	16,4	15:01
4	27	1	3,6	16,3	14:46	4	27	1	3,6	16,2	15:02
5	25	2	5,6	16,0	14:48	5	25	2	5,6	16,0	15:03
6	23	2	7,6	15,9	14:50	6	23	2	7,6	15,8	15:04
7	20	3	10,6	15,8	14:52	7	20	3	10,6	15,8	15:05
8	15,6	4,4	15	15,8	14:54	8	15,6	4,4	15	15,8	15:06
9	30	-	0,6	16,6	14:55	9	30		0,6	16,5	15:26

ΘΕΣΗ 9			(X=4,0m)			ΘΕΣΗ 10			(X=5,50m)		
Περιβάλλον t			17,8			Περιβάλλον t			17,8		
Νερό δεξ. T			15,8			Νερό δεξ. T			15,8		
	θέση οδηγού(cm)/h'		h(cm)	T(°C)	Time		θέση οδηγού(cm)/h'		h(cm)	T(°C)	Time
1	30	0,6	0,6	16,5	15:28	1	30	0,6	0,6	16,5	15:28
2	25	5	5,6	16,0	15:29	2	25	5	5,6	16,0	15:29
3	15,6	9,4	15	15,8	15:30	3	15,6	9,4	15	15,8	15:30
						4	15,6	7,4	15	15,5	15:41

ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΚΑΜΠΥΛΗΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ					
ΕΙΔΟΣ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ : ΘΕΡΜΑΝΣΗ					
ΤΟΠΟΘΕΣΙΑ : ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΥΔΡΑΥΛΙΚΗΣ-ΣΥΝΔΟΣ			ΠΑΡΟΝΤΕΣ:		Α.ΛΕΟΥΣΙΔΗΣ
ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ/ΩΡΑ :			26.04.2021 / 11:34		Β.ΝΙΚΗΦΟΡΙΔΗΣ
ΥΛΙΚΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ			ΔΕΔΟΜΕΝΑ		
1)	ΚΑΝΑΛΙ ΝΕΡΟΥ		ΒΑΘΟΣ ΡΟΗΣ		15
2)	ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ(ΚΙΒΩΤΙΟ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ ) 500X500mm		ΕΝΤΑΣΗ ΡΟΟΣΤΑΤΗ		3
3)	2 ΛΑΜΠΕΣ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑΣ		ΑΡΧΙΚΗ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΝΕΡΟΥ		15,6
4)	ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΟ ΘΕΡΜΟΜΕΤΡΟ		ΧΡΟΝΟΣ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΙΣΟΡΡΟΠΙΑΣ		45 min
5)	ΡΟΟΣΤΑΤΗΣ		ΕΝΑΡΞΗ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ		12:30
ΘΕΡΜΙΚΗ ΙΣΟΡΟΠΟΙΑ					
	TIME	TEMPERATURE		TIME	TEMPERATURE
1)	11:36	15,6		6)	
2)	11:59	16,3		7)	
3)	12:21	18,5		8)	
4)	12:32	18,5		9)	
5)				10)	

ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ											
*h' βήμα βύθισης ακιδας θεμόμετρου , h - βάθος μέτρησης θερμοκρασίας.											
ΘΕΣΗ 1			(X=0,04m)			ΘΕΣΗ 2			(X=0,50m)		
Περιβάλλον t			18,2			Περιβάλλον t			18,2		
Νερό δεξ. T			15,8			Νερό δεξ. T			15,8		
	θέση οδηγού(cm)/h'	h(cm)	T(°C)	Time		θέση οδηγού(cm)/h'	h(cm)	T(°C)	Time		
1	30	0,6	0,6	18,5	12:33	1	30	0,6	0,6	17,5	12:50
2	29	1	1,6	17,5	12:36	2	29	1,6	1,6	17,1	12:51
3	28	1	2,6	16,5	12:37	3	28	2,6	2,6	16,6	12:52
4	27	1	3,6	16,1	12:38	4	27	3,6	4,6	16,2	12:53
5	25	2	5,6	16,0	12:39	5	25	5,6	6,6	16,0	12:54
6	23	2	7,6	15,9	12:40	6	23	7,6	9,6	16,0	12:55
7	20	3	10,6	15,9	12:41	7	20	10,6	12,6	15,9	12:58
8	15,6	4,4	15	15,9	12:42	8	15,6	15	16,6	15,9	12:59
9	30		0,6	18,5	12:46	9	30		0,6	17,5	13:03

ΘΕΣΗ 3			(X=1,0m)			ΘΕΣΗ 4			(X=1,50m)		
Περιβάλλον t			18,2			Περιβάλλον t			18,1		
Νερό δεξ. T			15,8			Νερό δεξ. T			15,9		
	θέση οδηγού(cm)/h'	h(cm)	T(°C)	Time		θέση οδηγού(cm)/h'	h(cm)	T(°C)	Time		
1	30	0,6	0,6	17,0	13:11	1	30	0,6	0,6	16,9	13:28
2	29	1	1,6	16,9	13:12	2	29	1	1,6	16,8	13:29
3	28	1	2,6	16,5	13:13	3	28	1	2,6	16,5	13:30
4	27	1	3,6	16,3	13:14	4	27	1	3,6	16,4	13:31
5	25	2	5,6	16	13:15	5	25	2	5,6	16,1	13:32
6	23	2	7,6	15,9	13:16	6	23	2	7,6	16,0	13:33
7	20	3	10,6	15,9	13:17	7	20	3	10,6	15,9	13:34
8	15,6	4,4	15	15,9	13:18	8	15,6	4,4	15	15,9	13:35
10	30		0,6	17,0	13:22	9	30		0,6	16,9	13:40

Πίνακα 4.8 Μετρήσεις θέρμανσης σε βάθος ροής 15cm,ένταση 3

ΘΕΣΗ 5			(X=2,0m)			ΘΕΣΗ 6			(X=2,50m)		
Περιβάλλον t			18,0			Περιβάλλον t			18,0		
Νερό δεξ. T			16,0			Νερό δεξ. T			16,0		
	θέση οδηγού(cm)/h'	h(cm)	T(°C)	Time		θέση οδηγού(cm)/h'	h(cm)	T(°C)	Time		
1	30	0,6	0,6	16,8	13:43	1	30	0,6	0,6	16,7	14:00
2	29	1	1,6	16,6	13:44	2	29	1	1,6	16,6	14:02
3	28	1	2,6	16,5	13:45	3	28	1	2,6	16,4	14:03
4	27	1	3,6	16,4	13:46	4	27	1	3,6	16,4	14:04
5	25	2	5,6	16,1	13:47	5	25	2	5,6	16,1	14:05
6	23	2	7,6	16,0	13:48	6	23	2	7,6	16,1	14:06
7	20	3	10,6	16,0	13:49	7	20	3	10,6	16,0	14:07
8	15,6	4,4	15	16,0	13:50	8	15,6	4,4	15	16,0	14:08
9	30		0,6	16,8	13:56	9	30		0,6	16,7	14:11

ΘΕΣΗ 7			(X=3,0m)			ΘΕΣΗ 8			(X=3,50m)		
Περιβάλλον t			18,0			Περιβάλλον t			18,0		
Νερό δεξ. T			16,1			Νερό δεξ. T			16,1		
	θέση οδηγού(cm)/h'	h(cm)	T(°C)	Time		θέση οδηγού(cm)/h'	h(cm)	T(°C)	Time		
1	30	0,6	0,6	16,6	14:15	1	30	0,6	0,6	16,6	14:33
2	29	1	1,6	16,5	14:17	2	29	1	1,6	16,5	14:34
3	28	1	2,6	16,4	14:19	3	28	1	2,6	16,5	14:35
4	27	1	3,6	16,4	14:21	4	27	1	3,6	16,5	14:36
5	25	2	5,6	16,2	14:23	5	25	2	5,6	16,2	14:37
6	23	2	7,6	16,2	14:24	6	23	2	7,6	16,2	14:38
7	20	3	10,6	16,2	14:25	7	20	3	10,6	16,1	14:39
8	15,6	4,4	15	16,2	14:26	8	15,6	4,4	15	16,1	14:42
9	30	-	0,6	16,6	14:30	9	30		0,6	16,6	14:47

ΘΕΣΗ 9			(X=4,0m)			ΘΕΣΗ 10			(X=5,50m)		
Περιβάλλον t			18,0			Περιβάλλον t			18,0		
Νερό δεξ. T			16,1			Νερό δεξ. T			16,1		
	θέση οδηγού(cm)/h'	h(cm)	T(°C)	Time		θέση οδηγού(cm)/h'	h(cm)	T(°C)	Time		
1	30	0,6	0,6	16,6	14:50	1	30	0,6	0,6	16,6	14:54
2	25	5	5,6	16,3	14:51	2	25	5	5,6	16,3	14:55
3	15,6	9,4	15	16,1	14:52	3	15,6	9,4	15	16,1	14:56

ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΚΑΜΠΥΛΗΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ					
ΕΙΔΟΣ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ : ΘΕΡΜΑΝΣΗ					
ΤΟΠΟΘΕΣΙΑ : ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΥΔΡΑΥΛΙΚΗΣ-ΣΥΝΔΟΣ			ΠΑΡΟΝΤΕΣ:		Α.ΛΕΟΥΣΙΔΗΣ
ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ/ΩΡΑ :			26.04.2021 /16:00		Β.ΝΙΚΗΦΟΡΙΔΗΣ
ΥΛΙΚΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ			ΔΕΔΟΜΕΝΑ		
1)	ΚΑΝΑΛΙ ΝΕΡΟΥ		ΒΑΘΟΣ ΡΟΗΣ		15
2)	ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ(ΚΙΒΩΤΙΟ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ ) 500X500mm		ΕΝΤΑΣΗ ΡΟΟΣΤΑΤΗ		2
3)	2 ΛΑΜΠΕΣ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑΣ		ΑΡΧΙΚΗ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΝΕΡΟΥ		15,7
4)	ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΟ ΘΕΡΜΟΜΕΤΡΟ		ΧΡΟΝΟΣ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΙΣΟΡΡΟΠΙΑΣ		30 min
5)	ΡΟΟΣΤΑΤΗΣ		ΕΝΑΡΞΗ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ		17:08
ΘΕΡΜΙΚΗ ΙΣΟΡΟΠΟΙΑ					
	TIME	TEMPERATURE		TIME	TEMPERATURE
1)	16:35	17,7		6)	
2)	16:45	18,0		7)	
3)	16:55	18,2		8)	
4)	17:05	18,2		9)	
5)				10)	

ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ											
*h' βήμα βύθισης ακιδας θεμόμετρου , h - βάθος μέτρησης θερμοκρασίας.											
ΘΕΣΗ 1			(X=0,04m)			ΘΕΣΗ 2			(X=0,50m)		
Περιβάλλον t			18,1			Περιβάλλον t			18,1		
Νερό δεξ. T			16,0			Νερό δεξ. T			16,0		
	θέση οδηγού(cm)/h'	h(cm)	T(°C)	Time		θέση οδηγού(cm)/h'	h(cm)	T(°C)	Time		
1	30	0,6	0,6	18,2	17:10	1	30	0,6	0,6	17,2	17:25
2	29	1	1,6	17,5	17:12	2	29	1,6	1,6	17,1	17:26
3	28	1	2,6	16,7	17:14	3	28	2,6	2,6	16,7	17:27
4	27	1	3,6	16,4	17:16	4	27	3,6	4,6	16,4	17:28
5	25	2	5,6	16,1	17:18	5	25	5,6	6,6	16,1	17:29
6	23	2	7,6	16,0	17:19	6	23	7,6	9,6	16,0	17:30
7	20	3	10,6	16,0	17:20	7	20	10,6	12,6	16,0	17:31
8	15,6	4,4	15	16,0	17:21	8	15,6	15	16,6	16,0	17:32
9	30		0,6	18,2	17:23	9	30		0,6	17,2	17:37

ΘΕΣΗ 3			(X=1,0m)			ΘΕΣΗ 4			(X=1,50m)		
Περιβάλλον t			18,1			Περιβάλλον t			18,1		
Νερό δεξ. T			16,0			Νερό δεξ. T			16,0		
	θέση οδηγού(cm)/h'	h(cm)	T(°C)	Time		θέση οδηγού(cm)/h'	h(cm)	T(°C)	Time		
1	30	0,6	0,6	17,0	17:40	1	30	0,6	0,6	16,8	17:59
2	29	1	1,6	16,8	17:42	2	29	1	1,6	16,6	18:01
3	28	1	2,6	16,6	17:44	3	28	1	2,6	16,5	18:02
4	27	1	3,6	16,4	17:46	4	27	1	3,6	16,5	18:03
5	25	2	5,6	16,1	17:48	5	25	2	5,6	16,2	18:04
6	23	2	7,6	16,0	17:50	6	23	2	7,6	16,0	18:05
7	20	3	10,6	16,0	17:51	7	20	3	10,6	16,0	18:06
8	15,6	4,4	15	16,0	17:52	8	15,6	4,4	15	16,0	18:07
10	30		0,6	17,0	17:55	9	30		0,6	16,8	18:11

Πίνακα 4.9 Μετρήσεις θέρμανσης σε βάθος ροής 15cm,ένταση 2

ΘΕΣΗ 5			(X=2,0m)			ΘΕΣΗ 6			(X=2,50m)		
Περιβάλλον t			18,4			Περιβάλλον t			18,1		
Νερό δεξ. T			16,0			Νερό δεξ. T			16,0		
	θέση οδηγού(cm)/h'		h(cm)	T(°C)	Time		θέση οδηγού(cm)/h'		h(cm)	T(°C)	Time
1	30	0,6	0,6	16,5	18:14	1	30	0,6	0,6	16,5	18:33
2	29	1	1,6	16,5	18:15	2	29	1	1,6	16,5	18:34
3	28	1	2,6	16,5	18:16	3	28	1	2,6	16,4	18:35
4	27	1	3,6	16,4	18:17	4	27	1	3,6	16,4	18:36
5	25	2	5,6	16,2	18:18	5	25	2	5,6	16,2	18:37
6	23	2	7,6	16,0	18:19	6	23	2	7,6	16,0	18:38
7	20	3	10,6	16,0	18:20	7	20	3	10,6	16,0	18:39
8	15,6	4,4	15	16,0	18:21	8	15,6	4,4	15	16,0	18:40
9	30		0,6	16,5	18:29	9	30		0,6	16,5	18:44

ΘΕΣΗ 7			(X=3,0m)			ΘΕΣΗ 8			(X=3,50m)		
Περιβάλλον t			18,1			Περιβάλλον t			18,1		
Νερό δεξ. T			16,0			Νερό δεξ. T			16,0		
	θέση οδηγού(cm)/h'		h(cm)	T(°C)	Time		θέση οδηγού(cm)/h'		h(cm)	T(°C)	Time
1	30	0,6	0,6	16,5	18:46	1	30	0,6	0,6	16,5	18:53
2	25	5	5,6	16,3	18:47	2	25	5	5,6	16,3	18:54
3	15,6	9,4	15	16,0	18:50	3	15,6	9,4	15	16,0	18:55

ΘΕΣΗ 9			(X=4,0m)			ΘΕΣΗ 10			(X=5,50m)		
Περιβάλλον t			18,1			Περιβάλλον t			18,1		
Νερό δεξ. T			16			Νερό δεξ. T			16,0		
	θέση οδηγού(cm)/h'		h(cm)	T(°C)	Time		θέση οδηγού(cm)/h'		h(cm)	T(°C)	Time
1	30	0,6	0,6	16,5	18:59	1	30	0,6	0,6	16,5	19:04
2	25	5	5,6	16,3	19:01	2	25	5	5,6	16,3	19:05
3	15,6	9,4	15	16,0	19:02	3	15,6	9,4	15	16,0	19:06

ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΚΑΜΠΥΛΗΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ				
ΕΙΔΟΣ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ : ΘΕΡΜΑΝΣΗ				
ΤΟΠΟΘΕΣΙΑ : ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΥΔΡΑΥΛΙΚΗΣ-ΣΥΝΔΟΣ		ΠΑΡΟΝΤΕΣ:		Α.ΛΕΟΥΣΙΔΗΣ
ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ/ΩΡΑ :		11.05.2021 /13:00		Β.ΝΙΚΗΦΟΡΙΔΗΣ
ΥΛΙΚΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ			ΔΕΔΟΜΕΝΑ	
1)	ΚΑΝΑΛΙ ΝΕΡΟΥ		ΒΑΘΟΣ ΡΟΗΣ	15
2)	ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ(ΚΙΒΩΤΙΟ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ ) 500X500mm		ΕΝΤΑΣΗ ΡΟΟΣΤΑΤΗ	1
3)	2 ΛΑΜΠΕΣ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑΣ		ΑΡΧΙΚΗ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΝΕΡΟΥ	18,0
4)	ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΟ ΘΕΡΜΟΜΕΤΡΟ		ΧΡΟΝΟΣ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΙΣΟΡΡΟΠΙΑΣ	2:01 min
5)	ΡΟΟΣΤΑΤΗΣ		ΕΝΑΡΞΗ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ	15:33
ΘΕΡΜΙΚΗ ΙΣΟΡΡΟΠΙΑ				
	TIME	TEMPERATURE		TEMPERATURE
1)	13:17	18,1		20,2
2)	13:30	18,5		20,2
3)	13:55	18,9		
4)	14:20	19,3		
5)	14:50	19,7		
6)	15:16			
7)	15:26			
8)				
9)				
10)				

ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ											
*h' βήμα βύθισης ακιδας θερμομετρου , h - βάθος μέτρησης θερμοκρασίας.											
ΘΕΣΗ 1			(X=0,04m)				ΘΕΣΗ 2			(X=0,50m)	
Περιβάλλον t			22,9				Περιβάλλον t			22,6	
Νερό δεξ. T			18,9				Νερό δεξ. T			18,9	
	θέση οδηγού(cm)/h'	h(cm)	T(°C)	Time		θέση οδηγού(cm)/h'	h(cm)	T(°C)	Time		
1	30	0,6	0,6	20,2	15:34	1	30	0,6	0,6	19,9	15:52
2	29	1	1,6	20,0	15:37	2	29	1,6	1,6	19,9	15:54
3	28	1	2,6	19,6	15:41	3	28	2,6	2,6	19,8	15:55
4	27	1	3,6	19,4	15:42	4	27	3,6	4,6	19,4	15:56
5	25	2	5,6	19,1	15:43	5	25	5,6	6,6	19,1	15:57
6	23	2	7,6	18,9	15:44	6	23	7,6	9,6	19,0	15:58
7	20	3	10,6	18,9	15:45	7	20	10,6	12,6	19,0	15:59
8	15,6	4,4	15	18,9	15:46	8	15,6	15	16,6	18,9	16:00
9	30		0,6	20,2	15:48	9	30		0,6	19,9	16:04

ΘΕΣΗ 3			(X=1,0m)				ΘΕΣΗ 4			(X=1,50m)	
Περιβάλλον t			22,6				Περιβάλλον t			22,6	
Νερό δεξ. T			19,0				Νερό δεξ. T			19,1	
	θέση οδηγού(cm)/h'	h(cm)	T(°C)	Time		θέση οδηγού(cm)/h'	h(cm)	T(°C)	Time		
1	30	0,6	0,6	19,9	16:07	1	30	0,6	0,6	19,9	16:23
2	29	1	1,6	19,8	16:09	2	29	1	1,6	19,8	16:24
3	28	1	2,6	19,8	16:11	3	28	1	2,6	19,8	16:25
4	27	1	3,6	19,4	16:12	4	27	1	3,6	19,4	16:26
5	25	2	5,6	19,1	16:13	5	25	2	5,6	19,2	16:28
6	23	2	7,6	19,0	16:14	6	23	2	7,6	19,2	16:30
7	20	3	10,6	19,0	16:15	7	20	3	10,6	19,1	16:32
8	15,6	4,4	15	19,0	16:16	8	15,6	4,4	15	19,1	16:34
10	30		0,6	19,9	16:21	9	30		0,6	19,9	16:40

Πίνακα 4.10 Μετρήσεις θέρμανσης σε βάθος ροής 15cm,ένταση 1



ΘΕΣΗ 5			(X=2,0m)			ΘΕΣΗ 6			(X=2,50m)		
Περιβάλλον t			22,6			Περιβάλλον t			22,6		
Νερό δεξ. T			19,1			Νερό δεξ. T			19,2		
	θέση οδηγού(cm)/h'	h(cm)	T(°C)	Time		θέση οδηγού(cm)/h'	h(cm)	T(°C)	Time		
1	30	0,6	0,6	19,9	16:44	1	30	0,6	0,6	19,9	17:04
2	29	1	1,6	19,8	16:45	2	29	1	1,6	19,8	17:05
3	28	1	2,6	19,8	16:46	3	28	1	2,6	19,8	17:06
4	27	1	3,6	19,4	16:47	4	27	1	3,6	19,4	17:07
5	25	2	5,6	19,2	16:48	5	25	2	5,6	19,2	17:08
6	23	2	7,6	19,2	16:50	6	23	2	7,6	19,2	17:09
7	20	3	10,6	19,1	16:52	7	20	3	10,6	19,2	17:10
8	15,6	4,4	15	19,1	16:54	8	15,6	4,4	15	19,2	17:11
9	30		0,6	19,9	17:01	9	30		0,6	19,9	17:12

ΘΕΣΗ 7			(X=3,0m)			ΘΕΣΗ 8			(X=3,50m)		
Περιβάλλον t			22,6			Περιβάλλον t			22,6		
Νερό δεξ. T			19,2			Νερό δεξ. T			19,2		
	θέση οδηγού(cm)/h'	h(cm)	T(°C)	Time		θέση οδηγού(cm)/h'	h(cm)	T(°C)	Time		
1	30	0,6	0,6	19,9	17:15	1	30	0,6	0,6	19,9	17:28
2	29	1	1,6	19,8	17:16	2	29	1	1,6	19,7	17:29
3	28	1	2,6	19,7	17:17	3	28	1	2,6	19,6	17:30
4	27	1	3,6	19,4	17:18	4	27	1	3,6	19,4	17:31
5	25	2	5,6	19,2	17:19	5	25	2	5,6	19,2	17:32
6	23	2	7,6	19,2	17:20	6	23	2	7,6	19,2	17:33
7	20	3	10,6	19,2	17:21	7	20	3	10,6	19,2	17:34
8	15,6	4,4	15	19,2	17:22	8	15,6	4,4	15	19,2	17:35
9	30	-	0,6	19,9	17:25	9	30		0,6	19,9	17:37

ΘΕΣΗ 9			(X=4,0m)			ΘΕΣΗ 10			(X=5,50m)		
Περιβάλλον t			22,6			Περιβάλλον t			22,6		
Νερό δεξ. T			19,2			Νερό δεξ. T			19,2		
	θέση οδηγού(cm)/h'	h(cm)	T(°C)	Time		θέση οδηγού(cm)/h'	h(cm)	T(°C)	Time		
1	30	0,6	0,6	19,9	17:39	1	30	0,6	0,6	19,9	17:45
2	25	5	5,6	19,2	17:41	2	25	5	5,6	19,2	17:46
3	15,6	9,4	15	19,2	17:43	3	15,6	9,4	15	19,2	17:47

ΘΕΣΗ 11			(X=6,80m)		
Περιβάλλον t			22,6		
Νερό δεξ. T			19,2		
	θέση οδηγού(cm)/h'	h(cm)	T(°C)	Time	
1	30	0,6	0,6	19,9	17:49
2	15,6	14,4	15	19,2	17:50

#### 4.2.3 Θέρμανση βάθος ροής 10 cm.

ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΚΑΜΠΥΛΗΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ					
ΕΙΔΟΣ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ : ΘΕΡΜΑΝΣΗ					
ΤΟΠΟΘΕΣΙΑ : ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΥΔΡΑΥΛΙΚΗΣ-ΣΥΝΔΟΣ			ΠΑΡΟΝΤΕΣ: Α.ΛΕΟΥΣΙΔΗΣ		
ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ/ΩΡΑ : 15.05.2021 /13:00			Β.ΝΙΚΗΦΟΡΙΔΗΣ		
ΥΛΙΚΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ			ΔΕΔΟΜΕΝΑ		
1)	ΚΑΝΑΛΙ ΝΕΡΟΥ		ΒΑΘΟΣ ΡΟΗΣ	10	
2)	ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ(ΚΙΒΩΤΙΟ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ ) 500X500mm		ΕΝΤΑΣΗ ΡΟΟΣΤΑΤΗ	5	
3)	2 ΛΑΜΠΕΣ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑΣ		ΑΡΧΙΚΗ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΝΕΡΟΥ	17,5	
4)	ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΟ ΘΕΡΜΟΜΕΤΡΟ		ΧΡΟΝΟΣ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΙΣΟΡΡΟΠΙΑΣ	50 min	
5)	ΡΟΟΣΤΑΤΗΣ		ΕΝΑΡΞΗ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ	16:58	
ΘΕΡΜΙΚΗ ΙΣΟΡΡΟΠΙΑ					
	TIME	TEMPERATURE		TIME	TEMPERATURE
1)	10:39	18,8		6)	11:29 23,6
2)	10:50	20,7		7)	11:40 23,6
3)	10:59	21,1		8)	
4)	10:20	22,2		9)	
5)	10:40	23,1		10)	

ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ											
*h' βήμα βύθισης ακίδας θεμόμετρου , h - βάθος μέτρησης θερμοκρασίας.											
ΘΕΣΗ 1			(X=0,04m)				ΘΕΣΗ 2			(X=0,50m)	
Περιβάλλον t			22,7				Περιβάλλον t			22,7	
Νερό δεξ. T			20,6				Νερό δεξ. T			20,6	
	θέση οδηγού(cm)/h'		h(cm)	T(°C)	Time		θέση οδηγού(cm)/h'		h(cm)	T(°C)	Time
1	25	0,6	0,6	23,6	17:00	1	25	0,6	0,6	22,3	17:31
2	24	1	1,6	22,8	17:01	2	24	1	1,6	22,1	17:32
3	23	1	2,6	21,5	17:02	3	23	1	2,6	21,5	17:33
4	22	1	3,6	21	17:03	4	22	1	3,6	21,0	17:34
5	21	1	4,6	20,8	17:04	5	21	1	4,6	20,8	17:35
6	20	1	5,6	20,8	17:13	6	20	1	5,6	20,8	17:36
7	19	1	6,6	20,8	17:14	7	19	1	6,6	20,8	17:37
8	15,6	3,4	10	20,8	17:15	8	15,6	3,4	10	20,8	17:38
9	25		0,6	23,6	17:26	9	25		0,6	22,3	17:47

ΘΕΣΗ 3			(X=1,0m)				ΘΕΣΗ 4			(X=1,50m)	
Περιβάλλον t			22,7				Περιβάλλον t			22,7	
Νερό δεξ. T			20,6				Νερό δεξ. T			20,6	
	θέση οδηγού(cm)/h'		h(cm)	T(°C)	Time		θέση οδηγού(cm)/h'		h(cm)	T(°C)	Time
1	25	0,6	0,6	21,7	17:50	1	25	0,6	0,6	19,9	18:09
2	24	1	1,6	21,5	17:55	2	24	1	1,6	19,8	18:10
3	23	1	2,6	21,3	17:57	3	23	1	2,6	19,8	18:11
4	22	1	3,6	21,0	17:58	4	22	1	3,6	19,4	18:12
5	21	1	4,6	20,7	17:59	5	21	1	4,6	19,2	18:13
6	20	1	5,6	20,7	18:01	6	20	1	5,6	19,2	18:14
7	19	1	6,6	20,7	18:02	7	19	1	6,6	19,1	18:19
8	15,6	3,4	10	20,6	18:03	8	15,6	3,4	10	19,1	18:22
10	25		0,6	21,7	18:07	9	25		0,6	19,9	18:27

Πίνακα 4.11 Μετρήσεις θέρμανσης σε βάθος ροής 10cm,ένταση 5

ΘΕΣΗ 5			(X=2,0m)			ΘΕΣΗ 6			(X=2,50m)		
Περιβάλλον t			22,6			Περιβάλλον t			22,6		
Νερό δεξ. T			20,6			Νερό δεξ. T			20,6		
	θέση οδηγού(cm)/h'		h(cm)	T(°C)	Time		θέση οδηγού(cm)/h'		h(cm)	T(°C)	Time
1	25	0,6	0,6	21,4	18:30	1	25	0,6	0,6	21,2	18:40
2	24	1	1,6	21,2	18:31	2	24	1	1,6	21,2	18:41
3	23	1	2,6	21,2	18:32	3	23	1	2,6	21,2	18:42
4	22	1	3,6	21,0	18:33	4	22	1	3,6	21,0	18:43
5	21	1	4,6	20,7	18:34	5	21	1	4,6	20,7	18:44
6	20	1	5,6	20,7	18:35	6	20	1	5,6	20,7	18:45
7	19	1	6,6	20,6	18:36	7	19	1	6,6	20,6	18:46
8	15,6	3,4	10	20,6	18:37	8	15,6	3,4	10	20,6	18:47
9	25		0,6	21,2	18:38	9	25		0,6	21,2	28:52

ΘΕΣΗ 7			(X=3,0m)			ΘΕΣΗ 8			(X=3,50m)		
Περιβάλλον t			22,6			Περιβάλλον t			22,6		
Νερό δεξ. T			20,6			Νερό δεξ. T			20,6		
	θέση οδηγού(cm)/h'		h(cm)	T(°C)	Time		θέση οδηγού(cm)/h'		h(cm)	T(°C)	Time
1	25	0,6	0,6	21,1	18:56	1	25	0,6	0,6	21,1	19:13
2	24	1	1,6	21,1	18:59	2	24	1	1,6	21,1	19:14
3	23	1	2,6	21,1	19:01	3	23	1	2,6	21,1	19:15
4	22	1	3,6	21,0	19:02	4	22	1	3,6	20,9	19:16
5	21	1	4,6	20,7	19:03	5	21	1	4,6	20,7	19:17
6	20	1	5,6	20,7	19:04	6	20	1	5,6	20,7	19:18
7	19	1	6,6	20,7	19:05	7	19	1	6,6	20,7	19:19
8	15,6	3,4	10	20,6	19:06	8	15,6	3,4	10	20,6	19:20
9	25	-	0,6	21,1	19:09	9	25		0,6	21,1	19:25

ΘΕΣΗ 9			(X=4,0m)			ΘΕΣΗ 10			(X=5,50m)		
Περιβάλλον t			22,6			Περιβάλλον t			22,6		
Νερό δεξ. T			20,6			Νερό δεξ. T			20,6		
	θέση οδηγού(cm)/h'		h(cm)	T(°C)	Time		θέση οδηγού(cm)/h'		h(cm)	T(°C)	Time
1	25	0,6	0,6	21,0	19:28	1	25	0,6	0,6	20,9	19:42
2	22	3	5,6	20,9	19:31	2	-	-	-	-	-
3	15,6	6,4	10	20,6	19:37	3	15,6	9,4	10	20,6	19:44

ΘΕΣΗ 11			(X=6,80m)		
Περιβάλλον t			22,6		
Νερό δεξ. T			19,2		
	θέση οδηγού(cm)/h'		h(cm)	T(°C)	Time
1	25	0,6	0,6	20,9	19:49
2	15,6	9,4	10	20,6	19:52

ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΚΑΜΠΥΛΗΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ						
ΕΙΔΟΣ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ : ΘΕΡΜΑΝΣΗ						
ΤΟΠΟΘΕΣΙΑ : ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΥΔΡΑΥΛΙΚΗΣ-ΣΥΝΔΟΣ			ΠΑΡΟΝΤΕΣ:		A.ΛΕΟΥΣΙΔΗΣ	
ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ/ΩΡΑ :			8.05.2021 /14:39		B.ΝΙΚΗΦΟΡΙΔΗΣ	
ΥΛΙΚΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ			ΔΕΔΟΜΕΝΑ			
1)	ΚΑΝΑΛΙ ΝΕΡΟΥ		ΒΑΘΟΣ ΡΟΗΣ		10	
2)	ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ(ΚΙΒΩΤΙΟ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ ) 500X500mm		ΕΝΤΑΣΗ ΡΟΟΣΤΑΤΗ		4	
3)	2 ΛΑΜΠΕΣ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑΣ		ΑΡΧΙΚΗ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΝΕΡΟΥ		17,5	
4)	ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΟ ΘΕΡΜΟΜΕΤΡΟ		ΧΡΟΝΟΣ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΙΣΟΡΡΟΠΙΑΣ		1:34 min	
5)	ΡΟΟΣΤΑΤΗΣ		ΕΝΑΡΞΗ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ		15:58	
ΘΕΡΜΙΚΗ ΙΣΟΡΡΟΠΙΑ						
	TIME	TEMPERATURE			TEMPERATURE	
1)	14:56	18,2		6)	16:13	22,2
2)	15:02	19,7		7)	16:28	22,4
3)	15:21	20,1		8)		
4)	15:38	21,1		9)		
5)	15:56	21,8		10)		

ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ											
*h' βήμα βύθισης ακιδας θεμόμετρου , h - βάθος μέτρησης θερμοκρασίας.											
ΘΕΣΗ 1			(X=0,04m)				ΘΕΣΗ 2			(X=0,50m)	
Περιβάλλον t			24,5				Περιβάλλον t			24,7	
Νερό δεξ. T			18,8				Νερό δεξ. T			18,8	
	θέση οδηγού(cm)/h'	h(cm)	T(°C)	Time		θέση οδηγού(cm)/h'	h(cm)	T(°C)	Time		
1	25	0,6	0,6	22,4	16:00	1	25	0,6	0,6	20,8	16:11
2	24	1	1,6	20,8	16:01	2	24	1	1,6	20,4	16:12
3	23	1	2,6	19,7	16:02	3	23	1	2,6	19,7	16:13
4	22	1	3,6	19,4	16:03	4	22	1	3,6	19,4	16:14
5	21	1	4,6	19,4	16:04	5	21	1	4,6	19,1	16:15
6	20	1	5,6	18,9	16:05	6	20	1	5,6	18,9	16:16
7	19	1	6,6	18,8	16:06	7	19	1	6,6	18,8	16:17
8	15,6	3,4	10	18,8	16:07	8	15,6	3,4	10	18,8	16:18
9	25		0,6	23,6	16:08	9	25		0,6	20,8	16:20

ΘΕΣΗ 3			(X=1,0m)				ΘΕΣΗ 4			(X=1,50m)	
Περιβάλλον t			24,7				Περιβάλλον t			24,2	
Νερό δεξ. T			18,9				Νερό δεξ. T			18,9	
	θέση οδηγού(cm)/h'	h(cm)	T(°C)	Time		θέση οδηγού(cm)/h'	h(cm)	T(°C)	Time		
1	25	0,6	0,6	20,1	16:25	1	25	0,6	0,6	19,9	16:38
2	24	1	1,6	20	16:26	2	24	1	1,6	19,8	16:39
3	23	1	2,6	19,6	16:27	3	23	1	2,6	19,5	16:40
4	22	1	3,6	19,3	16:28	4	22	1	3,6	19,4	16:41
5	21	1	4,6	19,1	16:29	5	21	1	4,6	19,2	16:42
6	20	1	5,6	19,1	16:30	6	20	1	5,6	19,1	16:43
7	19	1	6,6	18,9	16:31	7	19	1	6,6	19,0	16:44
8	15,6	3,4	10	18,9	16:32	8	15,6	3,4	10	18,9	16:45
10	25		0,6	20,1	16:35	9	25		0,6	19,9	16:48

Πίνακα 4.12 Μετρήσεις θέρμανσης σε βάθος ροής 10cm,ένταση 4

ΘΕΣΗ 5			(X=2,0m)			ΘΕΣΗ 6			(X=2,50m)		
Περιβάλλον t			24,5			Περιβάλλον t			24,7		
Νερό δεξ. T			19,0			Νερό δεξ. T			19,1		
	θέση οδηγού(cm)/h'	h(cm)	T(°C)	Time		θέση οδηγού(cm)/h'	h(cm)	T(°C)	Time		
1	25	0,6	0,6	19,8	16:54	1	25	0,6	0,6	19,7	17:08
2	24	1	1,6	19,6	16:55	2	24	1	1,6	19,5	17:09
3	23	1	2,6	16,6	16:56	3	23	1	2,6	19,5	17:10
4	22	1	3,6	19,5	16:57	4	22	1	3,6	19,4	17:11
5	21	1	4,6	19,2	16:58	5	21	1	4,6	19,2	17:12
6	20	1	5,6	19,1	16:59	6	20	1	5,6	19,1	17:13
7	19	1	6,6	19,1	17:01	7	19	1	6,6	19,1	17:14
8	15,6	3,4	10	19,0	17:01	8	15,6	3,4	10	19,1	17:15
9	25		0,6	19,8	17:03	9	25		0,6	19,7	17:16

ΘΕΣΗ 7			(X=3,0m)			ΘΕΣΗ 8			(X=3,50m)		
Περιβάλλον t			24,7			Περιβάλλον t			24,5		
Νερό δεξ. T			19,1			Νερό δεξ. T			19,2		
	θέση οδηγού(cm)/h'	h(cm)	T(°C)	Time		θέση οδηγού(cm)/h'	h(cm)	T(°C)	Time		
1	25	0,6	0,6	19,6	17:21	1	25	0,6	0,6	19,8	17:34
2	24	1	1,6	19,6	17:22	2	24	1	1,6	19,6	17:35
3	23	1	2,6	19,4	17:23	3	23	1	2,6	19,5	17:36
4	22	1	3,6	19,4	17:24	4	22	1	3,6	19,4	17:37
5	21	1	4,6	19,2	17:25	5	21	1	4,6	19,3	17:38
6	20	1	5,6	19,2	17:26	6	20	1	5,6	19,2	17:39
7	19	1	6,6	19,1	17:27	7	19	1	6,6	19,2	17:40
8	15,6	3,4	10	19,1	17:28	8	15,6	3,4	10	19,2	17:41
9	25	-	0,6	19,6	17:30	9	25		0,6	19,8	17:42

ΘΕΣΗ 9			(X=4,0m)			ΘΕΣΗ 10			(X=5,50m)		
Περιβάλλον t			24,5			Περιβάλλον t			22,6		
Νερό δεξ. T			19,6			Νερό δεξ. T			20,6		
	θέση οδηγού(cm)/h'	h(cm)	T(°C)	Time		θέση οδηγού(cm)/h'	h(cm)	T(°C)	Time		
1	25	0,6	0,6	19,7	17:46	1	25	0,6	0,6	19,5	17:55
2	22	3	3,6	19,4	17:48	2	20	3	3,6	19,3	17:56
3	15,6	6,4	10	19,2	17:50	3	15,6	6,4	10	19,2	17:56

ΘΕΣΗ 11			(X=6,80m)		
Περιβάλλον t			22,6		
Νερό δεξ. T			19,2		
	θέση οδηγού(cm)/h'	h(cm)	T(°C)	Time	
1	25	0,6	0,6	19,5	18:01
2	15,6	9,4	10	19,2	18:02

ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΚΑΜΠΥΛΗΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ						
ΕΙΔΟΣ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ : ΘΕΡΜΑΝΣΗ						
ΤΟΠΟΘΕΣΙΑ : ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΥΔΡΑΥΛΙΚΗΣ-ΣΥΝΔΟΣ			ΠΑΡΟΝΤΕΣ:		A.ΛΕΟΥΣΙΔΗΣ	
ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ/ΩΡΑ :			8.05.2021 /10:10		B.ΝΙΚΗΦΟΡΙΔΗΣ	
ΥΛΙΚΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ			ΔΕΔΟΜΕΝΑ			
1)	ΚΑΝΑΛΙ ΝΕΡΟΥ		ΒΑΘΟΣ ΡΟΗΣ		10	
2)	ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ(ΚΙΒΩΤΙΟ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ ) 500X500mm		ΕΝΤΑΣΗ ΡΟΟΣΤΑΤΗ		3	
3)	2 ΛΑΜΠΕΣ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑΣ		ΑΡΧΙΚΗ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΝΕΡΟΥ		17,2	
4)	ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΟ ΘΕΡΜΟΜΕΤΡΟ		ΧΡΟΝΟΣ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΙΣΟΡΡΟΠΙΑΣ		1:43 min	
5)	ΡΟΟΣΤΑΤΗΣ		ΕΝΑΡΞΗ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ		12:42	
ΘΕΡΜΙΚΗ ΙΣΟΡΡΟΠΙΑ						
	TIME	TEMPERATURE			TEMPERATURE	
1)	10:43	19,4		6)	11:36	21,2
2)	11:04	20,4		7)	11:43	21,2
3)	11:16	20,7		8)	12:30	
4)	11:23	20,7		9)		
5)	11:27	21,0		10)		

ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ											
*h' βήμα βύθισης ακιδας θερμομετρου , h - βάθος μέτρησης θερμοκρασίας.											
ΘΕΣΗ 1 (X=0,04m)						ΘΕΣΗ 2 (X=0,50m)					
Περιβάλλον t						Περιβάλλον t					
Νερό δεξ. T						Νερό δεξ. T					
	θέση οδηγού(cm)/h'		h(cm)	T(°C)	Time		θέση οδηγού(cm)/h'		h(cm)	T(°C)	Time
1	25	0,6	0,6	22,4	12:45	1	25	0,6	0,6	21,0	13:00
2	24	1	1,6	21,0	12:46	2	24	1	1,6	20,5	13:01
3	23	1	2,6	20,7	12:47	3	23	1	2,6	20,1	13:02
4	22	1	3,6	19,7	12:48	4	22	1	3,6	19,5	13:03
5	21	1	4,6	19,5	12:49	5	21	1	4,6	19,5	13:04
6	20	1	5,6	19,5	12:50	6	20	1	5,6	19,4	13:05
7	19	1	6,6	19,4	12:51	7	19	1	6,6	19,4	13:06
8	15,6	3,4	10	19,4	12:52	8	15,6	3,4	10	19,4	13:07
9	25		0,6	22,4	12:55	9	25		0,6	21,0	13:10

ΘΕΣΗ 3 (X=1,0m)						ΘΕΣΗ 4 (X=1,50m)					
Περιβάλλον t						Περιβάλλον t					
Νερό δεξ. T						Νερό δεξ. T					
	θέση οδηγού(cm)/h'		h(cm)	T(°C)	Time		θέση οδηγού(cm)/h'		h(cm)	T(°C)	Time
1	25	0,6	0,6	20,4	13:18	1	25	0,6	0,6	20,4	13:33
2	24	1	1,6	20,1	13:19	2	24	1	1,6	20,1	13:34
3	23	1	2,6	19,8	13:20	3	23	1	2,6	19,9	13:35
4	22	1	3,6	19,5	13:21	4	22	1	3,6	19,6	13:36
5	21	1	4,6	19,4	13:22	5	21	1	4,6	19,5	13:37
6	20	1	5,6	19,4	13:23	6	20	1	5,6	19,4	13:38
7	19	1	6,6	19,4	13:24	7	19	1	6,6	19,4	13:39
8	15,6	3,4	10	19,4	13:25	8	15,6	3,4	10	19,3	13:40
10	25		0,6	20,4	13:28	9	25	-	-	-	-

Πίνακα 4.13 Μετρήσεις θέρμανσης σε βάθος ροής 10cm, ένταση 3

ΘΕΣΗ 5			(X=2,0m)			ΘΕΣΗ 6			(X=2,50m)		
Περιβάλλον t			23,0			Περιβάλλον t			23,0		
Νερό δεξ. T			18,8			Νερό δεξ. T			18,8		
	θέση οδηγού(cm)/h'		h(cm)	T(°C)	Time		θέση οδηγού(cm)/h'		h(cm)	T(°C)	Time
1	25	0,6	0,6	20,1	13:43	1	25	0,6	0,6	20,0	13:53
2	24	1	1,6	20,1	13:44	2	24	1	1,6	20,0	13:54
3	23	1	2,6	19,9	13:45	3	23	1	2,6	19,9	13:55
4	22	1	3,6	19,8	13:46	4	22	1	3,6	19,8	13:56
5	21	1	4,6	19,5	13:47	5	21	1	4,6	19,5	13:57
6	20	1	5,6	19,4	13:48	6	20	1	5,6	19,4	13:58
7	19	1	6,6	19,3	13:49	7	19	1	6,6	19,3	13:59
8	15,6	3,4	10	19,2	13:50	8	15,6	3,4	10	19,2	14:01
9	25	-	-	-	-	9	25	-	-	-	-

ΘΕΣΗ 7			(X=3,0m)			ΘΕΣΗ 8			(X=3,50m)		
Περιβάλλον t			23,0			Περιβάλλον t			23,0		
Νερό δεξ. T			18,8			Νερό δεξ. T			18,9		
	θέση οδηγού(cm)/h'		h(cm)	T(°C)	Time		θέση οδηγού(cm)/h'		h(cm)	T(°C)	Time
1	25	0,6	0,6	20,0	14:05	1	25	0,6	0,6	20,0	14:14
2	24	1	1,6	20,0	14:06	2	24	1	1,6	19,9	14:15
3	23	1	2,6	19,9	14:07	3	23	1	2,6	19,8	14:16
4	22	1	3,6	19,8	14:08	4	22	1	3,6	19,6	14:17
5	21	1	4,6	19,5	14:09	5	21	1	4,6	19,4	14:18
6	20	1	5,6	19,4	14:10	6	20	1	5,6	19,4	14:19
7	19	1	6,6	19,3	14:11	7	19	1	6,6	19,3	14:20
8	15,6	3,4	10	19,2	14:12	8	15,6	3,4	10	19,2	14:21
9	25	-	-	-	-	9	25	-	-	-	-

ΘΕΣΗ 9			(X=4,0m)			ΘΕΣΗ 10			(X=5,50m)		
Περιβάλλον t			23,0			Περιβάλλον t			23,0		
Νερό δεξ. T			18,9			Νερό δεξ. T			18,9		
	θέση οδηγού(cm)/h'		h(cm)	T(°C)	Time		θέση οδηγού(cm)/h'		h(cm)	T(°C)	Time
1	25	0,6	0,6	20,0	14:23	1	25	0,6	0,6	19,9	14:28
2	22	3	3,6	19,5	14:14	2	20	3	3,6	19,4	14:29
3	15,6	6,4	10	19,2	14:25	3	15,6	6,4	10	19,2	14:30

ΘΕΣΗ 11			(X=6,80m)		
Περιβάλλον t			23,0		
Νερό δεξ. T			18,9		
	θέση οδηγού(cm)/h'		h(cm)	T(°C)	Time
1	25	0,6	0,6	19,5	14:33
2	15,6	9,4	10	18,9	14:34

ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΚΑΜΠΥΛΗΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ					
ΕΙΔΟΣ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ : ΘΕΡΜΑΝΣΗ					
ΤΟΠΟΘΕΣΙΑ : ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΥΔΡΑΥΛΙΚΗΣ-ΣΥΝΔΟΣ			ΠΑΡΟΝΤΕΣ:		Α.ΛΕΟΥΣΙΔΗΣ
ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ/ΩΡΑ :			9.05.2021 /16:45		Β.ΝΙΚΗΦΟΡΙΔΗΣ
ΥΛΙΚΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ			ΔΕΔΟΜΕΝΑ		
1)	ΚΑΝΑΛΙ ΝΕΡΟΥ		ΒΑΘΟΣ ΡΟΗΣ		10
2)	ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ(ΚΙΒΩΤΙΟ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ ) 500X500mm		ΕΝΤΑΣΗ ΡΟΟΣΤΑΤΗ		2
3)	2 ΛΑΜΠΕΣ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑΣ		ΑΡΧΙΚΗ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΝΕΡΟΥ		17,8
4)	ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΟ ΘΕΡΜΟΜΕΤΡΟ		ΧΡΟΝΟΣ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΙΣΟΡΡΟΠΙΑΣ		51 min
5)	ΡΟΟΣΤΑΤΗΣ		ΕΝΑΡΞΗ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ		17:10
ΘΕΡΜΙΚΗ ΙΣΟΡΡΟΠΙΑ					
	TIME	TEMPERATURE			TEMPERATURE
1)	16:21	17,9		6)	11:36
2)	16:35	19,3		7)	11:43
3)	16:43	19,8		8)	12:30
4)	17:03	20,2		9)	
5)	17:12	20,4		10)	

ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ											
*h' βήμα βύθισης ακίδας θερμομέτρου , h - βάθος μέτρησης θερμοκρασίας.											
ΘΕΣΗ 1			(X=0,04m)				ΘΕΣΗ 2			(X=0,50m)	
Περιβάλλον t			22,9				Περιβάλλον t			23,0	
Νερό δεξ. T			18,1				Νερό δεξ. T			18,2	
	θέση οδηγού(cm)/h'		h(cm)	T(°C)	Time		θέση οδηγού(cm)/h'		h(cm)	T(°C)	Time
1	25	0,6	0,6	20,4	17:12	1	25	0,6	0,6	19,5	17:25
2	24	1	1,6	19,2	17:13	2	24	1	1,6	19,0	17:26
3	23	1	2,6	18,8	17:14	3	23	1	2,6	18,8	17:27
4	22	1	3,6	18,4	17:15	4	22	1	3,6	18,5	17:28
5	21	1	4,6	18,2	17:16	5	21	1	4,6	18,4	17:29
6	20	1	5,6	18,2	17:17	6	20	1	5,6	18,2	17:30
7	19	1	6,6	18,1	17:18	7	19	1	6,6	18,1	17:31
8	15,6	3,4	10	18,1	17:19	8	15,6	3,4	10	18,1	17:32
9	25		0,6	20,4	17:22	9	25		0,6	19,5	17:33

ΘΕΣΗ 3			(X=1,0m)				ΘΕΣΗ 4			(X=1,50m)	
Περιβάλλον t			23,0				Περιβάλλον t			23,1	
Νερό δεξ. T			18,1				Νερό δεξ. T			18,2	
	θέση οδηγού(cm)/h'		h(cm)	T(°C)	Time		θέση οδηγού(cm)/h'		h(cm)	T(°C)	Time
1	25	0,6	0,6	19,4	17:40	1	25	0,6	0,6	19,4	17:55
2	24	1	1,6	19,0	17:41	2	24	1	1,6	19,1	17:56
3	23	1	2,6	18,8	17:42	3	23	1	2,6	18,8	17:57
4	22	1	3,6	18,5	17:43	4	22	1	3,6	18,7	17:58
5	21	1	4,6	18,4	17:44	5	21	1	4,6	18,5	17:59
6	20	1	5,6	18,2	17:45	6	20	1	5,6	18,2	18:01
7	19	1	6,6	18,1	17:46	7	19	1	6,6	18,2	18:02
8	15,6	3,4	10	18,1	17:47	8	15,6	3,4	10	18,2	18:03
10	25		0,6	19,4	17:49	9	25	-	-	19,4	18:05

Πίνακα 4.14 Μετρήσεις θέρμανσης σε βάθος ροής 10cm, ένταση 2



ΘΕΣΗ 5			(X=2,0m)			ΘΕΣΗ 6			(X=2,50m)		
Περιβάλλον t			23,1			Περιβάλλον t			23,1		
Νερό δεξ. T			18,3			Νερό δεξ. T			18,3		
	θέση οδηγού(cm)/h'	h(cm)	T(°C)	Time		θέση οδηγού(cm)/h'	h(cm)	T(°C)	Time		
1	25	0,6	0,6	19,4	18:09	1	25	0,6	0,6	19,4	18:22
2	24	1	1,6	19,1	18:10	2	24	1	1,6	19,1	18:23
3	23	1	2,6	18,9	18:11	3	23	1	2,6	18,9	18:24
4	22	1	3,6	18,8	18:12	4	22	1	3,6	18,8	18:25
5	21	1	4,6	18,5	18:13	5	21	1	4,6	18,5	18:26
6	20	1	5,6	18,4	18:14	6	20	1	5,6	18,4	18:27
7	19	1	6,6	18,3	18:15	7	19	1	6,6	18,2	18:28
8	15,6	3,4	10	18,2	18:16	8	15,6	3,4	10	18,2	18:29
9	25		0,6	19,4	18:19	9	25	-	0,6	19,4	18:32

ΘΕΣΗ 7			(X=3,0m)			ΘΕΣΗ 8			(X=3,50m)		
Περιβάλλον t			23,0			Περιβάλλον t			23,0		
Νερό δεξ. T			18,3			Νερό δεξ. T			18,4		
	θέση οδηγού(cm)/h'	h(cm)	T(°C)	Time		θέση οδηγού(cm)/h'	h(cm)	T(°C)	Time		
1	25	0,6	0,6	19,4	18:38	1	25	0,6	0,6	19,4	18:52
2	24	1	1,6	19,1	18:39	2	24	1	1,6	19,1	18:53
3	23	1	2,6	18,9	18:40	3	23	1	2,6	18,9	18:54
4	22	1	3,6	18,8	18:41	4	22	1	3,6	18,8	18:55
5	21	1	4,6	18,5	18:42	5	21	1	4,6	18,5	18:56
6	20	1	5,6	18,4	18:43	6	20	1	5,6	18,4	18:57
7	19	1	6,6	18,2	18:44	7	19	1	6,6	18,2	18:58
8	15,6	3,4	10	18,2	18:45	8	15,6	3,4	10	18,2	18:59
9	25	-	-	19,4	18:49	9	25	-	-	19,4	19:02

ΘΕΣΗ 9			(X=4,0m)			ΘΕΣΗ 10			(X=5,50m)		
Περιβάλλον t			23,0			Περιβάλλον t			23,0		
Νερό δεξ. T			18,4			Νερό δεξ. T			18,4		
	θέση οδηγού(cm)/h'	h(cm)	T(°C)	Time		θέση οδηγού(cm)/h'	h(cm)	T(°C)	Time		
1	25	0,6	0,6	19,4	19:08	1	25	0,6	0,6	19,4	19:14
2	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-
3	15,6	9,4	10	18,2	19:09	3	15,6	9,4	10	18,2	19:15

ΘΕΣΗ 11			(X=6,80m)		
Περιβάλλον t			23,0		
Νερό δεξ. T			18,4		
	θέση οδηγού(cm)/h'	h(cm)	T(°C)	Time	
1	25	0,6	0,6	19,4	19:20
2	15,6	9,4	10	18,2	19:21

ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΚΑΜΠΥΛΗΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ						
ΕΙΔΟΣ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ : ΘΕΡΜΑΝΣΗ						
ΤΟΠΟΘΕΣΙΑ : ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΥΔΡΑΥΛΙΚΗΣ-ΣΥΝΔΟΣ			ΠΑΡΟΝΤΕΣ:		Α.ΛΕΟΥΣΙΔΗΣ	
ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ/ΩΡΑ :			9.05.2021 /11:30		Β.ΝΙΚΗΦΟΡΙΔΗΣ	
ΥΛΙΚΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ			ΔΕΔΟΜΕΝΑ			
1)	ΚΑΝΑΛΙ ΝΕΡΟΥ		ΒΑΘΟΣ ΡΟΗΣ		10	
2)	ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ(ΚΙΒΩΤΙΟ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ ) 500X500mm		ΕΝΤΑΣΗ ΡΟΟΣΤΑΤΗ		1	
3)	2 ΛΑΜΠΕΣ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑΣ		ΑΡΧΙΚΗ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΝΕΡΟΥ		17,6	
4)	ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΟ ΘΕΡΜΟΜΕΤΡΟ		ΧΡΟΝΟΣ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΙΣΟΡΡΟΠΙΑΣ		2:04 min	
5)	ΡΟΟΣΤΑΤΗΣ		ΕΝΑΡΞΗ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ		14:09	
ΘΕΡΜΙΚΗ ΙΣΟΡΡΟΠΙΑ						
	TIME	TEMPERATURE		TIME	TEMPERATURE	
1)	12:05	17,8		6)	13:53	19,8
2)	12:20	18,4		7)	14:09	20,4
3)	12:42	18,8		8)	14:52	20,4
4)	13:15	19,3		9)		
5)	13:42	19,6		10)		

ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ											
*h' βήμα βύθισης ακιδας θερμομετρου , h - βάθος μέτρησης θερμοκρασίας.											
<b>ΘΕΣΗ 1</b>			<b>(X=0,04m)</b>				<b>ΘΕΣΗ 2</b>			<b>(X=0,50m)</b>	
Περιβάλλον t			23,0				Περιβάλλον t			23,2	
Νερό δεξ. T			19,0				Νερό δεξ. T			19,0	
	θέση οδηγού(cm)/h'	h(cm)	T(°C)	Time		θέση οδηγού(cm)/h'	h(cm)	T(°C)	Time		
1	25	0,6	0,6	20,4	14:09	1	25	0,6	0,6	20,0	14:24
2	24	1	1,6	19,8	14:10	2	24	1	1,6	19,8	14:25
3	23	1	2,6	19,4	14:11	3	23	1	2,6	19,5	14:26
4	22	1	3,6	19,2	14:12	4	22	1	3,6	19,4	14:27
5	21	1	4,6	19,2	14:13	5	21	1	4,6	19,2	14:28
6	20	1	5,6	19,1	14:14	6	20	1	5,6	19,1	14:29
7	19	1	6,6	19,1	14:15	7	19	1	6,6	19,1	14:30
8	15,6	3,4	10	19,1	14:16	8	15,6	3,4	10	19,1	14:31
9	25		0,6	20,4	14:18	9	25		0,6	20,0	14:34

<b>ΘΕΣΗ 3</b>			<b>(X=1,0m)</b>				<b>ΘΕΣΗ 4</b>			<b>(X=1,50m)</b>	
Περιβάλλον t			23,2				Περιβάλλον t			23,0	
Νερό δεξ. T			19,0				Νερό δεξ. T			19,0	
	θέση οδηγού(cm)/h'	h(cm)	T(°C)	Time		θέση οδηγού(cm)/h'	h(cm)	T(°C)	Time		
1	25	0,6	0,6	20,0	14:40	1	25	0,6	0,6	19,9	15:10
2	24	1	1,6	19,7	14:41	2	24	1	1,6	19,7	15:11
3	23	1	2,6	19,4	14:42	3	23	1	2,6	19,4	15:12
4	22	1	3,6	19,4	14:43	4	22	1	3,6	19,4	15:13
5	21	1	4,6	19,2	14:44	5	21	1	4,6	19,2	15:14
6	20	1	5,6	19,1	14:45	6	20	1	5,6	19,2	15:14
7	19	1	6,6	19,1	14:46	7	19	1	6,6	19,1	15:15
8	15,6	3,4	10	19,1	14:47	8	15,6	3,4	10	19,1	15:15
10	25		0,6	20,0	14:55	9	25	-	0,6	19,9	15:19

Πίνακα 4.15 Μετρήσεις θέρμανσης σε βάθος ροής 10cm, ένταση 1

ΘΕΣΗ 5			(X=2,0m)			ΘΕΣΗ 6			(X=2,50m)		
Περιβάλλον t			23,0			Περιβάλλον t			23,0		
Νερό δεξ. T			19,1			Νερό δεξ. T			19,2		
	θέση οδηγού(cm)/h'		h(cm)	T(°C)	Time		θέση οδηγού(cm)/h'		h(cm)	T(°C)	Time
1	25	0,6	0,6	19,9	15:23	1	25	0,6	0,6	19,9	15:38
2	24	1	1,6	19,6	15:24	2	24	1	1,6	19,6	15:39
3	23	1	2,6	19,4	15:25	3	23	1	2,6	19,4	15:40
4	22	1	3,6	19,4	15:26	4	22	1	3,6	19,4	15:41
5	21	1	4,6	19,3	15:27	5	21	1	4,6	19,3	15:42
6	20	1	5,6	19,2	15:28	6	20	1	5,6	19,2	15:43
7	19	1	6,6	19,2	15:29	7	19	1	6,6	19,2	15:44
8	15,6	3,4	10	19,2	15:30	8	15,6	3,4	10	19,2	15:45
9	25		0,6	19,9	15:33	9	25	-	0,6	19,9	15:48

ΘΕΣΗ 7			(X=3,0m)			ΘΕΣΗ 8			(X=3,50m)		
Περιβάλλον t			23,0			Περιβάλλον t			23,0		
Νερό δεξ. T			19,2			Νερό δεξ. T			19,2		
	θέση οδηγού(cm)/h'		h(cm)	T(°C)	Time		θέση οδηγού(cm)/h'		h(cm)	T(°C)	Time
1	25	0,6	0,6	19,9	15:53	1	25	0,6	0,6	19,9	16:13
2	24	1	1,6	19,6	15:54	2	24	1	1,6	19,6	16:14
3	23	1	2,6	19,4	15:55	3	23	1	2,6	19,4	16:15
4	22	1	3,6	19,4	15:56	4	22	1	3,6	19,4	16:16
5	21	1	4,6	19,3	15:57	5	21	1	4,6	19,3	16:17
6	20	1	5,6	19,2	15:58	6	20	1	5,6	19,2	16:18
7	19	1	6,6	19,2	15:59	7	19	1	6,6	19,2	16:19
8	15,6	3,4	10	19,2	16:00	8	15,6	3,4	10	19,2	16:20
9	25	-	-	19,9	16:08	9	25	-	0,6	19,9	16:22

ΘΕΣΗ 9			(X=4,0m)			ΘΕΣΗ 10			(X=5,50m)		
Περιβάλλον t			23,0			Περιβάλλον t			23,0		
Νερό δεξ. T			19,2			Νερό δεξ. T			19,2		
	θέση οδηγού(cm)/h'		h(cm)	T(°C)	Time		θέση οδηγού(cm)/h'		h(cm)	T(°C)	Time
1	25	0,6	0,6	19,9	16:27	1	25	0,6	0,6	19,9	16:36
2	22	3	3,6	19,4	16:30	2	22	3	3,6	19,4	16:37
3	15,6	6,4	10	19,2	16:31	3	15,6	6,4	10	19,2	16:38

ΘΕΣΗ 11			(X=6,80m)		
Περιβάλλον t			23,0		
Νερό δεξ. T			19,2		
	θέση οδηγού(cm)/h'		h(cm)	T(°C)	Time
1	25	0,6	0,6	19,9	16:43
2	15,6	9,4	10	19,2	16:44

#### 4.2.4 Θέρμανση βάθος ροής 5 cm.

ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΚΑΜΠΥΛΗΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ					
ΕΙΔΟΣ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ : ΘΕΡΜΑΝΣΗ					
ΤΟΠΟΘΕΣΙΑ : ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΥΔΡΑΥΛΙΚΗΣ-ΣΥΝΔΟΣ			ΠΑΡΟΝΤΕΣ: Α.ΛΕΟΥΣΙΔΗΣ		
ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ/ΩΡΑ : 12.05.2021 /11:10			Β.ΝΙΚΗΦΟΡΙΔΗΣ		
ΥΛΙΚΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ			ΔΕΔΟΜΕΝΑ		
1)	ΚΑΝΑΛΙ ΝΕΡΟΥ		ΒΑΘΟΣ ΡΟΗΣ	5	
2)	ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ(ΚΙΒΩΤΙΟ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ ) 500X500mm		ΕΝΤΑΣΗ ΡΟΟΣΤΑΤΗ	5	
3)	2 ΛΑΜΠΕΣ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑΣ		ΑΡΧΙΚΗ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΝΕΡΟΥ	18,1	
4)	ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΟ ΘΕΡΜΟΜΕΤΡΟ		ΧΡΟΝΟΣ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΙΣΟΡΡΟΠΙΑΣ	1:44 min	
5)	ΡΟΟΣΤΑΤΗΣ		ΕΝΑΡΞΗ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ	13:35	
ΘΕΡΜΙΚΗ ΙΣΟΡΡΟΠΙΑ					
	TIME	TEMPERATURE		TIME	TEMPERATURE
1)	11:40	18,1		6)	13:09 22,9
2)	12:10	19,0		7)	13:14 23,1
3)	12:32	21,5		8)	13:24 23,4
4)	12:42	22,1		9)	13:34 23,4
5)	12:59	22,8		10)	

ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ											
*h' βήμα βύθισης ακίδας θεμόμετρου , h - βάθος μέτρησης θερμοκρασίας.											
ΘΕΣΗ 1			(X=0,04m)				ΘΕΣΗ 2			(X=0,50m)	
Περιβάλλον t			22,8				Περιβάλλον t			22,8	
Νερό δεξ. T			19,3				Νερό δεξ. T			19,3	
	θέση οδηγού(cm)/h'	h(cm)	T(°C)	Time			θέση οδηγού(cm)/h'	h(cm)	T(°C)	Time	
1	20	0,6	0,6	23,4	13:36	1	20	0,6	0,6	21,7	13:50
2	19,5	0,5	1,1	22,8	13:37	2	19,5	0,5	1,1	21,6	13:51
3	19	0,5	1,6	21,8	13:38	3	19	0,5	1,6	21,3	13:52
4	18	1	2,6	20,8	13:39	4	18	1	2,6	20,8	13:53
5	17	1	3,6	20,4	13:40	5	17	1	3,6	20,4	13:54
6	16	1	4,6	20,4	13:41	6	16	1	4,6	20,4	13:55
7	15,6	0,4	5,0	20,4	13:42	7	15,6	0,4	5,0	20,3	13:56
8	20		0,6	23,4	13:45	8	20		0,6	21,7	14:05

ΘΕΣΗ 3			(X=1,0m)				ΘΕΣΗ 4			(X=1,50m)	
Περιβάλλον t			22,8				Περιβάλλον t			22,8	
Νερό δεξ. T			19,4				Νερό δεξ. T			19,4	
	θέση οδηγού(cm)/h'	h(cm)	T(°C)	Time			θέση οδηγού(cm)/h'	h(cm)	T(°C)	Time	
1	20	0,6	0,6	21,2	14:08	1	20	0,6	0,6	20,9	14:21
2	19,5	0,5	1,1	21,2	14:09	2	19,5	0,5	1,1	20,8	14:22
3	19	0,5	1,6	21,1	14:10	3	19	0,5	1,6	20,8	14:23
4	18	1	2,6	20,8	14:11	4	18	1	2,6	20,6	14:24
5	17	1	3,6	21,0	14:12	5	17	1	3,6	20,4	14:25
6	16	1	4,6	20,3	14:13	6	16	1	4,6	20,3	14:26
7	15,6	0,4	5,0	20,3	14:14	7	15,6	0,4	5,0	20,3	14:27
8	20		0,6	21,2	14:18	8	20		0,6	21,2	14:30

