

**ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΥ**

**ΤΜΗΜΑ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΤΡΟΦΙΜΩΝ**

**«ΜΕΤΡΗΣΗ ΣΥΝΟΛΙΚΟΥ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗ  
ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ ΣΕ ΕΝΑΛΛΑΚΤΗ ΜΕ  
ΠΛΑΚΕΣ»**

**ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΜΕΛΕΤΗ  
ΜΙΧΟΥΛΗ ΠΕΡΣΕΦΟΝΗ**



**ΚΑΛΑΜΑΤΑ**

**2015**

**ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΥ**

**ΤΜΗΜΑ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΤΡΟΦΙΜΩΝ**

**«ΜΕΤΡΗΣΗ ΣΥΝΟΛΙΚΟΥ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗ  
ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ ΣΕ ΕΝΑΛΛΑΚΤΗ ΜΕ  
ΠΛΑΚΕΣ»**

**ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΜΕΛΕΤΗ  
ΜΙΧΟΥΛΗ ΠΕΡΣΕΦΟΝΗ**

**Εξεταστική Επιτροπή : ΒΑΡΖΑΚΑΣ ΘΕΟΔΩΡΟΣ (επιβλέπων)**

**ΚΟΥΤΡΟΥΜΠΗΣ ΦΩΤΗΣ (μέλος)**

**ΖΑΚΥΝΘΙΝΟΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ(μέλος)**

**ΚΑΛΑΜΑΤΑ**

**2015**

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στην παρούσα πτυχιακή εργασία γίνεται αναφορά στη θερμότητα καθώς και στους τρόπους μετάδοσής της ώστε να γίνει αντιληπτός ο τρόπος λειτουργίας των εναλλακτών θερμότητας. Έπειτα γίνεται λόγος για τους εναλλάκτες θερμότητας και τα βασικά είδη αυτών καθώς επίσης και τα προβλήματα που παρουσιάζονται κατά τη χρήση ενός εναλλάκτη θερμότητας. Στη συνέχεια παρουσιάζονται οι συνηθέστερα χρησιμοποιούμενοι εναλλάκτες στις βιομηχανίες τροφίμων. Επιπροσθέτως παρατίθεται το εγχειρίδιο χρήσης του εναλλάκτη θερμότητας με πλάκες της εταιρείας EDIBON, ο οποίος χρησιμοποιήθηκε για τη διεξαγωγή του πειράματος. Στο εγχειρίδιο παρουσιάζονται αναλυτικά οι πληροφορίες του εναλλάκτη, καθώς και οι υπολογισμοί που είναι εφικτό να πραγματοποιηθούν από τη διεξαγωγή του πειράματος. Επίσης υφίσταται περιγραφή του πειράματος, παράθεση των αποτελεσμάτων και τέλος των συμπερασμάτων που διεξήχθησαν.

## **ABSTRACT**

This thesis refers to the heat and to the ways of transmission in order to understand how the performance of heat exchangers. Thereafter referred of heat exchangers and the main types of these as well as the problems that arise when using a heat exchanger. Subsequently the most commonly used exchangers in food industries the most commonly used exchangers in food industries are shown. Additionally given the instruction manual of the plate heat exchanger company EDIBON, which was used to conduct the experiment. In the manual there are detailed information about the exchanger, and calculations that can be made by conducting the experiment. There is also a description of the experiment, listing the results and finally the conclusions conducted.

## ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Οι εναλλάκτες θερμότητας βρίσκουν εφαρμογή σε διάφορων ειδών βιομηχανίες. Η επιλογή όμως του κατάλληλου εναλλάκτη για το εκάστοτε προϊόν είναι ιδιαίτερα σημαντική ώστε να επιτυγχάνεται η μέγιστη απόδοση στις εκάστοτε εργασίες. Στη θερμική μελέτη ενός εναλλάκτη, στόχος είναι ο υπολογισμός της απαραίτητης επιφάνειας για τη μεταφορά θερμότητας με δεδομένο ρυθμό και για δεδομένες θερμοκρασίες και παροχές ρευστών. Αυτό επιτυγχάνεται με την χρήση του ολικού συντελεστή μεταφοράς θερμότητας (overall heat-transfer coefficient)  $U$ , που βρίσκεται στη θεμελιώδη εξίσωση για τον υπολογισμό του ρυθμού μεταφοράς θερμότητας  $Q$ .

Έτσι λοιπόν ο υπολογισμός του ολικού συντελεστή μεταφοράς θερμότητας γίνεται αναγκαίος ώστε να υπολογιστούν τα μεγέθη που χρειάζονται για τη θερμική του μελέτη.

## Πίνακας περιεχομένων

ΠΕΡΙΛΗΨΗ .....	2
ABSTRACT .....	3
ΠΡΟΛΟΓΟΣ.....	4
ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ .....	7
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1. ΘΕΡΜΟΤΗΤΑ .....	8
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2. ΕΝΑΛΛΑΚΤΕΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ (HEAT EXCHANGERS) .....	9
2.1. Κατηγορίες εναλλακτών.....	9
2.2. Προβλήματα κατά τη χρήση εναλλακτών .....	11
2.3. Οι εναλλάκτες θερμότητας στη βιομηχανία τροφίμων. ....	12
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3. ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟ ΧΡΗΣΗΣ ΕΝΑΛΛΑΚΤΗ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ ΜΕ ΠΛΑΚΕΣ ΤΗΣ ΕΤΑΙΡΕΙΑΣ EDIBON .....	14
3.1 Περιγραφή εξοπλισμού .....	14
3.1.1 Εισαγωγή.....	14
3.1.2 Περιγραφή .....	15
3.1.3 Πρακτικές δυνατότητες .....	17
3.1.4 Προδιαγραφές.....	17
3.1.5 Περιγραφή των στοιχείων που αποτελούν τον εξοπλισμό .....	18
3.1.6 Εξαρτήματα .....	20
3.1.7 Διαστάσεις και βάρη.....	20
3.1.8 Απαιτούμενες υπηρεσίες .....	21
3.2 Θεωρητική βάση.....	21
3.2.1 Εισαγωγή.....	21
3.2.2 Η μεταφορά θερμότητας σε εναλλάκτες θερμότητας.....	25
3.2.3 Στοιχεία ενός εναλλάκτη θερμότητας με πλάκες .....	28
3.2.4 Ολικός συντελεστής μεταφοράς θερμότητας .....	30
3.2.5 Συντελεστής μετάδοσης θερμότητας συναγωγής (h) .....	32
3.2.6 Αποκτώντας τον Αριθμό Nusselt .....	33
3.2.7 Ο αριθμός Nusselt για τη ροή σε κυκλικούς σωλήνες.....	33
3.2.8. Η κατανομή των θερμοκρασιών σε εναλλάκτες θερμότητας .....	37

3.2.9 Μέση λογαριθμική θερμοκρασιακή διαφορά.....	38
3.2.10 Υπολογισμός του συντελεστή μεταφοράς θερμότητας από το ποσοστό μεταφοράς θερμότητας .....	39
3.2.11 Μέθοδος NTU-αποτελεσματικότητας για την ανάλυση του εναλλάκτη θερμότητας. ....	40
3.2.12 Υπολογισμός μεταφοράς θερμότητας σε εναλλάκτη θερμότητας με πλάκες.....	42
3.3 Προειδοποιήσεις, κύριες οδηγίες.....	46
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4. ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ.....	47
4.1 Υλικά και μέθοδοι .....	47
4.2 Συνδεσμολογία .....	48
4.3 Πειραματική πορεία .....	49
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ-ΣΧΟΛΙΑΣΜΟΣ .....	51
ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ .....	94
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ .....	96

## ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Θα ήθελα καταρχήν να ευχαριστήσω όλους όσους συνέβαλαν με οποιονδήποτε τρόπο στην επιτυχή εκπόνηση αυτής της πτυχιακής εργασίας. Θα πρέπει να ευχαριστήσω θερμά τον καθηγητή κ. Θεόδωρο Βαρζάκα για την επίβλεψη αυτής της πτυχιακής εργασίας και για την ευκαιρία που μου έδωσε να την εκπονήσω στο εργαστήριο Μηχανικής Επεξεργασίας Τροφίμων. Ήταν πάντα διαθέσιμος να μου προσφέρει τις γνώσεις και την εμπειρία του για τη βαθύτερη κατανόηση της χρήσης εναλλακτών θερμότητας. Στη συνέχεια, ευχαριστώ ιδιαίτερα τον κ. Φώτη Κουτρομπή για την εξαιρετική συνεργασία που είχαμε. Κατά τη διάρκεια εκπόνησης του πειραματικού σταδίου της πτυχιακής μου εργασίας ήταν πάντα διαθέσιμος να ασχοληθεί με κάθε απορία μου σχετική με ακαδημαϊκά ζητήματα, εντός και εκτός των πλαισίων της παρούσας εργασίας. Έπειτα, θα ήθελα να ευχαριστήσω τους καθηγητές της σχολής Τεχνολογίας Γεωπονίας και Τεχνολογίας Τροφίμων και Διατροφής του Τεχνολογικού Εκπαιδευτικού Ιδρύματος Πελοποννήσου που με καθοδήγησαν τα τελευταία τέσσερα χρόνια στο πολύ ενδιαφέρον και ευρύ αντικείμενο των τροφίμων. Σε αυτό το σημείο θέλω να αναφέρω ανθρώπους, εκτός του στενού ακαδημαϊκού περιβάλλοντος, που υπήρξαν σημαντικοί πόλοι στη ζωή μου, προσδίδοντας την απαιτούμενη ισορροπία. Αρχικά θέλω να ευχαριστήσω τους φίλους και τις φίλες των φοιτητικών μου χρόνων, που έκαναν τα χρόνια αυτά μία πραγματικά αξέχαστη εμπειρία. Βέβαια, το μεγαλύτερο ευχαριστώ το οφείλω στους γονείς μου, των οποίων η πίστη στις δυνατότητες μου αποτέλεσε αρωγός σε όλους τους στόχους και τα όνειρά μου, και οι οποίοι με ανέθρεψαν σε ένα ειδυλλιακό περιβάλλον χωρίς καμία στέρηση.



## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1. ΘΕΡΜΟΤΗΤΑ

Θερμότητα ορίζεται η ενέργεια που μεταδίδεται από ένα θερμότερο σώμα σε ένα ψυχρότερο. Με τον όρο θερμότητα, απλοποιείται συχνά ο όρος μεταφορά θερμότητας ή ροή θερμότητας (Τσίνογλου, 2015).

Η μετάδοση της ενέργειας είναι δυνατή όταν υπάρχει μία θερμοκρασιακή διαφορά και γίνεται πάντοτε από περιοχές υψηλότερων θερμοκρασιών σε περιοχές χαμηλότερων θερμοκρασιών. Κατά την εξέλιξη του φαινομένου της μετάδοσης της θερμότητας παρουσιάζεται πτώση της θερμοκρασίας του θερμότερου σώματος και ανύψωση της θερμοκρασίας του ψυχρότερου σώματος. Η μετάδοση της θερμότητας συνεχίζεται μέχρι να γίνει εξίσωση των θερμοκρασιών, οπότε δεν υπάρχει πλέον θερμοκρασιακή διαφορά που να προκαλεί την μετάδοση της ενέργειας (Κόντου, 1995).

Ο ρυθμός μετάδοσης της θερμότητας μεταξύ του θερμότερου και του ψυχρότερου ρευστού καθορίζεται από τις φυσικές ιδιότητες των ρευστών, από την ροή τους, τις θερμοκρασίες τους και από την επιφάνεια εναλλαγής της θερμότητας η οποία χωρίζει τα δύο ρευστά (Τσίνογλου, 2015).

Η κατανόηση των μηχανισμών μεταφοράς θερμότητας είναι ιδιαίτερα σημαντική διότι ο άνθρωπος χρησιμοποίησε τους μηχανισμούς αυτούς για τη δημιουργία συσκευών που θα είχαν ευρεία εφαρμογή και θα μείωναν την καταναλισκόμενη ενέργεια. Οι συσκευές αυτές ονομάστηκαν εναλλάκτες θερμότητας (Ζουμπούλης Α, κ.α, 2009).

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2. ΕΝΑΛΛΑΚΤΕΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ (HEAT EXCHANGERS)

Οι εναλλάκτες θερμότητας είναι συσκευές με τις οποίες επιτυγχάνεται η μεταφορά ενέργειας από ένα ρευστό υψηλής θερμοκρασίας σε ένα άλλο ρευστό χαμηλότερης θερμοκρασίας. Το πολύ αυξημένο ενδιαφέρον για τη μείωση της κατανάλωσης ενέργειας σε παγκόσμιο επίπεδο τις τελευταίες δεκαετίες του 20ου αιώνα σε συνδυασμό με τα οικονομικά κίνητρα που έδωσαν οι περισσότερες κεντρικές κυβερνήσεις σε όλο το κόσμο οδήγησε τις παραγωγικές εταιρείες ανεξαρτήτως μεγέθους να αναπτύξουν τεχνολογίες αποτελεσματικότερης αξιοποίησης της ενέργειας. Σημαντικό ρόλο για την επίτευξη του παραπάνω στόχου έπαιξαν και συνεχίζουν να παίζουν οι συσκευές εναλλαγής θερμότητας. Οι εναλλάκτες θερμότητας βρίσκουν πολλές εφαρμογές σε όλους τους βιομηχανικούς τομείς, ανάμεσα σε αυτούς εξέχουσα θέση έχουν η χημική και η μεταλλουργική βιομηχανία (Λάζος Ε. , 2010).

### 2.1. Κατηγορίες εναλλακτών

Οι εναλλάκτες θερμότητας ανάλογα με τη διαδικασία μεταφοράς θερμότητας μπορούν να διαχωριστούν σε δυο κατηγορίες:

1. Εναλλάκτης άμεσης επαφής, όπου τα δύο διαφορετικά ρευστά έρχονται σε άμεση επαφή, ανταλλάσσουν θερμότητα και διαχωρίζονται πάλι.
2. Εναλλάκτης έμμεσης επαφής, όπου τα δύο ρευστά δεν αναμειγνύονται αλλά παραμένουν χωρισμένα λόγω μιας επιφάνειας που παρεμβάλλεται ανάμεσά τους και μέσω αυτής μεταφέρεται θερμότητα (Varzakas, 2015).

Οι εναλλάκτες θερμότητας ανάλογα με την πυκνότητα των κατασκευαστικών στοιχείων διαχωρίζονται σε δύο κατηγορίες.

1. Συμπαγείς εναλλάκτες, οι οποίοι παρουσιάζουν μεγάλη επιφανειακή πυκνότητα.
2. Μη συμπαγείς εναλλάκτες, οι οποίοι δεν παρουσιάζουν μεγάλη επιφανειακή πυκνότητα (Varzakas, 2015).

Ανάλογα με το είδος της ροής μέσα στους εναλλάκτες, αυτοί διακρίνονται σε:

1. Ομορορής ή παράλληλης ροής (parallel flow), όπου τα δύο ρευστά ρέουν παράλληλα
2. Αντιρορής (counter flow), όπου τα δυο ρευστά ρέουν αντιπαράλληλα δηλαδή στην ίδια κατεύθυνση αλλά με αντίθετη φορά
3. Σταυρορορής (cross flow), όπου τα δύο ρευστά ρέουν σε κάθετες διευθύνσεις
4. Σύνθετους, όπου έχουμε συνδυασμό των παραπάνω ροών (Varzakas, 2015).

Ανάλογα με την κατασκευή τους οι εναλλάκτες διακρίνονται σε:

1. Εναλλάκτες διπλού αυλού ή διπλού σωλήνα (double pipe heat exchangers). Ο τύπος αυτός είναι ο απλούστερος τύπος εναλλάκτη και αποτελείται από δύο ομόκεντρους σωλήνες με το ένα ρευστό να ρέει διαμέσου του μικρότερου σωλήνα και το δεύτερο στο χώρο που παρεμβάλλεται μεταξύ των σωλήνων (Varzakas, 2015).
2. Εναλλάκτες κελύφους και αυλών ή δέσμης σωλήνων με διαφράγματα (shell and tube heat exchangers). Αποτελούν επέκταση του εναλλάκτη διπλού σωλήνα, όπου ο εσωτερικός σωλήνας έχει αντικατασταθεί από δέσμη παράλληλων αυλών και ο εξωτερικός από το κέλυφος. Είναι ο συχνότερα χρησιμοποιούμενος εναλλάκτης στη βιομηχανία διεργασιών και αντιπροσωπεύει τουλάχιστον το 60% των εναλλακτών που χρησιμοποιούνται σήμερα. Οι εναλλάκτες του τύπου αυτού διαφέρουν μεταξύ τους ως προς τον αριθμό των κελυφών (εξωτερικές διαδρομές) και των αυλών (εσωτερικές διαδρομές). Στους εναλλάκτες αυτούς τοποθετούνται συνήθως διαφράγματα στο κέλυφος, τα οποία προκαλούν διαταραχές στη ροή και την καθιστούν τυρβώδη, με αποτέλεσμα να αυξάνεται ο συντελεστής συναγωγής του ρευστού που ρέει στο κέλυφος.
3. Πλακοειδείς εναλλάκτες θερμότητας (plate heat exchangers), οι οποίοι αποτελούνται από μία συστοιχία αυλακωτών μεταλλικών πλακών πιεσμένες μέσα σε ένα πλαίσιο.
4. Σπειροειδείς εναλλάκτες (spiral heat exchangers), στους οποίους τα ρευστά ρέουν σε σπειροειδείς επιφάνειες, οι οποίες διαχωρίζονται από υπερυψωμένες προεξοχές και σφραγίζονται με δύο πλάκες άκρων.

5. Εναλλάκτες αποξεώμενης επιφάνειας (Scraped Surface Heat Exchanger): αποτελούνται από ένα εξωτερικό διπλό σωλήνα μέσα στον οποίο κυκλοφορεί το θερμαντικό μέσο και ένα εσωτερικό άξονα με λεπίδες με τη βοήθεια του οποίου το προϊόν προς θερμική επεξεργασία ωθείται και απλώνεται σε πολύ λεπτή στοιβάδα στα τοιχώματα του σωλήνα.

Ανάλογα με τη φύση της εκάστοτε εφαρμογής, χρησιμοποιούνται και άλλου είδους εναλλάκτες όπως οι εναλλάκτες προεκτεταμένης επιφάνειας με πτερύγια, οι εναλλάκτες αερίου-αερίου, οι αερόψυκτοι εναλλάκτες, οι συμπυκνωτές (condensers), οι εξατμιστήρες (evaporators) και οι αναγεννητές (regenerators). Επιπροσθέτως υπάρχουν εναλλάκτες που εντοπίζονται στην καθημερινότητα, όπως οι λέβητες (boilers), οι βραστήρες, τα κλιματιστικά ή τα σώματα καλοριφέρ (Varzakas, 2015).

Τέλος ανάλογα με το μηχανισμό μεταφοράς της θερμότητας οι εναλλάκτες διακρίνονται σε:

1. Συναγωγής μιας φάσης και από τις δύο πλευρές.
2. Συναγωγής μιας φάσης από τη μια πλευρά και συναγωγής δύο φάσεων από την άλλη.
3. Συναγωγής δύο φάσεων και από τις δύο πλευρές.
4. Συνδυσασμένης συναγωγής και μεταφοράς θερμότητας με ακτινοβολία (Varzakas, 2015).

## **2.2. Προβλήματα κατά τη χρήση εναλλακτών.**

Ο εναλλάκτης όπως προαναφέραμε είναι συσκευή στην οποία έχουμε μεταφορά θερμικής ενέργειας μεταξύ δύο ρευστών. Συχνά τα ρευστά αυτά περιέχουν διάφορες ουσίες που βοηθούν στην ανάπτυξη μικροοργανισμών με αποτέλεσμα μετά από μια χρονική περίοδο λειτουργίας του εναλλάκτη οι επιφάνειες του να καλύπτονται από άλατα ή ακόμα και να διαβρώνονται (Μπλούκας, 2004).

Τα άλατα έχουν συνήθως, πολύ μικρό συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα ότι ένα λεπτό στρώμα αλάτων μπορεί να προκαλεί μια πρόσθετη αντίσταση στη μετάδοση της θερμότητας, μειώνοντας έτσι τη συνολική απόδοση του εναλλάκτη. Η διαδικασία της εναπόθεσης των αλάτων στις

διαχωριστικές επιφάνειες ονομάζεται ρύπανση, ενώ η αντίσταση στη μετάδοση της θερμότητας που προκαλείται από τις αποθέσεις των αλάτων ονομάζεται αντίσταση ρύπανσης (Μπλούκας, 2004).

Για την αντιμετώπιση των εναποθέσεων των αλάτων στους εναλλάκτες θερμότητας το σημαντικότερο βήμα είναι ο σωστός σχεδιασμός τους, ο οποίος πρέπει να περιλαμβάνει, την επιλογή του κατάλληλου τύπου εναλλάκτη θερμότητας, την αναζήτηση των βέλτιστων συνθηκών λειτουργίας, όπως για παράδειγμα τη βέλτιστη ταχύτητα ροής των ρευστών και την όσο το δυνατόν καλύτερη κατασκευή του εναλλάκτη (Βαρζάκας, Φιλιππαίου, 2015).

### **2.3. Οι εναλλάκτες θερμότητας στη βιομηχανία τροφίμων.**

Οι εναλλάκτες θερμότητας χρησιμοποιούνται στη βιομηχανία τροφίμων κατά την παστερίωση καθώς εξασφαλίζουν ασφατικές συνθήκες επεξεργασίας. Πρόκειται για μια οικονομική μέθοδο παστερίωσης χωρίς να απαιτούνται μεγάλα ποσά ενέργειας. (Ohlsson, Bengtsson, 2000)

Οι εναλλάκτες διπλού σωλήνα, τυρβώδους ροής, πλακών και κελύφους και αυλών και αποξεώμενης επιφάνειας, χρησιμοποιούνται κυρίως για την επεξεργασία χυμών φρούτων, γάλακτος και γαλακτοκομικών προϊόντων. (Βαρζάκας, Φιλιππαίου, 2012)

Αυτοί οι εναλλάκτες θερμότητας ενδείκνυνται για προϊόντα που παρουσιάζουν ευαισθησία στην υψηλές θερμοκρασίες καθώς εξασφαλίζουν υψηλό ρυθμό μεταφοράς θερμότητας και μικρό χρόνο παραμονής του προϊόντος σε αυτούς (Ohlsson, Bengtsson, 2000).

Στους εναλλάκτες διπλού σωλήνα το τρόφιμο διέρχεται μεταξύ του κενού χώρου του σωλήνα μέσα στους οποίους κυκλοφορεί το θερμαντικό μέσο (συνήθως νερό ή ατμός) και με την κυκλοφορία, την κατάλληλη διάταξη, και τη γεωμετρία των σωλήνων επιτυγχάνονται υψηλοί συντελεστές μεταφοράς θερμότητας και ομοιόμορφη θέρμανση του διερχόμενου προϊόντος σε λιγότερο χρόνο. Το ίδιο συμβαίνει και στους εναλλάκτες τυρβώδους ροής όμως λόγω αυτού του είδους ροής

επιτυγχάνεται μεγαλύτερος συντελεστής μεταφοράς θερμότητας σε ακόμα μικρότερο χρονικό διάστημα (Ohlsson, Bengtsson, 2000).

Στους εναλλάκτες πλακών το τρόφιμο διέρχεται μεταξύ των κενών χώρων των πλακών μέσα στους οποίους κυκλοφορεί το θερμαντικό μέσο (συνήθως νερό ή ατμός). Με αυτόν τον τύπο εναλλάκτη επιτυγχάνονται επίσης υψηλοί ρυθμοί μεταφοράς θερμότητας αλλά συνίστανται στην θερμική επεξεργασία χαμηλού ιξώδους προϊόντων (Βαρζάκας, Φιλιππαίου, 2012).

Η επεξεργασία στους εναλλάκτες κελύφους και αυλών ενδείκνυται για ρευστά με μέτριο ιξώδες όταν απαιτείται μεγάλη επιφάνεια εναλλαγής θερμότητας, εξασφαλίζουν επεξεργασία σε συνθήκες υψηλών πιέσεων και θερμοκρασιών χωρίς να εκτίθεται ιδιαίτερα το τρόφιμο. Το κόστος του είναι σχετικά μικρότερο από τους υπόλοιπους εναλλάκτες θερμότητας (Ohlsson T. ,Bengtsson N. , 2000).

Η επεξεργασία στους εναλλάκτες αποξεώμενης επιφάνειας γίνεται κυρίως για πολύ παχύρρευστα υγρά ή με σύνθεση τέτοια που να ευνοούν επικαθίσεις στα τοιχώματα οπότε οι περιστρεφόμενες λεπίδες του τα απομακρύνουν και επιτρέπουν τη συνεχή λειτουργία του. Μπορεί να τοποθετούνται είτε σε οριζόντια είτε σε κάθετη διάταξη περιορίζοντας την ανάγκη μεγάλης διαθέσιμης επιφάνειας στο εργοστάσιο (Ohlsson,Bengtsson, 2000).

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3. ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟ ΧΡΗΣΗΣ ΕΝΑΛΛΑΚΤΗ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ ΜΕ ΠΛΑΚΕΣ ΤΗΣ ΕΤΑΙΡΕΙΑΣ EDIBON**

Παρακάτω παρατίθεται το εγχειρίδιο χρήσης του εναλλάκτη θερμότητας με πλάκες (plate heat exchanger) όπως δόθηκε από την εταιρεία Edibon προκειμένου να γίνει κατανοητή η χρήση και η λειτουργία του εναλλάκτη.

### **3.1 Περιγραφή εξοπλισμού**

Στο υποκεφάλαιο αυτό παρουσιάζεται αναλυτικά ο παρεχόμενος εξοπλισμός.

#### **3.1.1 Εισαγωγή**

Ο εναλλάκτης θερμότητας με πλάκες της EDIBON επιτρέπει τη μελέτη μεταφοράς θερμότητας μεταξύ θερμού και ψυχρού ύδατος που ρέει μέσω εναλλασσόμενων καναλιών που σχηματίζονται μεταξύ παράλληλων πλακών. Ο εξοπλισμός αποτελείται από δύο μέρη: τη βασική μονάδα και το σκελετό του εναλλάκτη θερμότητας.

Η βασική μονάδα εκτελεί τις ακόλουθες εργασίες:

- 1) Θέρμανση του νερού.
- 2) Μέτρηση ροής θερμού και κρύου νερού.
- 3) Αντληση θερμού νερού.
- 4) Αλλαγή κατεύθυνσης της ροής του κρύου νερού.

Η πλάκα του εναλλάκτη θερμότητας επιτρέπει τη μέτρηση θερμοκρασιών του κρύου και ζεστού νερού στην είσοδο και την έξοδο του εναλλάκτη.

Η βασική μονάδα και ο πλακοειδής εναλλάκτης ενώνονται με εύκαμπτα σωληνάρια επιτρέποντας τη ροή του ζεστού και κρύου νερού.

Η διασύνδεση και το λογισμικό ελέγχου SACED επιτρέπει την οπτικοποίηση των μετρήσεων που ελήφθησαν κατά την εκτέλεση μιας δοκιμής: δείχνει θερμοκρασίες στον εναλλάκτη, θερμοκρασίες του νερού στη δεξαμενή θέρμανσής του και τη ροή του νερού.

### 3.1.2 Περιγραφή

#### 1. Κύκλωμα ζεστού νερού:

Το ζεστό νερό ρέει μέσω ενός κλειστού κυκλώματος. Μια ηλεκτρική αντίσταση (AR I) βυθισμένη στη δεξαμενή θερμαίνει το νερό μέχρι μια ορισμένη θερμοκρασία (ST-16). Το νερό εξέρχεται από τη δεξαμενή και οδηγείται με μια αντλία (AB-1) μέσα στον εναλλάκτη. Κάποια ποσότητα νερού εισέρχεται στον εναλλάκτη και κάποια επιστρέφει στη δεξαμενή μέσω μιας παράκαμψης. Για να διευκολυνθεί αυτό υπάρχει μια βαλβίδα παράκαμψης (AVR-1) που ρυθμίζει τη ροή του ζεστού νερού. Το νερό ψύχεται κατά μήκος του εναλλάκτη, που διέρχεται από έναν αισθητήρα ροής (SC-1), όταν βγαίνει, και αργότερα ρέει πίσω στην δεξαμενή θέρμανσης και έτσι, η επανεκκίνηση του κύκλου ξανά (Edibon, 2010).

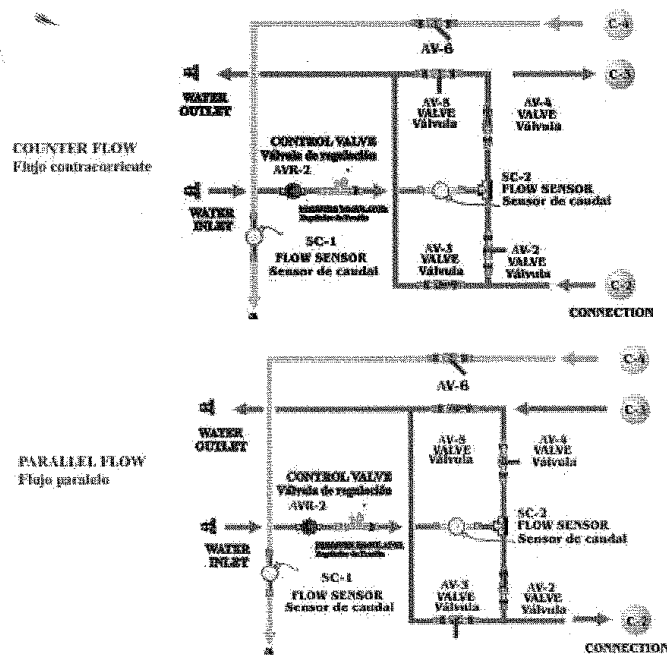
Για τον έλεγχο και την αποστράγγιση του ζεστού νερού, το κύκλωμα είναι εξοπλισμένο με τρεις βαλβίδες, δύο στη βασική μονάδα (AV-1 και AV-6) και μια στην είσοδο του εναλλάκτη (AV-8) (Edibon,2010).

#### 2. Κύκλωμα κρύου νερού:

Το ψυχρό νερό εισέρχεται από το κύριο δίκτυο, περνά μέσα από μια βαλβίδα ελέγχου ροής (AVR-2) και ο ρυθμιστής πίεσης έχει προγραμματιστεί σε 0,5 Bar για να αποφευχθεί η υπερβολική πίεση από τον εξοπλισμό. Στη συνέχεια, διέρχεται μέσω ενός αισθητήρα ροής (SC-2), παραμένει στον εναλλάκτη και ζεσταίνεται σε όλο το μήκος του. Το νερό εξέρχεται από τον εναλλάκτη και στη συνέχεια οδηγείται στο σύστημα αποχέτευσης.

Το κρύο νερό μπορεί να εισέλθει από τον εναλλάκτη μέσα από κάθε άκρο, ανάλογα με τη θέση των βαλβίδων (AV-2, AV-3, AV-4 και AV-5), που μπορεί να επιτρέψει παράλληλη ή αντίθετη ροή. Η διαμόρφωση αυτή μπορεί να παρατηρηθεί στην παρακάτω εικόνα ή στο αυτοκόλλητο της μονάδας βάσης (βλέπε εικόνα που ακολουθεί).





**Σχήμα 1. Διάταξη βαλβίδων ώστε να επιτευχθεί ομορροή και αντιρροή (Edibon, 2010).**

Όπως φαίνεται στο σχήμα 1 για να επιτευχθεί ομορροή θα πρέπει οι βαλβίδες AV-2 και AV-5 να είναι σε ανοιχτή διάταξη ενώ οι AV-3 και AV-4 να βρίσκονται σε κλειστή διάταξη.

Αντίθετα, προκειμένου να επιτευχθεί αντιρροή, σύμφωνα με το σχήμα 1 θα πρέπει οι βαλβίδες AV-2 και AV-5 να βρίσκονται σε κλειστή διάταξη ενώ οι βαλβίδες AV-3 και AV-4 να βρίσκονται σε ανοιχτή διάταξη.

### 3. Εναλλάκτης θερμότητας

Ο εναλλάκτης θερμότητας αποτελείται από μια συλλογή από πλάκες από ανοξείδωτο χάλυβα διατεταγμένο παράλληλα. Ο χώρος μεταξύ των πλακών σχηματίζει ένα κανάλι μέσω του οποίου ρέει το νερό. Τα κανάλια ζεστού και κρύου νερού εναλλάσσονται κατά πλάκα του εναλλάκτη θερμότητας έτσι ώστε να εκπέμπεται θερμότητα από τις λεπτές πλάκες.

Ο εναλλάκτης θερμότητας με πλάκες έχει τέσσερα θερμοστοιχεία: δύο για τη μέτρηση της θερμοκρασίας του κρύου νερού (ST-2 και ST-4) και δύο για τη μέτρηση της θερμοκρασίας του ζεστού νερού (ST-1 και ST-3).

#### 4. Σύστημα ελέγχου

Η θερμοκρασία της δεξαμενής του νερού ελέγχεται μέσω της δύναμης της αντίστασης περιορίζοντας τη θερμοκρασία στους 70 ° C. Η ροή του κρύου νερού ρυθμίζεται από τη βαλβίδα ελέγχου (AVR-2). Η παροχή ζεστού νερού ρυθμίζεται από το σύστημα μεταβολής της ταχύτητας της αντλίας και από τη βαλβίδα παράκαμψης (AVR-1).

#### 3.1.3 Πρακτικές δυνατότητες

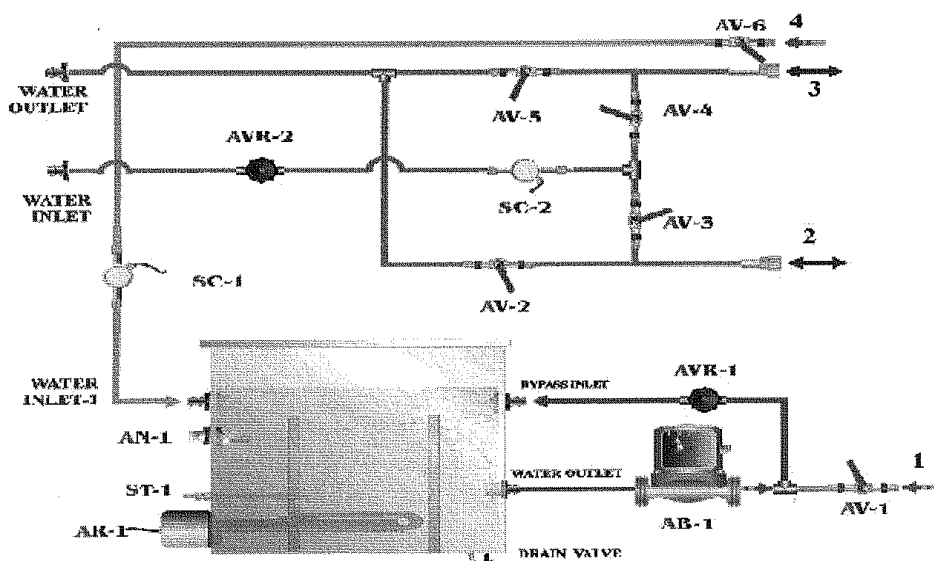
Πρακτική 1: Παγκόσμια ενεργειακή ισορροπία στον εναλλάκτη και μελέτη των απωλειών.