Πίνακα 4.16 Μετρήσεις θέρμανσης σε βάθος ροής 5cm,ένταση 5

ΘΕΣΗ 5			(X=2,0m)			ΘΕΣΗ 6			(X=2,50m)		
Περιβάλλον t			22,8			Περιβάλλον t			22,7		
Νερό δεξ. T			19,4			Νερό δεξ. T			19,6		
	θέση οδηγού(cm)/h'	h(cm)	T(°C)	Time		θέση οδηγού(cm)/h'	h(cm)	T(°C)	Time		
1	20	0,6	0,6	20,7	14:33	1	20	0,6	0,6	20,6	14:46
2	19,5	0,5	1,1	20,7	14:34	2	19,5	0,5	1,1	20,6	14:47
3	19	0,5	1,6	20,7	14:35	3	19	0,5	1,6	20,6	14:48
4	18	1	2,6	20,5	14:36	4	18	1	2,6	20,5	14:49
5	17	1	3,6	20,4	14:37	5	17	1	3,6	20,4	14:50
6	16	1	4,6	20,2	14:38	6	16	1	4,6	20,3	14:51
7	15,6	0,4	5,0	20,2	14:39	7	15,6	0,4	5,0	20,2	14:52
8	20		0,6	20,7	14:43	8	20		0,6	20,7	14:55

ΘΕΣΗ 7			(X=3,0m)			ΘΕΣΗ 8			(X=3,50m)		
Περιβάλλον t			22,7			Περιβάλλον t			22,7		
Νερό δεξ. T			19,6			Νερό δεξ. T			19,7		
	θέση οδηγού(cm)/h'	h(cm)	T(°C)	Time		θέση οδηγού(cm)/h'	h(cm)	T(°C)	Time		
1	20	0,6	0,6	20,5	14:58	1	20	0,6	0,6	20,4	15:11
2	19,5	0,5	1,1	20,4	14:59	2	19,5	0,5	1,1	20,4	15:12
3	19	0,5	1,6	20,4	15:01	3	19	0,5	1,6	20,4	15:13
4	18	1	2,6	20,4	15:02	4	18	1	2,6	20,3	15:14
5	17	1	3,6	20,3	15:03	5	17	1	3,6	20,3	15:15
6	16	1	4,6	20,2	15:04	6	16	1	4,6	20,2	15:16
7	15,6	0,4	5,0	20,2	15:05	7	15,6	0,4	5,0	20,2	15:17
8	20		0,6	20,2	15:08	8	20		0,6	20,4	15:20

ΘΕΣΗ 9			(X=4,0m)			ΘΕΣΗ 10			(X=5,50m)		
Περιβάλλον t			22,7			Περιβάλλον t			22,7		
Νερό δεξ. T			19,7			Νερό δεξ. T			19,7		
	θέση οδηγού(cm)/h'	h(cm)	T(°C)	Time		θέση οδηγού(cm)/h'	h(cm)	T(°C)	Time		
1	20	0,6	0,6	20,4	15:22	1	20	0,6	0,6	20,2	15:26
2	18	2	2,6	20,4	15:23	2	18	2	2,6	20,1	15:27
3	15,6	2,4	5	20,2	15:24	3	15,6	2,4	5	20,0	15:28

ΘΕΣΗ 11			(X=6,80m)		
Περιβάλλον t			22,7		
Νερό δεξ. T			19,7		
	θέση οδηγού(cm)/h'	h(cm)	T(°C)	Time	
1	20	0,6	0,6	20,0	15:30
2	15,6	4,4	5	19,7	15:31

ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΚΑΜΠΥΛΗΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ					
ΕΙΔΟΣ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ : ΘΕΡΜΑΝΣΗ					
ΤΟΠΟΘΕΣΙΑ : ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΥΔΡΑΥΛΙΚΗΣ-ΣΥΝΔΟΣ			ΠΑΡΟΝΤΕΣ: Α.ΛΕΟΥΣΙΔΗΣ		
ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ/ΩΡΑ : 16.05.2021 /14:30			Β.ΝΙΚΗΦΟΡΙΔΗΣ		
ΥΛΙΚΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ			ΔΕΔΟΜΕΝΑ		
1)	ΚΑΝΑΛΙ ΝΕΡΟΥ		ΒΑΘΟΣ ΡΟΗΣ	5	
2)	ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ(ΚΙΒΩΤΙΟ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ ) 500Χ500mm		ΕΝΤΑΣΗ ΡΟΟΣΤΑΤΗ	4	
3)	2 ΛΑΜΠΕΣ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑΣ		ΑΡΧΙΚΗ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΝΕΡΟΥ	18,1	
4)	ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΟ ΘΕΡΜΟΜΕΤΡΟ		ΧΡΟΝΟΣ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΙΣΟΡΡΟΠΙΑΣ	40 min	
5)	ΡΟΟΣΤΑΤΗΣ		ΕΝΑΡΞΗ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ	13:35	
ΘΕΡΜΙΚΗ ΙΣΟΡΡΟΠΙΑ					
	TIME	TEMPERATURE		TIME	TEMPERATURE
1)	14:30	18,1		6)	16:20 22,9
2)	15:07	18,9		7)	16:30 22,9
3)	15:33	19,4		8)	
4)	15:59	22,1		9)	
5)	16:10	22,9		10)	

ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ											
*h' βήμα βύθισης ακιδας θεμόμετρου , h - βάθος μέτρησης θερμοκρασίας.											
ΘΕΣΗ 1			(X=0,04m)			ΘΕΣΗ 2			(X=0,50m)		
Περιβάλλον t			23,1			Περιβάλλον t			23,1		
Νερό δεξ. T			19,9			Νερό δεξ. T			19,9		
	θέση οδηγού(cm)/h'	h(cm)	T(°C)	Time		θέση οδηγού(cm)/h'	h(cm)	T(°C)	Time		
1	20	0,6	0,6	22,9	16:31	1	20	0,6	0,6	21,6	17:03
2	19,5	0,5	1,1	22,4	16:32	2	19,5	0,5	1,1	21,5	17:04
3	19	0,5	1,6	21,6	16:33	3	19	0,5	1,6	21,2	17:05
4	18	1	2,6	20,7	16:34	4	18	1	2,6	20,7	17:06
5	17	1	3,6	20,4	16:35	5	17	1	3,6	20,4	17:07
6	16	1	4,6	20,3	16:36	6	16	1	4,6	20,3	17:08
7	15,6	0,4	5,0	20,3	16:37	7	15,6	0,4	5,0	20,3	17:09
8	20		0,6	22,9	17:01	8	20		0,6	21,6	17:12

ΘΕΣΗ 3			(X=1,0m)			ΘΕΣΗ 4			(X=1,50m)		
Περιβάλλον t			23,1			Περιβάλλον t			23,0		
Νερό δεξ. T			19,9			Νερό δεξ. T			19,9		
	θέση οδηγού(cm)/h'	h(cm)	T(°C)	Time		θέση οδηγού(cm)/h'	h(cm)	T(°C)	Time		
1	20	0,6	0,6	21,0	17:14	1	20	0,6	0,6	20,7	17:25
2	19,5	0,5	1,1	21,0	17:15	2	19,5	0,5	1,1	20,7	17:26
3	19	0,5	1,6	20,9	17:16	3	19	0,5	1,6	20,6	17:27
4	18	1	2,6	20,7	17:17	4	18	1	2,6	20,4	17:28
5	17	1	3,6	20,3	17:18	5	17	1	3,6	20,3	17:29
6	16	1	4,6	20,2	17:19	6	16	1	4,6	20,2	17:30
7	15,6	0,4	5,0	20,2	17:20	7	15,6	0,4	5,0	20,1	17:31
8	20		0,6	21,0	17:23	8	20		0,6	20,7	17:33

Πίνακα 4.17 Μετρήσεις θέρμανσης σε βάθος ροής 5cm,ένταση 4

ΘΕΣΗ 5			(X=2,0m)			ΘΕΣΗ 6			(X=2,50m)		
Περιβάλλον t			23,0			Περιβάλλον t			23,0		
Νερό δεξ. T			19,9			Νερό δεξ. T			19,8		
	θέση οδηγού(cm)/h'	h(cm)	T(°C)	Time		θέση οδηγού(cm)/h'	h(cm)	T(°C)	Time		
1	20	0,6	0,6	20,6	17:35	1	20	0,6	0,6	20,4	17:46
2	19,5	0,5	1,1	20,6	17:36	2	19,5	0,5	1,1	20,4	17:47
3	19	0,5	1,6	20,4	17:37	3	19	0,5	1,6	20,3	17:48
4	18	1	2,6	20,3	17:38	4	18	1	2,6	20,2	17:49
5	17	1	3,6	20,2	17:39	5	17	1	3,6	20,1	17:50
6	16	1	4,6	20,2	17:40	6	16	1	4,6	20,1	17:51
7	15,6	0,4	5,0	20,1	17:41	7	15,6	0,4	5,0	20,1	17:52
8	20		0,6	20,6	17:44	8	20		0,6	20,4	17:55

ΘΕΣΗ 7			(X=3,0m)			ΘΕΣΗ 8			(X=3,50m)		
Περιβάλλον t			23,0			Περιβάλλον t			23,0		
Νερό δεξ. T			19,8			Νερό δεξ. T			19,8		
	θέση οδηγού(cm)/h'	h(cm)	T(°C)	Time		θέση οδηγού(cm)/h'	h(cm)	T(°C)	Time		
1	20	0,6	0,6	20,3	17:57	1	20	0,6	0,6	20,2	18:10
2	19,5	0,5	1,1	20,3	17:58	2	19,5	0,5	1,1	20,2	18:11
3	19	0,5	1,6	20,2	17:59	3	19	0,5	1,6	20,1	18:12
4	18	1	2,6	20,2	18:01	4	18	1	2,6	20,0	18:13
5	17	1	3,6	20,1	18:02	5	17	1	3,6	19,9	18:14
6	16	1	4,6	20,0	18:03	6	16	1	4,6	19,9	18:15
7	15,6	0,4	5,0	20,0	18:04	7	15,6	0,4	5,0	19,8	18:16
8	20		0,6	20,3	18:07	8	20		0,6	20,2	18:18

ΘΕΣΗ 9			(X=4,0m)			ΘΕΣΗ 10			(X=5,50m)		
Περιβάλλον t			23,0			Περιβάλλον t			23,0		
Νερό δεξ. T			19,8			Νερό δεξ. T			19,8		
	θέση οδηγού(cm)/h'	h(cm)	T(°C)	Time		θέση οδηγού(cm)/h'	h(cm)	T(°C)	Time		
1	20	0,6	0,6	20,1	18:20	1	20	0,6	0,6	20,0	18:23
2	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-
3	15,6	4,4	5	19,8	18:21	3	15,6	4,4	5	19,8	18:24

ΘΕΣΗ 11			(X=6,80m)		
Περιβάλλον t			23,0		
Νερό δεξ. T			19,8		
	θέση οδηγού(cm)/h'	h(cm)	T(°C)	Time	
1	20	0,6	0,6	20,0	18:25
2	15,6	4,4	5	19,8	18:26

ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΚΑΜΠΥΛΗΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ					
ΕΙΔΟΣ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ : ΘΕΡΜΑΝΣΗ					
ΤΟΠΟΘΕΣΙΑ : ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΥΔΡΑΥΛΙΚΗΣ-ΣΥΝΔΟΣ			ΠΑΡΟΝΤΕΣ: Α.ΛΕΟΥΣΙΔΗΣ		
ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ/ΩΡΑ : 16.05.2021 /9:40			Β.ΝΙΚΗΦΟΡΙΔΗΣ		
ΥΛΙΚΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ			ΔΕΔΟΜΕΝΑ		
1)	ΚΑΝΑΛΙ ΝΕΡΟΥ		ΒΑΘΟΣ ΡΟΗΣ	5	
2)	ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ(ΚΙΒΩΤΙΟ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ ) 500Χ500mm		ΕΝΤΑΣΗ ΡΟΟΣΤΑΤΗ	3	
3)	2 ΛΑΜΠΕΣ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑΣ		ΑΡΧΙΚΗ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΝΕΡΟΥ	18,1	
4)	ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΟ ΘΕΡΜΟΜΕΤΡΟ		ΧΡΟΝΟΣ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΙΣΟΡΡΟΠΙΑΣ	1:42 min	
5)	ΡΟΟΣΤΑΤΗΣ		ΕΝΑΡΞΗ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ	11:40	
ΘΕΡΜΙΚΗ ΙΣΟΡΟΠΟΙΑ					
	TIME	TEMPERATURE		TIME	TEMPERATURE
1)	9:50	18,1		6)	11:32 22,5
2)	10:25	18,9		7)	11:42 22,5
3)	10:48	21,1		8)	
4)	11:05	21,9		9)	
5)	11:20	22,3		10)	

ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ											
*h' βήμα βύθισης ακιδας θεμόμετρου , h - βάθος μέτρησης θερμοκρασίας.											
ΘΕΣΗ 1			(X=0,04m)			ΘΕΣΗ 2			(X=0,50m)		
Περιβάλλον t			23,0			Περιβάλλον t			23,0		
Νερό δεξ. T			19,4			Νερό δεξ. T			19,4		
	θέση οδηγού(cm)/h'	h(cm)	T(°C)	Time		θέση οδηγού(cm)/h'	h(cm)	T(°C)	Time		
1	20	0,6	0,6	22,5	11:44	1	20	0,6	0,6	21,5	11:57
2	19,5	0,5	1,1	22,1	11:45	2	19,5	0,5	1,1	21,4	11:58
3	19	0,5	1,6	21,4	11:46	3	19	0,5	1,6	21,1	11:59
4	18	1	2,6	20,6	11:47	4	18	1	2,6	20,6	12:00
5	17	1	3,6	20,3	11:48	5	17	1	3,6	20,3	12:01
6	16	1	4,6	20,2	11:49	6	16	1	4,6	20,2	12:02
7	15,6	0,4	5,0	20,2	11:50	7	15,6	0,4	5,0	20,2	12:03
8	20		0,6	22,5	11:54	8	20		0,6	21,5	12:06

ΘΕΣΗ 3			(X=1,0m)			ΘΕΣΗ 4			(X=1,50m)		
Περιβάλλον t			23,0			Περιβάλλον t			23,0		
Νερό δεξ. T			19,4			Νερό δεξ. T			19,5		
	θέση οδηγού(cm)/h'	h(cm)	T(°C)	Time		θέση οδηγού(cm)/h'	h(cm)	T(°C)	Time		
1	20	0,6	0,6	20,8	12:08	1	20	0,6	0,6	20,6	12:20
2	19,5	0,5	1,1	20,8	12:09	2	19,5	0,5	1,1	20,6	12:21
3	19	0,5	1,6	20,7	12:10	3	19	0,5	1,6	20,5	12:22
4	18	1	2,6	20,5	12:11	4	18	1	2,6	20,3	12:23
5	17	1	3,6	20,5	12:12	5	17	1	3,6	20,2	12:24
6	16	1	4,6	20,1	12:13	6	16	1	4,6	20,1	12:25
7	15,6	0,4	5,0	20,1	12:14	7	15,6	0,4	5,0	20,1	12:26
8	20		0,6	20,8	12:18	8	20		0,6	20,6	12:29

Πίνακα 4.18 Μετρήσεις θέρμανσης σε βάθος ροής 5cm, ένταση 3



ΘΕΣΗ 5			(X=2,0m)			ΘΕΣΗ 6			(X=2,50m)		
Περιβάλλον t			23,0			Περιβάλλον t			23,0		
Νερό δεξ. T			19,5			Νερό δεξ. T			19,6		
	θέση οδηγού(cm)/h'	h(cm)	T(°C)	Time		θέση οδηγού(cm)/h'	h(cm)	T(°C)	Time		
1	20	0,6	0,6	20,4	13:02	1	20	0,6	0,6	20,3	13:13
2	19,5	0,5	1,1	20,4	13:03	2	19,5	0,5	1,1	20,3	13:14
3	19	0,5	1,6	20,3	13:04	3	19	0,5	1,6	20,2	13:15
4	18	1	2,6	20,2	13:05	4	18	1	2,6	20,2	13:16
5	17	1	3,6	20,1	13:06	5	17	1	3,6	20,1	13:17
6	16	1	4,6	20,1	13:07	6	16	1	4,6	20,0	13:18
7	15,6	0,4	5,0	20,1	13:08	7	15,6	0,4	5,0	20,0	13:19
8	20		0,6	20,4	13:10	8	20		0,6	20,3	13:22

ΘΕΣΗ 7			(X=3,0m)			ΘΕΣΗ 8			(X=3,50m)		
Περιβάλλον t			23,0			Περιβάλλον t			23,1		
Νερό δεξ. T			19,8			Νερό δεξ. T			19,8		
	θέση οδηγού(cm)/h'	h(cm)	T(°C)	Time		θέση οδηγού(cm)/h'	h(cm)	T(°C)	Time		
1	20	0,6	0,6	20,2	13:24	1	20	0,6	0,6	20,1	13:36
2	19,5	0,5	1,1	20,2	13:25	2	19,5	0,5	1,1	20,1	13:37
3	19	0,5	1,6	20,1	13:26	3	19	0,5	1,6	20,0	13:38
4	18	1	2,6	20,1	13:27	4	18	1	2,6	19,9	13:39
5	17	1	3,6	20,0	13:28	5	17	1	3,6	19,9	13:40
6	16	1	4,6	19,9	13:29	6	16	1	4,6	19,9	13:41
7	15,6	0,4	5,0	19,9	13:30	7	15,6	0,4	5,0	19,8	13:42
8	20		0,6	20,2	13:33	8	20		0,6	20,1	13:42

ΘΕΣΗ 9			(X=4,0m)			ΘΕΣΗ 10			(X=5,50m)		
Περιβάλλον t			23,1			Περιβάλλον t			23,1		
Νερό δεξ. T			19,8			Νερό δεξ. T			19,8		
	θέση οδηγού(cm)/h'	h(cm)	T(°C)	Time		θέση οδηγού(cm)/h'	h(cm)	T(°C)	Time		
1	20	0,6	0,6	20,0	13:44	1	20	0,6	0,6	20,0	13:47
2	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-
3	15,6	4,4	5	19,8	13:45	3	15,6	4,4	5	19,8	13:48

ΘΕΣΗ 11			(X=6,80m)		
Περιβάλλον t			23,1		
Νερό δεξ. T			19,8		
	θέση οδηγού(cm)/h'	h(cm)	T(°C)	Time	
1	20	0,6	0,6	20,0	13:50
2	15,6	4,4	5	19,8	13:51

ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΚΑΜΠΥΛΗΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ					
ΕΙΔΟΣ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ : ΘΕΡΜΑΝΣΗ					
ΤΟΠΟΘΕΣΙΑ : ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΥΔΡΑΥΛΙΚΗΣ-ΣΥΝΔΟΣ			ΠΑΡΟΝΤΕΣ: Α.ΛΕΟΥΣΙΔΗΣ		
ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ/ΩΡΑ : 14.05.2021 /14:00			Β.ΝΙΚΗΦΟΡΙΔΗΣ		
ΥΛΙΚΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ			ΔΕΔΟΜΕΝΑ		
1)	ΚΑΝΑΛΙ ΝΕΡΟΥ		ΒΑΘΟΣ ΡΟΗΣ	5	
2)	ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ(ΚΙΒΩΤΙΟ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ ) 500Χ500mm		ΕΝΤΑΣΗ ΡΟΟΣΤΑΤΗ	2	
3)	2 ΛΑΜΠΕΣ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑΣ		ΑΡΧΙΚΗ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΝΕΡΟΥ	18,0	
4)	ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΟ ΘΕΡΜΟΜΕΤΡΟ		ΧΡΟΝΟΣ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΙΣΟΡΡΟΠΙΑΣ	58 min	
5)	ΡΟΟΣΤΑΤΗΣ		ΕΝΑΡΞΗ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ	16:00	
ΘΕΡΜΙΚΗ ΙΣΟΡΡΟΠΙΑ					
	TIME	TEMPERATURE		TIME	TEMPERATURE
1)	14:35	18,00		6)	16:00 21,9
2)	14:58	18,9		7)	
3)	15:33	21,5		8)	
4)	15:40	21,9		9)	
5)	15:50	21,9		10)	

ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ											
*h' βήμα βύθισης ακιδας θεμόμετρου , h - βάθος μέτρησης θερμοκρασίας.											
ΘΕΣΗ 1			(X=0,04m)			ΘΕΣΗ 2			(X=0,50m)		
Περιβάλλον t			23,5			Περιβάλλον t			23,5		
Νερό δεξ. T			19,6			Νερό δεξ. T			19,6		
	θέση οδηγού(cm)/h'	h(cm)	T(°C)	Time		θέση οδηγού(cm)/h'	h(cm)	T(°C)	Time		
1	20	0,6	0,6	21,9	16:01	1	20	0,6	0,6	20,9	17:01
2	19,5	0,5	1,1	21,5	16:02	2	19,5	0,5	1,1	20,8	17:02
3	19	0,5	1,6	21,0	16:03	3	19	0,5	1,6	20,5	17:03
4	18	1	2,6	20,2	16:04	4	18	1	2,6	20,2	17:04
5	17	1	3,6	20,0	16:05	5	17	1	3,6	20,0	17:05
6	16	1	4,6	19,9	16:06	6	16	1	4,6	19,9	17:06
7	15,6	0,4	5,0	19,9	16:07	7	15,6	0,4	5,0	19,9	17:07
8	20		0,6	21,9	16:09	8	20		0,6	20,9	17:09

ΘΕΣΗ 3			(X=1,0m)			ΘΕΣΗ 4			(X=1,50m)		
Περιβάλλον t			23,5			Περιβάλλον t			23,5		
Νερό δεξ. T			19,6			Νερό δεξ. T			19,6		
	θέση οδηγού(cm)/h'	h(cm)	T(°C)	Time		θέση οδηγού(cm)/h'	h(cm)	T(°C)	Time		
1	20	0,6	0,6	20,5	17:11	1	20	0,6	0,6	20,2	17:23
2	19,5	0,5	1,1	20,5	17:12	2	19,5	0,5	1,1	20,2	17:24
3	19	0,5	1,6	20,4	17:13	3	19	0,5	1,6	20,1	17:25
4	18	1	2,6	20,2	17:14	4	18	1	2,6	20,1	17:26
5	17	1	3,6	20,0	17:15	5	17	1	3,6	20,0	17:27
6	16	1	4,6	19,9	17:16	6	16	1	4,6	19,9	17:28
7	15,6	0,4	5,0	19,9	17:17	7	15,6	0,4	5,0	19,8	17:29
8	20		0,6	20,5	17:20	8	20		0,6	20,2	17:32

Πίνακα 4.19 Μετρήσεις θέρμανσης σε βάθος ροής 5cm,ένταση 2

ΘΕΣΗ 5			(X=2,0m)			ΘΕΣΗ 6			(X=2,50m)		
Περιβάλλον t			23,5			Περιβάλλον t			23,5		
Νερό δεξ. T			19,6			Νερό δεξ. T			19,6		
	θέση οδηγού(cm)/h'	h(cm)	T(°C)	Time		θέση οδηγού(cm)/h'	h(cm)	T(°C)	Time		
1	20	0,6	0,6	20,1	17:33	1	20	0,6	0,6	20,0	17:48
2	19,5	0,5	1,1	20,1	17:34	2	19,5	0,5	1,1	20,0	17:49
3	19	0,5	1,6	20,0	17:35	3	19	0,5	1,6	20,0	17:50
4	18	1	2,6	20,0	17:36	4	18	1	2,6	19,9	17:51
5	17	1	3,6	19,9	17:37	5	17	1	3,6	19,8	17:52
6	16	1	4,6	19,8	17:38	6	16	1	4,6	19,8	17:53
7	15,6	0,4	5,0	19,8	17:39	7	15,6	0,4	5,0	19,8	17:54
8	20		0,6	20,1	17:45	8	20		0,6	20,0	17:55

ΘΕΣΗ 7			(X=3,0m)			ΘΕΣΗ 8			(X=3,50m)		
Περιβάλλον t			23,5			Περιβάλλον t			23,5		
Νερό δεξ. T			19,7			Νερό δεξ. T			19,8		
	θέση οδηγού(cm)/h'	h(cm)	T(°C)	Time		θέση οδηγού(cm)/h'	h(cm)	T(°C)	Time		
1	20	0,6	0,6	20,0	17:58	1	20	0,6	0,6	20,0	18:08
2	19,5	0,5	1,1	20,0	17:59	2	19,5	0,5	1,1	-	-
3	19	0,5	1,6	20,0	18:00	3	19	0,5	1,6	-	-
4	18	1	2,6	19,8	18:01	4	18	1	2,6	-	-
5	17	1	3,6	19,8	18:02	5	17	1	3,6	-	-
6	16	1	4,6	19,8	18:03	6	16	1	4,6	-	-
7	15,6	0,4	5,0	19,8	18:04	7	15,6	0,4	5,0	19,8	18:09
8	20		0,6	20,0	18:06	8	20		0,6	-	-

ΘΕΣΗ 9			(X=4,0m)			ΘΕΣΗ 10			(X=5,50m)		
Περιβάλλον t			23,5			Περιβάλλον t			23,5		
Νερό δεξ. T			19,8			Νερό δεξ. T			19,8		
	θέση οδηγού(cm)/h'	h(cm)	T(°C)	Time		θέση οδηγού(cm)/h'	h(cm)	T(°C)	Time		
1	20	0,6	0,6	20,0	18:11	1	20	0,6	0,6	20,0	18:15
2	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-
3	15,6	4,4	5	19,8	18:13	3	15,6	4,4	5	19,8	18:16

ΘΕΣΗ 11			(X=6,80m)		
Περιβάλλον t			23,5		
Νερό δεξ. T			19,8		
	θέση οδηγού(cm)/h'	h(cm)	T(°C)	Time	
1	20	0,6	0,6	20,0	18:18
2	15,6	4,4	5	19,8	18:19

ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΚΑΜΠΥΛΗΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ					
ΕΙΔΟΣ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ : ΘΕΡΜΑΝΣΗ					
ΤΟΠΟΘΕΣΙΑ : ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΥΔΡΑΥΛΙΚΗΣ-ΣΥΝΔΟΣ			ΠΑΡΟΝΤΕΣ: Α.ΛΕΟΥΣΙΔΗΣ		
ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ/ΩΡΑ : 14.05.2021 /10:00			Β.ΝΙΚΗΦΟΡΙΔΗΣ		
ΥΛΙΚΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ			ΔΕΔΟΜΕΝΑ		
1)	ΚΑΝΑΛΙ ΝΕΡΟΥ		ΒΑΘΟΣ ΡΟΗΣ	5	
2)	ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ(ΚΙΒΩΤΙΟ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ ) 500Χ500mm		ΕΝΤΑΣΗ ΡΟΟΣΤΑΤΗ	1	
3)	2 ΛΑΜΠΕΣ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑΣ		ΑΡΧΙΚΗ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΝΕΡΟΥ	18,0	
4)	ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΟ ΘΕΡΜΟΜΕΤΡΟ		ΧΡΟΝΟΣ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΙΣΟΡΡΟΠΙΑΣ	1:18 min	
5)	ΡΟΟΣΤΑΤΗΣ		ΕΝΑΡΞΗ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ	12:15	
ΘΕΡΜΙΚΗ ΙΣΟΡΡΟΠΙΑ					
	TIME	TEMPERATURE		TIME	TEMPERATURE
1)	10:08	18,8		6)	12:10 21,5
2)	10:34	19,9		7)	12:14
3)	10:57	20,5		8)	
4)	11:26	21,5		9)	
5)	11:53	21,5		10)	

ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ											
*h' βήμα βύθισης ακιδας θεμόμετρου , h - βάθος μέτρησης θερμοκρασίας.											
ΘΕΣΗ 1			(X=0,04m)				ΘΕΣΗ 2			(X=0,50m)	
Περιβάλλον t			23,7				Περιβάλλον t			23,7	
Νερό δεξ. T			19,8				Νερό δεξ. T			19,8	
	θέση οδηγού(cm)/h'	h(cm)	T(°C)	Time			θέση οδηγού(cm)/h'	h(cm)	T(°C)	Time	
1	20	0,6	0,6	21,5	12:16	1	20	0,6	0,6	21,2 12:28	
2	19,5	0,5	1,1	21,4	12:17	2	19,5	0,5	1,1	21,2 12:29	
3	19	0,5	1,6	21,4	12:18	3	19	0,5	1,6	21,2 12:30	
4	18	1	2,6	21,2	12:19	4	18	1	2,6	21,1 12:31	
5	17	1	3,6	21,1	12:20	5	17	1	3,6	21,0 12:32	
6	16	1	4,6	21,0	12:21	6	16	1	4,6	21,0 12:33	
7	15,6	0,4	5,0	21,0	12:22	7	15,6	0,4	5,0	21,0 12:34	
8	20		0,6	21,5	12:25	8	20		0,6	21,2 12:37	

ΘΕΣΗ 3			(X=1,0m)				ΘΕΣΗ 4			(X=1,50m)	
Περιβάλλον t			23,7				Περιβάλλον t			23,7	
Νερό δεξ. T			19,8				Νερό δεξ. T			19,8	
	θέση οδηγού(cm)/h'	h(cm)	T(°C)	Time			θέση οδηγού(cm)/h'	h(cm)	T(°C)	Time	
1	20	0,6	0,6	21,1	12:41	1	20	0,6	0,6	21,0 12:51	
2	19,5	0,5	1,1	21,1	12:42	2	19,5	0,5	1,1	21,0 12:52	
3	19	0,5	1,6	21,1	12:43	3	19	0,5	1,6	20,9 12:53	
4	18	1	2,6	21,0	12:44	4	18	1	2,6	20,9 12:54	
5	17	1	3,6	19,9	12:45	5	17	1	3,6	20,9 12:55	
6	16	1	4,6	19,9	12:46	6	16	1	4,6	20,8 12:56	
7	15,6	0,4	5,0	19,9	12:47	7	15,6	0,4	5,0	20,8 12:57	
8	20		0,6	20,5	12:49	8	20		0,6	21,0 13:00	

Πίνακα 4.20 Μετρήσεις θέρμανσης σε βάθος ροής 5cm,ένταση 1

ΘΕΣΗ 5			(X=2,0m)			ΘΕΣΗ 6			(X=2,50m)		
Περιβάλλον t			23,7			Περιβάλλον t			23,7		
Νερό δεξ. T			19,8			Νερό δεξ. T			19,8		
	θέση οδηγού(cm)/h'	h(cm)	T(°C)	Time		θέση οδηγού(cm)/h'	h(cm)	T(°C)	Time		
1	20	0,6	0,6	20,9	13:02	1	20	0,6	0,6	20,9	13:13
2	19,5	0,5	1,1	20,9	13:03	2	19,5	0,5	1,1	20,9	13:14
3	19	0,5	1,6	20,9	13:04	3	19	0,5	1,6	20,9	13:15
4	18	1	2,6	20,9	13:05	4	18	1	2,6	20,9	13:16
5	17	1	3,6	20,9	13:06	5	17	1	3,6	20,9	13:17
6	16	1	4,6	20,8	13:07	6	16	1	4,6	20,8	13:18
7	15,6	0,4	5,0	20,8	13:08	7	15,6	0,4	5,0	20,8	13:19
8	20		0,6	20,9	13:10	8	20		0,6	20,9	13:21

ΘΕΣΗ 7			(X=3,0m)			ΘΕΣΗ 8			(X=3,50m)		
Περιβάλλον t			23,7			Περιβάλλον t			23,7		
Νερό δεξ. T			19,9			Νερό δεξ. T			19,9		
	θέση οδηγού(cm)/h'	h(cm)	T(°C)	Time		θέση οδηγού(cm)/h'	h(cm)	T(°C)	Time		
1	20	0,6	0,6	20,9	13:23	1	20	0,6	0,6	20,9	13:27
2	19,5	0,5	1,1	-	-	2	19,5	0,5	1,1	-	-
3	19	0,5	1,6	-	-	3	19	0,5	1,6	-	-
4	18	1	2,6	-	-	4	18	1	2,6	-	-
5	17	1	3,6	-	-	5	17	1	3,6	-	-
6	16	1	4,6	-	-	6	16	1	4,6	-	-
7	15,6	0,4	5,0	20,8	13:24	7	15,6	0,4	5,0	20,8	13:28
8	20		-	-	-	8	20		0,6	-	-

ΘΕΣΗ 9			(X=4,0m)			ΘΕΣΗ 10			(X=5,50m)		
Περιβάλλον t			23,8			Περιβάλλον t			23,8		
Νερό δεξ. T			19,9			Νερό δεξ. T			19,9		
	θέση οδηγού(cm)/h'	h(cm)	T(°C)	Time		θέση οδηγού(cm)/h'	h(cm)	T(°C)	Time		
1	20	0,6	0,6	20,9	13:31	1	20	0,6	0,6	20,9	13:36
2	-	-	-	-	-	2	17	3	3,6	20,7	13:37
3	15,6	4,4	5	20,8	13:32	3	15,6	1,4	5	20,5	13:41
ΘΕΣΗ 11			(X=6,80m)								
Περιβάλλον t			23,8								
Νερό δεξ. T			19,9								
	θέση οδηγού(cm)/h'	h(cm)	T(°C)	Time							
1	20	0,6	0,6	20,8	13:43						
2	19	1	1,6	20,6	13:44						
3	18	1	2,6	20,4	13:45						
4	17	1	3,6	20,2	13:46						
5	16	1	4,6	20,0	13:47						
6	15,6	0,4	5	19,9	13:48						

#### 4.2.5 Ψύξη Βάθος ροής 20 cm.

Η μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν στο υδραυλικό κανάλι με το φαινόμενο της ψύξης και δίνονται παρακάτω οι πίνακες με τα αποτελέσματα σε διάφορα βάθη ροής.

ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΚΑΜΠΥΛΗΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ											
ΕΙΔΟΣ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ : ΨΥΞΗ											
ΤΟΠΟΘΕΣΙΑ : ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΥΔΡΑΥΛΙΚΗΣ-ΣΥΝΔΟΣ						ΠΑΡΟΝΤΕΣ:			Α.ΛΕΟΥΣΙΔΗΣ		
ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ/ΩΡΑ :						29.06.2021 / 10:45			Β.ΝΙΚΗΦΟΡΙΔΗΣ		
ΥΛΙΚΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ						ΔΕΔΟΜΕΝΑ					
1)	ΚΑΝΑΛΙ ΝΕΡΟΥ					ΒΑΘΟΣ ΡΟΗΣ			20		
2)	ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ(ΚΙΒΩΤΙΟ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ ) 500Χ500mm										
3)						ΑΡΧΙΚΗ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΝΕΡΟΥ			24,1		
4)	ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΟ ΘΕΡΜΟΜΕΤΡΟ					ΧΡΟΝΟΣ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΙΣΟΡΡΟΠΙΑΣ			20 min		
5)						ΕΝΑΡΞΗ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ			12:37		
ΘΕΡΜΙΚΗ ΙΣΟΡΡΟΠΙΑ											
	TIME		TEMPERATURE				TIME		TEMPERATURE		
1)	10:33		24,1/23,2			6)					
2)	10:53		24,8/23,2			7)					
3)						8)					
4)						9)					
5)						10)					
ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ											
*h' βήμα βύθισης ακιδας θεμόμετρου , h - βάθος μέτρησης θερμοκρασίας.											
ΘΕΣΗ 1						ΘΕΣΗ 2					
(X=0,04m)						(X=0,50m)					
Περιβάλλον t						Περιβάλλον t					
29,5						29,5					
Νερό δεξ. T						Νερό δεξ. T					
24,1						24,1					
	θέση οδηγού(cm)/h'		h(cm)	T(°C)	Time		θέση οδηγού(cm)/h'		h(cm)	T(°C)	Time
1	35	0,6	0,6	24,4	12:38	1	35	0,6	0,6	24,7	12:57
2	34	1	1,6	24,4	12:39	2	34	1	1,6	24,5	12:58
3	33	1	2,6	24,2	12:40	3	33	1	2,6	24,2	12:59
4	31	2	4,6	24	12:41	4	31	2	4,6	24	13:00
5	29	2	6,6	23,7	12:42	5	29	2	6,6	23,8	13:01
6	26	3	9,6	23,4	12:43	6	26	3	9,6	23,5	13:02
7	23	3	12,6	23,3	12:44	7	23	3	12,6	23,4	13:03
8	19	4	16,6	23,3	12:45	8	19	4	16,6	23,3	13:04
9	15,6	3,4	20,0	23,2	12:46	9	15,6	3,4	20	23,2	13:05
10	35		0,6	24,4	12:52	10	35		0,6	24,7	13:08
ΘΕΣΗ 3						ΘΕΣΗ 4					
(X=1,0m)						(X=1,50m)					
Περιβάλλον t						Περιβάλλον t					
29,5						16,2					
Νερό δεξ. T						Νερό δεξ. T					
24,1						15,4					
	θέση οδηγού(cm)/h'		h(cm)	T(°C)	Time		θέση οδηγού(cm)/h'		h(cm)	T(°C)	Time
1	35	0,6	0,6	24,9	13:12	1	35	0,6	0,6	24,7	13:38
2	34	1	1,6	24,5	13:13	2	34	1	1,6	24,4	13:39
3	33	1	2,6	24,3	13:14	3	33	1	2,6	24,3	13:40
4	31	2	4,6	24,1	13:15	4	31	2	4,6	24,0	13:41
5	29	2	6,6	23,8	13:16	5	29	2	6,6	23,9	13:42
6	26	3	9,6	23,5	13:17	6	26	3	9,6	23,6	13:43
7	23	3	12,6	23,4	13:18	7	23	3	12,6	23,5	13:44
8	19	4	16,6	23,4	13:19	8	19	4	16,6	23,4	13:45
9	15,6	3,4	20	23,4	13:20	9	15,6	3,4	20	23,4	13:46
10	35		0,6	23,4	13:23	10	35		0,6	24,7	13:49

Πίνακα 4.21 Μετρήσεις ψύξης σε βάθος ροής 20cm

#### 4.2.6 Ψύξη Βάθος ροής 15 cm.

ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΚΑΜΠΥΛΗΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ											
ΕΙΔΟΣ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ : ΨΥΞΗ											
ΤΟΠΟΘΕΣΙΑ : ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΥΔΡΑΥΛΙΚΗΣ-ΣΥΝΔΟΣ					ΠΑΡΟΝΤΕΣ:		Α.ΛΕΟΥΣΙΔΗΣ				
ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ/ΩΡΑ :			29.06.2021 / 9:02			Β.ΝΙΚΗΦΟΡΙΔΗΣ					
ΥΛΙΚΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ						ΔΕΔΟΜΕΝΑ					
1)	ΚΑΝΑΛΙ ΝΕΡΟΥ					ΒΑΘΟΣ ΡΟΗΣ		15			
2)	ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ(ΚΙΒΩΤΙΟ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ ) 500Χ500mm										
3)						ΑΡΧΙΚΗ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΝΕΡΟΥ		23,0			
4)	ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΟ ΘΕΡΜΟΜΕΤΡΟ					ΧΡΟΝΟΣ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΙΣΟΡΡΟΠΙΑΣ		20 min			
5)						ΕΝΑΡΞΗ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ		12:37			
ΘΕΡΜΙΚΗ ΙΣΟΡΡΟΠΙΑ											
	TIME		TEMPERATURE				TIME		TEMPERATURE		
1)	12:24		23,4			6)					
2)	12:27		22,4			7)					
3)	12:33		22,8/25,0			8)					
4)	12:37		23,2/25/5			9)					
5)						10)					
ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ											
*h' βήμα βύθισης ακίδας θεμόμετρου , h - βάθος μέτρησης θερμοκρασίας.											
ΘΕΣΗ 1			(X=0,04m)			ΘΕΣΗ 2			(X=0,50m)		
Περιβάλλον t			30,3			Περιβάλλον t			30,3		
Νερό δεξ. T			23,0			Νερό δεξ. T			23,0		
	θέση οδηγού(cm)/h'		h(cm)	T(°C)	Time		θέση οδηγού(cm)/h'		h(cm)	T(°C)	Time
1	30	0,6	0,6	25,5	12:52	1	30	0,6	0,6	25,5	13:05
2	29	1	1,6	25,3	12:53	2	29	1,6	1,6	25,3	13:06
3	28	1	2,6	25,0	12:54	3	28	2,6	2,6	25	13:07
4	27	1	3,6	24,7	12:55	4	27	3,6	4,6	24,8	13:08
5	25	2	5,6	24,2	12:56	5	25	5,6	6,6	24,2	13:09
6	23	2	7,6	23,6	12:57	6	23	7,6	9,6	23,6	13:10
7	20	3	10,6	23,5	12:58	7	20	10,6	12,6	23,5	13:11
8	15,6	4,4	15	23,4	12:59	8	15,6	15	16,6	23,5	13:12
9	30		0,6	25,5	13:02	9	30		0,6	25,5	13:16
ΘΕΣΗ 3			(X=1,0m)								
Περιβάλλον t			30,3								
Νερό δεξ. T			23,0								
	θέση οδηγού(cm)/h'		h(cm)	T(°C)	Time						
1	30	0,6	0,6	25,4	13:20						
2	29	1	1,6	25,2	13:22						
3	28	1	2,6	25,0	13:23						
4	27	1	3,6	24,8	13:24						
5	25	2	5,6	24,1	13:25						
6	23	2	7,6	23,6	13:26						
7	20	3	10,6	23,5	13:27						
8	15,6	4,4	15	23,5	13:28						
10	30		0,6	25,4	13:35						

Πίνακα 4.22 Μετρήσεις ψυξης σε βάθος ροής 15cm

#### 4.2.7 Ψύξη Βάθος ροής 10 cm.

ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΚΑΜΠΥΛΗΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ															
ΕΙΔΟΣ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ : ΨΥΞΗ															
ΤΟΠΟΘΕΣΙΑ : ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΥΔΡΑΥΛΙΚΗΣ-ΣΥΝΔΟΣ						ΠΑΡΟΝΤΕΣ:			Α.ΛΕΟΥΣΙΔΗΣ						
ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ/ΩΡΑ :				28.06.2021 / 12.00				Β.ΝΙΚΗΦΟΡΙΔΗΣ							
ΥΛΙΚΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ						ΔΕΔΟΜΕΝΑ									
1) ΚΑΝΑΛΙ ΝΕΡΟΥ						ΒΑΘΟΣ ΡΟΗΣ			10						
2) ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ(ΚΙΒΩΤΙΟ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ ) 500X500mm															
3)						ΑΡΧΙΚΗ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΝΕΡΟΥ			23,0						
4) ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΟ ΘΕΡΜΟΜΕΤΡΟ						ΧΡΟΝΟΣ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΙΣΟΡΡΟΠΙΑΣ			5 min						
5)						ΕΝΑΡΞΗ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ			12:44						
ΘΕΡΜΙΚΗ ΙΣΟΡΡΟΠΙΑ															
TIME		TEMPERATURE				TIME		TEMPERATURE							
1)	12:38	23,5/22,0				6)									
2)	12:41	21,6				7)									
3)						8)									
4)						9)									
5)						10)									
ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ															
*h' βήμα βύθισης ακιδας θεμόμετρου , h - βάθος μέτρησης θερμοκρασίας.															
ΘΕΣΗ 1						ΘΕΣΗ 2									
(X=0,04m)						(X=0,50m)									
Περιβάλλον t						Περιβάλλον t									
30,1						30,1									
Νερό δεξ. T						Νερό δεξ. T									
23,5						23,5									
θέση οδηγού(cm)/h'		h(cm)		T(°C)		Time		θέση οδηγού(cm)/h'		h(cm)		T(°C)		Time	
1	25	0,6	0,6	23,6	12:45	1	25	0,6	0,6	24,8	13:00				
2	24	1	1,6	23,5	12:46	2	24	1	1,6	24,7	13:01				
3	23	1	2,6	23,2	12:47	3	23	1	2,6	24,4	13:02				
4	22	1	3,6	22,8	12:48	4	22	1	3,6	23,9	13:03				
5	21	1	4,6	22,4	12:49	5	21	1	4,6	23,1	13:04				
6	20	1	5,6	22,1	12:50	6	20	1	5,6	22,5	13:05				
7	19	1	6,6	22,1	12:51	7	19	1	6,6	22,4	13:06				
8	15,6	3,4	10	21,8	12:52	8	15,6	3,4	10	22,1	13:07				
9	25		0,6	23,6	12:55	9	25		0,6	24,8	13:10				
ΘΕΣΗ 3															
(X=1,0m)															
Περιβάλλον t															
30,1															
Νερό δεξ. T															
23,5															
θέση οδηγού(cm)/h'		h(cm)		T(°C)		Time									
1	25	0,6	0,6	25,1	13:18										
2	24	1	1,6	25,1	13:19										
3	23	1	2,6	24,8	13:20										
4	22	1	3,6	24,4	13:21										
5	21	1	4,6	23,6	13:22										
6	20	1	5,6	22,8	13:23										
7	19	1	6,6	22,5	13:24										
8	15,6	3,4	10	22,2	13:25										
10	25		0,6	25,1	13:28										

Πίνακα 4.23 Μετρήσεις ψυξης σε βάθος ροής 10cm



#### 4.2.8 Ψύξη Βάθος ροής 5 cm.

ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΚΑΜΠΥΛΗΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ											
ΕΙΔΟΣ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ : ΨΥΞΗ											
ΤΟΠΟΘΕΣΙΑ : ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΥΔΡΑΥΛΙΚΗΣ-ΣΥΝΔΟΣ						ΠΑΡΟΝΤΕΣ:			Α.ΛΕΟΥΣΙΔΗΣ		
ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ/ΩΡΑ : 28.06.2021 / 12.00									Β.ΝΙΚΗΦΟΡΙΔΗΣ		
ΥΛΙΚΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ						ΔΕΔΟΜΕΝΑ					
1)	ΚΑΝΑΛΙ ΝΕΡΟΥ					ΒΑΘΟΣ ΡΟΗΣ			5		
2)	ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ(ΚΙΒΩΤΙΟ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ ) 500X500mm										
3)						ΑΡΧΙΚΗ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΝΕΡΟΥ			24,5		
4)	ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΟ ΘΕΡΜΟΜΕΤΡΟ					ΧΡΟΝΟΣ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΙΣΟΡΡΟΠΙΑΣ			5 min		
5)						ΕΝΑΡΞΗ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ			12:15		
ΘΕΡΜΙΚΗ ΙΣΟΡΡΟΠΙΑ											
	TIME		TEMPERATURE				TIME		TEMPERATURE		
1)	12:10		23,5			6)					
2)	12:15		20,2			7)					
3)						8)					
4)						9)					
5)						10)					
ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ											
*h' βήμα βύθισης ακιδας θεμόμετρου , h - βάθος μέτρησης θερμοκρασίας.											
ΘΕΣΗ 1						ΘΕΣΗ 2					
(X=0,04m)						(X=0,50m)					
Περιβάλλον t						30,7					
Νερό δεξ. T						23,8					
	θέση οδηγού(cm)/h'		h(cm)	T(°C)	Time		θέση οδηγού(cm)/h'		h(cm)	T(°C)	Time
1	20	0,6	0,6	24,1	12:16	1	20	0,6	0,6	24,3	12:28
2	19,5	0,5	1,1	23,9	12:17	2	19,5	0,5	1,1	24,1	12:29
3	19	0,5	1,6	23,4	12:18	3	19	0,5	1,6	23,7	12:30
4	18	1	2,6	21,2	12:19	4	18	1	2,6	22,1	12:31
5	17	1	3,6	20,4	12:20	5	17	1	3,6	20,9	12:32
6	16	1	4,6	20,2	12:21	6	16	1	4,6	20,5	12:33
7	15,6	0,4	5,0	20,2	12:22	7	15,6	0,4	5,0	20,4	12:34
8	20		0,6	24,1	12:25	8	20		0,6	24,3	12:37
ΘΕΣΗ 3											
(X=1,0m)											
Περιβάλλον t											
Νερό δεξ. T											
	θέση οδηγού(cm)/h'		h(cm)	T(°C)	Time						
1	20	0,6	0,6	24,5	12:41						
2	19,5	0,5	1,1	24,3	12:42						
3	19	0,5	1,6	24,0	12:43						
4	18	1	2,6	22,8	12:44						
5	17	1	3,6	21,4	12:45						
6	16	1	4,6	20,9	12:46						
7	15,6	0,4	5,0	20,8	12:47						
8	20		0,6	20,5	12:49						

Πίνακα 4.24 Μετρήσεις ψυξης σε βάθος ροής 5cm

### 4.3 ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΠΥΚΝΟΤΗΤΑΣ -ΘΕΣΜΟΚΡΑΣΙΑΣ.

#### 4.3.1 Εισαγωγή.

Η πυκνότητα ενός σώματος επηρεάζεται από τις συνθήκες θερμοκρασίας και πίεσης λόγω μεταβολής του όγκου. Στην περίπτωση των υγρών η πυκνότητα επηρεάζεται μόνο από την θερμοκρασία. Γι' αυτό η πυκνότητα ενός υγρού πρέπει να αναφέρεται σε ορισμένη θερμοκρασία. Όταν η πυκνότητα του υγρού είναι μικρότερη από  $1 \text{ g/mL}$  τότε τα χρησιμοποιούμενα όργανα ονομάζονται *αραιόμετρα* και η βαθμολόγησή τους γίνεται σε κλίμακα μικρότερη του  $1 \text{ g/mL}$ . Αντίστροφα για υγρά με πυκνότητα μεγαλύτερη από  $1 \text{ g/mL}$  (βαρύτερα από το νερό) χρησιμοποιούνται τα *πυκνόμετρα*. [16]

Η εύρεση της πυκνότητας των υγρών είναι δυνατόν να γίνει με μεθόδους που στηρίζονται στη μέτρηση της μάζας ή του βάρους ορισμένου όγκου του υγρού ή στην εύρεση της άνωσης. Στην πρώτη περίπτωση ανήκει η γνωστή μέθοδος της ληκύθου, ενώ στην δεύτερη στηρίζεται η μέθοδος των εμβαπτιζόμενων **πυκνομέτρων και αραιομέτρων**.

Στις μετρήσεις που εκτελούνται προσδιορίζεται καμπύλη πυκνότητας και θερμοκρασίας. Επειδή είναι αδύνατον να μετρηθεί μέσα στο κανάλι, υπάρχει στη διάθεση του εργαστηρίου μια ιδιόχειρη κατασκευή (Σχήμα 4.3) που αποτελείται από μονωμένα δοχεία μεγέθους 500ml τα οποία έχουν ελάχιστες απώλειες θερμοκρασιών. Σε αυτά τα δοχεία πραγματοποιείται ανάμιξη ζεστού και νερού της βρύσης και ξεχωριστά κρύου με το νερό της βρύσης.



Σχήμα 4.3 Ιδιόχειρα μονωμένα δοχεία.

## ΟΡΓΑΝΑ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ ΠΟΥ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΘΗΚΑΝ.

1. *Εργαστηριακό θερμόμετρο* - με βαθμό ακρίβειας 0,1 ° C.
2. *Αραιόμετρο* - ακριβείας κάτω της μονάδας.
3. *Πυκνόμετρο* – ακριβείας πάνω της μονάδας.
4. *Δοσομετρητή* - για ακριβή ανάμιξη σε κάθε δοχείο.

## ΒΗΜΑΤΑ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ.

1. Βράζεται νερό με το βραστήρα στους 100°C.
2. Το πρώτο δοχείο γεμίζετε μόνο νερό της βρύσης για να μετρηθεί αρχική πυκνότητα και θερμοκρασία .
3. Σε κάθε επόμενο δοχείο γεμίζετε από 10 ml παραπάνω ζεστού νερού και συμπληρώνεται με το νερό βρύσης.
4. Μετά την ανάμιξη, σε κάθε δοχείο μετρούνται θερμοκρασία και πυκνότητα.

Η διαδικασία μετρήσεων πυκνότητας θερμοκρασίας με κρύο νερό είναι ίδια με διαφορά ότι ανά δοχείο γεμίζετε 70 ml κρύου νερού.

### 4.3.2 Μετρήσεις στα ιδιόχειρα μονωμένα δοχεία για προσδιορισμό της σχέσης πυκνότητας - θερμοκρασίας (ρ-T).

ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΚΑΜΠΥΛΗΣ ΠΥΚΝΟΤΗΤΑΣ(ρ)-ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ(T)					
ΤΟΠΟΘΕΣΙΑ :		ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΥΔΡΑΥΛΙΚΗΣ-ΣΥΝΔΟΣ		ΠΑΡΟΝΤΕΣ:	
ΗΜΕΡΟΜΕΝΙΑ/ΩΡΑ :		04.04.2021 /11:30 - 13.30		Α.ΛΕΟΥΣΙΔΗΣ	
ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ :		17,6° C		Β.ΝΙΚΗΦΟΡΙΔΗΣ	
ΣΕΙΡΑ ΜΕΤΡΗΣΗΣ:		4			
<b>1<sup>ος</sup> Πίνακας μετρήσεων πυκνότητας (με προσθήκη ζεστό νερό)</b>					
Συσκευή-πυκνόμετρο	Νερό βρύσης (ml)	Ζεστό νερό (ml)	θερμοκρασία ° C	Πυκνότητα ρ(kg/m3)	Χρόνος μέτρηση σε min:sec
Δοχείο 1	500	-	17,2	0,9975	0:00
Δοχείο 2	490	10	17,6	0,9975	
Δοχείο 3	480	20	18,0	0,9975	
Δοχείο 4	470	30	19,1	0,9970	
Δοχείο 5	460	40	20,2	0,9970	
Δοχείο 6	450	50	21,2	0,9965	
Δοχείο 7	440	60	22,4	0,9965	
Δοχείο 8	430	70	23,6	0,9960	14:10
<b>2<sup>ος</sup> Πίνακας μετρήσεων πυκνότητας (με προσθήκη κρύου νερό)</b>					
Συσκευή-πυκνόμετρο	Νερό βρύσης (ml)	κρύο νερό (ml)	θερμοκρασία ° C	Πυκνότητα ρ(kg/m3)	Χρόνος μέτρηση σε min:sec
Δοχείο 1	500	-	17,7	0,9975	0:00
Δοχείο 2	430	70	16,1	0,9985	
Δοχείο 3	360	140	14,1	0,9985	
Δοχείο 4	290	210	12,4	0,9990	
Δοχείο 5	220	280	10,2	0,9990	
Δοχείο 6	100	400	8,5	0,9995	
Δοχείο 7	20	480	5,8	1,0000	
Δοχείο 8	0	500	4,4	1,0000	12:30

**Πίνακα 4.25 Μετρήσεις Πυκνότητας-Θερμοκρασίας**

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5° ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΩΝ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ.

### 5.1 Εισαγωγή.

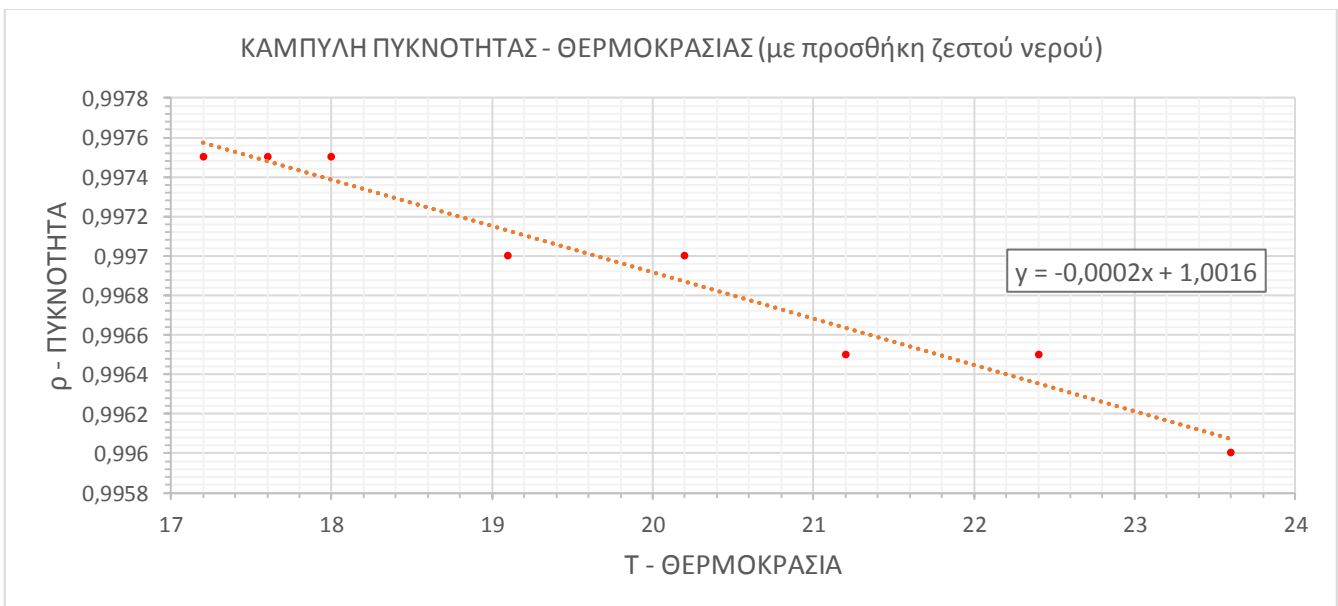
Θα προσδιοριστεί και καμπύλη πυκνότητας-θερμοκρασίας (P-T) σε μια υδροκατασκευή του εργαστηρίου με στόχο να προσδιοριστεί η σχέση μεταξύ πυκνότητας και θερμοκρασίας σε συνδυασμό με τις πειραματικές μέτρησης στο υδραυλικό κανάλι που θα προσδιοριστεί η καμπύλη θερμοκρασία-βάθους (T-H) για να σχηματιστεί βασική συνάρτηση της πυκνότητας -βάθους (P-H).

Στα διαγράμματα που ακολουθούν παρουσιάζονται καμπύλες που προκύπτουν από τα αποτελέσματα πειραματικών μετρήσεων στην παράγραφο 4.2. Τα διαγράμματα στο (Σχήματα 5.1 , 5.2 ) είναι γραφική παράσταση της μεταβολής της πυκνότητας σε συνάρτηση με τη θερμοκρασία ενώ τα επόμενα είναι εκθετική συνάρτηση θερμοκρασία - βάθος. Τα διαγράμματα προκύπτουν με χρήση του προγράμματος Excel.

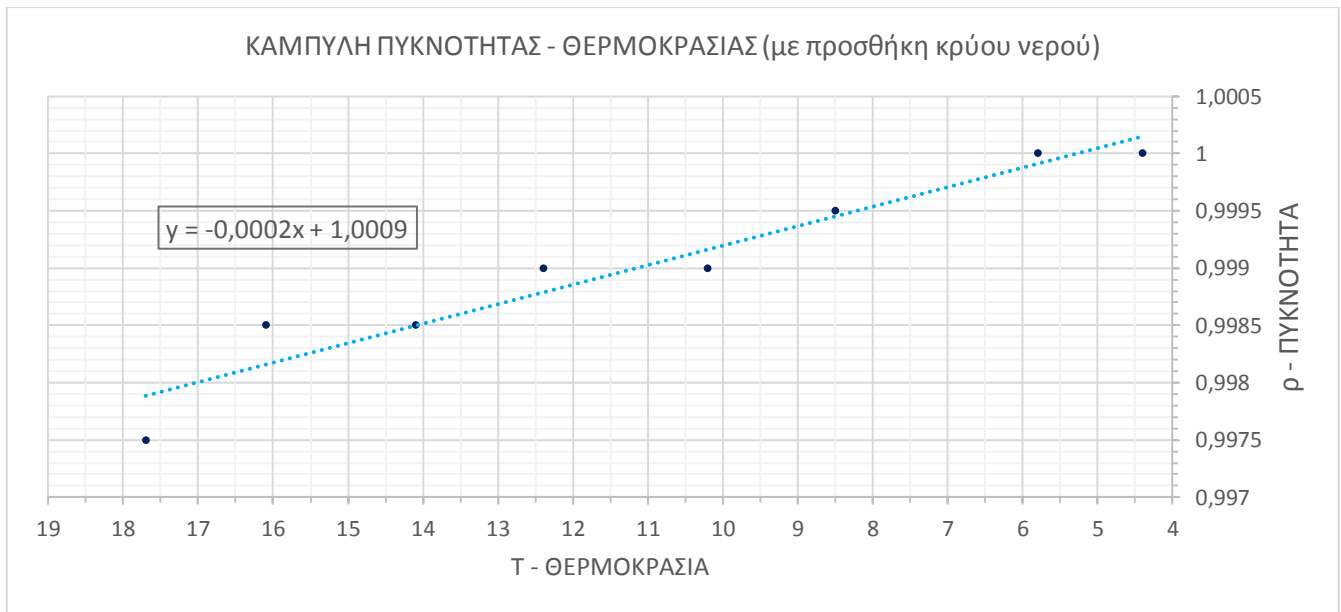
Ο κύριος σκοπός αυτής της μελέτης είναι να μετρήσει την επίδραση των αλλαγών θερμοκρασίας στην πυκνότητα ενός υγρού, η οποία με τη σειρά της προκαλεί την κίνηση του υγρού. Η ακόλουθη ενότητα 5.4 παρουσιάζει τις θερμικές καμπύλες που απεικονίζουν μετακίνηση μάζας νερού ανάλογα τη θερμοκρασία από την αρχική θέση προς το τέλος του καναλιού.

### 5.2 ΚΑΜΠΥΛΗ ΠΥΚΝΟΤΗΤΑΣ-ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ.

Η συγκεκριμένη γραφική παράσταση πραγματοποιήθηκε από το πείραμα μέτρησης πυκνότητας – θερμοκρασίας (Κεφάλαιο 4.3.2)



Καμπύλη 5.1 ΠΥΚΝΟΤΗΤΑΣ-ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ.

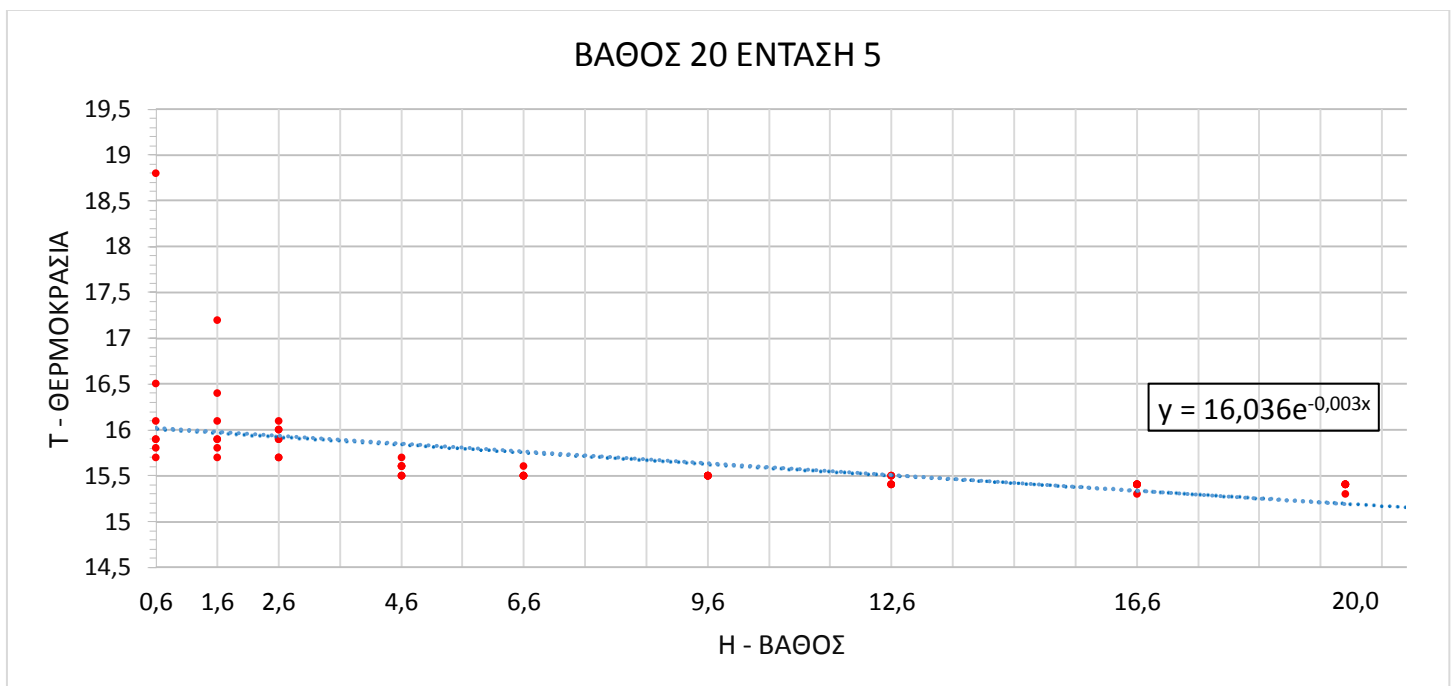


**Καμπύλη 5.2 ΠΥΚΝΟΤΗΤΑΣ-ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ.**

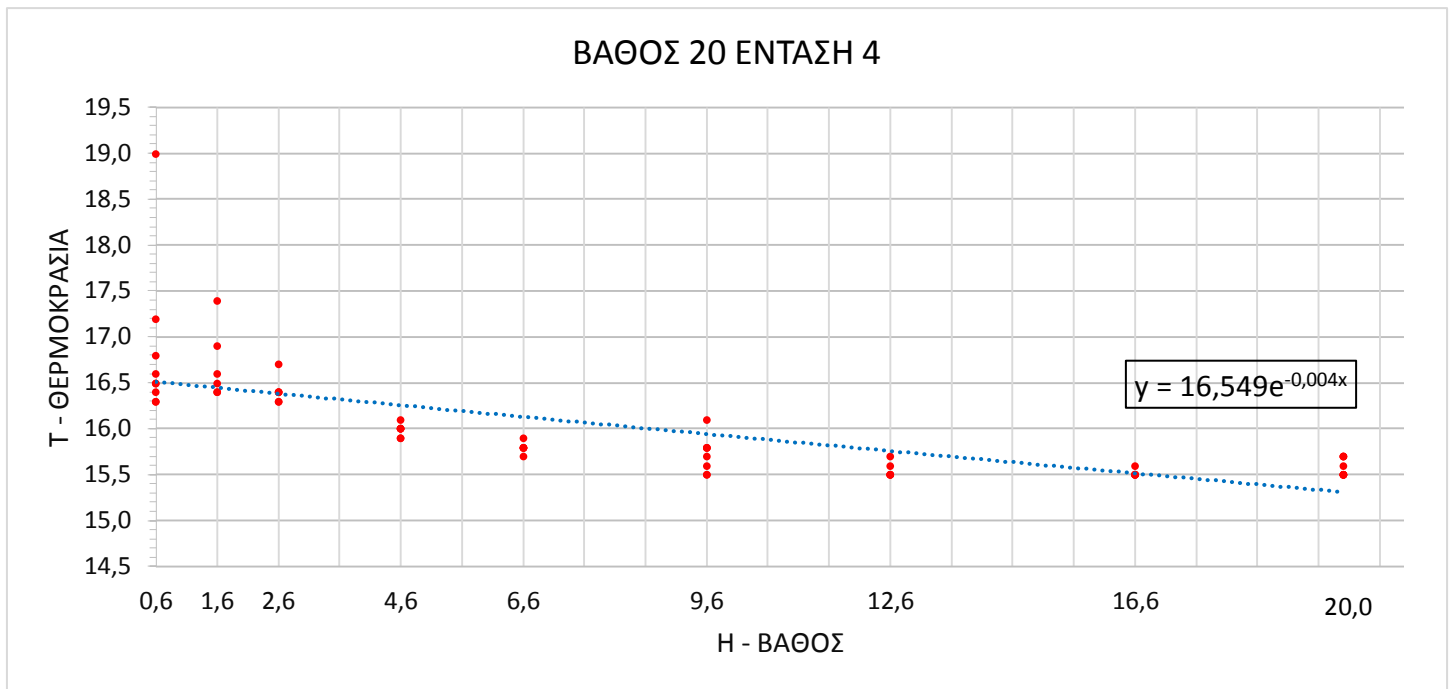
### 5.3 ΚΑΜΠΥΛΕΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ – ΒΑΘΟΥΣ.