Πρακτική 2: Προσδιορισμός μεθόδου αποτελεσματικότητας NTU του εναλλάκτη θερμότητας με πλάκες.

Πρακτική 3: Μελέτη της μεταφοράς θερμότητας σε συνθήκες παράλληλης και αντιπαράλληλης ροής.

Πρακτική 4: Επίδραση της ροής στη μεταφορά θερμότητας. Υπολογισμός του αριθμού του Reynold 's.

#### 3.1.4 Προδιαγραφές



Σχήμα 2. Διάγραμμα βασικής μονάδας (Edibon, 2010).

Τα σημεία 1, 2, 3 και 4 αντιπροσωπεύουν τις συνδέσεις των εύκαμπτων σωλήνων που ενώνει τον εναλλάκτη στη μονάδα βάσης.

Προσδιορισμός των στοιχείων που διατίθενται στην μονάδα TIPL:

- ST-16 Αισθητήρας θερμοκρασίας νερού δεξαμενής.
- ST-1 Αισθητήρας θερμοκρασίας κρύου νερού στην είσοδο/έξοδο του εναλλάκτη.
- ST-2 Αισθητήρας θερμοκρασίας ζεστού νερού στην είσοδο του εναλλάκτη.
- ST-3 Αισθητήρας θερμοκρασίας κρύου νερού στην είσοδο / έξοδο του εναλλάκτη.
- ST-4 Αισθητήρας θερμοκρασίας ζεστού νερού στην έξοδο του εναλλάκτη.
- SC-1 Αισθητήρας ροής ζεστού νερού.
- SC-2 Αισθητήρας ροής κρύου νερού.
- AVR-1 Αισθητήρας βαλβίδας ζεστού νερού.
- AVR.-2 Αισθητήρας βαλβίδας κρύου νερού.
- AN-1 Επίπεδο δεξαμενής νερού διακόπτη.
- AR-1 Ηλεκτρική αντίσταση.
- AB-1 Φυγοκεντρική αντλία για την κυκλοφορία ζεστού νερού.
- AV-2, AV-3, AV-4, AV-5 κυκλικές βάνες κρύου νερού για να ορίσετε παράλληλη ροή / αντιρροή.
- AV-1, AV-6, AV-7, AV-8 Βάνες για την αποστράγγιση των σωλήνων.

### **3.1.5 Περιγραφή των στοιχείων που αποτελούν τον εξοπλισμό**

1. Ο εναλλάκτης θερμότητας με πλάκες αποτελείται από:

- Κυματοειδές πλάκες από ανοξείδωτο χάλυβα.
- Τέσσερις θύρες ή συνδέσεις εισόδου και εξόδου για ζεστό και κρύο νερό.

## 2. Θέρμανση της δεξαμενής

Η ανοξείδωτη δεξαμενή είναι εξοπλισμένη με:

- Ηλεκτρική αντίσταση (AR-I) (3000 Watt).
- Θερμοστοιχείο τύπου J για τη μέτρηση της θερμοκρασίας του νερού (ST-16).
- Επίπεδο διακόπτη για τον έλεγχο της στάθμης του νερού στη δεξαμενή (AN-1).
- Κάλυμμα από ανοξείδωτο ατσάλι για την αποφυγή επαφής με το ζεστό νερό. Μια τρύπα στο κάλυμμα επιτρέπει την προβολή της στάθμης νερού και την επαναπλήρωση της δεξαμενής.
- Βαλβίδα αποστράγγισης της δεξαμενής νερού. Αυτή η βαλβίδα προεξέχει μέσα από μια οπή της πλάκας του εξοπλισμού ώστε να απλοποιήσει τη χρήση του.

## 3. Αντλία (AB-1)

Φυγοκεντρική αντλία με μεταβλητή ταχύτητα προσαρμογέα.

## 4. Αισθητήρες

- Αισθητήρας ροής:
  - Αισθητήρας ηλεκτρονικής ροής με σώμα από συμπολυμερές ακεταλδεΐδης και αρθρώσεις από συμπίεση ορείχαλκου και στα δύο άκρα.
  - Δύο μονάδες: μία για το ζεστό νερό (SC-1) και μία άλλη για το κρύο νερό (SC-2).
- Αισθητήρας θερμοκρασίας:
  - Μήκους 100mm και διάμετρο 4 mm Τύπος J 100mm θερμοηλεκτρικό.
  - 5 Μονάδες: 1 για τη δεξαμενή νερού (ST-16) και 4 κατανεμημένες κατά μήκος του εναλλάκτη (ST1, ST-2, 3-ST και ST4)

## 5. Επίπεδο διακόπτη

Φύλλα Διακοπής και περιστρεφόμενο μαγνήτη ενεργοποιητή, συσκευασμένα σε αδιάβροχα πολυμερή καλούπια.

## 6. Θερμαντικό σύστημα

Θερμάστρα και θερμοστάτης με κάλυμμα για τη θέρμανση του νερού στη δεξαμενή (AR 1).

### 7. Έλεγχος της ροής

-Δύο βαλβίδες ελέγχου από ορείχαλκο για τον έλεγχο κρύου (AVR-2) και ζεστού (AVR-1) νερού.

### 8. Έλεγχος της κατεύθυνσης ροής κρύου νερού

-Τέσσερις βαλβίδες που μπορεί να παρέχουν παράλληλη ή αντιπαράλληλη ροή στον εναλλάκτη (AV-2, 3-AV, AV-4 και AV-5), σύμφωνα με τον τρόπο που μπορεί να οριστεί.

### 9. Βαλβίδες αποστράγγισης

-Τέσσερις βαλβίδες που επιτρέπουν την αποστράγγιση όλων των σωλήνων (AV-1, AV-6, AV-7, και AV-8).

## 3.1.6 Εξαρτήματα

Οι τέσσερις εύκαμπτοι σωλήνες ενώνουν τον εναλλάκτη με τη μονάδα βάσης που περιλαμβάνονται στο σετ εξοπλισμού EDIBON TIPL (Edibon, 2010).

## 3.1.7 Διαστάσεις και βάρη.

### **Βασική μονάδα**

Καθαρό βάρος: 30 kg.

Ύψος: 400 mm

Πλάτος: 1.000 mm

Βάθος: 500 mm

### **Εναλλάκτης θερμότητας**

Καθαρό βάρος: 20 kg.

Ύψος: 300 mm

Πλάτος: 1.000 mm

Βάθος: 500 mm

Μέγιστη ροή:  $12\text{m}^3/\text{h}$

Μέγιστη πίεση εργασίας: 10bar

Μέγιστη θερμοκρασία εργασίας:  $100^\circ\text{C}$

Ελάχιστη θερμοκρασία εργασίας:  $0^\circ\text{C}$

Μέγιστος αριθμός πλακών: 10

Χωρητικότητα εσωτερικού κυκλώματος: 0.176 liters

Χωρητικότητα εξωτερικού κυκλώματος: 0.22 liters

Επιφάνεια:  $0.32\text{m}^2$

Πτώση πίεσης: 1.4 m.c.a.

### **3.1.8 Απαιτούμενες υπηρεσίες**

- Παροχή ρεύματος: 220V 50 Hz (110 V 60 Hz). Η σωστή τροφοδοσία για την οποία η συσκευή έχει σχεδιαστεί υποδεικνύεται στο βύσμα ηλεκτρικής ενέργειας.

- Πρόσληψη νερού από το σύστημα ύδρευσης.

- Αποστράγγιση νερού.

## **3.2 Θεωρητική βάση**

Στα παρακάτω υποκεφάλαια παρατίθενται οι απαραίτητες πληροφορίες όσον αφορά το θεωρητικό υπόβαθρο για την διεξαγωγή και τον χειρισμό των αποτελεσμάτων.

### **3.2.1 Εισαγωγή**

Η θερμότητα είναι ενέργεια διέλευσης που οφείλεται σε διαφορές θερμοκρασίας. Οπουδήποτε μπορεί να υπάρχει διαφορά θερμοκρασίας σε ένα ή μεταξύ πολλών μέσων μπορεί να υπάρχει μεταφορά θερμότητας. Υπάρχουν τρεις τρόποι ή διαδικασίες μεταφοράς θερμότητας: αγωγή, συναγωγή και ακτινοβολία.

Αγωγή: λειτουργία μεταφοράς θερμότητας μέσω των στερεών και στατικών ρευστών. Ο φυσικός μηχανισμός της αγωγής είναι η διάχυση της ενέργειας που

προέρχεται από τις αλληλεπιδράσεις μεταξύ των μορίων ενός μέσου. Η εξίσωση που ποσοτικοποιεί διαδικασίες μεταφοράς θερμικής αγωγιμότητας είναι γνωστή ως νόμος του Fourier. Στην μονοδιάστατη και σταθερή περίπτωση, ο ρυθμός μετάδοσης θερμότητας διαμέσου ενός τοιχώματος θα πρέπει να δίνεται από την ακόλουθη έκφραση:

$$q = -K \cdot A \cdot \frac{(T_2 - T_1)}{x} \quad (\text{εξίσωση 1})$$

Όπου:

$q$ = ρυθμός μεταφοράς θερμότητας (w)

$K$  =θερμική αγωγιμότητα του τοιχώματος (w/m k)

$A$ = κάθετη ζώνη προς την κατεύθυνση της ροής θερμότητας (m<sup>2</sup>)

$x$ = πάχος τοιχώματος

$T_2$ = θερμοκρασία κρύας επιφάνειας του τοιχώματος (k)

$T_1$ = θερμοκρασία της ζεστής επιφάνειας του τοιχώματος (k)

Η Θερμική αντίσταση είναι μια βασική έννοια για την αξιολόγηση της μεταφοράς θερμότητας. Υπάρχει μια αναλογία μεταξύ της διάχυσης της θερμότητας και του ηλεκτρικού φορτίου. Αφού η ηλεκτρική αντίσταση σχετίζεται με την ηλεκτρική αγωγιμότητα, τη θερμική αντίσταση μπορεί να σχετίζεται και με τη θερμική αγωγιμότητα.

Ο νόμος του Ohm ως αντίσταση ορίζει:

$$\frac{V_1 - V_2}{I}$$

Όπου ( $V_1 - V_2$ ), είναι η διαφορά του ηλεκτρικού δυναμικού και το  $I$  αντιπροσωπεύει το ηλεκτρικό ρεύμα. Στη μεταφορά θερμότητας μπορούμε να θεωρήσουμε ότι η θερμική αντίσταση είναι:

$$R_t = \frac{T_1 - T_2}{q}$$

Όπου  $(T_1 - T_2)$  είναι η διαφορά θερμοκρασιών και  $q$  είναι ο ρυθμός μεταφοράς θερμότητας.

Από την εξίσωση 1, η Θερμική αντίσταση με αγωγή μπορεί να συναχθεί:

$$R_{t,cond} = \frac{x}{K \cdot A}$$

Συναγωγή: είναι ο τρόπος μεταφοράς θερμότητας μεταξύ μιας επιφάνειας και ενός ρευστού σε κίνηση σε διαφορετικές θερμοκρασίες. Είναι ένα αποτέλεσμα της επαλληλίας των δυο φυσικών φαινομένων: της ενέργειας που μεταφέρεται από την τυχαία κίνηση των μορίων (διάχυση) και της ενέργειας που μεταφέρεται από τη μακροσκοπική κίνηση του ρευστού (ένας μεγάλος αριθμός μορίων κινείται ως σύνολο).

Η μεταφορά θερμότητας με συναγωγή μπορεί να χαρακτηριστεί ως εξαναγκασμένη ή φυσική μεταφορά.

Η εξαναγκασμένη συναγωγή λαμβάνει χώρα ως αποτέλεσμα εξωτερικών μέσων (ανεμιστήρα, μια αντλία ή τον ατμοσφαιρικό άνεμο) προκαλώντας μία ροή ή ρεύμα. Η φυσική συναγωγή λαμβάνει χώρα όταν η ροή προκαλείται από τις δυνάμεις πλευστότητας που είναι ως αποτέλεσμα των διαφορών πυκνότητας που προκαλούνται από τις διακυμάνσεις της θερμοκρασίας του ρευστού.

Συνέπεια της αλληλεπίδρασης υγρού-επιφάνεια είναι η δημιουργία μιας περιοχής εντός του ρευστού μέσω του οποίου η ταχύτητα κυμαίνεται από μηδέν στην επιφάνεια σε μία πεπερασμένη τιμή που σχετίζεται με το υγρό. Αυτό είναι το υδροδυναμικό Όριο στιβάδας. Εάν η θερμοκρασία μεταξύ της επιφάνειας και του υγρού μεταβάλλεται, καθώς, ένα οριακό θερμικό στρώμα εμφανίζεται όταν η θερμοκρασία κυμαίνεται από τη θερμοκρασία στην επιφάνεια έως τη θερμοκρασία στο εξωτερικό μέρος του ρευστού. 99% της μεταφοράς θερμότητας μεταξύ της επιφάνειας και του υγρού λαμβάνει χώρα σε αυτό το λεπτό στρώμα.

Ένα πρώτο βήμα στην αντιμετώπιση της μεταφοράς θερμότητας με



συναγωγή είναι να καθοριστεί αν το υδροδυναμικό όριο στιβάδας είναι στρωτό ή τυρβώδες, δεδομένου ότι ο ρυθμός μεταφοράς θερμότητας εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από αυτή την κατάσταση.

Σε καθεστώς στρωτής η κίνηση του ρευστού ακολουθεί ένα πρότυπο, που είναι δυνατόν να προσδιοριστούν οι γραμμές ροής κατά μήκος του οποίου κινούνται τα σωματίδια. Το ρευστό σε στρωτή ροή σχετίζεται με χαμηλούς αριθμούς Reynolds, δηλαδή, η αναλογία μεταξύ των δυνάμεων αδράνειας και των δυνάμεων του ιξώδους είναι χαμηλή. Με αυτό τον τρόπο, το διαταραχές υγρό (που προέρχεται από επιφανειακή τραχύτητα ή από την ίδια την ελεύθερη ροή) εξαφανίζεται γρήγορα, όταν η ροή είναι διατεταγμένη (στρωτή).

Εάν ο αριθμός Reynolds είναι υψηλός, οι δυνάμεις αδράνειας θα είναι αρκετά ισχυρές για να ενισχύσουν τις διαταραχές που παράγονται σε μια στρωτή ροή, δημιουργώντας δίνες που υποδηλώνουν την εμφάνιση ενός ταραγμένου καθεστώτος στο ρευστό. Η τυρβώδης ροή χαρακτηρίζεται από ακανόνιστη κίνηση και τυχαίες διακυμάνσεις της ταχύτητας.

Επειδή η διάχυση των δινών είναι πολύ υψηλότερη από την μοριακή διάχυση του στρωτού καθεστώτος, η ταχύτητα και η θερμοκρασία στον πυρήνα του οριακού στρώματος είναι πιο ομοιόμορφη σε τυρβώδες καθεστώς, επομένως οι διαβαθμίσεις της ταχύτητας και της θερμοκρασίας είναι πολύ υψηλότερες

Έτσι ο ρυθμός μεταφοράς θερμότητας είναι πολύ υψηλότερος σε τυρβώδη ροή. Από την άλλη πλευρά, οι υψηλές διαβαθμίσεις της ταχύτητας προκαλούν μεγάλα επιφανειακά ρεύματα έτσι είμαστε σε θέση να δηλώσουμε ότι η τυρβώδης ροή έχει αρνητικές επιπτώσεις καθώς η πίεση πέφτει στην κατεύθυνση της ροής. Αυτή η πτώση της πίεσης θα απαιτήσει ισχυρότερες αντλίες ή ανεμιστήρες.

Ανεξάρτητα από το αν μπορεί να είναι ένα στρωτό ή τυρβώδες καθεστώς, ο ρυθμός μεταφοράς θερμότητας με συναγωγή μεταξύ μιας επιφάνειας και ενός ρευστού δίνεται από νόμο του Νεύτωνα της ψύξης, του οποίου η έκφραση είναι:

$$q = A h (T_s - T_\infty) \quad (\text{Εξίσωση 2})$$

όπου,

$q$ = ρυθμός μεταφοράς θερμότητας με συναγωγή ( $w$ )

$h$ = συντελεστής μεταφοράς θερμότητας με συναγωγή ( $w/m^2k$ )

$A$ = εμβαδόν μεταφοράς θερμότητας ( $m^2$ )

$T_s$ = θερμοκρασία επιφάνειας ( $k$ )

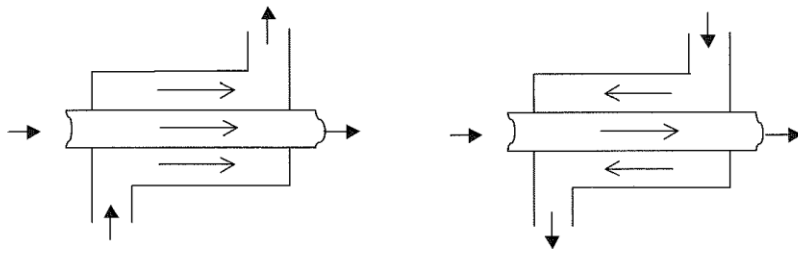
$T_\infty$ = θερμοκρασία ρευστού ( $k$ )

Το οριακό θερμικό στρώμα είναι μια λεπτή περιοχή που έρχεται σε επαφή με την επιφάνεια μέσω της οποίας η μεταφορά θερμότητας λαμβάνει χώρα. Αυτό το στρώμα προσφέρει αντίσταση στη ροή θερμότητας. Έτσι, υπάρχει μια αντίσταση μεταφοράς παρόμοια με εκείνη της αγωγιμότητας.

$$R_{t,conv} = \frac{T_s - T_\infty}{q} = \frac{1}{h \cdot A}$$

### 3.2.2 Η μεταφορά θερμότητας σε εναλλάκτες θερμότητας

Ένας εναλλάκτης θερμότητας είναι μια συσκευή που αναπτύχθηκε για να επιτρέψει τη μεταφορά θερμότητας μεταξύ δύο ρευστών σε διαφορετικές θερμοκρασίες που χωρίζονται από ένα στερεό τοίχωμα. Υπάρχουν πολλαπλές εφαρμογές στη μηχανική και, κατά συνέπεια, διαφορετικά μοντέλα προσαρμοσμένα σε κάθε εφαρμογή. Η πιο απλή έχει κατασκευαστεί με δύο ομόκεντρους σωλήνες, όπου τα υγρά μπορούν να κινηθούν είτε στην ίδια ή σε αντίθετες κατευθύνσεις. Σε παράλληλη ροή, ζεστά και κρύα υγρά μπορούν να εισέρχονται και να εξέρχονται από το ίδιο άκρο ενώ ρέει προς την ίδια κατεύθυνση. Σε αντίθετη τρέχουσα ροή υγρών μπορούν να εισέρχονται και να εξέρχονται από τις αντίθετες άκρες, που ρέει σε αντίθετες κατευθύνσεις (Edibon, 2010).



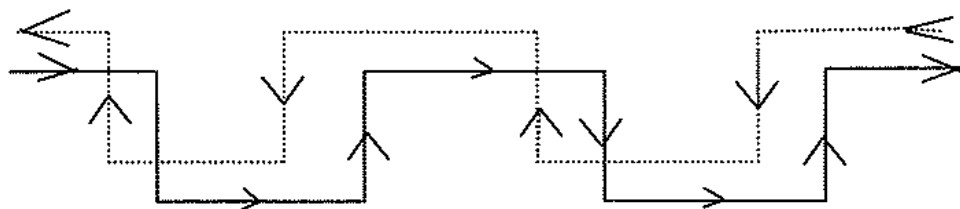
**Σχήμα 1. Κίνηση των υγρών σε ομοροή και αντιροή αντίστοιχα (Edibon, 2010).**

Ένας εναλλάκτης θερμότητας με πλάκες αποτελείται από ένα σύνολο κυματοειδών μεταλλικών πλακών που περιορίζονται σε ένα κέλυφος. Κάθε μεταλλική πλάκα έχει 4 θύρες ή τρύπες. Οι πλάκες και οι θύρες σφραγίζονται από αρθρώσεις στην άκρη τους για να επιτρέψουν στα ζεστά και κρύα υγρά ρέουν μέσα από στενά περάσματα εναλλάξ που σχηματίζονται μεταξύ των πλακών. Η μεταφορά θερμότητας μέσα από τις λεπτές πλάκες, προσφέρουν σχετικά χαμηλή θερμική αντίσταση.

Ροή και στις δύο πλευρές των πλακών μπορεί να είναι αντίθετου ρεύματος ή παράλληλη ροή, αν και η πρώτη είναι πιο συχνη:

Το μοντέλο για την παγκόσμια ροή σε ένα εναλλάκτη θερμότητας πλάκα μπορεί να είναι:

- Σειριακή Ροή: όλη η ροή διέρχεται μέσω κάθε πλάκας και αλλάζει κατευθύνσεις στην παρακείμενη πλάκα. Το μοντέλο αυτό είναι εφικτό μόνο για τις μικρές ροές και σπάνια χρησιμοποιείται.



Συνδεδεμένη ροή: υγρό διαχωρίζεται σε υποροές που αναμειγνύεται πριν από την έξοδο από τον εναλλάκτη. Χρησιμοποιείται για μεγάλο όγκο υγρού.

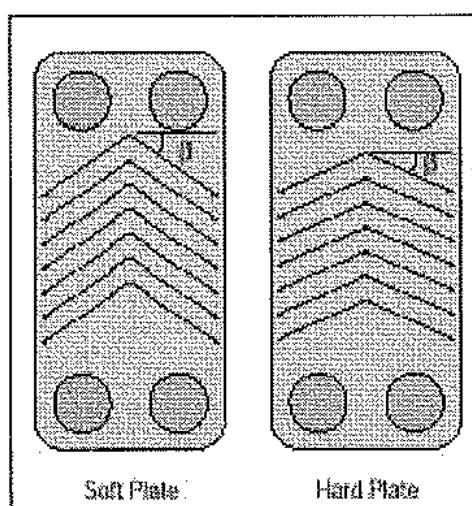


### 3.2.3 Στοιχεία ενός εναλλάκτη θερμότητας με πλάκες

1. Πλάκες: Οι πλάκες περιορίζουν τη ροή των υγρών διαμέσου της διαδρομής του εναλλάκτη και παρέχουν την επιφάνεια για τη μεταφορά θερμότητας. Η επιφάνεια είναι κυματοειδής ώστε να βελτιώσει τη μεταφορά θερμότητας. Οι αυλακώσεις σπάνε το οριακό στρώμα, προκαλώντας αναταράξεις με χαμηλούς αριθμούς Reynolds, αυξάνοντας σημαντικά τον συντελεστή μεταφοράς θερμότητας. Επίσης, αυλακώσεις μεταξύ των γειτονικών πλακών έρχονται σε επαφή με ορισμένα σημεία που αποτελούν Κανάλια της ροής και αυξάνουν την ακαμψία των λεπτών πλακών.

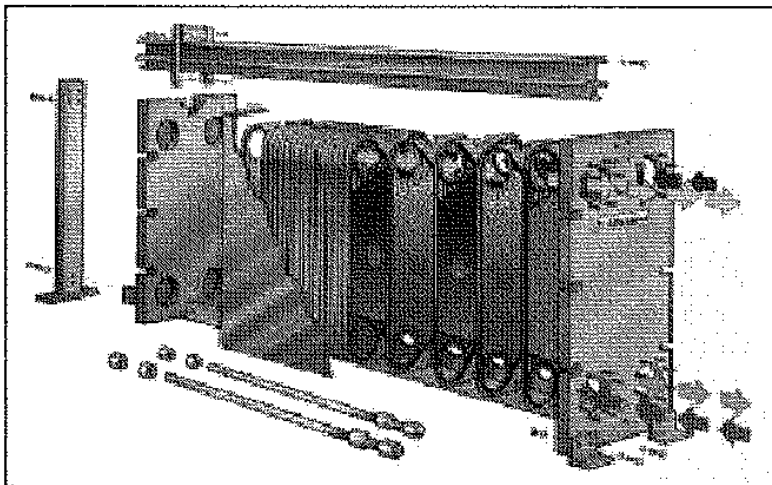
Οι περισσότερες από τις πλάκες έχουν Chevron μοτίβο αυλακώσεων. Σύμφωνα με την οπτική γωνία του V μπορεί να παρέχεται ένας μεγαλύτερος ή χαμηλότερος συντελεστής μεταφοράς θερμότητας.

Οι πλάκες στα άκρα δεν είναι θερμικές, αυτές οι πλάκες δεν μεταφέρουν θερμότητα. Απλώς περιέχουν το υγρό και εμποδίζουν την επαφή με τις πλάκες πίεσης που είναι φτιαγμένες από θερμική επεξεργασία χάλυβα. Έτσι σε έναν εναλλάκτη θερμότητας με 20 πλάκες, μόνο οι 18 θα είναι θερμικές.



Σχήμα 4. Πλάκες Εναλλάκτη (Edibon, 2010)

2. Θύρες: περιοχές εισόδου και εξόδου των ρευστών.
3. Κέλυφος: Το κέλυφος είναι ο σκελετός, ο οποίος υποστηρίζει ολόκληρη τη μονάδα.
4. Πλάκες πίεσης ή τελικές πλάκες: Οι πλάκες αυτές παρέχουν πίεση ώστε να διατηρήσουν αδιαπέραστους χώρους με αρθρώσεις.
5. Τέντα σύσφιξης ή πόλοι συμπίεσης: Οι πόλοι αυτοί είναι οι πιο δυνατοί ώστε να κρατήσουν ανέπαφη τη μονάδα και υπό τις καλύτερες συνθήκες επεξεργασίας.
6. Ράβδοι οδηγού: υπάρχουν δύο ράβδοι οδηγού, μια στην κορυφή και η άλλη στο κάτω μέρος. Οι πλάκες ολισθαίνουν πάνω τους, διατηρώντας κατάλληλη θέση. Αυτές οι ράβδοι είναι μεγαλύτερες από το σύνολο των πλακών ώστε να επιτρέπουν τη χαλάρωση και την ολίσθηση των πλακών, προκειμένου να ελέγχονται και να καθαρίζονται.

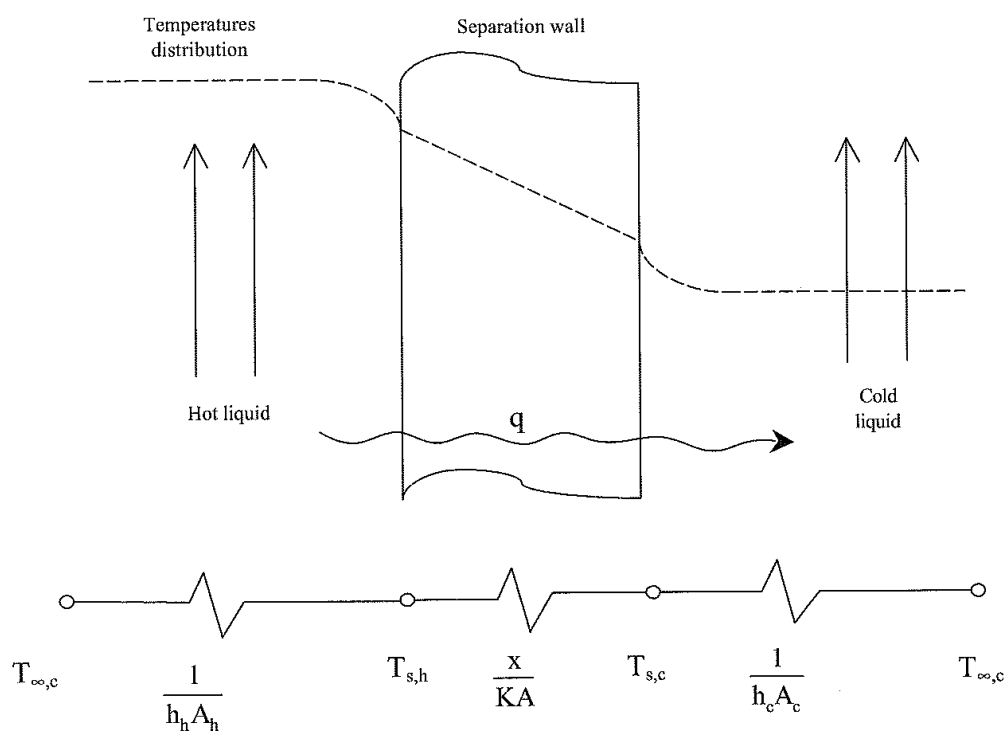


**Σχήμα 5. Εναλλάκτης θερμότητας με πλάκες (Edibon, 2010)**

### 3.2.4 Ολικός συντελεστής μεταφοράς θερμότητας

Για να κατανοήσουμε το φαινόμενο της μεταφοράς θερμότητας μεταξύ των ρευστών σε έναν εναλλάκτη, μπορούμε να αναφερθούμε στη θερμική αντίσταση που εμφανίζεται σε κάθε μέσο.

Η ροή θερμότητας στη διαδρομή της από ζεστό σε κρύο υγρό θα πρέπει να ξεπεράσει την αντίσταση που ασκείται από το οριακό στρώμα του ζεστού υγρού, τον τοίχο διαχωρισμού και το οριακό στρώμα του κρύου υγρού. Αυτές οι τρεις αντιστάσεις διατάσσονται σε σειρά και αποτελούν συνολική αντίσταση ( $R$ ), που είναι το άθροισμα του κάθε ένα.



Σχήμα 1. Διαμόρφωση συνολικής αντίστασης (Edibon, 2010).

όπου :

- $A_h$  = Εμβαδόν επιφάνειας σε επαφή με το θερμό υγρό ( $m^2$ )
- $A_c$  = Εμβαδόν επιφάνειας σε επαφή με το ψυχρό υγρό ( $m^2$ )
- $T_{\infty, h}$  = Μέση θερμοκρασία του θερμού υγρού (k)
- $T_{\infty, c}$  = Μέση θερμοκρασία του ψυχρού υγρού (k)
- $T_{s, h}$  = Θερμοκρασία επιφάνειας σε επαφή με το θερμό υγρό (k)
- $T_{s, c}$  = Θερμοκρασία επιφάνειας σε επαφή με το ψυχρό υγρό (k)
- $h_h$  = Συντελεστής μεταφοράς θερμότητας του θερμού υγρού ( $w/m^2k$ )
- $h_c$  = Συντελεστής μεταφοράς θερμότητας του ψυχρού υγρού ( $w/m^2k$ )
- $K$  = θερμική αγωγιμότητα του τοιχώματος διαχωρισμού ( $W/mK$ )
- $A$  = μέσο εμβαδόν της επιφάνειας διαχωρισμού ( $m^2$ )
- $x$  = πάχος του διαχωριστικού τείχους (m)

Ο ρυθμός μεταφοράς θερμότητας θα είναι:

$$q = \frac{T_{\infty, h} - T_{\infty, c}}{R_t} = \frac{T_{\infty, h} - T_{\infty, c}}{\frac{1}{h_h \cdot A_h} + \frac{x}{K \cdot A} + \frac{1}{h_c \cdot A_c}} \quad (\text{εξίσωση 4})$$

Ο ολικός συντελεστής μεταφοράς θερμότητας  $U$ , ορίζεται ως ένας παράγοντας που για μια δεδομένη γεωμετρική και υδροδυναμική διάταξη, παρέχει το συνολικό ποσό της μεταφερόμενης θερμότητας όταν πολλαπλασιαστεί το εμβαδόν ανταλλαγής με τις συνολικές διαφορές θερμοκρασίας.

$$q = U \cdot A \cdot (T_{\infty, h} - T_{\infty, c}) \quad (\text{εξίσωση 5})$$

όπου σε σύγκριση με την εξίσωση 4, παίρνουμε:



$$\frac{1}{U \cdot A} = R_t = \frac{1}{h_h \cdot A_h} + \frac{x}{K \cdot A} + \frac{1}{h_c \cdot A_c} \quad (\text{εξίσωση } 6)$$

### 3.2.5 Συντελεστής μετάδοσης θερμότητας συναγωγής (h)

Ο εναλλάκτης θερμότητας λειτουργεί με δύο ρευστά να κινούνται σε γνωστές ταχύτητες. Ως εκ τούτου, η συναγωγή θα είναι εξαναγκασμένη.

Για να επιτευχθεί ο υπολογισμός του συντελεστή h, θα πρέπει να βασιστούν οι υπολογισμοί μας στην τρισδιάστατη ανάλυση των εξισώσεων Navier-Stokes 's της μηχανικής των ρευστών. Αυτά τα αποτελέσματα δείχνουν ότι η αδιάστατη διαφορά θερμοκρασίας είναι μια συνάρτηση του αριθμού Reynolds (Re), του αριθμού Prandtl (Pr), και της αδιάστατης γεωμετρίας. Αν ο αριθμός Nusselt (Nu) ορίζεται ως η αδιάστατη βαθμίδωση της θερμοκρασίας στην επιφάνεια μπορεί να είμαστε σε θέση να ορίσουμε το Nu ως συνάρτηση του Re, Pr, και της αδιάστατης γεωμετρίας.

$$Nu = f(Re, Pr, \text{αδιάστατο γεωμετρία}) \quad (\text{Εξίσωση } 7)$$

Όπου,  $Re_D = \frac{\rho \cdot u \cdot D}{\mu}$  and  $Pr = \frac{v}{\alpha} = \frac{\mu \cdot Cp}{K_f}$  είναι :

$$\rho = \text{πυκνότητα του ρευστού (kg/m}^3\text{)}$$

$$u = \text{μέση ταχύτητα του ρευστού σε εγκάρσια τομή του σωλήνα (m/s)}$$

$$D = \text{εσωτερική διάμετρος του ρευστού (m)}$$

$$\mu = \text{δυναμικό ιξώδες του υγρού (kg/m s)}$$

$$v = \text{κινητικό ιξώδες του ρευστού (m}^2\text{/s)}$$

$$\alpha = \text{θερμικός ρυθμός διάχυσης του ρευστού (m}^2\text{/s)}$$

$$Cp = \text{θερμαντική ικανότητα του υγρού (J/kg k)}$$

$$K_f = \text{θερμική αγωγιμότητα του ρευστού (w /m k)}$$

Σημείωση: Λόγω του γεγονότος ότι οι συνθήκες ροής διαφέρουν από σημείο σε σημείο της επιφάνειας, έτσι το h μπορεί να ποικίλει κατά μήκος της επιφάνειας.