#### 5.3.1 Θέρμανση βάθος 20 cm.

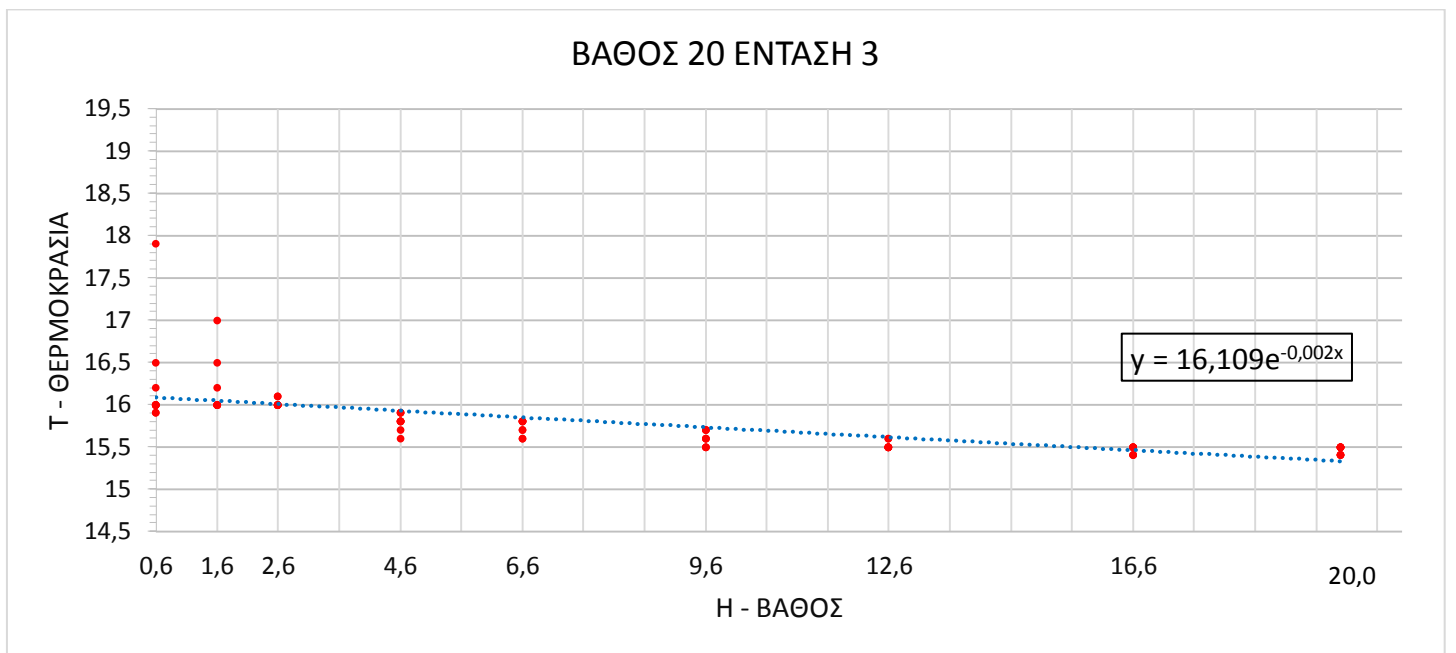
Οι παρακάτω καμπύλες παράχθηκαν από πειραματικές μετρήσεις στο (κεφαλαίο 4.2)



**Καμπύλη 5.3 Θερμοκράσια – Βάθους.**

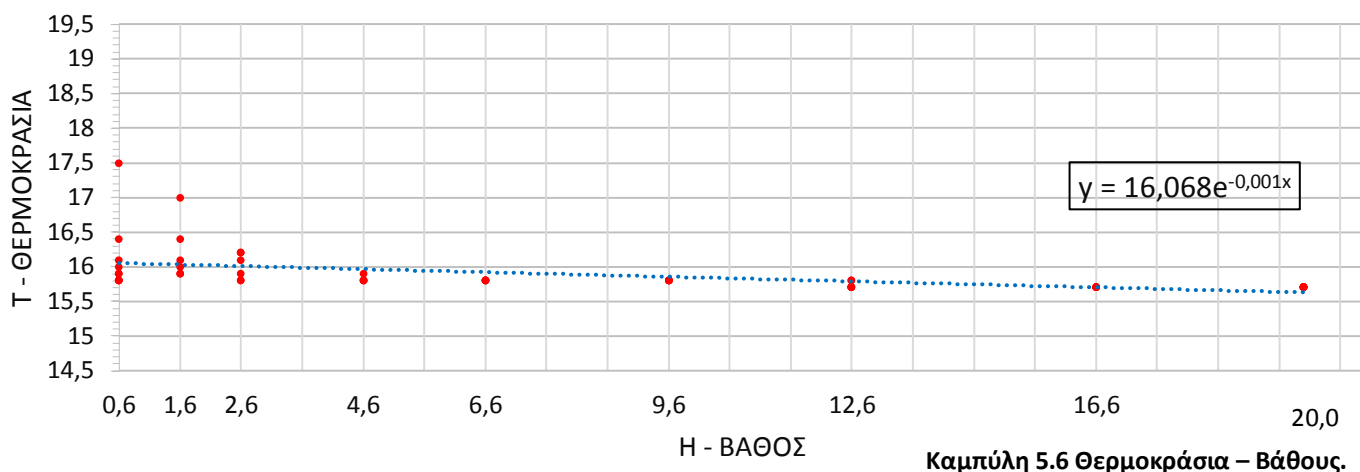


**Καμπύλη 5.4 Θερμοκράσια – Βάθους.**

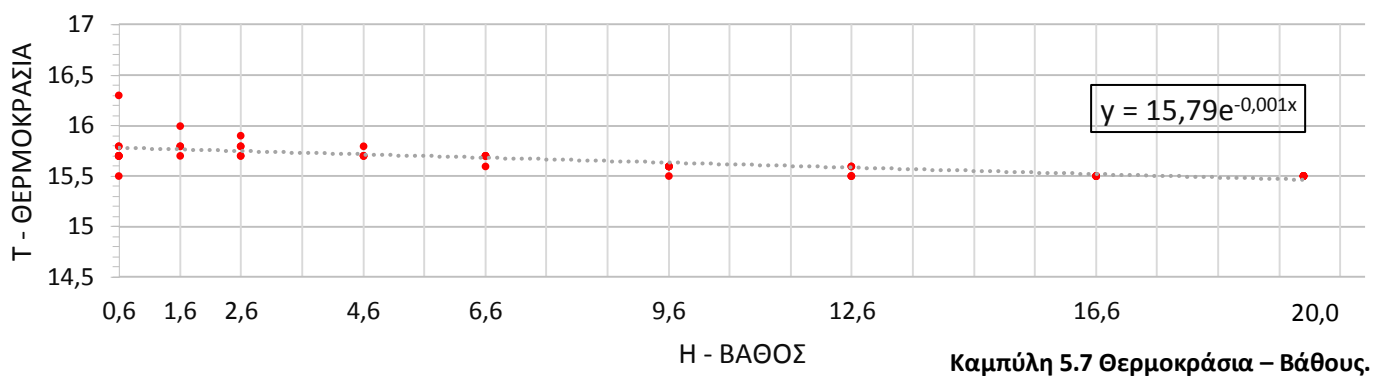


**Καμπύλη 5.5 Θερμοκράσια – Βάθους.**

### ΒΑΘΟΣ 20 ΕΝΤΑΣΗ 2

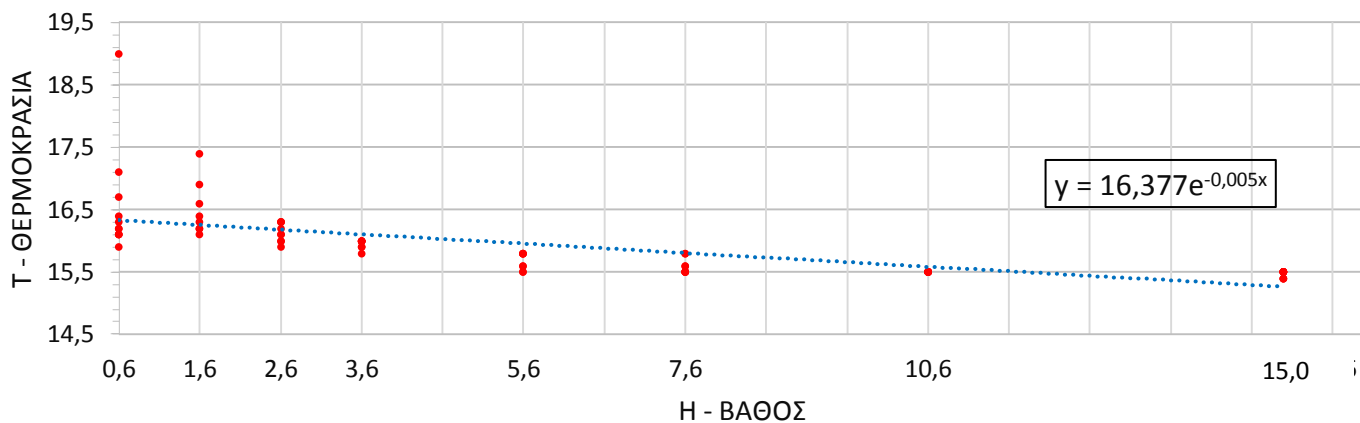


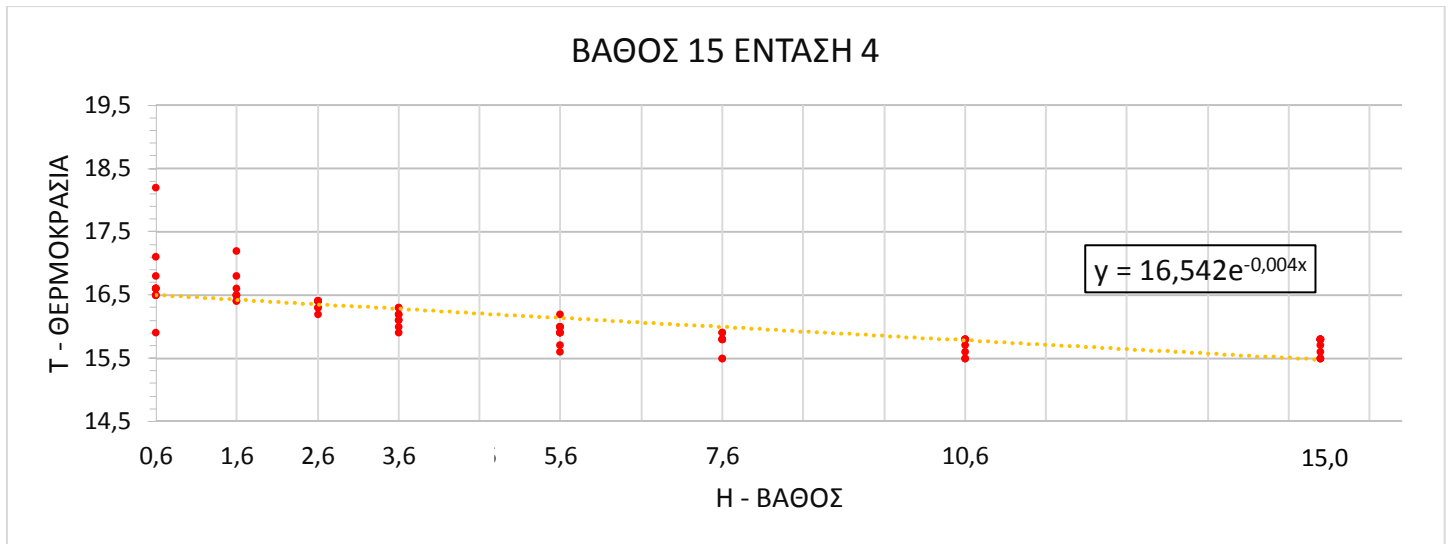
### ΒΑΘΟΣ 20 ΕΝΤΑΣΗ 1



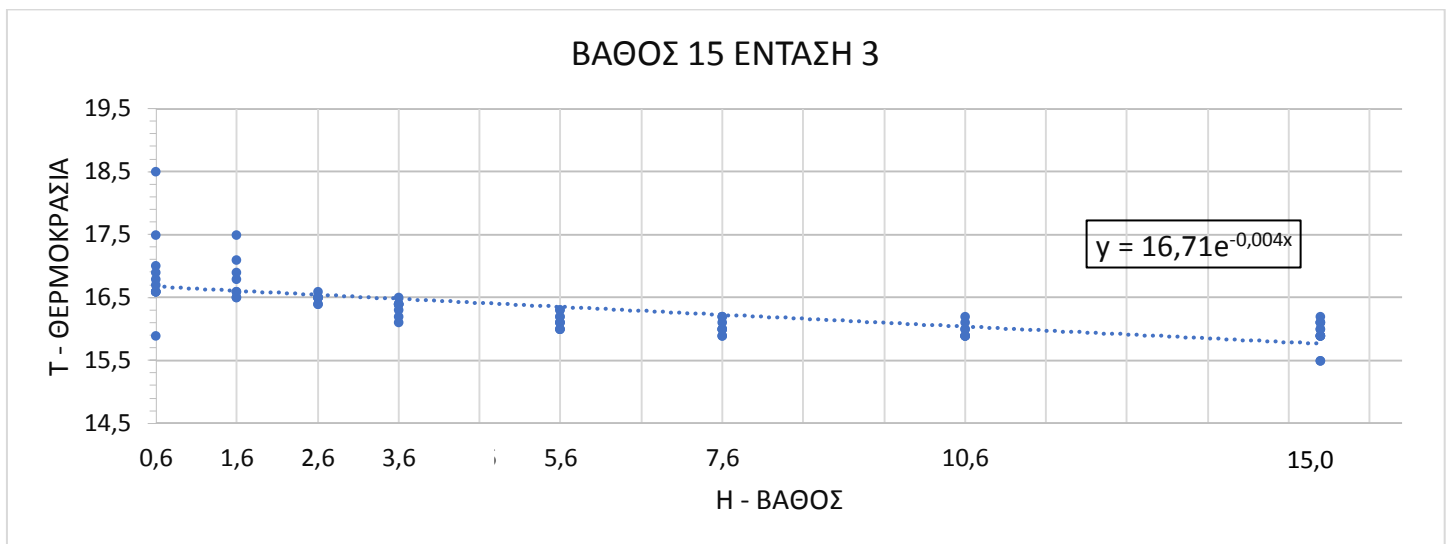
### 5.3.2 Θέρμανση βάθος 15cm.

### ΒΑΘΟΣ 15 ΕΝΤΑΣΗ 5

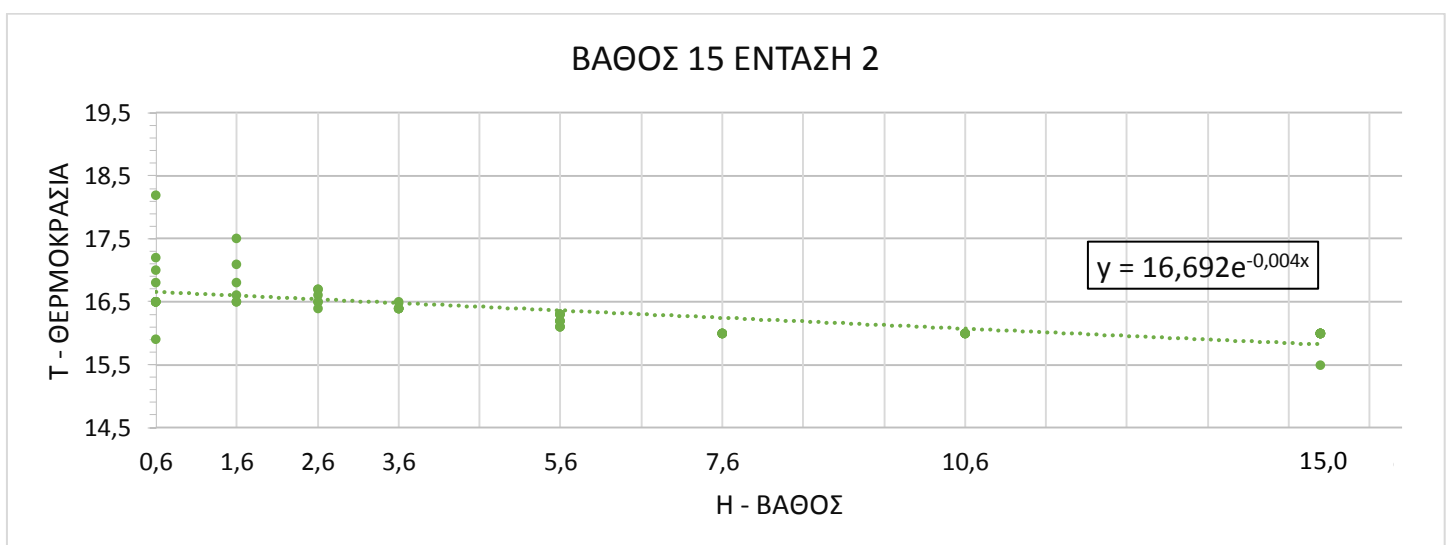




**Καμπύλη 5.9 Θερμοκράσια – Βάθους.**



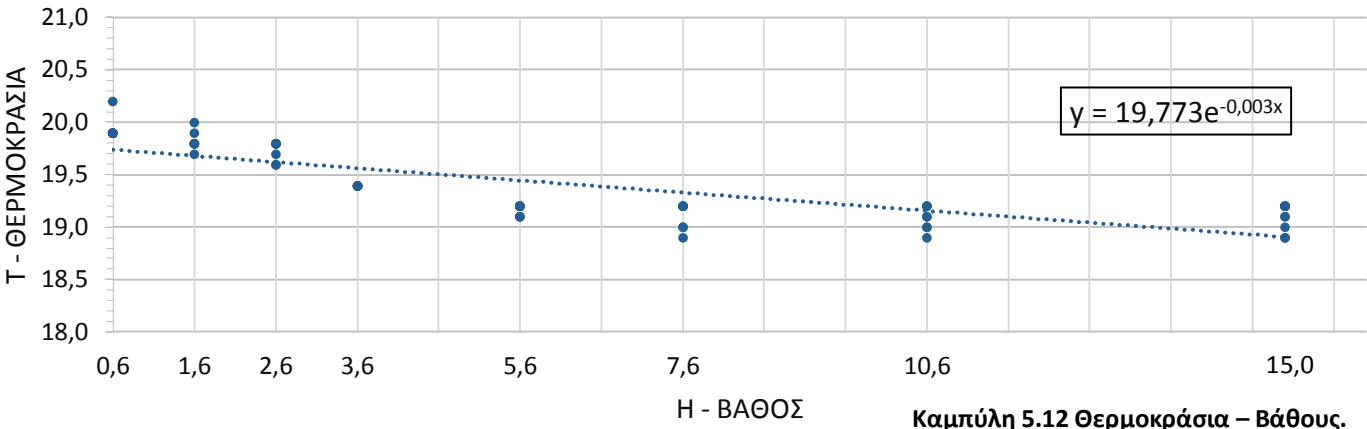
**Καμπύλη 5.10 Θερμοκράσια – Βάθους.**



**Καμπύλη 5.11 Θερμοκράσια – Βάθους.**

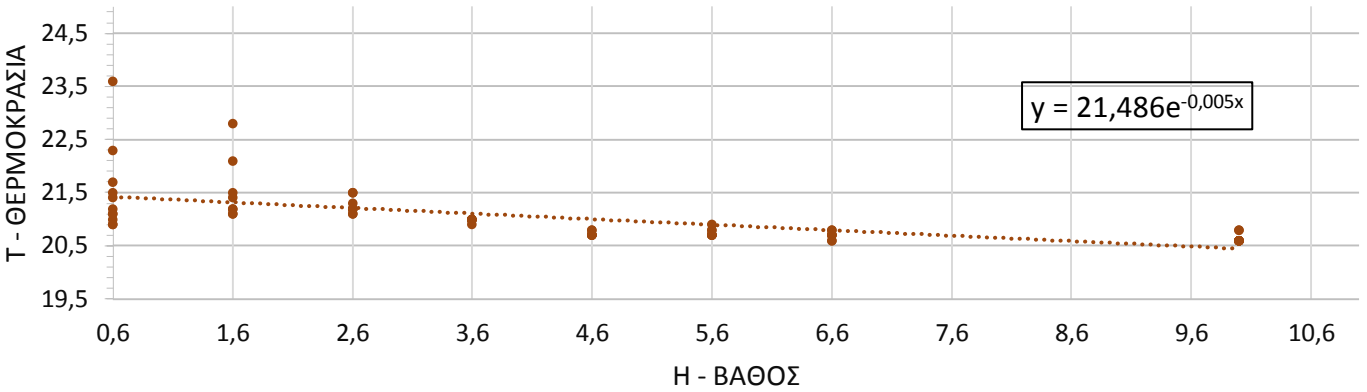


### ΒΑΘΟΣ 15 ΕΝΤΑΣΗ 1

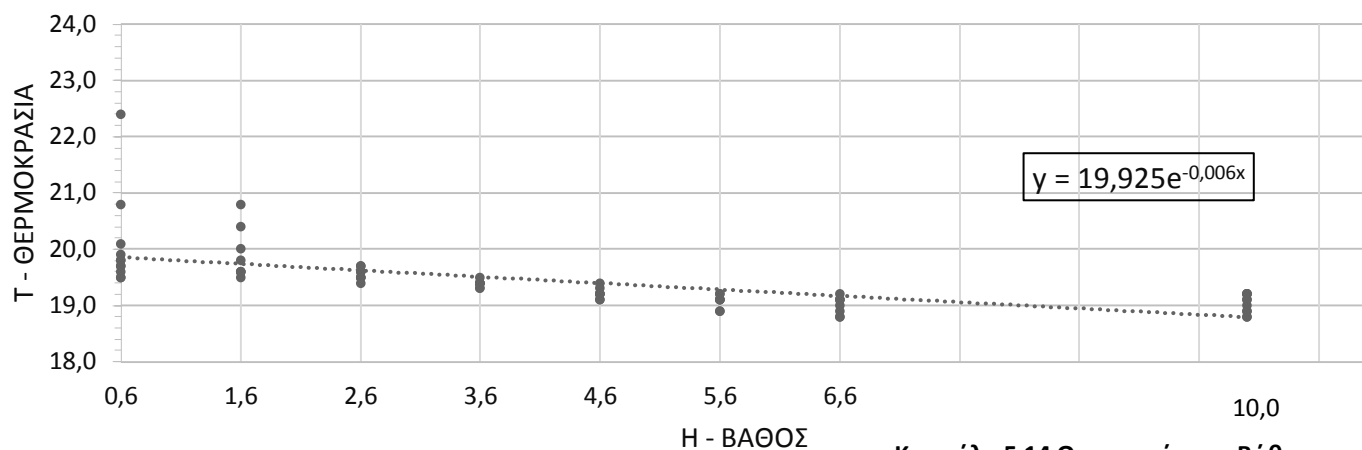


### 5.3.3 Θέρμανση βάθος 10cm.

### ΒΑΘΟΣ 10 ΕΝΤΑΣΗ 5

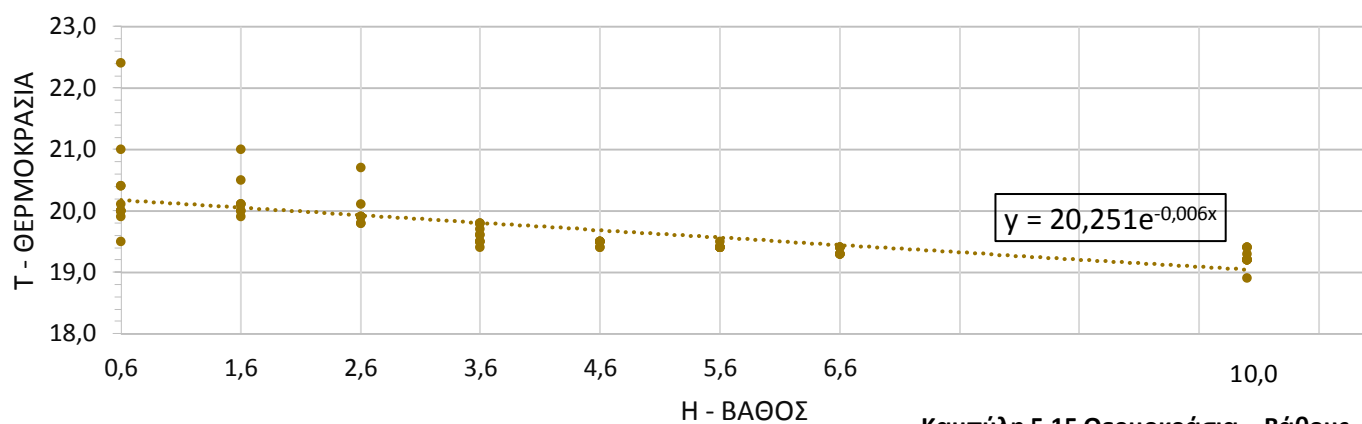


### ΒΑΘΟΣ 10 ΕΝΤΑΣΗ 4



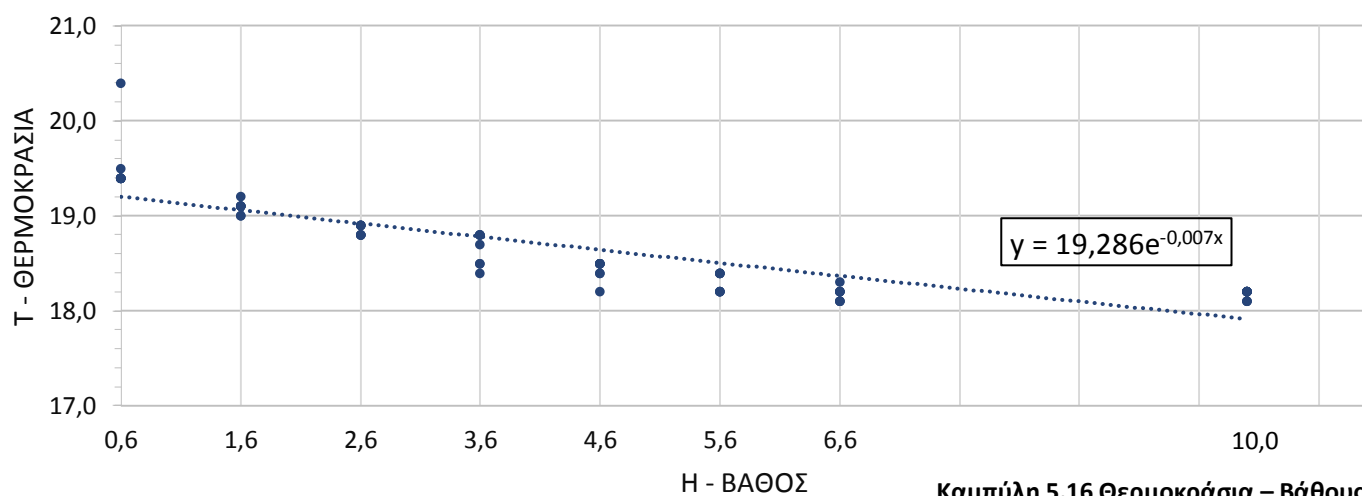
Καμπύλη 5.14 Θερμοκράσια – Βάθους.

### ΒΑΘΟΣ 10 ΕΝΤΑΣΗ 3



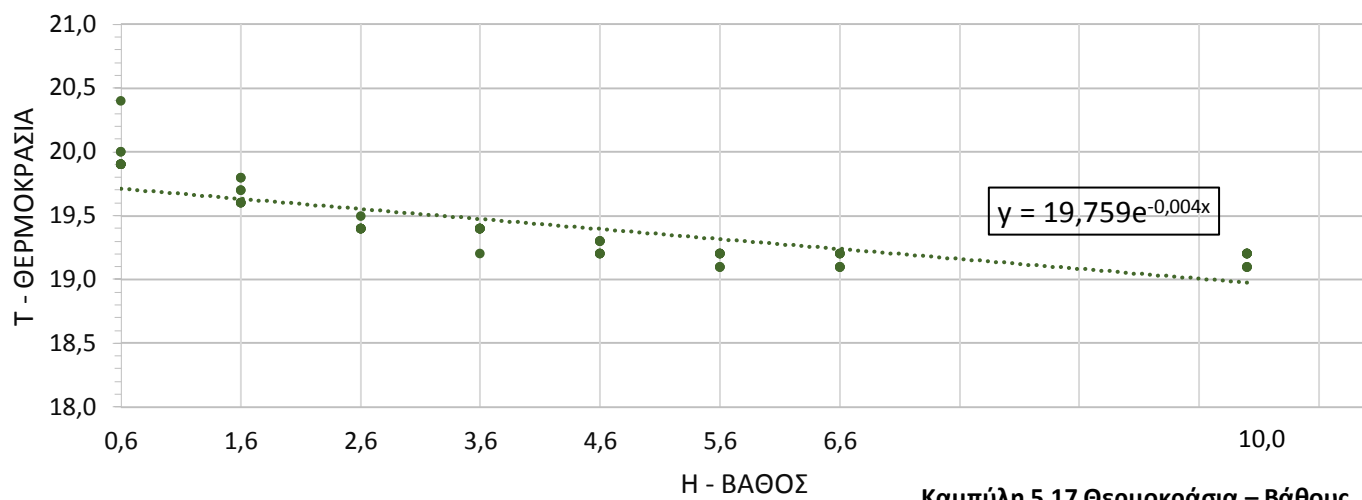
Καμπύλη 5.15 Θερμοκράσια – Βάθους.