Ως εκ τούτου, ένας μέσος συντελεστής μεταφοράς θερμότητας μπορεί να χρησιμοποιηθεί, με την ενσωμάτωση του τοπικού συντελεστή μεταφοράς θερμότητας σε ολόκληρη την επιφάνεια. Αυτή η μέση τιμή μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να ληφθεί ο μέσος αριθμός Nusselt και το μέσο ποσοστό μεταφοράς θερμότητας, οι μεταβλητές που έχουμε λάβει σε αυτή τη μελέτη.

### 3.2.6 Αποκτώντας τον Αριθμό Nusselt

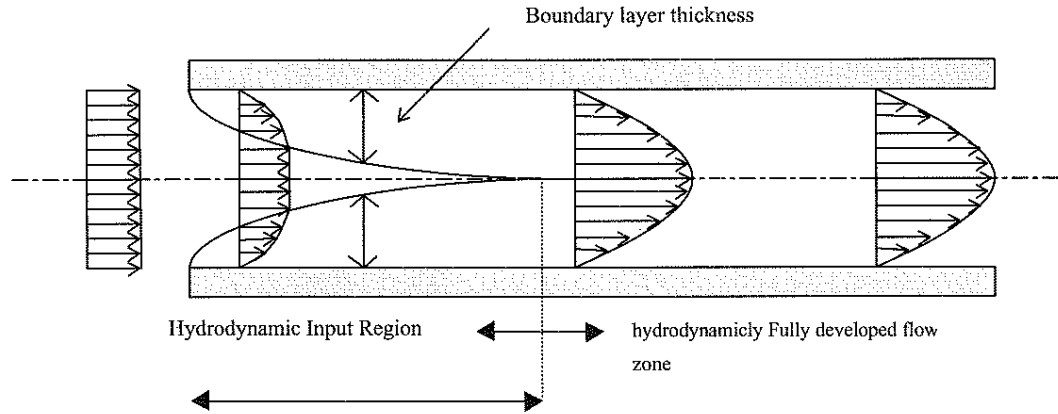
Το κύριο πρόβλημα είναι να βρεθεί η συνάρτηση  $f$  της εξίσωσης 2. Ο ευκολότερος τρόπος είναι με τη χρήση εμπειρικών συσχετίσεων, που προκύπτει από μετρήσεις που λαμβάνονται σε εργαστήρια. Αυτοί οι συσχετισμοί έχουν την ακόλουθη αλγεβρική μορφή:

$$Nu_D = C Re_D^m Pr^n \quad (\text{Εξίσωση 8})$$

$C$ ,  $m$ ,  $n$  είναι ανεξάρτητα από την φύση του ρευστού, αλλά μπορεί να ποικίλλουν ανάλογα με τη φύση της επιφανειακής γεωμετρίας και του τύπου ροής.

### 3.2.7 Ο αριθμός Nusselt για τη ροή σε κυκλικούς σωλήνες

Όταν το ρευστό εισέρχεται εντός του σωλήνα το οριακό στρώμα αρχίζει να αυξάνεται, καθώς ρέει κατά μήκος του σωλήνα. Μόλις το ολικό εγκάρσιο τμήμα καταλαμβάνεται από το οριακό στρώμα, η υδροδυναμικά αναπτυγμένη περιοχή της ροής μπορεί να γίνει προσβάσιμη. Στην περιοχή αυτή οι ιξώδεις επιδράσεις διαδίδονται σε όλα τα τμήματα και η χαρακτηριστική ταχύτητα δεν αλλάζει καθώς ρέουν κατά μήκος του σωλήνα. Η απόσταση από την είσοδο προς την υδροδυναμικά πλήρως ανεπτυγμένη ζώνη ροής ονομάζεται υδροδυναμικό μήκος εισόδου ( $x_{fd, h}$ ).



**Σχήμα 2. Υδροδυναμικό μήκος εισόδου (Edibon, 2010).**

Για να υπολογιστεί η τιμή  $x_{fd,h}$  πρέπει να προσδιοριστεί πρώτα αν η ροή είναι τυρβώδης ή στρωτή. Ο κρίσιμος αριθμός Reynolds που αντιστοιχεί στην έναρξη της αναταραχής σε πλήρως ανεπτυγμένες ροές είναι  $Re_D \approx 2300$  παρόλο που είναι από το  $Re_D \approx 1000$  είναι δυνατόν να υπάρξουν πλήρεις τυρβώδεις συνθήκες.

Επομένως,

- στρωτή ροή  $\rightarrow X_{fd,h} \approx 0,05 D Re_D$
- τυρβώδης ροή  $\rightarrow 10 D \leq X_{fd,h} \leq 60 D$

Αφού περιγραφούν οι υδροδυναμικές εκτιμήσεις, θα δούμε τις θερμικές επιδράσεις.

Αν η ροή εισόδου σε μία ομοιογενή θερμοκρασία είναι χαμηλότερη από εκείνη της επιφάνειας του σωλήνα, το οριακό στρώμα αρχίζει να αυξάνεται μέχρι την επίτευξη της θερμικά πλήρως ανεπτυγμένης ροής. Εντός της περιοχής αυτής, τα αποτελέσματα των θερμοκρασιών ποικίλουν κατά μήκος του σωλήνα, αν και η θερμοκρασία της αδιάστατης παραμέτρου παραμένει σταθερή

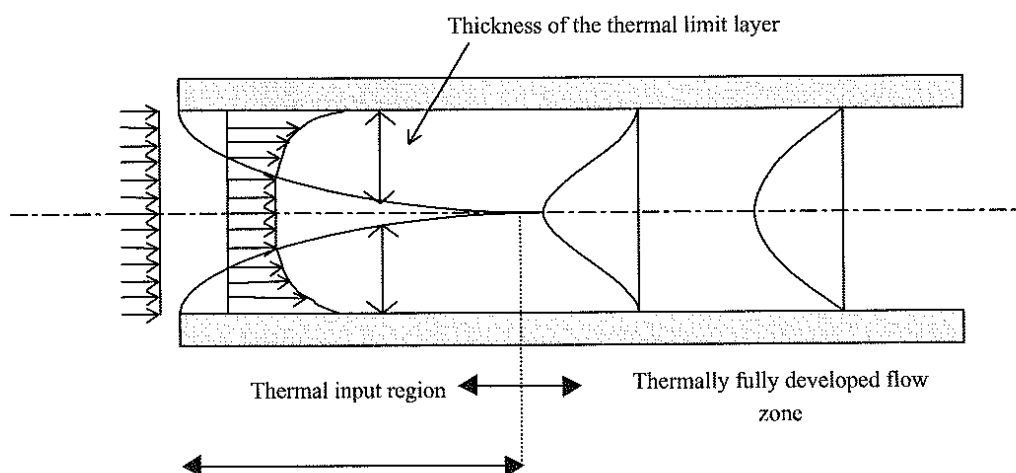
$$\left( \frac{T_s - T}{T_s - T_m} = \text{cte} \right).$$

(Εξίσωση 9)

Όπου  $T_m$  είναι η μέση θερμοκρασία στην εγκάρσια τομή του σωλήνα,  $T_s$  είναι

η θερμοκρασία στην επιφάνεια του σωλήνα και  $T$  είναι η θερμοκρασία του ρευστού που ποικίλλει ανάλογα με την απόσταση από την επιφάνεια του σωλήνα.

Η απόσταση από την είσοδο προς την θερμικά πλήρως ανεπτυγμένη ζώνη ροής ορίζεται ως μήκος της θερμικής εισόδου,  $x_{fd,t}$ .



**Σχήμα 3. Μήκος θερμικής εισόδου (Edibon, 2010).**

Οι τιμές για το μήκος της θερμικής εισόδου είναι:

- στρωτή ροή  $\rightarrow x_{fd,t} \approx 0.05 D Re_D Pr$
- τυρβώδης ροή  $\rightarrow x_{fd,t} \leq 10 D$

Μόλις η ροή οριστεί θερμικά καθώς και υδροδυναμικά, θα είμαστε σε θέση να επιλέξουμε την αντίστοιχη πειραματική συσχέτιση.

Έπειτα, υπάρχουν ορισμένες σημαντικές περιπτώσεις:

1. Υδροδυναμικά και θερμικά αναπτυγμένες παροχές στρωτής ροής με σταθερή θερμοκρασία στην επιφάνεια, και  $Pr < 0,6$ :  $Nu_D = 3,66$

2. Υδροδυναμικά και θερμικά αναπτυγμένες παροχές στρωτής ροής με σταθερή θερμοκρασία στην επιφάνεια, και  $Pr > 0,6$ :  $Nu_D = 4,36$

3. Στρωτή ροή. Θερμική είσοδος: θερμικές συνθήκες ανάπτυξης παρουσία ενός πλήρως ανεπτυγμένου προφίλ των ταχυτήτων, με σταθερή θερμοκρασία επιφάνειας:

$$\text{Nu}_D = 3.66 + \frac{0.0668 \cdot (D/L) \cdot \text{Re}_D \cdot \text{Pr}}{1 + 0.04 \cdot ((D/L) \cdot \text{Re}_D \cdot \text{Pr})^{2/3}} \quad (\text{Εξίσωση 10})$$

4. Στρωτή ροή. Συνδυασμένης εισόδου: Τα προφίλ της ταχύτητας και της θερμοκρασίας αναπτύχθηκαν ταυτόχρονα. Για θερμοκρασία στην σταθερή επιφάνεια, και  $0,48 < \text{Pr} < 16700$

$$\text{Nu}_D = 1.86 \cdot \left( \frac{\text{Re}_D \cdot \text{Pr}}{L/D} \right)^{1/3} \cdot \left( \frac{\mu}{\mu_s} \right)^{0.14} \quad (\text{Εξίσωση 11})$$

5. Υδροδυναμικά και θερμικά πλήρως ανεπτυγμένη τυρβώδης ροή με  $0.06 \leq \text{Pr} \leq 160$ , με τη  $\text{Nu}_D \geq 10000$  και  $L/D \geq 10$  :

$$\text{Nu}_D = 0.023 \text{Re}_D^{0.8} \text{Pr}^n \quad (\text{Εξίσωση 12})$$

όπου  $n = 0,4$ , εάν  $T_s > T_m$  (το ρευστό θερμαίνεται) και  $n = 0,3$ , αν  $T_s < T_m$  (το ρευστό ψύχεται)

6. Υδροδυναμικά και θερμικά πλήρως ανεπτυγμένη τυρβώδης ζώνη με  $0,5 \leq \text{Pr} \leq 2000$ , με  $3000 < \text{Nu}_D < 5000000$  και  $L/D \geq 10$ :

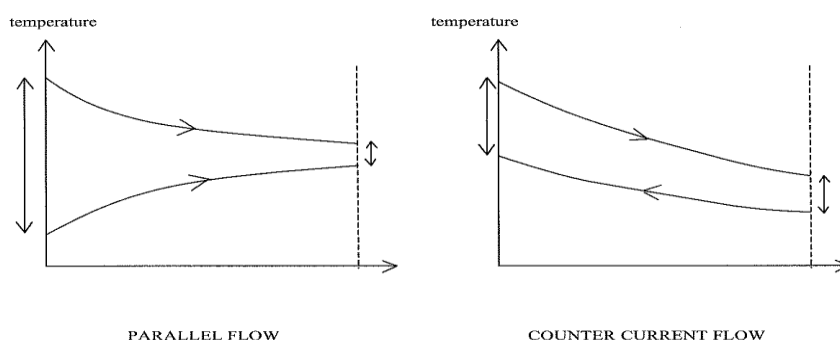
$$\text{Nu}_D = \frac{(f/8) \cdot (\text{Re}_D - 1000) \cdot \text{Pr}}{1 + 12.7 \cdot (f/8)^{1/2} \cdot (\text{Pr}^{2/3} - 1)} \quad (\text{Εξίσωση 13})$$

Σημείωση: Οι φυσικές ιδιότητες του ρευστού σε προηγούμενους συσχετισμούς

βασίζεται στο μέσο όρο της θερμοκρασίας  $\bar{T}_m = \frac{T_{m,i} + T_{m,o}}{2}$ , όπου  $T_{m,i}$  είναι η θερμοκρασία στην είσοδο του εναλλάκτη και όπου  $T_{m,o}$  είναι η θερμοκρασία στην έξοδο του εναλλάκτη.

### 3.2.8. Η κατανομή των θερμοκρασιών σε εναλλάκτες θερμότητας

Η κατανομή θερμοκρασιών ενός εναλλάκτη θερμότητας σε παράλληλη και αντιπαράλληλη ροή φαίνονται στα ακόλουθα σχήματα:



Σχήμα 4. Κατανομή θερμοκρασιών σε ομορροή και αντιρροή (Edibon, 2010).

$T_{h,i}$ = θερμοκρασία θερμού υγρού στην είσοδο του εναλλάκτη

$T_{h,o}$ =θερμοκρασία θερμού υγρού στην έξοδο του εναλλάκτη

$T_{c,i}$ = θερμοκρασία ψυχρού υγρού στην είσοδο του εναλλάκτη

$T_{c,o}$ = Θερμοκρασία ψυχρού υγρού στην έξοδο του εναλλάκτη

Στον εναλλάκτη με παράλληλη ροή, η θερμότερη ζώνη του θερμού υγρού ανταλλάσσει θερμότητα με την ψυχρότερη ζώνη του ψυχρού υγρού, στην περιοχή εισόδου.

Στην αρχή, η μεταφορά θερμότητας είναι μεγάλη δεδομένου ότι οι διαφορές θερμοκρασίας είναι στο μέγιστο, αλλά οι διαφορές μειώνονται γρήγορα κατά μήκος του εναλλάκτη, πλησιάζοντας ασυμπτωτικά το μηδέν. Θα πρέπει να τονίσουμε ότι για αυτό το είδος του εναλλάκτη, η θερμοκρασία εξόδου του ψυχρού ρευστού δεν υπερβαίνει ποτέ τη θερμοκρασία εξόδου του θερμού ρευστού.

Σε αντίθετης ροής, η θερμότερη ζώνη του θερμού υγρού ανταλλάσσει θερμότητα με το θερμότερη ζώνη του ψυχρού ρευστού, και η πιο ψυχρή ζώνη του θερμού ρευστού με την πιο ψυχρή ζώνη του ψυχρού ρευστού. Αυτή η διαμόρφωση παρέχει τη βέλτιστη μεταφορά θερμότητας μεταξύ των θερμών τμημάτων των δύο ρευστών σε ένα από τα άκρα, καθώς και μεταξύ των κρύων τμημάτων στο άλλο

άκρο. Επίσης, η θερμοκρασία εξόδου του ψυχρού ρευστού μπορεί να υπερβαίνει τη θερμοκρασία εξόδου του θερμού ρευστού.

### 3.2.9 Μέση λογαριθμική θερμοκρασιακή διαφορά

Οι διαφορές θερμοκρασίας μεταξύ υγρών ποικίλουν κατά μήκος του εναλλάκτη, έτσι μια μέση τιμή είναι το κλειδί. Αυτός ο μέσος όρος αντιπροσωπεύεται από το  $\Delta T_m$ , και χρησιμοποιείται για τον υπολογισμό της συνολικής ανταλλαγής θερμότητας:

$$q = U A \Delta T_m \text{ (εξίσωση 14)}$$

Από τις αναλύσεις που έχουν καταγραφεί στα περισσότερα από τα βιβλία που ασχολούνται με τη μεταφορά θερμότητας, μπορούμε να καταλήξουμε ότι η πιο κατάλληλη μέση διαφορά θερμοκρασίας είναι μια λογαριθμική μέση διαφορά θερμοκρασίας  $\Delta T_{lm}$ :

$$\Delta T_{lm} = \frac{\Delta T_1 - \Delta T_2}{\ln\left(\frac{\Delta T_1}{\Delta T_2}\right)} \text{ (εξίσωση 15)}$$

Η οποία προστίθεται στον υπολογισμό του συντελεστή μεταφοράς θερμότητας

$$q = U A \Delta T_{lm}$$

Που είναι:

$$\Delta T_1 = T_{h,i} - T_{c,i} \text{ και } \Delta T_2 = T_{h,o} - T_{c,o} \text{ , παράλληλη ροή}$$

$$\Delta T_1 = T_{h,i} - T_{c,o} \text{ και } \Delta T_2 = T_{h,o} - T_{c,i} \text{ , αντίστροφη ροή}$$

Μπορούμε να δούμε ότι για ίσες θερμοκρασίες εισόδου και εξόδου το  $\Delta T_{lm}$  είναι μεγαλύτερο για την αντίστροφη ροή. Έτσι η έκταση που απαιτείται για μια συγκεκριμένη ταχύτητα μεταφοράς θερμότητας  $q$  είναι μικρότερη για την αντίστροφη ροή από αυτή της παράλληλης ροής, θεωρώντας την ίδια αξία  $U$ .

### 3.2.10 Υπολογισμός του συντελεστή μεταφοράς θερμότητας από το ποσοστό μεταφοράς θερμότητας

Δύο σημαντικές σχέσεις για την ανάλυση του εναλλάκτη θερμότητας είναι η παγκόσμια ενεργειακή ισοστάθμιση τόσο για τα ζεστά όσο και για τα κρύα υγρά. Αγνοώντας τη δυναμική και κινητική ενέργεια που αλλάζει κατά μήκος του εναλλάκτη, θα λάβουμε:

Γενικά ρυθμό μετάδοσης θερμότητας από το θερμό ρευστό:

$$q_h = m_h C_{p_h} (T_{h,i} - T_{h,o}) \quad (\text{Εξίσωση 16})$$

Γενικά ρυθμό μετάδοσης θερμότητας από το κρύο υγρό:

$$q_c = m_c C_{p_c} (T_{c,o} - T_{c,i}) \quad (\text{Εξίσωση 17})$$

όπου  $m_h$  και  $m_c$  είναι οι μαζικές ροές (kg / s), και  $C_{p_h}$  και το  $C_{p_c}$  είναι οι ειδικές θερμότητες των ζεστών και των κρύων υγρών.

Σημείωση: Θεωρητικά το  $q_h$  θα πρέπει να ισούται με το  $q_c$ , αλλά λόγω των περιβαλλοντικών απωλειών ενέργειας και, λόγω των ενόργανων και παρατηρητικών σφαλμάτων στις μετρήσεις, δεν είναι πάντα ίσα. (Edibon, 2010)

Έχουμε ήδη αποκτήσει άλλη σημαντική έκφραση για τη μεταφορά θερμότητας που αντλείται από το νόμο ψύξης του Νεύτωνα με τη χρήση  $U$  αντί του  $h$ :

$$q = U A \Delta T_{lm} \quad (\text{Εξίσωση 18})$$

Αν ληφθεί  $q$  από την εξίσωση 16 ή 17 ( η εξίσωση 16 μπορεί να χρησιμοποιηθεί αφού η επίδραση της απώλειας του θερμού ρευστού στο περιβάλλον είναι λιγότερη. Το θερμό ρευστό περιβάλλεται από το κρύο υγρό, ενώ το τελευταίο είναι σε επαφή με την περιβάλλουσα ατμόσφαιρα), ο παγκόσμιος συντελεστής μετάδοσης θερμότητας πολλαπλασιαζόμενος με την επιφάνεια μεταφοράς θα είναι:

$$U \cdot A = \frac{q_h}{\Delta T_{lm}} = \frac{q_h}{\frac{\Delta T_1 - \Delta T_2}{\ln\left(\frac{\Delta T_1}{\Delta T_2}\right)}} \quad (\text{Εξίσωση 19})$$



Σημείωση: Το U μπορεί να υπολογιστεί με τη λήψη μίας μέσης τιμής της περιοχής μεταφοράς θερμότητας:

$$A_m = 0,00192. \text{ (Edibon, 2010)}$$

### 3.2.11 Μέθοδος NTU-αποτελεσματικότητας για την ανάλυση του εναλλάκτη θερμότητας.

Εάν οι θερμοκρασίες εξόδου του εναλλάκτη θερμότητας είναι άγνωστες, για να υπολογιστεί ο ρυθμός μεταφοράς θερμότητας από τη λογαριθμική μέση διαφορά θερμοκρασίας θα πρέπει να λυθεί το πρόβλημα με επαναληψιμότητα, ξεκινώντας από μια κατά προσέγγιση τιμή μιας από τις θερμοκρασίες. Αυτή η μέθοδος μπορεί να είναι αργή και δαπανηρή. Χρησιμοποιώντας όμως τη μέθοδο NTU-αποτελεσματικότητας μπορεί να αποδειχθεί αρκετά πιο βολική (Edibon, 2010).

Πρώτα μπορούμε να ορίσουμε την αποτελεσματικότητα ως τον συντελεστή που ανταλλάσσεται μεταξύ της θερμότητας στην πραγματικότητα και το μέγιστο που μπορεί να μεταφερθεί σε μια περιοχή του εναλλάκτη αντιρροής.

$$\varepsilon = \frac{q_{real}}{q_{maximum}} \quad \text{(Εξίσωση 20)}$$

όπου  $q_{max} = m_h C_p h (T_{h,i} - T_{c,i})$  όταν  $m_h C_p h < m_c C_p c$  επειδή το ζεστό υγρό μπορεί να εμφανίσει τη μεγαλύτερη αλλαγή στη θερμοκρασία και  $q_{max} = m_c C_p c (T_{h,i} - T_{c,i})$  όταν

$m_c C_p c < m_h C_p h$  επειδή το κρύο υγρό μπορεί να εμφανίσει την υψηλότερη μεταβολή της θερμοκρασίας, που είναι  $(T_{h,i} - T_{c,i})$  η υψηλότερη δυνατή διαφορά θερμοκρασίας που μπορεί να εμφανίσει ένα από αυτά τα ρευστά.

Ως εκ τούτου, η αποτελεσματικότητα μπορεί να είναι:

$$\varepsilon = \frac{T_{h,i} - T_{h,o}}{T_{h,i} - T_{c,i}} \text{ if } m_h C_{p_h} < m_c C_{p_c} \quad (\text{Εξίσωση 21})$$

$$\varepsilon = \frac{T_{c,o} - T_{c,i}}{T_{h,i} - T_{c,i}} \text{ if } m_c C_{p_c} < m_h C_{p_h} \quad (\text{Εξίσωση 22})$$

Ο αριθμός των μονάδων μετάδοσης (NTU) είναι μία αδιάστατη παράμετρος που χρησιμοποιείται ευρέως για την ανάλυση εναλλακτών θερμότητας που ορίζεται ως:

$$NTU = \frac{UA}{(mCp)_{\min}} \quad (\text{Εξίσωση 23})$$

από την άλλη πλευρά, μπορούμε να ορίσουμε το συντελεστή δυναμικότητας ( $C_R$ ) ως εξής:

$$C_R = \frac{(mCp)_{\min}}{(mCp)_{\max}} \quad (\text{Εξίσωση 24})$$

το  $\varepsilon$  μπορεί να εκφραστεί ως συνάρτηση του  $C_R$  και του NTU:

$$\varepsilon = \frac{1 - e^{-NTU \cdot (1 + C_R)}}{1 + C_R} \quad (\text{Εξίσωση 25})$$

για εναλλάκτη θερμότητας ομοροής.

$$\varepsilon = \frac{1 - e^{-NTU \cdot (1 - C_R)}}{1 - C_R \cdot e^{-NTU \cdot (1 - C_R)}} \quad (\text{Εξίσωση 26})$$

για εναλλάκτη θερμότητας αντιροής.

Αφού υπολογιστεί η αποτελεσματικότητα, οι θερμοκρασίες στην έξοδο του εναλλάκτη θα είναι:

$$\left. \begin{aligned} T_{h,o} &= T_{h,i} - \varepsilon (T_{h,i} - T_{c,i}) \\ T_{c,o} &= T_{c,i} + C_R (T_{h,i} - T_{h,o}) \end{aligned} \right\} \text{ if } m_h C_{p_h} < m_c C_{p_c} \quad (\text{Εξίσωση 27})$$

$$\left. \begin{aligned} T_{c,o} &= T_{c,i} + \varepsilon (T_{h,i} - T_{c,i}) \\ T_{h,o} &= T_{h,i} - C_R (T_{c,o} - T_{c,i}) \end{aligned} \right\} \text{ if } m_c C_{p_c} < m_h C_{p_h} \quad (\text{Εξίσωση 28})$$

### 3.2.12 Υπολογισμός μεταφοράς θερμότητας σε εναλλάκτη θερμότητας με πλάκες

Η επόμενη διαδικασία για τον υπολογισμό της μεταφοράς θερμότητας σε έναν πλακοειδή εναλλάκτη θα ισχύει για εναλλάκτες απλής ζώνης και στα δύο υγρά, που εφαρμόζονται στην παράλληλη και αντίθετη ροή.

Η επιφάνεια μεταφοράς θερμότητας σε αυτό το είδος των εναλλακτών είναι:

$$A = N \cdot a = N \cdot L \cdot W$$

Όπου,

$N$ = αριθμός θερμικών πλακών (Συνολικός αριθμός πλακών με εξαίρεση το δύο και στα δύο άκρα)

$a$ = εμβαδόν πλάκας

$L$ = μήκος πλάκας (στην κατεύθυνση της ροής)

$W$ = πλάτος πλάκας

Για τον προσδιορισμό του ρυθμού ροής της μάζας των δύο ρευστών μέσα από κάθε απλό τμήμα, μπορεί να χρειαστεί να εξεταστεί κατά πόσον ο αριθμός των

πλακών είναι ίσος ή άνισος.

Εάν ο αριθμός των πλακών είναι μονός:

$$\text{Για το ζεστό ρευστό, } \dot{m}_h = \frac{2 \cdot \dot{M}_h}{N+1}$$

Όπου,

$\dot{M}_c$  = συνολική ροή μάζας θερμού ρευστού στον εναλλάκτη

$N+1$  = αριθμός συνολικών περιστροφών των δύο ρευστών

Εάν ο αριθμός των πλακών είναι άρτιος, ένα από τα ρευστά θα έχουν  $N / 2$  τμήματα, ενώ το άλλο θα έχει  $N / 2 + 1$  απλά τμήματα:

$$\text{Για το ζεστό ρευστό, } \dot{m}_h = \frac{\dot{M}_h}{\frac{N}{2}} \quad \text{ό } \dot{m}_h = \frac{\dot{M}_h}{\frac{N}{2} + 1}$$

$$\text{Για το κρύο ρευστό, } \dot{m}_c = \frac{\dot{M}_c}{\frac{N}{2} + 1} \quad \text{ό } \dot{m}_c = \frac{\dot{M}_c}{\frac{N}{2}}$$

Το συνολικό ποσοστό μεταφοράς θερμότητας προσθέτει ένα συντελεστή διόρθωσης  $F$ :

$$Q = U \cdot A \cdot \Delta T_{lm} \cdot F$$

Ο ολικός συντελεστής μεταφοράς θερμότητας  $U$  θα έχει την ίδια έκφραση που είδαμε προηγουμένως

$$\frac{1}{U} = \frac{1}{h_h} + \frac{x}{K} + \frac{1}{h_c} + R_f$$

Όπου,

$R_f$  = αντίσταση

$x$  = πάχος ελάσματος

$K$ = πλάκα θερμικής αγωγιμότητας

$h_c$ = συντελεστής μετάδοσης θερμότητας σε κρύο υγρό

$h_h$  = συντελεστής μετάδοσης θερμότητας σε ζεστό υγρό

### Υπολογισμός του Συντελεστή μεταφορά θερμότητας και για τα δύο ρευστά

Ο συντελεστής μεταφοράς θερμότητας για τα ζεστά ρευστά ορίζεται ως,

$$h_h = \frac{Nu_h \cdot K_h}{D_e}$$

Το  $K_h$  είναι το θερμό ρευστό θερμικής αγωγιμότητας, το  $D_e$  είναι η αντίστοιχη ισοδύναμη διάμετρος και το  $Nu_h$  τον αριθμό Nusselt για τα ζεστά ρευστά.

Ο συντελεστής μεταφοράς θερμότητας για τα κρύα ρευστά μπορεί να ορίζεται ομοίως μόνο οι ιδιότητες του ρευστού ποικίλουν και οι μέσες θερμοκρασίες κυμαίνονται επίσης.

Μπορούμε να αρχίσουμε από τον ορισμό της ισοδύναμης διαμέτρου για έναν εναλλάκτη θερμότητας με πλάκα,

$$D_e = \frac{4 \cdot Volume}{Perimeter} = \frac{4 \cdot W \cdot L \cdot b}{2 \cdot W \cdot L} = 2 \cdot b$$

όπου  $b$  είναι ο διαχωρισμός μεταξύ γειτονικών πλακών.

Ο αριθμός Nusselt λαμβάνεται από τους πίνακες που χαρακτηρίζει τα χαρακτηριστικά των πλακών του εναλλάκτη. Συνήθως, οι κατασκευαστές κατέχουν αυτά τα διαγράμματα ή γραφήματα. Σε αυτά τα διαγράμματα ο αριθμός Nusselt και ο αριθμός Prandtl σχετίζονται με τον αριθμό Reynolds.

Ο αριθμός Reynolds για το θερμό ρευστό (ομοίως για το κρύο υγρό) μπορεί να οριστεί ως ακολούθως,

$$Re_h = \frac{\rho_h \cdot u_h \cdot D_e}{\mu_h} = \frac{\dot{m}_h \cdot D_e}{S \cdot \mu_h} = \frac{\dot{m}_h \cdot 2 \cdot b}{b \cdot W \cdot \mu_h} = \frac{2 \cdot \dot{m}_h}{W \cdot \mu_h}$$

όπου,  $S = b \cdot W$  είναι η περιοχή εγκάρσιας διέλευσης του υγρού και  $\mu_h$  είναι το δυναμικό ιξώδες με βάση τη μέση θερμοκρασία του θερμού ρευστού.

Η διορθωτική τιμή του παράγοντα  $F$ , καθώς και ο υπολογισμός της αποτελεσματικότητας του εναλλάκτη  $\varepsilon$ , θα εξαρτηθεί από τον αριθμό των πλακών του εναλλάκτη:

Αν  $N > 50$  πλάκες, τότε η  $F = 1$ . Η αποτελεσματικότητα  $\varepsilon$  θα γίνει με τη συμβατική μέθοδο της αποτελεσματικότητας του NTU που έχουμε ήδη δει σε προηγούμενη ενότητα. Η αποτελεσματικότητα ήταν συνάρτηση της τιμής NTU και  $C_R$  και αυτό εξαρτάται από κατά πόσο σημειώθηκε αντίθετη ροή ή παράλληλη ροή.

$$NTU = \frac{U \cdot A}{(\dot{m} \cdot Cp)_{\min}} \quad C_R = \frac{(\dot{m} \cdot Cp)_{\min}}{(\dot{m} \cdot Cp)_{\max}}$$

Παράλληλη ροή:

$$\varepsilon = \frac{1 - e^{-NTU \cdot (1 + C_R)}}{1 + C_R}$$

Αντίθετη ροή:

$$\varepsilon = \frac{1 - e^{-NTU \cdot (1 - C_R)}}{1 + C_R \cdot e^{-NTU \cdot (1 - C_R)}}$$

Εάν  $N < 50$  πλάκες, τότε  $F < 1$ . Στην περίπτωση αυτή, η επίδραση των άκρων του εναλλάκτη που λαμβάνεται υπόψη, η θερμότητα μεταφέρεται μόνο σε μία πλευρά, δεδομένου ότι έχει διέλθει σε κάθε μισό της περιοχής μεταφοράς θερμότητας. Ο υπολογισμός των  $F$  και της αποτελεσματικότητας στην περίπτωση των  $N < 50$  είναι πολύπλοκος.

### 3.3 Προειδοποιήσεις, κύριες οδηγίες

Πριν τη διεξαγωγή του πειράματος θα πρέπει να επισημανθούν οι παρακάτω προειδοποιήσεις προκειμένου να αποφευχθούν τυχόν ατυχήματα.

- Αποφεύγετε την επαφή με την δεξαμενή θέρμανσης επειδή μπορεί να πιάσει θερμοκρασίες άνω των 70 ° C.
- Μην ανοίγετε τη βαλβίδα της δεξαμενής θέρμανσης αποστράγγισης όταν η δεξαμενή είναι γεμάτη.
- Γεμίστε τη δεξαμενή νερού πάνω από το διακόπτη στάθμης.
- Μην αφαιρείτε την τάπα από τη δεξαμενή κατά την εκτέλεση του πειράματος.
- Επιβεβαιώστε τη σωστή θέση των βαλβίδων πριν από την έναρξη κάθε πειραματικής διαδικασίας.
- Βεβαιωθείτε ότι ο υπολογιστής και οι αισθητήρες είναι συνδεδεμένοι με τις σωστές διασυνδέσεις . Εκτελέστε και το πρόγραμμα SCADA.

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4. ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ**

Σε αυτό το κεφάλαιο περιγράφεται αναλυτικά η πειραματική διαδικασία, καθώς επίσης παρατίθενται και επεξεργάζονται τα αποτελέσματα έπειτα από τη διεξαγωγή του πειράματος.

### **4.1 Υλικά και μέθοδοι**

- Απιονισμένο νερό
- 30lt νέκταρ χυμού πορτοκαλιού
- Συσκευή άντλησης (αντλία)
- Πλαστικοί σωλήνες
- Πλαστικός περιέκτης
- Βασική μονάδα εναλλάκτη θερμότητας της εταιρείας Edibon
- Εναλλάκτης θερμότητας της εταιρείας Edibon
- Ηλεκτρονικός υπολογιστής
- Σύστημα ελέγχου εναλλάκτη θερμότητας της Edibon συνδεδεμένο στον ηλεκτρονικό υπολογιστή
- Λογισμικό ελέγχου που παρέχεται από την εταιρεία Edibon



## 4.2 Συνδεσμολογία

Η βασική μονάδα συνδέεται με τον εναλλάκτη θερμότητας με τη βοήθεια τεσσάρων εύκαμπτων σωλήνων που περιλαμβάνονται στο σετ εξοπλισμού της Edibon.

Για την επίτευξη αντιροής, οι βαλβίδες στη βασική μονάδα διατάσσονται όπως φαίνονται στον πίνακα 1:

**Πίνακας 1. Κατάσταση βαλβίδων για επίτευξη αντιροής.**

ΒΑΛΒΙΔΑ	ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ
AV-1	ΑΝΟΙΧΤΗ
AV-2	ΚΛΕΙΣΤΗ
AV-3	ΑΝΟΙΧΤΗ
AV-4	ΑΝΟΙΧΤΗ
AV-5	ΚΛΕΙΣΤΗ
AV-6	ΑΝΟΙΧΤΗ

Οι αισθητήρες συνδέθηκαν στις αντίστοιχες υποδοχές του συστήματος ελέγχου του εναλλάκτη και λόγω συνδεσμολογίας παίρνουν τις παρακάτω μετρήσεις όπως φαίνεται στον πίνακα 2

**Πίνακας 2. Μετρήσεις αισθητήρων.**

ΑΙΣΘΗΤΗΡΑΣ	ΜΕΤΡΗΣΗ
ST-16	Θερμοκρασία νερού δεξαμενής
ST-1	Θερμοκρασία νερού στην είσοδο του εναλλάκτη
ST-2	Θερμοκρασία νερού στην έξοδο του εναλλάκτη
ST-3	Θερμοκρασία χυμού στην είσοδο του εναλλάκτη
ST-4	Θερμοκρασία χυμού στην έξοδο του εναλλάκτη
SC-1	Ροή νερού
SC-2	Ροή χυμού

Οι πλαστικοί σωλήνες που βρίσκονται συνδεδεμένοι στη βασική μονάδα του εναλλάκτη τοποθετήθηκαν μέσα στον πλαστικό περιέκτη, ο οποίος εμπεριέχει τη συσκευή άντλησης χυμού, με τέτοιο τρόπο ώστε να δημιουργηθεί κλειστό κύκλωμα στον εναλλάκτη θερμότητας.