### ΒΑΘΟΣ 10 ΕΝΤΑΣΗ 2



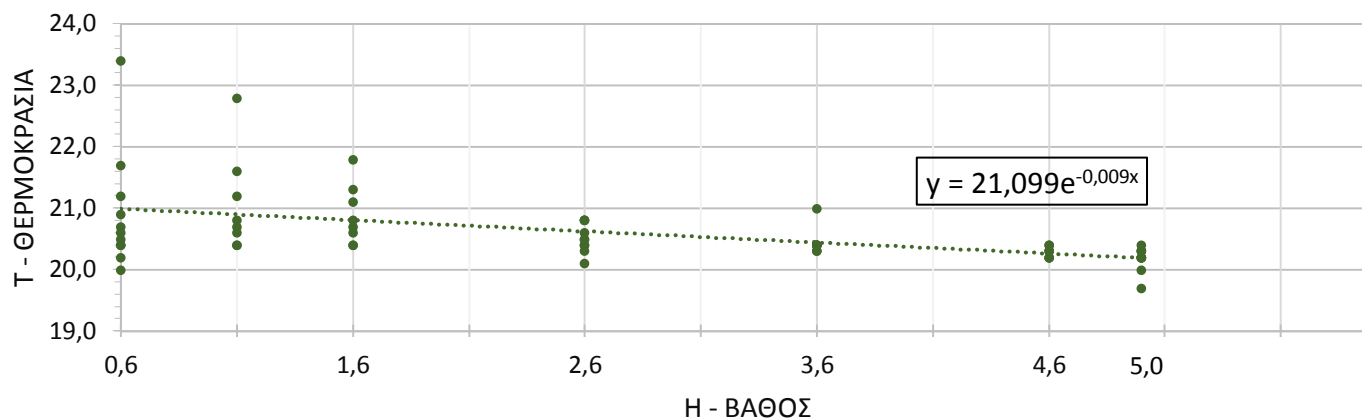
Καμπύλη 5.16 Θερμοκράσια – Βάθους.

### ΒΑΘΟΣ 10 ΕΝΤΑΣΗ 1

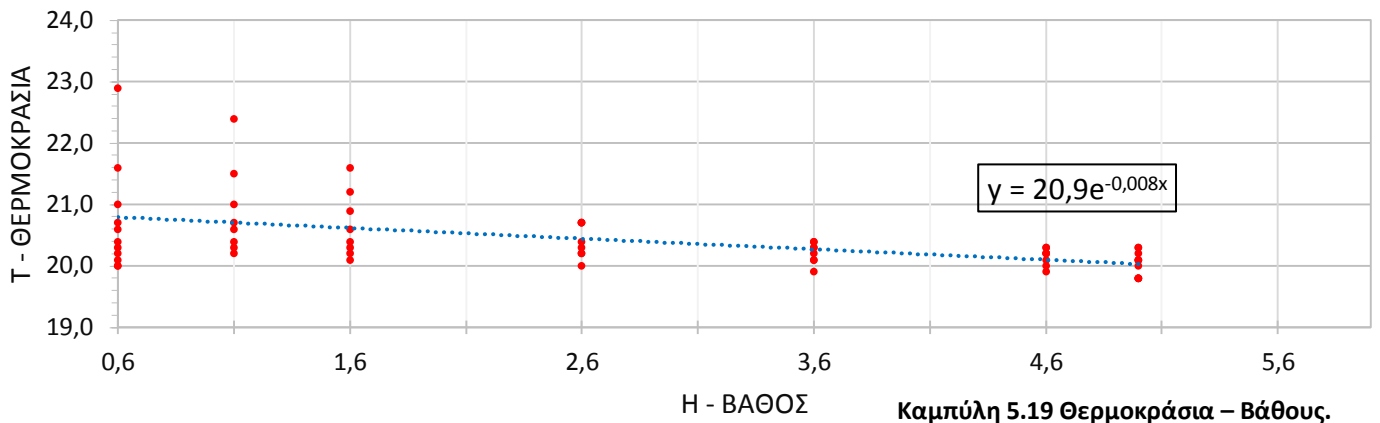


### 5.3.4 Θέρμανση βάθος 5 cm.

### ΒΑΘΟΣ 5 ΕΝΤΑΣΗ 5

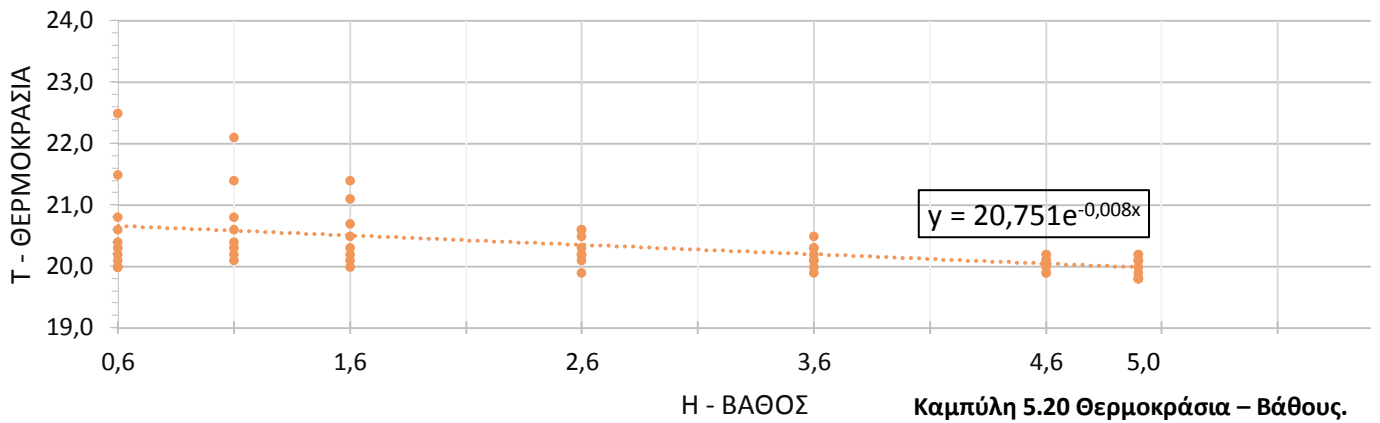


### ΒΑΘΟΣ 5 ΕΝΤΑΣΗ 4



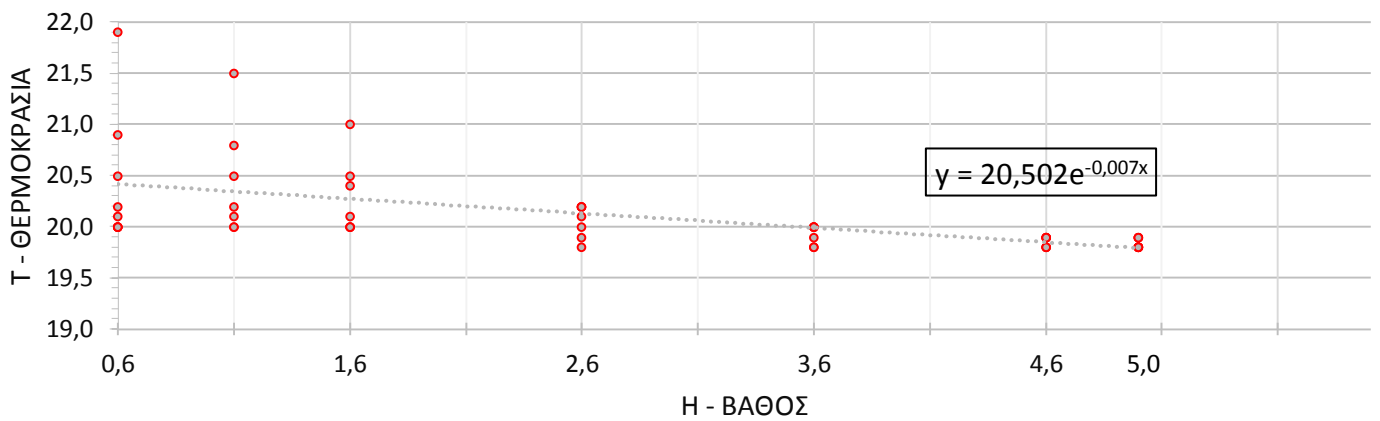
Καμπύλη 5.19 Θερμοκράσια – Βάθους.

### ΒΑΘΟΣ 5 ΕΝΤΑΣΗ 3



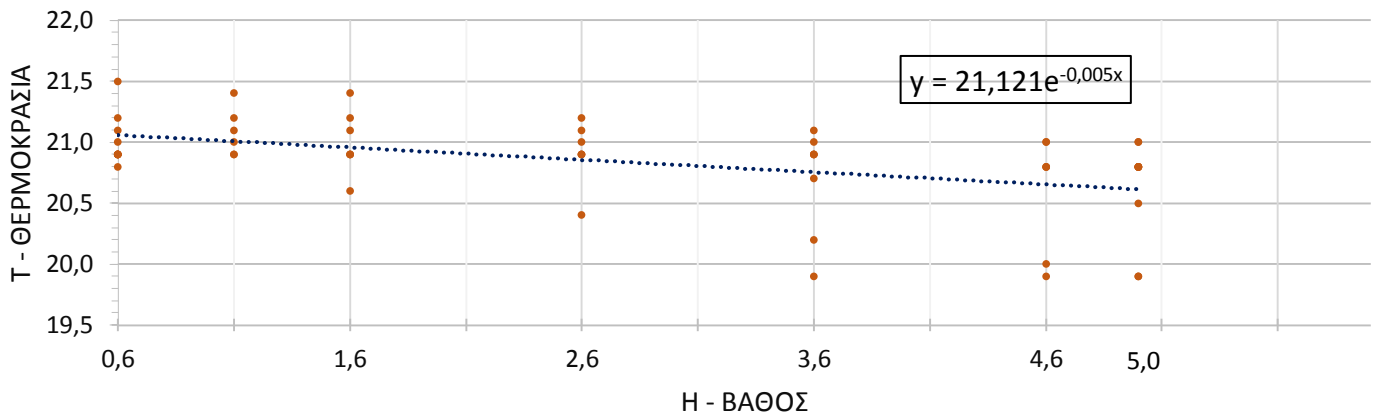
Καμπύλη 5.20 Θερμοκράσια – Βάθους.

### ΒΑΘΟΣ 5 ΕΝΤΑΣΗ 2



Καμπύλη 5.21 Θερμοκράσια – Βάθους.

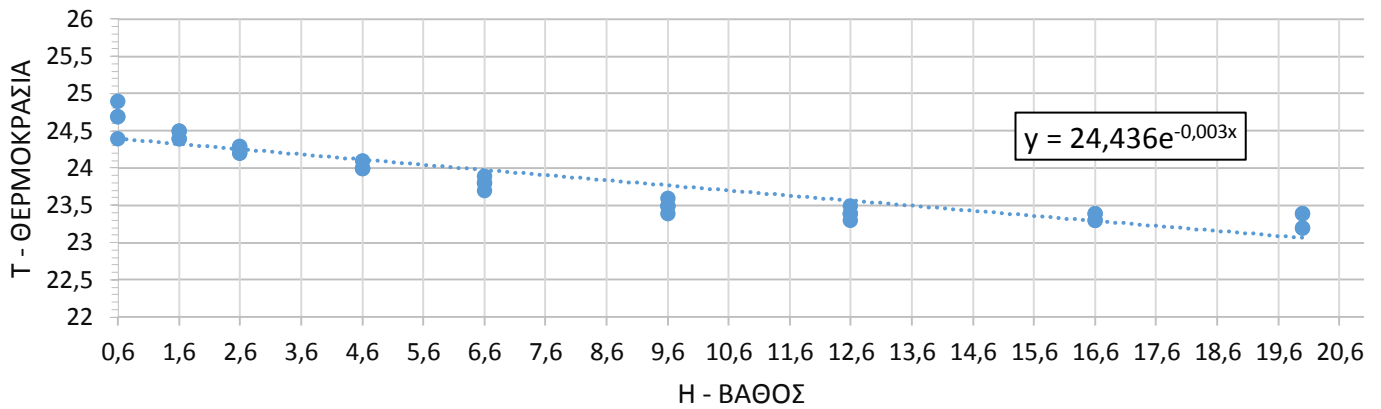
### ΒΑΘΟΣ 5 ΕΝΤΑΣΗ 1



Καμπύλη 5.22 Θερμοκράσια – Βάθους.

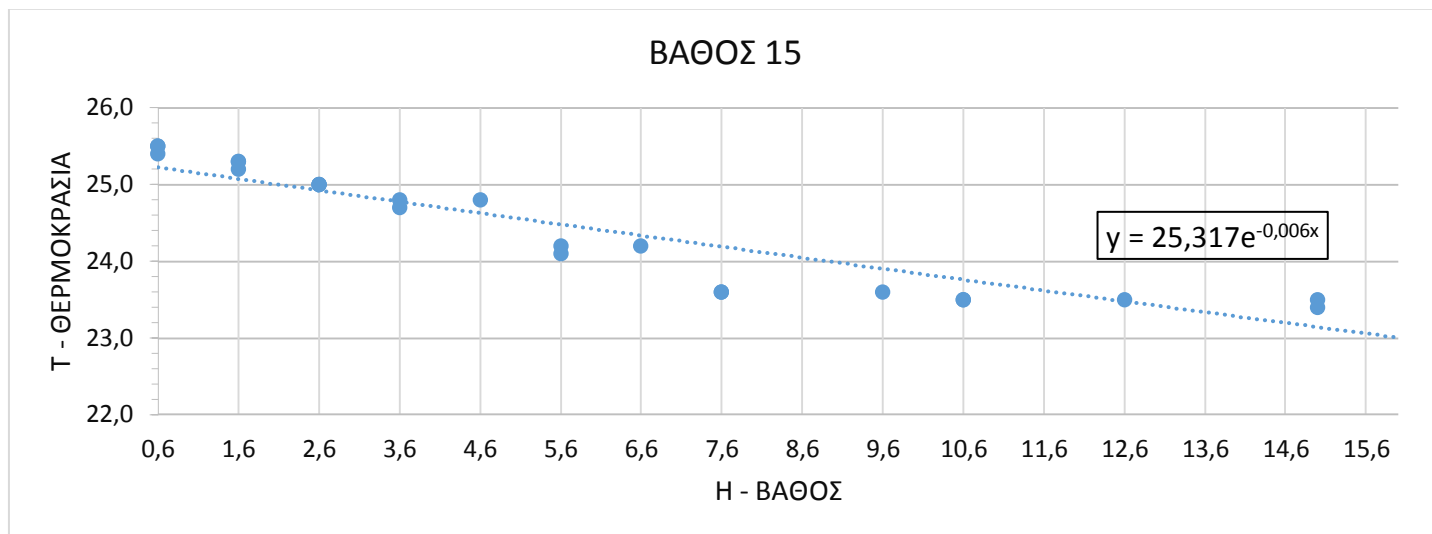
### 5.3.5 Ψύξη βάθος 20 cm.

### ΒΑΘΟΣ 20



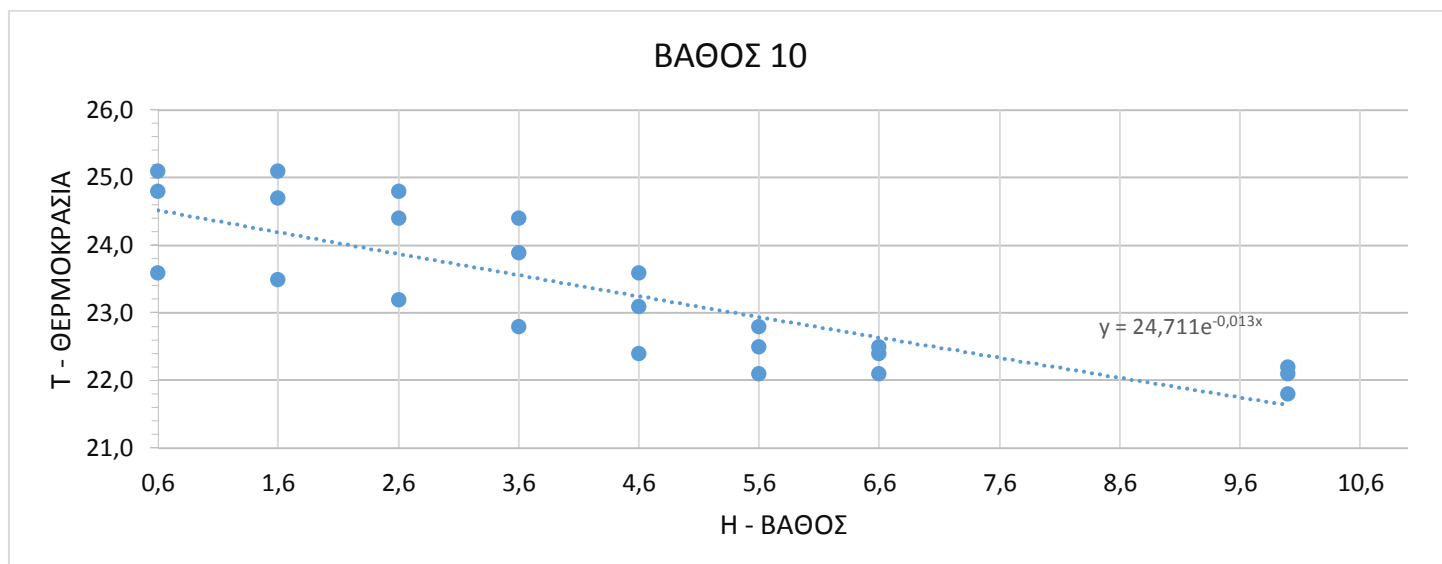
Καμπύλη 5.23 Θερμοκράσια – Βάθους.

### 5.3.6 Ψύξη βάθος 15 cm.



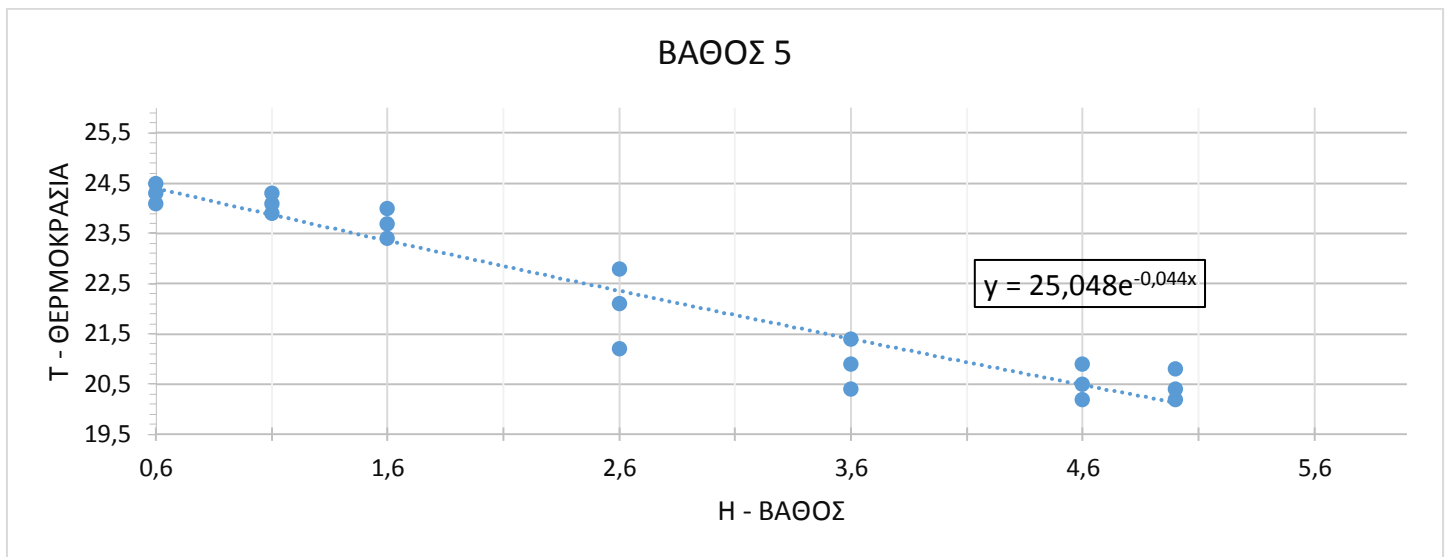
Καμπύλη 5.24 Θερμοκράσια – Βάθους.

### 5.3.7 Ψύξη βάθος 10 cm.



Καμπύλη 5.25 Θερμοκράσια – Βάθους.

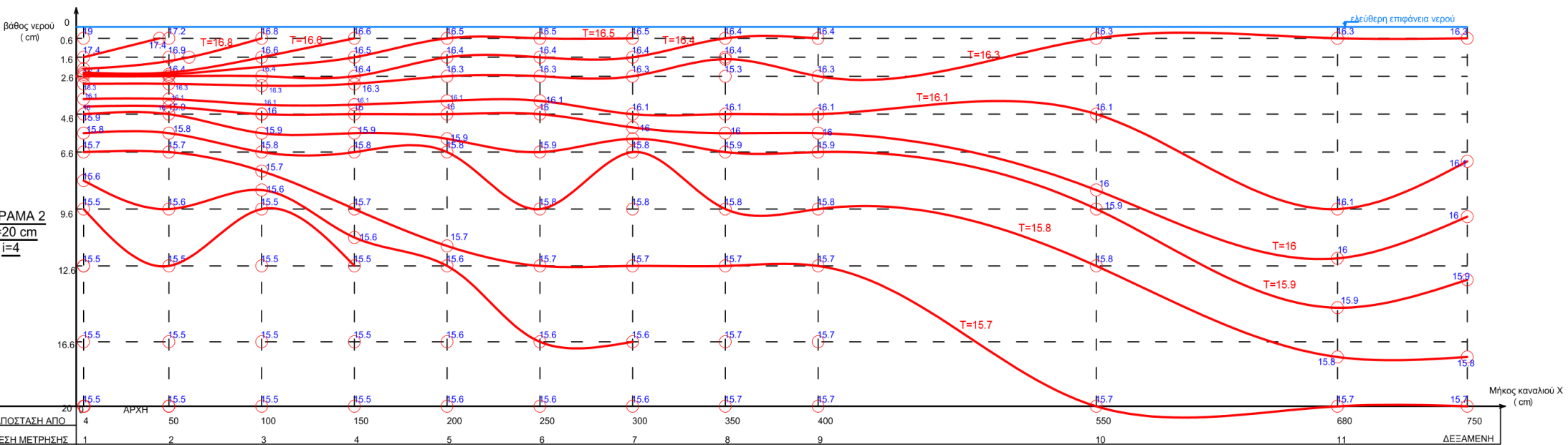
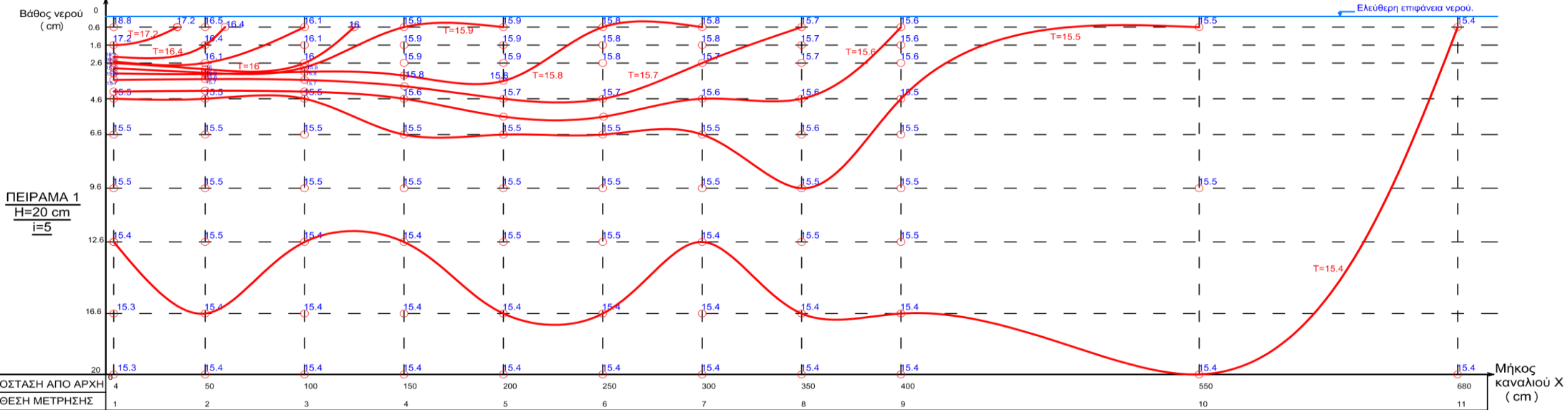
### 5.3.8 Ψύξη βάθος 5 cm.



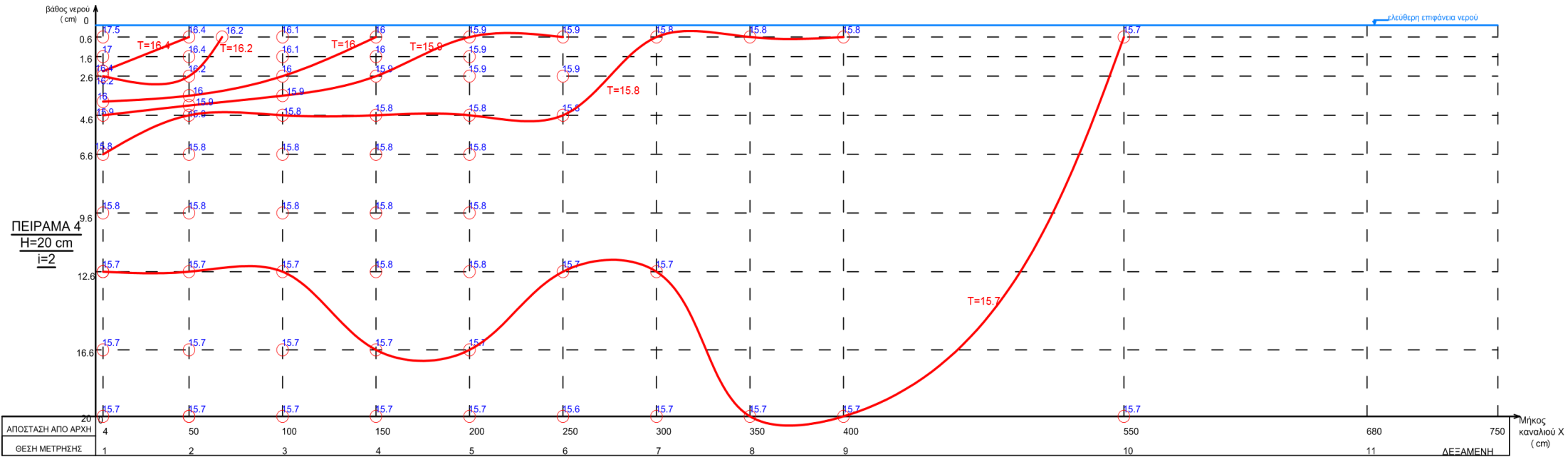
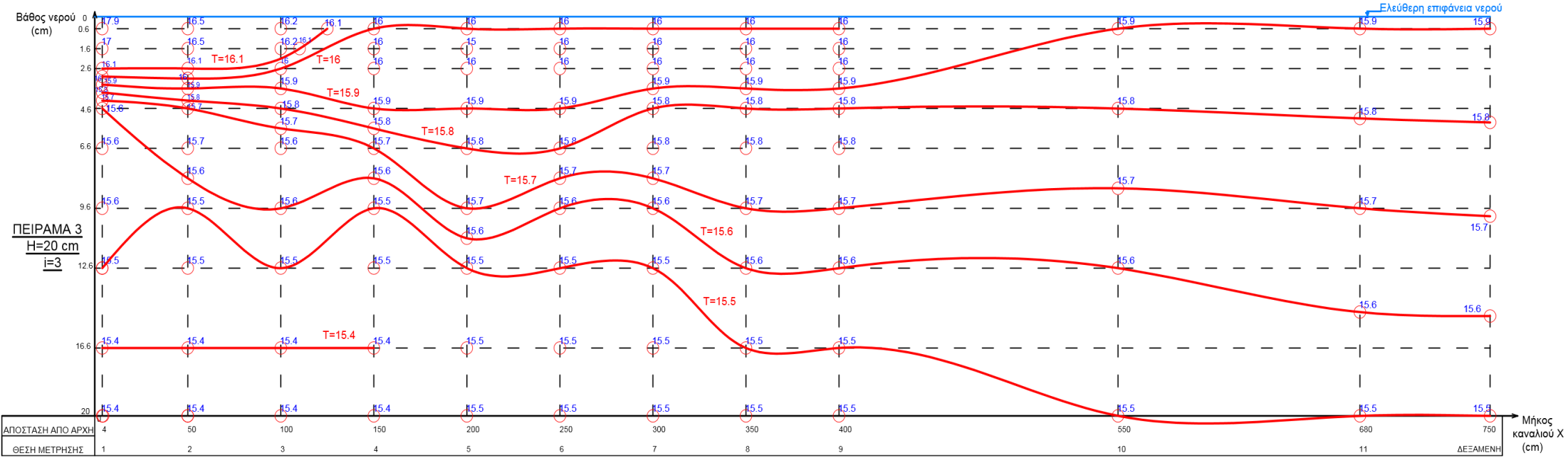
Καμπύλη 5.26 Θερμοκράσια – Βάθους.

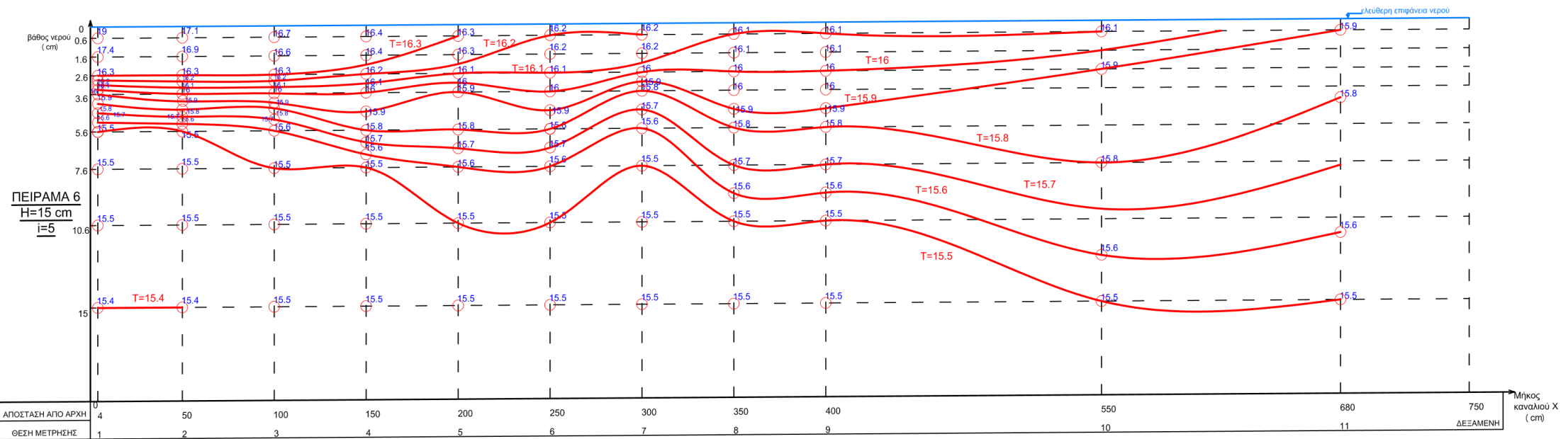
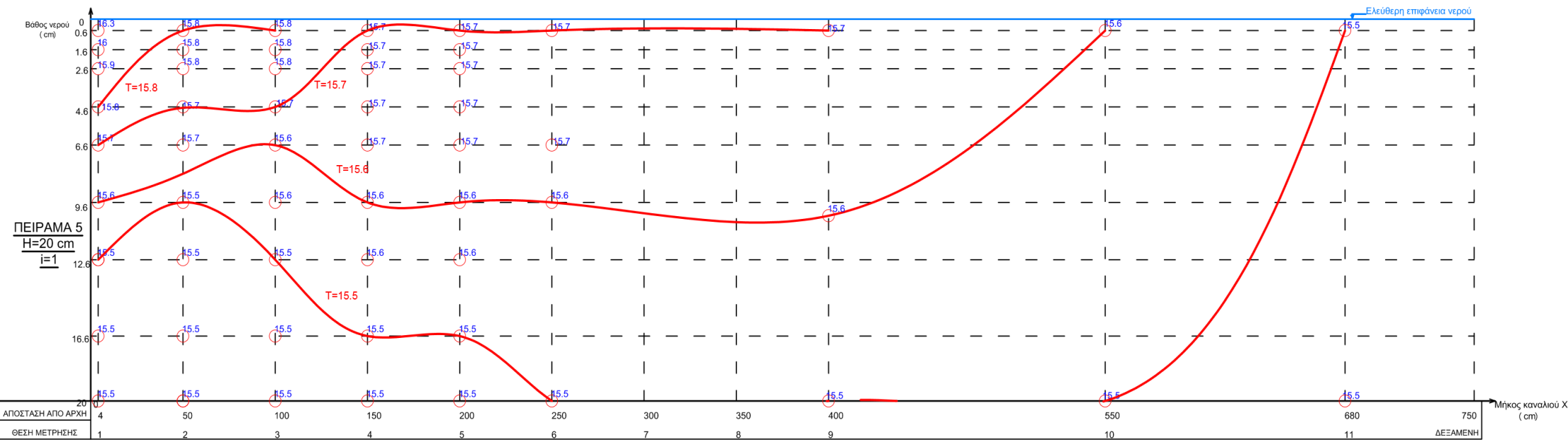
### 5.4 ΣΧΕΔΙΑΣΗ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΚΑΜΠΥΛΩΝ.

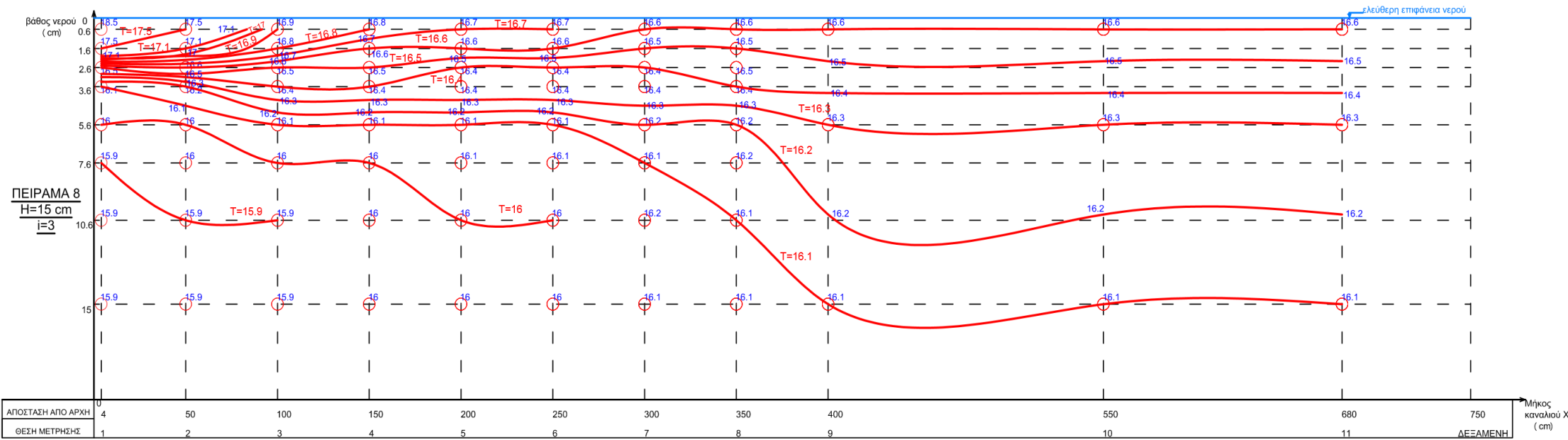
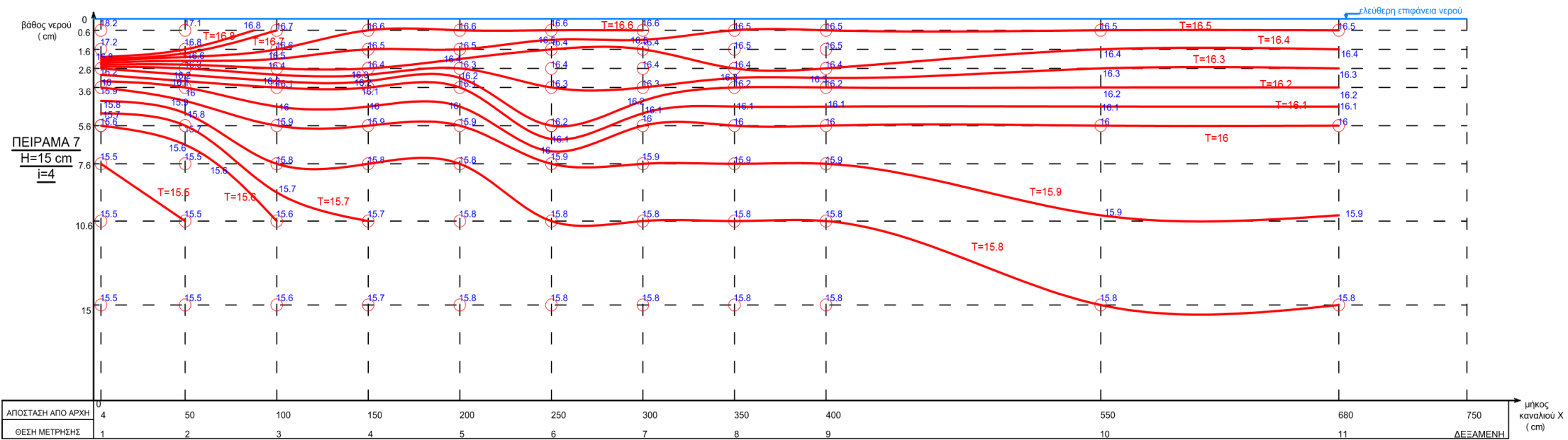
Έγινε η προσπάθεια γραφικής απεικόνισης των θερμικών καμπυλών σύμφωνα με τα πειραματικά δεδομένα που πραγματοποιήθηκαν θα πρέπει γίνει εξής παρατήρηση ότι υπήρχε μεταβολή στο χρόνο των μετρήσεων κατά την αλλαγή της θέσεως.

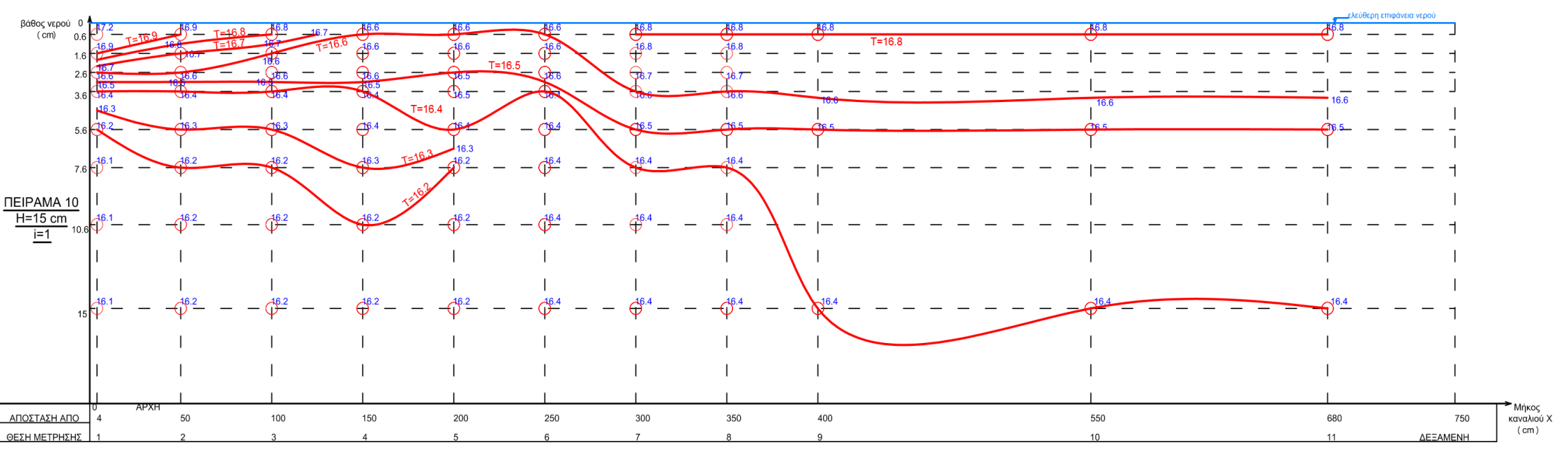
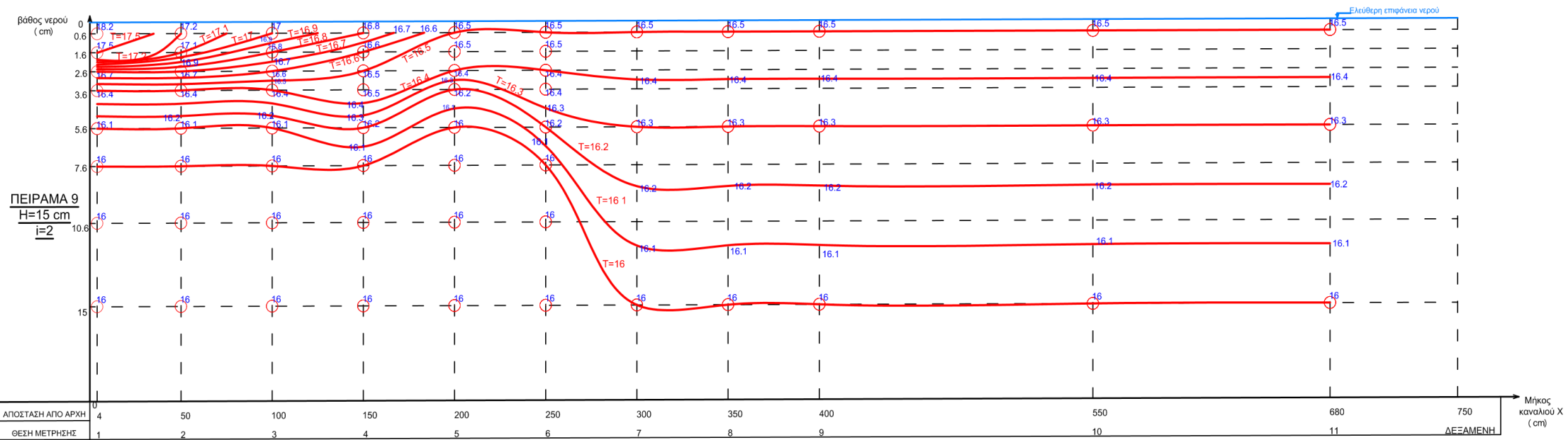


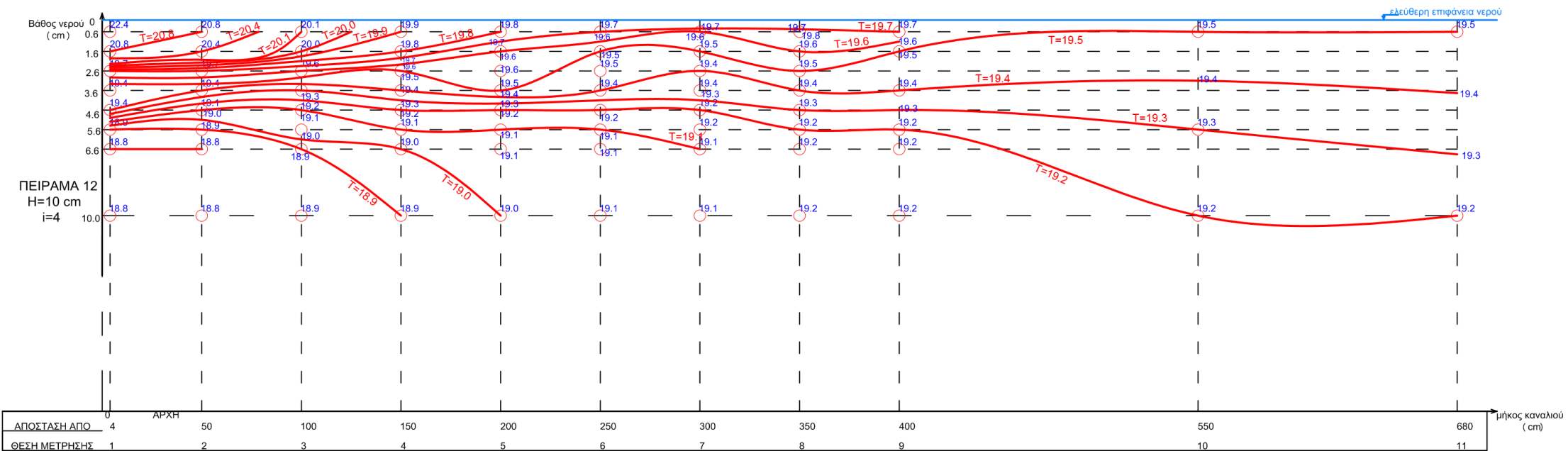
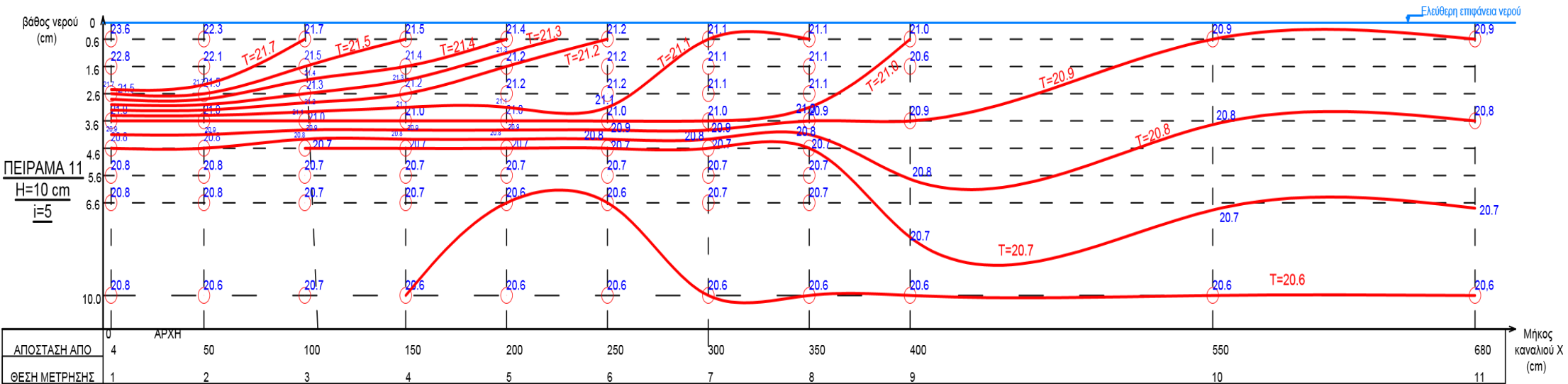


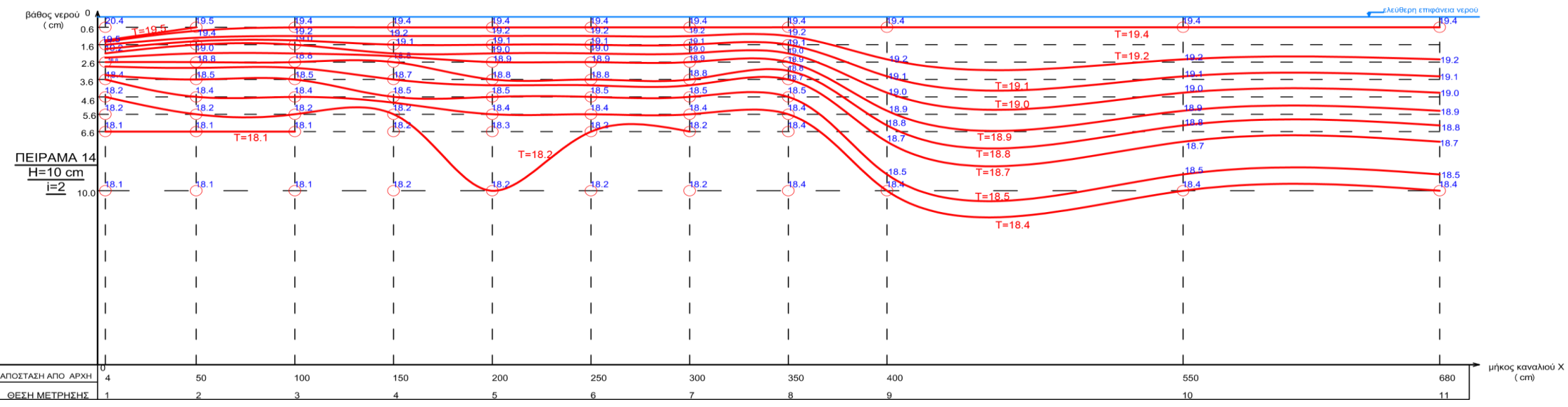
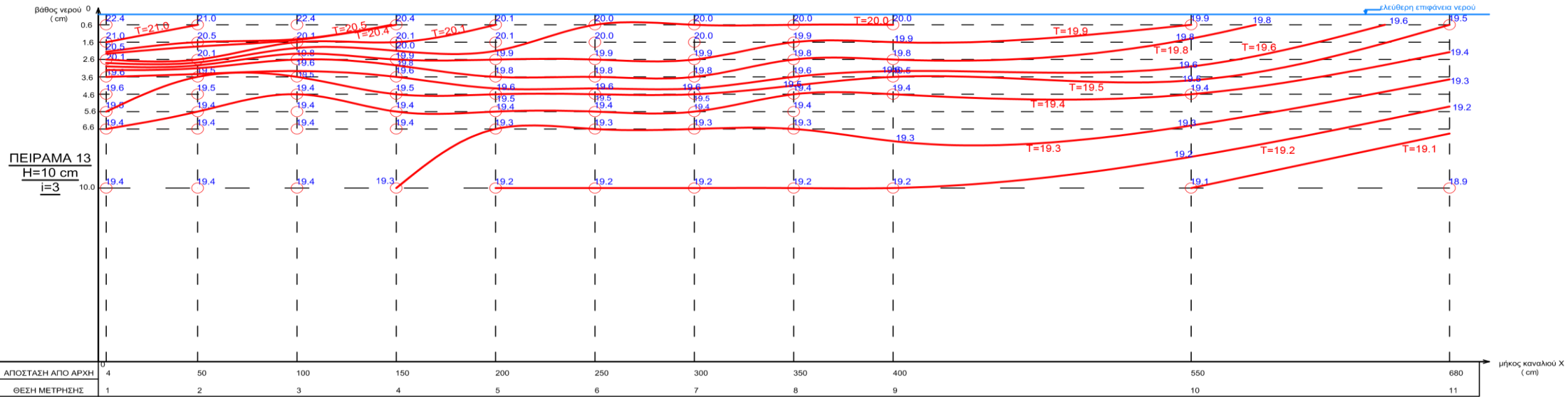


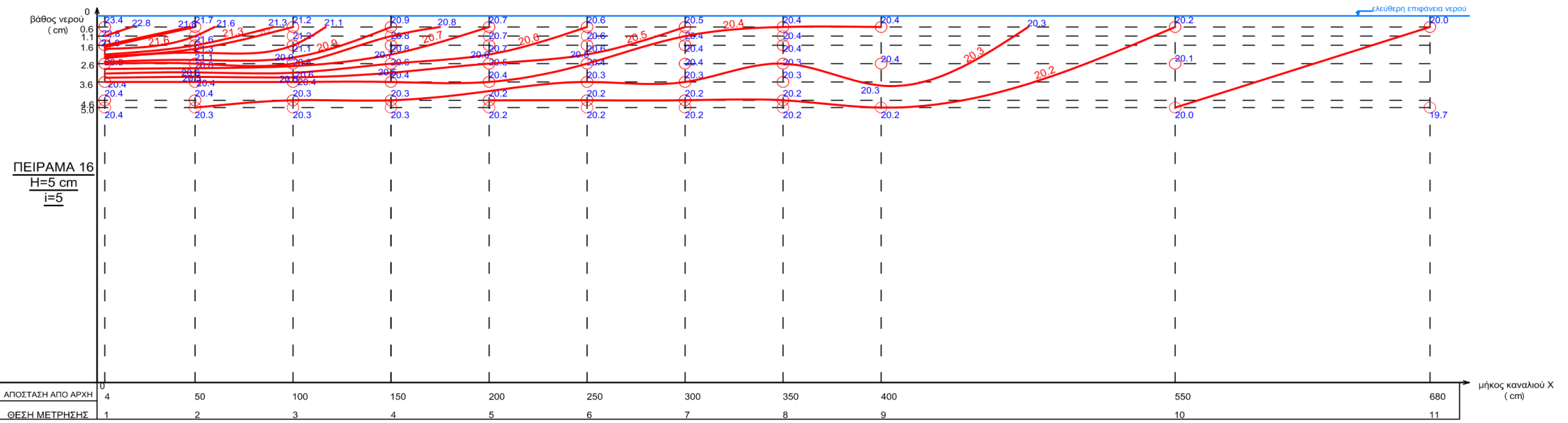
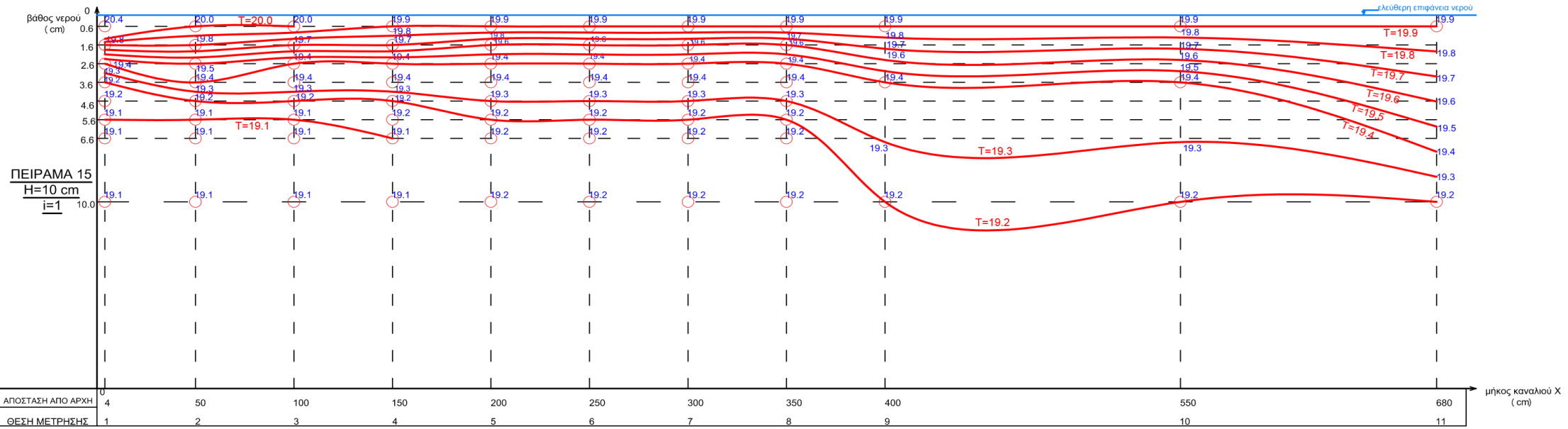


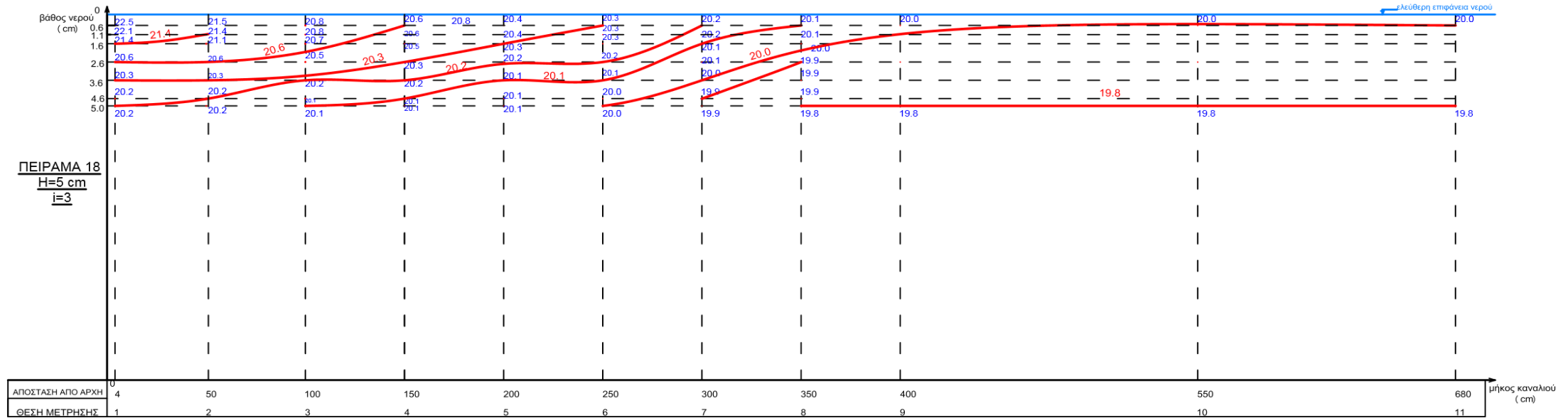
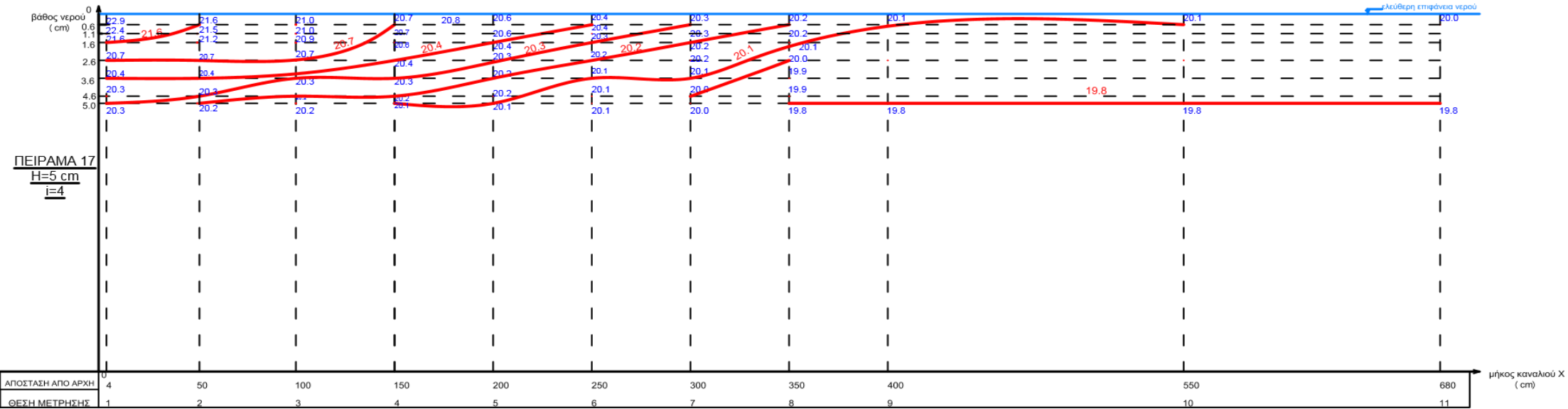




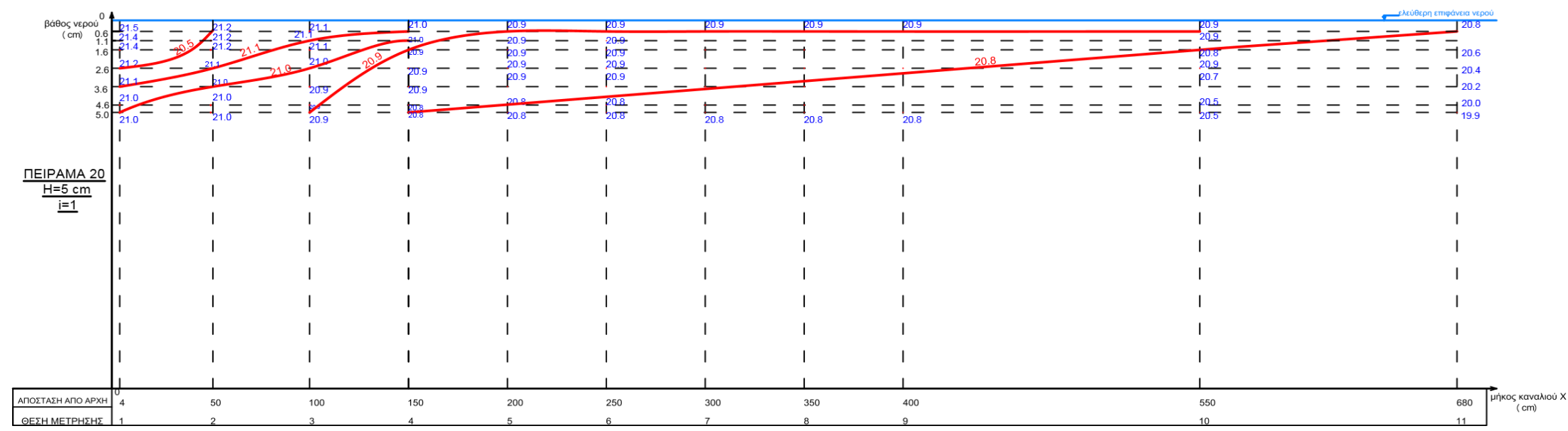
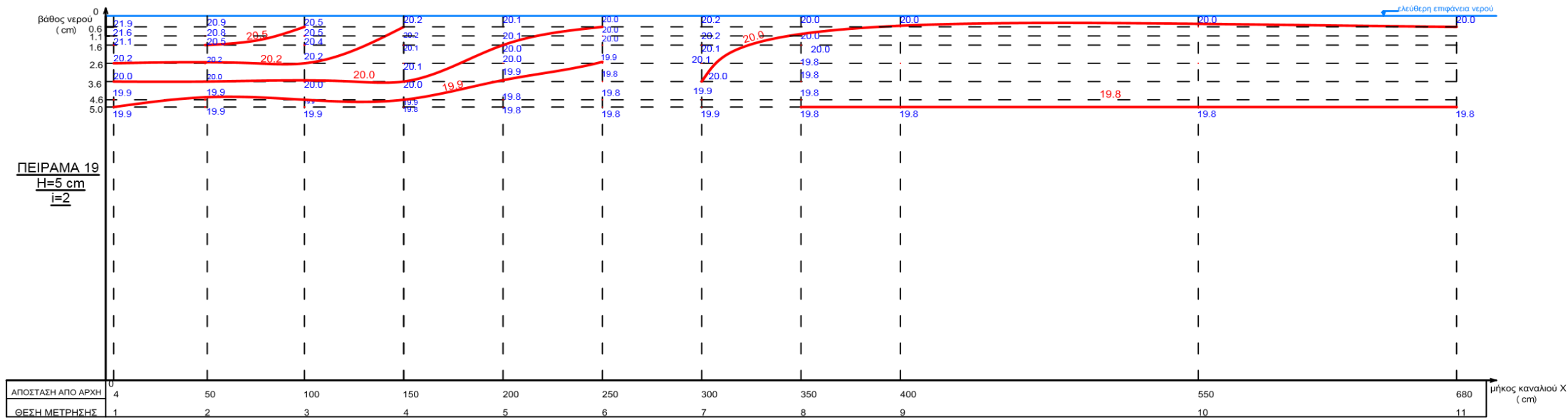












## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6° ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΤΩΝ ΠΕΔΙΩΝ ΤΑΧΥΤΗΤΩΝ ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΧΡΩΜΑΤΙΚΟΥ ΔΕΙΚΤΗ.

### 6.1 Εισαγωγή.

Το τελευταίο μέρος του πειράματος είναι να προσδιοριστεί η ακριβής ταχύτητα του υγρού. Για να διευκρινιστούν αυτά τα δεδομένα, χρησιμοποιείται μια χημική ουσία, η βαφή ροδαμίνης με χημικό τύπο  $C_{28}H_{31}CLN_2O_3$ . Μετά τη θερμική ισορροπία του νερού στο κανάλι, η υγρή ροδαμίνη χύνεται σε ένα συγκεκριμένο μέρος που ονομάζεται (αρχική θέση).

Οι παρακάτω πίνακες δείχνουν το βάθος του πειράματος, (το αρχικό μέρος) όπου χύνεται η ροδαμίνη, η απόσταση του καναλιού σε εκατοστά, η απόσταση μεταξύ των σημείων  $L$  που έχει ξεπεράσει η ροδαμίνη και ο χρόνος  $T$  κατά τον οποίο ξεπερνά αυτήν την απόσταση.

Τα δεδομένα χρησιμοποιούνται στον τύπο  $V = \frac{L}{T}$  όπου  $L$  είναι η απόσταση σε εκατοστά,  $T$  είναι ο χρόνος σε δευτερόλεπτα επομένως  $V$  είναι ταχύτητα σε εκατοστά ανά δευτερόλεπτο.