### 4.3 Πειραματική πορεία

Για τον έλεγχο της λειτουργίας του εναλλάκτη θερμότητας, έγινε δοκιμή με απιονισμένο νερό.

- Σύνδεση του εναλλάκτη (σε κλειστή διάταξη βαλβίδων), με τη βασική μονάδα (σε διάταξη αντιπαράλληλης ροής όπως φαίνεται στον πίνακα ).
- Πλήρωση της δεξαμενής της βασικής μονάδας του εναλλάκτη με απιονισμένο νερό.
- Έναρξη λειτουργίας του ηλεκτρονικού υπολογιστή και του συστήματος ελέγχου της Edibon.
- Μέσω του προγράμματος της Edibon στον ηλεκτρονικό υπολογιστή γίνεται:
  1. Ρύθμιση της θερμοκρασίας νερού στους 70°C.
  2. Ρύθμιση της ροής της αντλίας στην επιθυμητή ταχύτητα (ταχύτητες 1 έως 10).
  3. Ρύθμιση λήψης μετρήσεων ανά 2 δευτερόλεπτα για 4 λεπτά συνολικά.
- Αναμονή έως ότου η θερμοκρασία νερού της δεξαμενής πλησιάσει την επιθυμητή.
- Πλήρωση του πλαστικού περιέκτη με 30 lt απιονισμένο νερό.
- Τοποθέτηση της αντλίας στον πλαστικό περιέκτη.
- Ρύθμιση των βαλβίδων σε ανοιχτή διάταξη.
- Έναρξη της δοκιμής.
- Λήψη αποτελεσμάτων δοκιμής.
- Καθαρισμός-αποστράγγιση.

Η ανωτέρω διαδικασία επαναλήφθηκε 5 φορές, μία για κάθε διαφορετική

ταχύτητα ροής της αντλίας. Το πείραμα διεξήχθη για τις ταχύτητες 1 έως 10. Η μόνη διαφορά είναι ότι στον πλαστικό περιέκτη τοποθετήθηκαν 30 lt νέκταρ χυμού πορτοκαλιού.

Έπειτα από τη λήψη των αποτελεσμάτων απαιτείται άδειασμα και καθαρισμός του εναλλάκτη από το νέκταρ χυμού πορτοκαλιού για την αποφυγή επικαθήσεων. Αυτό επιτυγχάνεται με πέρασμα απιονισμένου νερού μέσα στον εναλλάκτη.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ-ΣΧΟΛΙΑΣΜΟΣ

Πίνακας 3. Ενδείξεις αισθητήρων στην πρώτη ταχύτητα ροής.

Time (s)	ST-1	ST-2	ST-3	ST-4	ST-16	SC-1	SC-2
0	60,0686	49,9904	46,7039	47,1619	69,5231	1,25745	0,90548
15	60,1975	50,1509	46,7627	47,8717	69,5401	1,26336	0,90316
30	60,6366	50,6644	46,873	48,3724	69,531	1,26229	0,90188
45	60,884	51,1519	47,0379	48,6954	69,577	1,27159	0,8982
60	61,0681	51,6143	47,3319	49,0338	69,5779	1,26744	0,90061
75	61,1182	51,9302	47,558	49,6075	69,5982	1,27834	0,89939
90	61,1661	52,1807	47,9588	50,2491	69,587	1,26136	0,90298
105	61,1926	52,4715	48,2852	50,6063	69,5652	1,27341	0,90083
120	61,2772	52,7057	48,6581	50,9226	69,5359	1,25866	0,89503
135	61,3626	53,0146	49,0038	51,2117	69,5394	1,27364	0,89324
150	61,4788	53,2697	49,3183	51,6266	69,4895	1,26648	0,8989
165	61,5691	53,5523	49,6735	52,0668	69,4177	1,27497	0,89884
180	61,6185	53,8309	50,0012	52,2302	69,4566	1,25659	0,89793
195	61,7163	54,0741	50,2884	52,3507	69,4857	1,26161	0,8957
210	61,75	54,2594	50,5658	52,6739	69,5519	1,26829	0,89566
225	61,8039	54,3767	50,8247	52,9008	69,5934	1,25637	0,89507
240	61,853	54,5487	51,0651	53,148	69,5887	1,26341	0,89519

**Πίνακας 4. Ενδείξεις αισθητήρων στη δεύτερη ταχύτητα ροής.**

Time (s)	ST-1	ST-2	ST-3	ST-4	ST-16	SC-1	SC-2
0	61,8735	54,7339	51,3452	53,2295	69,57	1,24156	0,88815
15	61,8531	54,632	51,5844	53,3863	69,523	1,57797	0,9042
30	61,9822	54,9927	51,7564	53,7589	69,6001	1,56109	0,90762
45	62,2071	55,3247	51,8419	53,9231	69,6357	1,55962	0,9028
60	62,3305	55,5965	52,0903	54,3468	69,6012	1,5671	0,90325
75	62,4715	55,9163	52,3831	54,6191	69,5	1,5651	0,90378
90	62,4966	56,2246	52,6181	55,0111	69,4746	1,55996	0,90587
105	62,5295	56,41	52,8571	55,1935	69,4402	1,55963	0,89882
120	62,5375	56,5735	53,0927	55,4381	69,4966	1,55817	0,89992
135	62,5942	56,6585	53,2683	55,6997	69,5648	1,55535	0,90363
150	62,6742	56,8315	53,5486	55,9147	69,602	1,55291	0,9011
165	62,6748	57,0411	53,7205	56,1209	69,5832	1,55342	0,90059
180	62,8174	57,1593	53,9309	56,2955	69,6059	1,57183	0,90198
195	62,8132	57,2798	54,089	56,5152	69,5519	1,57054	0,90092
210	62,965	57,4853	54,3397	56,694	69,4759	1,56282	0,89905
225	62,9637	57,5953	54,4858	56,8338	69,4181	1,56092	0,8971
240	63,0322	57,719	54,6106	56,9859	69,5113	1,55728	0,89954

**Πίνακας 5. Ενδείξεις αισθητήρων στην τρίτη ταχύτητα ροής.**

Time (s)	ST-1	ST-2	ST-3	ST-4	ST-16	SC-1	SC-2
0	63,0863	57,8708	54,8992	56,76	69,5936	0,93814	0,86771
15	62,747	57,6444	55,0151	56,915	69,4314	1,8621	0,91039
30	62,4961	57,92	55,1405	57,3516	69,657	1,86422	0,91672
45	62,1709	58,1634	55,2069	57,4857	69,7039	1,88292	0,91274
60	62,0433	58,3819	55,3884	57,7293	69,729	1,85759	0,91285
75	61,8926	58,5888	55,5238	57,8886	69,5608	1,85957	0,91467
90	61,8792	58,7655	55,7258	57,9654	69,2815	1,86179	0,91544
105	61,8612	58,8834	55,8462	58,1726	69,3687	1,86696	0,91143
120	61,8183	58,9513	55,9765	58,262	69,5055	1,86482	0,91207
135	61,8519	59,043	56,1007	58,3416	69,676	1,86512	0,91148
150	61,8683	59,1541	56,2335	58,5051	69,8233	1,86922	0,91366
165	61,8875	59,2834	56,3946	58,6324	69,8098	1,86098	0,9066
180	61,8964	59,3761	56,5427	58,7741	69,6452	1,85873	0,90907
195	61,9147	59,4414	56,6937	58,8692	69,4097	1,87339	0,9073
210	61,9385	59,5394	56,854	58,9387	69,3976	1,85775	0,90778
225	61,9906	59,6374	56,951	59,1076	69,5268	1,86165	0,90698
240	62,0636	59,7197	57,0702	59,1666	69,7006	1,8654	0,90818

**Πίνακας 6. Ενδείξεις αισθητήρων στην τέταρτη ταχύτητα ροής.**

Time (s)	ST-1	ST-2	ST-3	ST-4	ST-16	SC-1	SC-2
0	61,9502	59,8497	57,1509	58,9909	69,7671	0,02303	0,83529
15	61,9461	59,5071	57,239	58,8472	69,7259	2,14533	0,91774
30	62,0036	59,8633	57,2822	59,3243	69,6938	2,15313	0,915
45	62,0605	60,0239	57,304	59,4	69,5333	2,13936	0,91439
60	62,1882	60,1852	57,4457	59,6094	69,4986	2,14662	0,91936
75	62,2512	60,3046	57,457	59,6681	69,4569	2,14111	0,91646
90	62,2619	60,3498	57,5877	59,7669	69,4586	2,14325	0,91687
105	62,3159	60,415	57,6991	59,7615	69,6159	2,15578	0,9128
120	62,3088	60,5227	57,7595	59,8812	69,7075	2,15922	0,91916
135	62,3526	60,5509	57,9235	60,0862	69,6607	2,14569	0,91446
150	62,3858	60,6581	58,0248	60,1358	69,6806	2,1459	0,91918
165	62,393	60,7379	58,1157	60,2807	69,5613	2,15082	0,91777
180	62,4727	60,7998	58,2203	60,2821	69,4866	2,14949	0,91584
195	62,5128	60,8719	58,3003	60,3258	69,4801	2,13534	0,91119
210	62,591	60,904	58,362	60,457	69,5095	2,14515	0,91306
225	62,6245	60,9263	58,4832	60,5257	69,5777	2,14922	0,91825
240	62,7054	60,9694	58,5333	60,5539	69,6772	2,15016	0,91778

**Πίνακας 7. Ενδείξεις αισθητήρων στην πέμπτη ταχύτητα ροής.**

Time (s)	ST-1	ST-2	ST-3	ST-4	ST-16	SC-1	SC-2
0	62,5976	60,979	58,6219	60,333	69,7356	0,46968	0,84448
15	62,6221	60,8041	58,7248	60,2803	69,5252	2,36648	0,92197
30	62,6888	61,0684	58,7151	60,6304	69,4424	2,3849	0,92529
45	62,7299	61,1645	58,7086	60,619	69,5592	2,39601	0,92383
60	62,846	61,2244	58,7468	60,7387	69,6965	2,39288	0,92453
75	62,8825	61,4079	58,8042	60,8775	69,8197	2,38387	0,92694
90	62,9519	61,4937	58,8742	60,9521	69,6604	2,37954	0,923
105	63,0228	61,5102	59,0107	60,9838	69,4659	2,39218	0,92628
120	63,0533	61,5936	59,0543	61,0808	69,4027	2,40534	0,9247
135	63,1271	61,5543	59,0783	61,1691	69,5221	2,3945	0,924
150	63,1385	61,6896	59,0842	61,0999	69,6877	2,41353	0,92559
165	63,2053	61,7254	59,173	61,1263	69,7812	2,3924	0,92155
180	63,2487	61,7833	59,1709	61,2246	69,7879	2,37993	0,9249
195	63,3047	61,9104	59,2937	61,3268	69,4675	2,38763	0,92591
210	63,3391	61,8982	59,3771	61,4203	69,325	2,41826	0,92576
225	63,3985	61,8837	59,4103	61,4752	69,3573	2,40394	0,9257
240	63,3868	61,8937	59,398	61,4683	69,6328	2,41493	0,92537

**Πίνακας 8. Ενδείξεις αισθητήρων στην έκτη ταχύτητα ροής.**

Time (s)	ST-1	ST-2	ST-3	ST-4	ST-16	SC-1	SC-2
0	63,2288	61,8868	59,4814	61,3946	69,874	0,02514	0,83385
15	63,3231	61,6882	59,5067	61,1897	69,7952	2,64062	0,93321
30	63,4907	61,985	59,6813	61,6667	69,5244	2,66365	0,935
45	63,6345	62,1472	59,5991	61,6713	69,5872	2,64345	0,93547
60	63,7247	62,2116	59,5696	61,642	69,7463	2,66422	0,93796
75	64,002	62,2542	59,6056	61,6139	69,8205	2,65995	0,9363
90	64,2104	62,281	59,6511	61,7307	69,7515	2,65348	0,93439
105	64,3599	62,3918	59,7286	61,8401	69,6872	2,66132	0,93303
120	64,534	62,4393	59,8966	61,9362	69,4632	2,64795	0,9349
135	64,7151	62,5482	59,9224	62,0595	69,4951	2,65702	0,9348
150	64,829	62,5572	60,0341	62,0416	69,6389	2,64738	0,93548
165	64,9948	62,5524	60,0522	62,1186	69,7818	2,66393	0,93399
180	65,0045	62,5172	59,948	61,9886	69,8816	2,66162	0,93187
195	65,1064	62,5918	60,0868	62,0992	69,8581	2,66271	0,93774
210	65,214	62,687	60,1658	62,2383	69,5733	2,6684	0,93584
225	65,2391	62,7458	60,2707	62,2731	69,3804	2,65835	0,93592
240	65,2867	62,7304	60,3112	62,2978	69,546	2,67255	0,93794

**Πίνακας 9. Ενδείξεις αισθητήρων στην έβδομη ταχύτητα ροής.**

Time (s)	ST-1	ST-2	ST-3	ST-4	ST-16	SC-1	SC-2
0	65,2487	62,7096	60,2944	61,999	69,8077	0,02375	0,83192
15	65,0826	62,4577	60,3792	61,9115	69,8343	2,90296	0,95003
30	65,2846	62,6276	60,3541	62,3334	69,6482	2,90013	0,95052
45	65,3682	62,777	60,3427	62,3317	69,5322	2,89799	0,94433
60	65,434	62,8495	60,3827	62,444	69,5912	2,90249	0,94907
75	65,4725	62,919	60,435	62,46	69,684	2,8966	0,94872
90	65,6148	62,9711	60,4504	62,5683	69,79	2,8971	0,94548
105	65,6782	63,0718	60,4676	62,6164	69,8811	2,91805	0,94842
120	65,61	63,0824	60,5904	62,6628	69,7495	2,90041	0,95677
135	65,6282	63,0385	60,6352	62,6187	69,51	2,90021	0,94749
150	65,6435	63,1122	60,7395	62,6837	69,5468	2,90382	0,94912
165	65,6468	63,1092	60,7986	62,7743	69,5882	2,90562	0,95037
180	65,6752	63,146	60,7865	62,7881	69,7743	2,90868	0,94335
195	65,6965	63,2217	60,8228	62,8134	69,9019	2,91266	0,9438
210	65,7003	63,2444	60,8958	62,7823	69,8713	2,93631	0,94952
225	65,6334	63,2565	60,9574	62,9032	69,7244	2,92111	0,94828
240	65,6449	63,2799	61,0047	62,8737	69,5537	2,9455	0,94403

**Πίνακας 10. Ενδείξεις αισθητήρων στην όγδοη ταχύτητα ροής.**

Time (s)	ST-1	ST-2	ST-3	ST-4	ST-16	SC-1	SC-2
0	65,5974	63,2372	60,9239	62,6044	69,5061	0,02319	0,83402
15	65,5214	62,9564	60,974	62,4574	69,4523	3,16006	0,95572
30	65,5856	63,0902	60,9035	62,7661	69,5329	3,20098	0,95553
45	65,7045	63,2017	60,8677	62,7811	69,6047	3,26202	0,95924
60	65,7481	63,2794	60,8186	62,855	69,7396	3,22397	0,95986
75	65,7871	63,2785	60,8837	62,8863	69,8467	3,23872	0,96367
90	65,8135	63,3807	60,9436	62,9788	69,7995	3,24917	0,95556
105	65,8125	63,4749	61,0247	63,0708	69,5094	3,24421	0,95654
120	65,7539	63,5304	61,1357	63,1007	69,5088	3,23656	0,96535
135	65,8291	63,4743	61,1464	63,1834	69,5269	3,22939	0,96036
150	65,8627	63,5018	61,1803	63,2241	69,6976	3,22729	0,95398
165	65,8422	63,5841	61,2534	63,18	69,9292	3,24674	0,96043
180	65,8749	63,5915	61,3068	63,2964	69,7513	3,26809	0,96226
195	65,8745	63,7046	61,3865	63,3871	69,4886	3,30054	0,9601
210	65,8513	63,7209	61,4396	63,3746	69,4757	3,3112	0,96
225	65,8501	63,5405	61,4388	63,3643	69,4942	3,29605	0,97334
240	65,8971	63,6471	61,4718	63,247	69,7306	3,30495	0,96172