Πείραμα θέρμανσης βάθος νερού 5 ένταση λαμπτήρας 5				
Απόσταση στο κανάλι.		Απόσταση μεταξύ $L$ (cm)	$T$ (sec)	$V=L/T$ (cm/s)
10		10	188	0,05
20		10	170	0,06
30		10	180	0,06
40		10	290	0,03
Αρχική θέση	$X= 50$	0	0	0
70		20	108	0,19
80		10	92	0,11
90		10	113	0,09
100		10	87	0,11
120		20	180	0,11
130		10	171	0,06

min.sec	13.08	10.00	7.10	4.50	0	1.48	3.20	5.13	6.40	9.40	12.31
cm	10cm	20cm	30cm	40cm	50cm	70cm	80cm	90cm	100cm	120cm	130cm

Πίνακα 6.1 Προσδιορισμός των πεδίων ταχυτήτων σε βάθος ροής 5cm,ένταση 5

Πείραμα θέρμανσης βάθος νερού 5 ένταση λαμπτήρας 4				
Απόσταση στο κανάλι.		Απόσταση μεταξύ L(cm)	T(sec)	V=L/T(cm/s)
	5	5	116	0,043
	10	10	180	0,056
	20	10	124	0,081
	30	10	194	0,052
	40	10	287	0,035
Αρχική θέση	X= 50	0	0	0
	70	20	140	0,143
	80	10	99	0,101
	90	10	134	0,075
	100	10	99	0,101
	120	20	190	0,105
	130	10	177	0,056

min.sec	15.01	13.05	10.05	8.01	4.47	0	2.20	3.59	6.13	7.52	11.02	13.59
cm	5cm	10cm	20cm	30cm	40cm	50cm	70cm	80cm	90cm	100cm	120cm	130cm

Πίνακα 6.2 Προσδιορισμός των πεδίων ταχυτήτων σε βάθος ροής 5cm,ένταση 4

Πείραμα θέρμανσης βάθος νερού 5 ένταση λαμπτήρας 3				
Απόσταση στο κανάλι.		Απόσταση μεταξύ L(cm)	T(sec)	V=L/T(cm/s)
	5	5	130	0,038
	10	10	150	0,067
	20	10	165	0,061
	30	10	130	0,077
	40	10	295	0,034
Αρχική θέση	X=50	0	0	0
	70	20	170	0,118
	80	10	110	0,091
	90	10	125	0,080
	100	10	122	0,082
	120	20	233	0,086
	130	10	182	0,055

min.sec	14.30	12.20	9.50	7.05	4.55	0	2.50	4.40	6.45	8.47	12.40	15.42
cm	5cm	10cm	20cm	30cm	40cm	50cm	70cm	80cm	90cm	100cm	120cm	130cm

Πίνακα 6.3 Προσδιορισμός των πεδίων ταχυτήτων σε βάθος ροής 5cm,ένταση 3

Πείραμα θέρμανσης βάθος νερού 5 ένταση λαμπτήρας 2				
	Απόσταση στο κανάλι.	Απόσταση μεταξύ L(cm)	T(sec)	V=L/T(cm/s)
	5	5	130	0,038
	10	10	150	0,067
	20	10	165	0,061
	30	10	130	0,077
	40	10	295	0,034
Αρχική θέση	X=50	0	0	0
	72	22	208	0,106
	84	12	141	0,085
	92	8	100	0,080
	103	11	124	0,089
	113	10	133	0,075
	120	10	91	0,110
	130	10	127	0,0787

min.sec	14.40	12.10	8.10	6.20	4.35	0	3.28	5.49	7.29	9.33	11.46	13.17	15.24
cm	5cm	10cm	20cm	30cm	40cm	50cm	72cm	84cm	92cm	103cm	113cm	120cm	130cm

Πίνακα 6.4 Προσδιορισμός των πεδίων ταχυτήτων σε βάθος ροής 5cm,ένταση 2

Πείραμα θέρμανσης βάθος νερού 5 ένταση λαμπτήρας 1				
	Απόσταση στο κανάλι.	Απόσταση μεταξύ L(cm)	T(sec)	V=L/T(cm/s)
	10	10	170	0,059
	20	10	180	0,056
	30	10	150	0,067
	40	10	410	0,024
Αρχική θέση	X=50	0	0	0
	64	14	140	0,100
	71	7	90	0,078
	77	6	100	0,060
	86	9	140	0,064
	95	9	146	0,062
	109	14	116	0,121
	115	6	154	0,0390

min.sec	15.10	12.20	9.20	6.50	0	2.20	3.50	5.30	7.50	10.16	12.12	14.46
cm	10cm	20cm	30cm	40cm	50cm	64cm	71cm	77cm	86cm	95cm	109cm	115cm

Πίνακα 6.5 Προσδιορισμός των πεδίων ταχυτήτων σε βάθος ροής 5cm,ένταση 1

Πείραμα θέρμανσης βάθος νερού 10 ένταση λαμπτήρας 5			
Απόσταση στο κανάλι.	Απόσταση μεταξύ L(cm)	T(sec)	V=L/T(cm/s)
-3	4	178	0,022
1	15	331	0,045
16	9	242	0,037
25	25	336	0,074
Αρχική θέση	X=50	0	0
85	35	336	0,104
109	24	242	0,099
117	8	105	0,076
140	23	217	0,106
151	11	174	0,063
161	10	126	0,079

Πίνακα 6.6 Προσδιορισμός των πεδίων ταχυτήτων σε βάθος ροής 10cm, ένταση 5

Πείραμα θέρμανσης βάθος νερού 10 ένταση λαμπτήρας 4			
Απόσταση στο κανάλι.	Απόσταση μεταξύ L(cm)	T(sec)	V=L/T(cm/s)
6	6	202	0,030
12	5	165	0,030
17	4	83	0,048
21	7	256	0,027
28	22	216	0,102
Αρχική θέση	X=50	0	0
75	25	207	0,121
90	15	255	0,059
96	6	88	0,068
106	10	162	0,062
120	14	203	0,069

Πίνακα 6.7 Προσδιορισμός των πεδίων ταχυτήτων σε βάθος ροής 10cm, ένταση 4

Πείραμα θέρμανσης βάθος νερού 10 ένταση λαμπτήρας 3				
	Απόσταση στο κανάλι.	Απόσταση μεταξύ L(cm)	T(sec)	V=L/T(cm/s)
	-2	4	360	0,011
	2	16	178	0,090
	18	10	103	0,097
	28	22	139	0,158
Αρχική θέση	50	0	0	0
	78	28	147	0,190
	91	13	101	0,129
	114	23	161	0,143
	161	47	376	0,125
	197	36	255	0,141
	220	23	145	0,159

min.sec	13.00	7.00	4.02	2.19	0	2.27	4.08	6.49	13.05	17.20	19.45
cm	2cm	2cm	18cm	28cm	50cm	78cm	91cm	114cm	161cm	197cm	220cm

Πίνακα 6.8 Προσδιορισμός των πεδίων ταχυτήτων σε βάθος ροής 10cm, ένταση 3

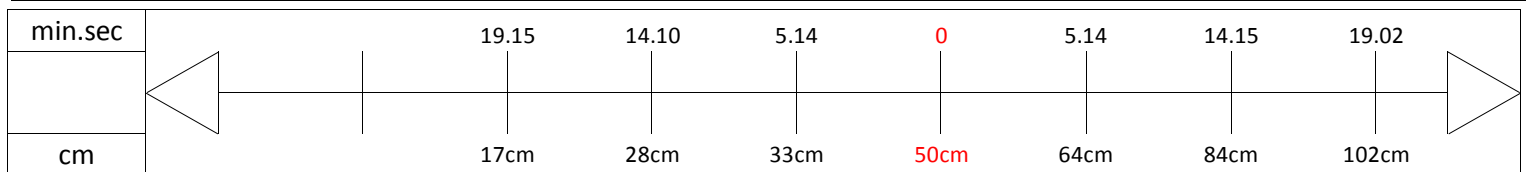
Πείραμα θέρμανσης βάθος νερού 10 ένταση λαμπτήρας 2				
	Απόσταση στο κανάλι.	Απόσταση μεταξύ L(cm)	T(sec)	V=L/T(cm/s)
	-14	12	251	0,048
	-2	13	190	0,068
	11	9	122	0,074
	20	13	173	0,075
	33	17	315	0,054
Αρχική θέση	50	0	0	0
	72	22	300	0,073
	77	5	202	0,025
	82	5	120	0,042
	85	3	188	0,016
	89	4	255	0,016
	95	6	122	0,049

min.sec	17.31	13.20	10.10	8.08	5.15	0	5.00	8.22	10.22	13.30	17.45	19.47
cm	14cm	2cm	11cm	20cm	33cm	50cm	72cm	77cm	82cm	85cm	89cm	95cm

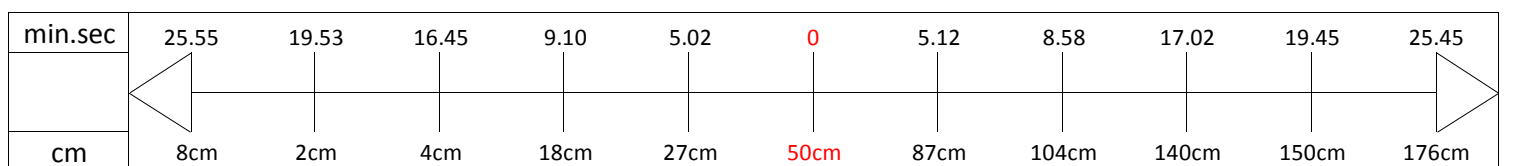
Πίνακα 6.9 Προσδιορισμός των πεδίων ταχυτήτων σε βάθος ροής 10cm, ένταση 2

<b>Πείραμα θέρμανσης βάθος νερού 10 ένταση λαμπτήρας 1</b>				
	Απόσταση στο κανάλι.	Απόσταση μεταξύ L(cm)	T(sec)	V=L/T(cm/s)
	11	17	305	0,056
	20	28	536	0,052
	33	33	314	0,105
Αρχική θέση	50	0	0	0
	64	14	314	0,045
	84	20	541	0,037
	102	18	287	0,063



**Πίνακα 6.10 Προσδιορισμός των πεδίων ταχυτήτων σε βάθος ροής 10cm, ένταση 1**

<b>Πείραμα θέρμανσης βάθος νερού 15 ένταση λαμπτήρα 5</b>				
	Απόσταση στο κανάλι.	Απόσταση μεταξύ L(cm)	T(sec)	V=L/T(cm/s)
	-8	6	362	0,017
	-2	6	188	0,032
	4	14	455	0,031
	18	9	248	0,036
	27	23	302	0,076
Αρχική θέση	50	0	0	0
	87	37	312	0,119
	104	17	226	0,075
	140	36	120	0,300
	150	10	188	0,053
	176	26	255	0,102



**Πίνακα 6.11 Προσδιορισμός των πεδίων ταχυτήτων σε βάθος ροής 15cm, ένταση 5**

Πείραμα θέρμανσης βάθος νερού 15 ένταση λαμπτήρα 4					
		Απόσταση στο κανάλι.	Απόσταση μεταξύ L(cm)	T(sec)	V=L/T(cm/s)
		-25	12	455	0,026
		-13	53	248	0,214
Αρχική θέση		40	0	0	0
		100	60	740	0,081
		127	27	330	0,082

min.sec	15.00	10.40	0	12.20	17.50
cm	25cm	13cm	40cm	100cm	127cm

Πίνακα 6.12 Προσδιορισμός των πεδίων ταχυτήτων σε βάθος ροής 15cm,ένταση 4

Πείραμα θέρμανσης βάθος νερού 15 ένταση λαμπτήρα 3					
		Απόσταση στο κανάλι.	Απόσταση μεταξύ	T(sec)	V=L/T(cm/s)
		-16	10	204	0,049
		-6	9	271	0,033
		3	14	332	0,042
		17	9	238	0,038
		26	24	351	0,068
Αρχική θέση		50	0	0	0
		92	42	325	0,129
		116	24	252	0,095
		144	28	326	0,086
		167	23	264	0,087
		184	17	209	0,081

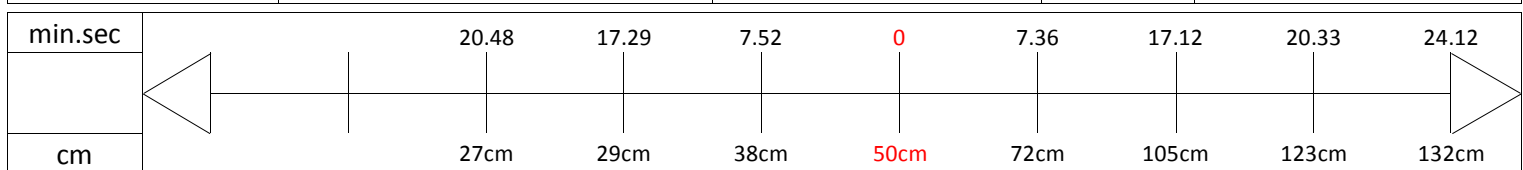
  

min.sec	23.15	19.51	15.21	9.49	5.51	0	5.25	9.37	15.03	19.27	22.56
cm	16cm	6cm	3cm	17cm	26cm	50cm	92cm	116cm	144cm	167cm	184cm

Πίνακα 6.13 Προσδιορισμός των πεδίων ταχυτήτων σε βάθος ροής 15cm,ένταση 3

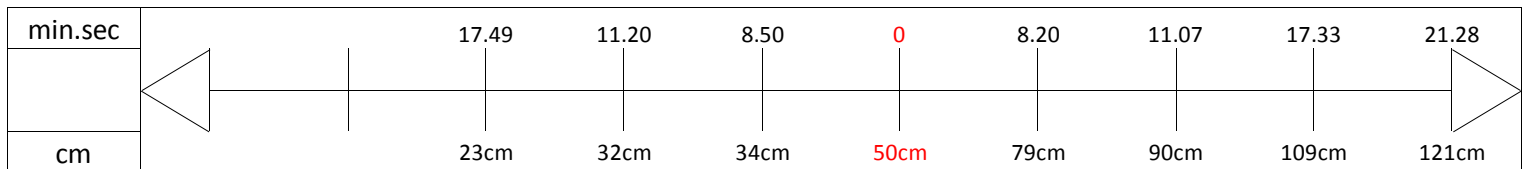


<b>Πείραμα θέρμανσης βάθος νερού 15 ένταση λαμπτήρα 2</b>				
	Απόσταση στο κανάλι.	Απόσταση μεταξύ L(cm)	T(sec)	V=L/T(cm/s)
	27	2	199	0,010
	29	9	577	0,016
	38	12	472	0,025
Αρχική θέση	50	0	0	0
	72	22	456	0,048
	105	33	576	0,057
	123	18	201	0,090
	132	9	219	0,041



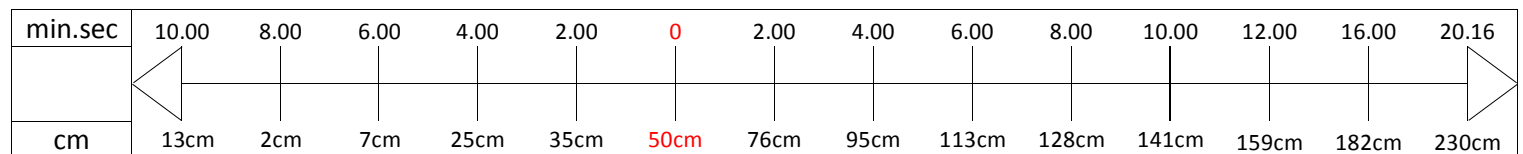
**Πίνακα 6.14 Προσδιορισμός των πεδίων ταχυτήτων σε βάθος ροής 15cm,ένταση 2**

<b>Πείραμα θέρμανσης βάθος νερού 15 ένταση λαμπτήρα 1</b>				
	Απόσταση στο κανάλι.	Απόσταση μεταξύ	T(sec)	V=L/T(cm/s)
	23	9	389	0,023
	32	2	150	0,013
	34	16	530	0,030
Αρχική θέση	50	0	0	0
	79	29	500	0,058
	90	11	167	0,066
	109	19	386	0,049
	121	12	235	0,051



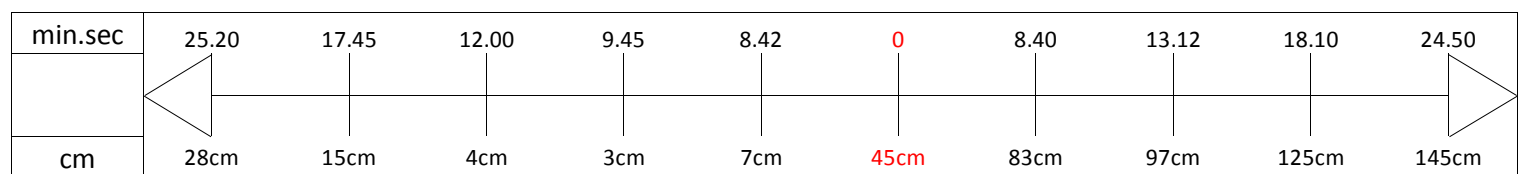
**Πίνακα 6.15 Προσδιορισμός των πεδίων ταχυτήτων σε βάθος ροής 15cm,ένταση 1**

<b>Πείραμα θέρμανσης βάθος νερού 20 ένταση λαμπτήρας 5</b>				
	Απόσταση στο κανάλι.	Απόσταση μεταξύ L(cm)	T(sec)	V=L/T(cm/s)
	-13	11	120	0,092
	-2	9	120	0,075
	7	18	120	0,150
	25	10	120	0,083
	35	15	120	0,125
Αρχική θέση	<b>50</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
	76	26	120	0,217
	95	19	120	0,158
	113	18	120	0,150
	128	15	120	0,125
	141	13	120	0,108
	159	18	120	0,150
	182	23	240	0,096
	230	48	256	0,188



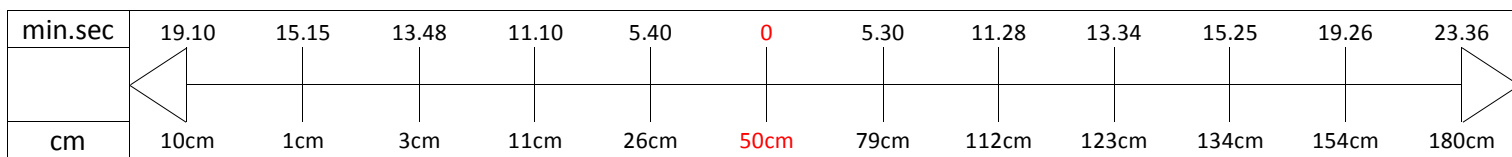
**Πίνακα 6.16 Προσδιορισμός των πεδίων ταχυτήτων σε βάθος ροής 20cm,ένταση 5**

<b>Πείραμα θέρμανσης βάθος νερού 20 ένταση λαμπτήρα 3</b>				
	Απόσταση στο κανάλι.	Απόσταση μεταξύ L(cm)	T(sec)	V=L/T(cm/s)
	-28	13	455	0,029
	-15	11	345	0,032
	-4	7	135	0,052
	3	4	63	0,063
	7	38	522	0,073
Αρχική θέση	<b>45</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
	83	38	520	0,073
	97	14	272	0,051
	125	28	298	0,094
	145	20	400	0,050



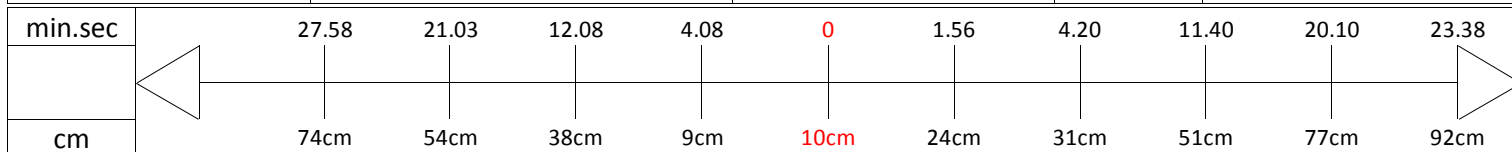
**Πίνακα 6.17 Προσδιορισμός των πεδίων ταχυτήτων σε βάθος ροής 20cm,ένταση 3**

<b>Πείραμα θέρμανσης βάθος νερού 20 ένταση λαμπτήρα 2</b>				
Απόσταση στο κανάλι.		Απόσταση μεταξύ L(cm)	T(sec)	V=L/T(cm/s)
	-10	9	235	0,038
	-1	4	87	0,046
	3	8	158	0,051
	11	15	330	0,045
	26	24	340	0,071
Αρχική θέση	50	0	0	0
	79	29	330	0,088
	112	33	358	0,092
	123	11	126	0,087
	134	11	111	0,099
	154	20	241	0,083
	180	26	250	0,104



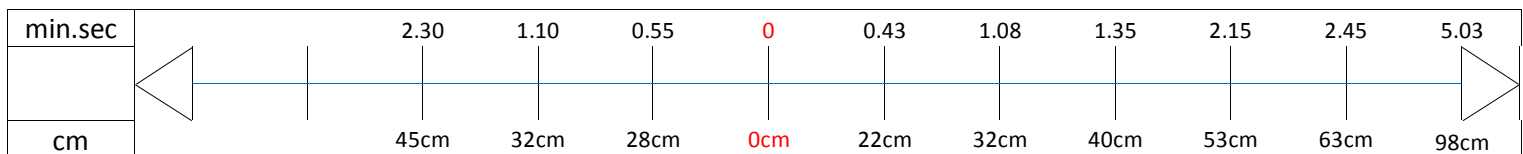
**Πίνακα 6.18 Προσδιορισμός των πεδίων ταχυτήτων σε βάθος ροής 20cm, ένταση 3**

<b>Πείραμα θέρμανσης βάθος νερού 20 ένταση λαμπτήρα 1</b>				
Απόσταση στο κανάλι.		Απόσταση μεταξύ L(cm)	T(sec)	V=L/T(cm/s)
	-74	20	518	0,039
	-54	16	535	0,030
	-38	29	480	0,060
	-9	19	248	0,077
Αρχική θέση	10	0	0	0
	24	14	116	0,121
	31	7	144	0,049
	51	20	440	0,045
	77	26	590	0,044
	92	15	208	0,072



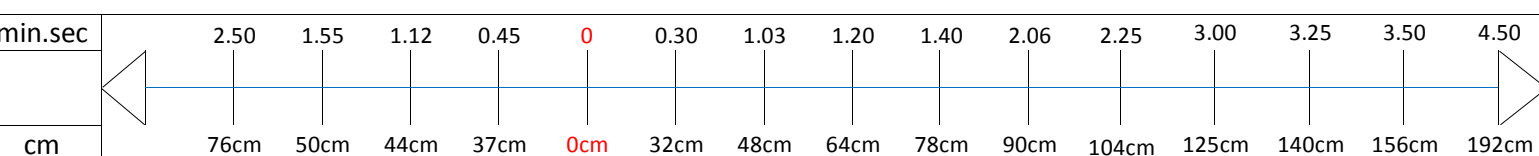
**Πίνακα 6.19 Προσδιορισμός των πεδίων ταχυτήτων σε βάθος ροής 20cm, ένταση 1**

<b>Πείραμα ψύξης βάθος νερού 5</b>				
Απόσταση στο κανάλι.	Απόσταση μεταξύ L(cm)	T(sec)	V=L/T(cm/s)	
	45	13	70	0,186
	32	4	15	0,267
	28	28	55	0,509
Αρχική θέση	0	0	0	0
	22	22	43	0,512
	32	10	25	0,400
	40	8	27	0,296
	53	13	40	0,325
	63	10	30	0,333
	98	35	138	0,254



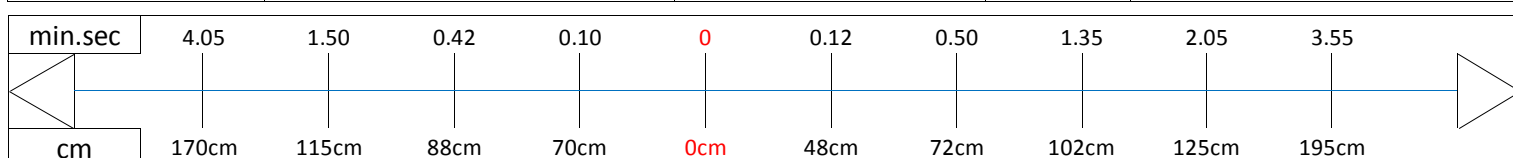
**Πίνακα 6.20 Προσδιορισμός των πεδίων ταχυτήτων σε ψύξη βάθος ροής 5cm**

<b>Πείραμα ψύξης βάθος νερού 10</b>				
Απόσταση στο κανάλι.	Απόσταση μεταξύ L(cm)	T(sec)	V=L/T(cm/s)	
	-76	26	55	0,473
	-50	6	43	0,140
	-44	7	27	0,259
	-37	37	45	0,822
Αρχική θέση	0	0	0	0
	32	32	30	1,067
	48	16	33	0,485
	64	16	17	0,941
	78	14	20	0,700
	90	12	26	0,462
	104	14	19	0,737
	125	21	35	0,6
	140	15	25	0,6
	156	16	20	0,8
	192	36	60	0,6
	268	76	132	0,58



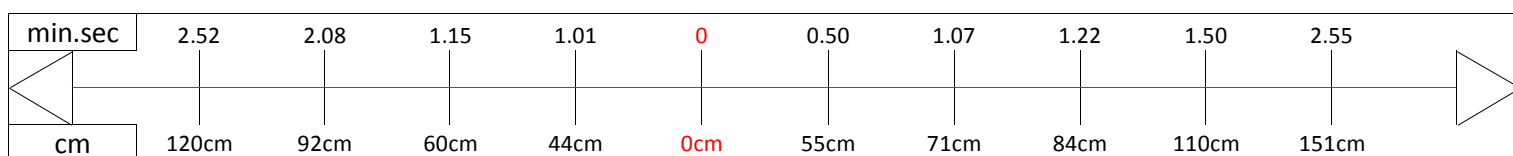
**Πίνακα 6.21 Προσδιορισμός των πεδίων ταχυτήτων σε ψύξη βάθος ροής 10cm**

<b>Πείραμα ψύξης βάθος νερού 15</b>				
	Απόσταση στο κανάλι.	Απόσταση μεταξύ L(cm)	T(sec)	V=L/T(cm/s)
	-170	55	130	0,423
	-115	13	68	0,191
	-88	18	32	0,563
	-70	70	20	3,5
Αρχική θέση	0	0	0	0
	48	48	12	4,0
	72	24	50	0,480
	102	30	45	0,667
	120	18	30	0,600
	195	75	110	0,682



**Πίνακα 6.22 Προσδιορισμός των πεδίων ταχυτήτων σε ψύξη βάθος ροής 15cm**

<b>Πείραμα ψύξης βάθος νερού 20</b>				
	Απόσταση στο κανάλι.	Απόσταση μεταξύ L(cm)	T(sec)	V=L/T(cm/s)
	-120	28	44	0,636
	-92	32	53	0,604
	-60	16	14	1,143
	-44	44	61	0,721
Αρχική θέση	0	0	0	0
	55	55	50	1,100
	71	16	17	0,941
	84	13	15	0,867
	110	26	28	0,929
	132	22	30	0,733
	151	19	35	0,543



**Πίνακα 6.23 Προσδιορισμός των πεδίων ταχυτήτων σε ψύξη βάθος ροής 20cm**

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7 ° ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.

Σε όλη τη διάρκεια του πειράματος παρατηρείται έντονος επηρεασμός θερμοκρασίας νερού από τη θερμοκρασία περιβάλλον χώρου. Επομένως, σε ορισμένες περιπτώσεις μετρήσεων, όταν η ένταση του λαμπτήρα είναι χαμηλή (για παράδειγμα, η ένταση του ροοστάτη 4), η θερμοκρασία του νερού μπορεί να φτάσει σε πιο υψηλά σε σύγκριση με ένα άλλο πείραμα με μεγαλύτερη ένταση (π.χ ένταση ροοστάτη 5).

Λόγου ότι το νερό έχει μεγάλη θερμοχωρητικότητα , ανάλογα με το βάθος του νερού αυξάνεται χρόνος θερμικής ισορροπίας. Δηλαδή ανάλογα με τον όγκο του νερού ο χρόνος για την επίτευξη των μέγιστων θερμοκρασιών θα είναι διαφορετικός.

Στο πείραμα θέρμανσης νερού στη θέση  $X = 1$ , παρατηρείται η υψηλότερη θερμοκρασία στην επιφάνεια του νερού σε επόμενες θέσεις  $X = 2,3,4$  κ.λπ. θερμοκρασία πέφτει, στο βάθος παραμένει χαμηλότερη σε όλο το μήκος του καναλιού.

Ο χρόνος θερμικής ισορροπίας κατά την ψύξη είναι 5-10 λεπτά, πράγμα που δείχνει ότι το νερό απορροφά πολύ γρήγορα χαμηλές θερμοκρασίες.

Ένας σημαντικός ρόλος στη μετάδοση της θερμοκρασίας είναι η μέθοδος μετάδοσης. Στην περίπτωση θέρμανσης νερού , χρησιμοποιήθηκε θερμική ακτινοβολία ενώ κατά τη διάρκεια της ψύξης χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος μετάδοσης θερμότητας με αγωγή. Όπως αναφέρεται στην παράγραφο 4.2, σύμφωνα με τα μετρούμενα δεδομένα, η μέγιστη διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ επιφάνειας και του πυθμένα νερού σε περίπτωση θερμικής ακτινοβολίας έφτασε **3,5°C** ενώ στη ψύξη **4 βαθμούς Κελσίου**. Επιπλέον, στην ενότητα 6.1, παρουσιάζονται πίνακες με δεδομένα σχετικά με την ταχύτητα του υγρού που αναπτύχθηκε ως αποτέλεσμα της μεταφοράς θερμοκρασίας. Η μέγιστη ταχύτητα στο πείραμα θέρμανσης βάθος νερού 15 εκατοστά ένταση λαμπτήρα 5 έφτασε **0,3cm/sec** ενώ στο πείραμα ψύξης βάθος νερού 15 εκατοστά η μέγιστη ταχύτητα νερού ήταν **4cm/sec**. Αυτό το γεγονός δείχνει ότι η μετάδοση θερμότητας με ψύξη είναι πιο αποτελεσματική.

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ:

1. Rotta J. (1990): *Die Aerodynamische Versuchsanstalt in Gottingen, ein Werk Ludwig Prandtls*, Vandenhoeck & Ruprecht, Gottingen (Germany).
2. Prandtl, L. (1905): "Über Flüssigkeitsbewegung bei sehr kleiner Reibung, Proc. *Verhandlungen des III. Internationalen Mathematiker-Kongresses, Heidelberg, 1904*, Teubner, Leipzig, σελ. 404–491.
3. F. P. Incropera, D. P. DeWitt, "Εισαγωγή στη μεταφορά θερμότητας", John Wiley & Sons, New York, 1996.
4. John H. Lienhard, IV and John H. Lienhard, V A "Βιβλίο μεταφοράς θερμότητας", 5th edition, Dover Publications, Mineola NY, 2019
5. H. C. Hottel, Μετάδοση θερμότητας με ακτινοβολία, Chap. 4, in: W. H. McAdams (ed.), "Heat Transmission", 3rd ed., Mc Graw-Hill Book Company, New York, 1954.
6. . E. M. Sparrow and R. D. Cess, "Radiation Heat Transfer", Wadsworth Publishing Co., Inc., Englewood Cliffs, N.J., 1966.
7. S. Whitaker, "Θεμελιώδεις αρχές μεταφοράς θερμότητας", Krieger, Florida, USA, 1983.
8. J. HOLMAN, "Μεταφορά θερμότητας", McGraw Hill, London 1992.
9. Merzkirch W. (1987): Οπτικοποίηση ροής, New York: Academic.
10. Adrian, R.J. (1991): Τεχνικές απεικόνισης σωματιδίων για πειραματική μηχανική ρευστών, *Ann. Rev. Fluid Mech.*, 23, pp. 261–304 .
11. Willert C., Stasicki, B., Raffel M., Kompenhans J. (1995): Ψηφιακή βιντεοκάμερα για την εφαρμογή της ταχύτητας εικόνας σωματιδίων σε ροές υψηλής ταχύτητας, Proc. SPIE 2546 Intl. Symp. on Optical Science, Engineering and Instrumentation, 9–14 July, San Diego (USA), pp.124–134.
12. Kompenhans J., Raffel M. (1993): Εφαρμογή της τεχνικής PIV σε διαγονικές ροές , Proc. SPIE 2005, Intl. Symp. on Optics, Imaging and Instrumentation, 11–16 July, San Diego (USA), Optical Diagnostics in Fluid and Thermal Flow, ed. S.S. Cha, J.D. Trolling, pp. 425–436.

## ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΕΣ ΠΗΓΕΣ:

13. <https://www.flowvis.org/wp-content/uploads/2018/10/LaserManualPV-SOL-OMus-0501.pdf>
14. [http://courseware.mech.ntua.gr/ml22034/Presentation\\_heat\\_transfer1%20\(1\).pdf](http://courseware.mech.ntua.gr/ml22034/Presentation_heat_transfer1%20(1).pdf)
15. <https://slideplayer.gr/slide/6018096/>
16. [https://repository.kallipos.gr/bitstream/11419/5346/1/01\\_chapter\\_01.pdf](https://repository.kallipos.gr/bitstream/11419/5346/1/01_chapter_01.pdf)