**Πίνακας 11. Ενδείξεις αισθητήρων στην ένατη ταχύτητα ροής.**

Time (s)	ST-1	ST-2	ST-3	ST-4	ST-16	SC-1	SC-2
0	65,85	63,6453	61,3753	63,2776	69,9042	0,02406	0,83693
15	65,7923	63,5017	61,5694	63,0945	69,7795	3,4741	0,97165
30	65,8475	63,7139	61,5791	63,3576	69,5845	3,50007	0,97045
45	65,8781	63,7539	61,5574	63,4544	69,4239	3,52106	0,98886
60	65,8823	63,7977	61,5913	63,5249	69,52	3,55625	0,99503
75	65,9494	63,8003	61,6021	63,5508	69,6783	3,56161	0,97064
90	66,0173	63,8192	61,6082	63,6032	69,8856	3,56412	0,9813
105	66,0264	63,9331	61,6416	63,6602	69,7772	3,60738	0,98297
120	65,9965	64,0311	61,7724	63,728	69,3756	3,58951	1,03143
135	66,0027	63,9785	61,7721	63,7452	69,449	3,59342	0,98109
150	65,9694	64,0017	61,881	63,749	69,5568	3,61272	0,9969
165	66,0173	64,0376	61,833	63,8241	69,8208	3,6035	1,00248
180	66,0624	64,0499	61,9435	63,8225	69,8948	3,62594	1,00141
195	66,0852	64,0862	61,9699	63,8935	69,7405	3,62431	0,99664
210	66,0906	64,1379	62,0717	63,9646	69,4088	3,59274	1,01576
225	66,0489	64,1688	62,0656	63,9682	69,4262	3,61222	1,06369
240	66,0616	64,1385	62,0845	64,0029	69,4954	3,60961	1,0644



**Πίνακας 12. Ενδείξεις αισθητήρων στη δέκατη ταχύτητα ροής.**

Time (s)	ST-1	ST-2	ST-3	ST-4	ST-16	SC-1	SC-2
0	66,04	64,2115	62,1643	63,8249	69,8018	0,02464	0,88274
15	65,9295	64,0219	62,1796	63,7161	69,7588	3,65213	1,04856
30	66,145	64,2108	62,3	63,9927	69,5185	3,73579	1,07599
45	66,1451	64,1964	62,253	64,0701	69,3986	3,73199	1,01858
60	66,1183	64,2107	62,2522	64,0063	69,5993	3,75987	1,10653
75	66,1717	64,2379	62,1942	64,0861	69,8277	3,77816	1,04739
90	66,2835	64,2289	62,1637	63,9519	69,984	3,81572	1,05998
105	66,3686	64,339	62,2726	64,1108	69,7295	3,80578	1,13265
120	66,3052	64,3781	62,2927	64,1569	69,4757	3,79436	1,04181
135	66,3253	64,3576	62,2418	64,1442	69,4551	3,80022	1,06485
150	66,3618	64,3611	62,2601	64,1431	69,6515	3,79388	1,07408
165	66,4105	64,3816	62,3248	64,1561	69,9244	3,80379	1,07308
180	66,4093	64,3679	62,2847	64,1395	69,9782	3,8253	1,07524
195	66,4431	64,5146	62,3914	64,1817	69,7469	3,81906	1,11029
210	66,3883	64,5013	62,5463	64,3044	69,4839	3,79891	1,03335
225	66,3673	64,4913	62,592	64,3269	69,5811	3,78055	1,05413
240	66,4249	64,5092	62,5773	64,312	69,6884	3,79915	1,05949

Στους πίνακες 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12 φαίνονται οι τιμές θερμοκρασίας του νερού (ST-1, ST-2), οι τιμές της θερμοκρασίας του χυμού (ST-3, ST-4), η τιμή θερμοκρασίας του νερού (ST-16) η ταχύτητα ροής της αντλίας του νερού (SC-1) και του χυμού (SC-2) και τέλος ο χρόνος λήψης μετρήσεων time (s) .

Όπως ήταν αναμενόμενο το νερό έχει υψηλότερη θερμοκρασία στην είσοδο του εναλλάκτη (ST-1) από ότι στην έξοδο του από αυτόν (ST-2). Αυτό είναι λογικό διότι το νερό μέχρι την έξοδο του μεταδίδει θερμότητα στο χυμό, ο οποίος στην είσοδό του στον εναλλάκτη (ST-3) έχει χαμηλότερη θερμοκρασία από ότι στην έξοδο του (ST-4) καθώς μέχρι την έξοδο του μεταφέρεται συνεχώς θερμότητα από το νερό στο χυμό έως ότου πλησιάσει την επιθυμητή θερμοκρασία.

Σχετικά με τη θερμοκρασία του νερού δεξαμενής, όπως φαίνεται στον πίνακα, από την ένδειξη του αισθητήρα ST-16 είναι σχετικά σταθερή, κοντά στη θερμοκρασία ρύθμισης (70°C) που σημαίνει ότι δεν υπάρχουν ιδιαίτερες απώλειες.

Τέλος, παρατηρείται ότι η ταχύτητα ροής νερού και χυμού έχουν περίπου την ίδια τιμή. Αυτό σημαίνει ότι όσο αυξάνεται η ταχύτητα ροής του νερού τόσο αυξάνεται η ταχύτητα ροής του χυμού. Δηλαδή τα μεγέθη είναι ανάλογα.

Στους πίνακες που ακολουθούν δίνονται τα αποτελέσματα από τους υπολογισμούς όπως έγιναν αυτομάτως από το πρόγραμμα της Edibon.

Πίνακας 13. Αποτελέσματα στην πρώτη ροή της αντλίας.

Time (s)	Sp, h (J/KgK)	Sp, c (J/KgK)	mu, h (Kg/ms)	mu, c (Kg/ms)	rho, h (Kg/m3)	rho, c (Kg/m3)	Qh (W)	Qc (W)	Ql (W)	Tim (K)	U (W/Km2)	NTU	effNTU	Redh	Tho, t (IC)	Teo, t (IC)	Kh (W/mK)	Ko (W/mK)
0	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	868,11	28,9364	839,173	6,78436	66644,5	2,05639	0,7355	174,597	60,38096	56,63976	0,64	0,62
2	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	876,321	33,6964	842,624	6,66016	68529,5	2,12379	0,74494	175,182	60,4253	56,77131	0,64	0,62
4	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	879,807	36,8008	843,006	6,60404	69386,7	2,14183	0,7481	177,015	60,4399	56,82167	0,64	0,62
6	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	873,696	41,9423	831,754	6,55496	69420,8	2,14485	0,74725	175,514	60,51226	56,8328	0,64	0,62
8	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	874,466	46,3807	828,085	6,49045	70172,4	2,17132	0,75011	175,004	60,61049	56,9248	0,64	0,62
10	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	884,091	52,247	831,844	6,43476	71558,9	2,2091	0,75608	177,23	60,69791	57,04685	0,64	0,62
12	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	873,008	64,3981	808,61	6,37798	71290,8	2,20874	0,75468	175,104	60,87843	57,08606	0,64	0,62
14	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	869,366	65,9383	803,428	6,32172	71625,3	2,22415	0,75686	175,183	60,91757	57,13568	0,64	0,62
16	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	879,658	73,9516	805,706	6,26404	73140,6	2,26713	0,76253	176,502	61,1128	57,34468	0,64	0,62
18	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	869,831	78,0685	791,763	6,31437	71747	2,2184	0,75599	175,694	61,17167	57,27849	0,64	0,62
20	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	870,776	79,0724	791,688	6,28032	72213	2,24086	0,75897	175,581	61,25082	57,38643	0,64	0,62
22	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	868,257	86,4474	781,81	6,26855	72140,6	2,23513	0,75764	175,104	61,38769	57,42842	0,64	0,62
24	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	870,07	92,894	777,175	6,3074	71846	2,2222	0,75654	175,768	61,51794	57,4764	0,64	0,62
26	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	863,982	89,4841	774,498	6,41123	70187,9	2,17589	0,75102	175,096	61,53806	57,4477	0,64	0,62
28	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	865,633	89,1723	776,461	6,46408	69747	2,15639	0,74905	175,887	61,59378	57,48158	0,64	0,62
30	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	865,724	91,6666	774,057	6,41292	70310,9	2,17589	0,75115	175,545	61,6653	57,55668	0,64	0,62
32	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	857,103	94,5159	762,587	6,49583	68722,2	2,126	0,74513	175,421	61,71587	57,50417	0,64	0,62
34	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	863,184	99,4911	763,693	6,43058	69912	2,16551	0,74989	175,322	61,84621	57,63776	0,64	0,62
36	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	858,323	95,5391	762,784	6,51996	68565,3	2,12704	0,74666	176,49	61,79301	57,6002	0,64	0,62
38	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	857,886	95,284	762,602	6,52358	68492,4	2,12517	0,7453	175,193	61,87088	57,64215	0,64	0,62
40	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	852,498	100,574	751,924	6,50114	68297,2	2,11813	0,74412	174,897	61,95305	57,6653	0,64	0,62
42	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	848,361	100,492	747,868	6,56876	67266	2,09051	0,74129	175,099	62,0026	57,68079	0,64	0,62
44	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	857,036	99,3443	757,692	6,57606	67878,5	2,11114	0,74568	177,095	62,01725	57,77501	0,64	0,62
46	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	852,507	100,341	752,165	6,60886	67184,7	2,08595	0,74188	176,562	62,06214	57,75715	0,64	0,62
48	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	848,249	100,343	747,905	6,61346	66802,6	2,07804	0,74065	175,94	62,11412	57,79215	0,64	0,62
50	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	844,677	101,063	743,614	6,62758	66379,6	2,06115	0,73854	176,238	62,11765	57,77265	0,64	0,62
52	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	848,894	103,628	745,266	6,58374	67155,2	2,09025	0,74274	176,501	62,20976	57,8933	0,64	0,62
54	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	840,029	106,832	733,197	6,63687	65921,9	2,05387	0,73859	176,738	62,23767	57,8509	0,64	0,62
56	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	830,826	108,235	722,591	6,60447	65519,5	2,03743	0,73494	175,27	62,28304	57,83879	0,64	0,62
58	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	835,151	111,789	723,362	6,63291	65578,2	2,0418	0,73659	176,304	62,36451	57,906	0,64	0,62
60	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	827,575	104,272	723,303	6,67522	64571,4	2,00326	0,73117	176,37	62,27695	57,84068	0,64	0,62
62	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	822,061	110,362	711,699	6,53361	65531,4	2,02781	0,73374	176,155	62,29408	57,8638	0,64	0,62
64	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	824,754	113,227	711,526	6,52736	65809	2,03534	0,73431	175,811	62,39287	57,92816	0,64	0,62
66	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	815,573	115,931	699,642	6,4512	65844,8	2,04118	0,73531	175,703	62,38929	57,94357	0,64	0,62
68	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	817,711	114,457	703,254	6,47717	65752,6	2,03134	0,73489	177,245	62,387	57,96895	0,64	0,62
70	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	811,394	121,577	689,817	6,41069	65921,3	2,03807	0,73494	176,194	62,49178	58,00937	0,64	0,62
72	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	810,968	122,147	688,821	6,40479	65947,4	2,0402	0,7363	177,307	62,50273	58,05345	0,64	0,62
74	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	808,463	132,323	676,139	6,30592	66774,5	2,06668	0,73895	176,498	62,63343	58,11891	0,64	0,62
76	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	803,693	127,21	676,483	6,25878	66880,5	2,06592	0,73841	176,329	62,58518	58,13503	0,64	0,62
78	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	804,67	129,117	675,553	6,19806	67617,8	2,09887	0,74407	177,307	62,58757	58,21068	0,64	0,62
80	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	790,783	132,519	658,264	6,14814	66990,4	2,07902	0,73937	174,778	62,66729	58,19519	0,64	0,62
82	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	795,95	136,911	659,039	6,09598	68005	2,10663	0,7431	175,503	62,74313	58,2785	0,64	0,62
84	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	791,719	138,475	653,244	6,06638	67973,6	2,10355	0,74265	175,595	62,74926	58,28019	0,64	0,62
86	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	791,701	138,693	653,009	5,98023	68951,3	2,14568	0,7489	175,978	62,76012	58,38292	0,64	0,62
88	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	794,513	140,258	654,256	5,86505	70555,1	2,18777	0,75376	176,569	62,77673	58,46251	0,64	0,62
90	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	779,846	143,115	636,732	5,87023	69191,5	2,14256	0,7471	175,259	62,8073	58,39636	0,64	0,62
92	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	781,374	147,544	633,829	5,76892	70544,5	2,18924	0,75355	176,006	62,86783	58,50987	0,64	0,62
94	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	774,434	147,686	626,748	5,76511	69964,1	2,16717	0,75141	176,78	62,81407	58,46254	0,64	0,62
96	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	771,545	150,594	620,952	5,68756	70653,6	2,1867	0,75218	175,295	62,91983	58,53701	0,64	0,62
98	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	774,418	148,109	626,308	5,68442	70955,7	2,19512	0,75392	176,222	62,89934	58,57391	0,64	0,62
100	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	767,428	144,664	622,764	5,71027	69997,1	2,17727	0,75245	175,903	62,86196	58,56295	0,64	0,62
102	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	770,875	143,788	627,087	5,66307	70897,5	2,1973	0,75454	176,307	62,85475	58,5954	0,64	0,62
104	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	762,78	146,23	616,55	5,7227	69422	2,15405	0,74903	175,547	62,91349	58,56249	0,64	0,62
106	417800	4178	0,000769	0,000769														



122	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	743,054	136,603	606,451	5,57584	69407,9	2,15572	0,75002	176,256	62,82695	58,67395	0,64	0,62
124	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	739,121	142,734	596,387	5,57748	69020,2	2,14364	0,74818	175,782	62,92259	58,68522	0,64	0,62
126	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	735,348	137,759	597,589	5,52031	69379	2,15725	0,7495	175,278	62,86777	58,70685	0,64	0,62
128	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	733,57	135,921	597,649	5,52998	69090,3	2,15145	0,75031	176,679	62,81797	58,71296	0,64	0,62
130	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	727,299	140,421	586,878	5,50841	68767,9	2,14245	0,74856	175,825	62,88906	58,72115	0,64	0,62
132	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	726,778	143,25	583,528	5,41208	69941,8	2,17945	0,75217	174,999	62,95316	58,79499	0,64	0,62
134	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	731,592	138,836	592,756	5,4165	70347,5	2,18665	0,75331	175,785	62,97033	58,87361	0,64	0,62
136	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	732,583	142,434	590,15	5,35434	71260,6	2,21904	0,75749	176,017	63,01864	58,93917	0,64	0,62
138	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	728,109	138,685	589,424	5,43172	69816,5	2,17402	0,75221	175,861	62,97772	58,87812	0,64	0,62
140	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	719,501	141,01	578,492	5,35999	69914,4	2,17194	0,75073	174,909	63,00852	58,8838	0,64	0,62
142	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	724,992	138,416	586,576	5,328	70870,9	2,20076	0,75529	176,358	62,97419	58,94278	0,64	0,62
144	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	723,751	137,557	586,194	5,34085	70579,4	2,20177	0,75657	176,848	62,96098	58,96128	0,64	0,62
146	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	718,848	143,684	575,164	5,272	71016,7	2,2124	0,75755	176,838	63,03364	59,00135	0,64	0,62
148	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	718,609	143,615	574,995	5,32344	70307,2	2,188	0,75409	176,266	63,11644	59,03147	0,64	0,62
150	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	715,545	142,359	573,185	5,26671	70761,4	2,19658	0,75432	175,881	63,09811	59,03836	0,64	0,62
152	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	707,398	142,949	564,449	5,24067	70303,4	2,18593	0,753	175,48	63,0998	59,03654	0,64	0,62
154	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	709,394	144,082	565,312	5,17684	71370,9	2,22311	0,75771	175,703	63,12288	59,10461	0,64	0,62
156	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	707,799	142,057	565,742	5,17379	71252,6	2,21235	0,75656	176,33	63,10458	59,11188	0,64	0,62
158	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	700,728	144,838	555,89	5,09501	71631,4	2,23309	0,75767	174,305	63,20824	59,18921	0,64	0,62
160	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	701,27	152,421	548,848	5,06645	72090,9	2,24953	0,76042	175,135	63,29509	59,24001	0,64	0,62
162	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	701,519	142,398	559,121	5,09365	71731,4	2,23012	0,75761	175,068	63,18694	59,20586	0,64	0,62
164	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	694,248	150,603	543,645	5,00843	72195,7	2,24911	0,75964	174,632	63,30856	59,28144	0,64	0,62
166	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	695,076	147,265	547,812	5,00845	72281,6	2,25093	0,76113	176,105	63,22553	59,27396	0,64	0,62
168	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	696,875	150,061	546,813	4,99173	72711,4	2,26929	0,76378	176,418	63,30621	59,35464	0,64	0,62
170	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	697,958	150,116	547,842	4,89079	74327,5	2,31843	0,76859	175,996	63,32684	59,42633	0,64	0,62
172	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	684,872	147,212	537,66	4,8773	73135,6	2,28184	0,76373	174,927	63,26037	59,35678	0,64	0,62
174	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	688,005	150,66	537,346	4,85745	73770,5	2,30006	0,76577	175,138	63,32448	59,40286	0,64	0,62
176	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	684,146	144,09	540,055	4,93768	72164,7	2,24282	0,75883	174,928	63,27996	59,35537	0,64	0,62
178	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	685,849	141,392	544,457	4,92409	72543,9	2,26124	0,76222	175,885	63,21139	59,36357	0,64	0,62
180	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	673,553	136,914	536,639	5,05396	69412,7	2,1588	0,74901	174,502	63,19062	59,24685	0,64	0,62
182	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	679,017	137,813	541,204	5,09548	69405,5	2,16008	0,75146	176,925	63,17919	59,27186	0,64	0,62
184	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	678,118	138,571	539,547	5,05292	69897,5	2,16865	0,75172	176,65	63,20218	59,29388	0,64	0,62
186	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	677,379	136,882	540,496	5,0947	69248,7	2,16292	0,75205	176,591	63,21985	59,32638	0,64	0,62
188	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	679,095	127,939	551,156	5,12106	69066,8	2,15339	0,7501	175,966	63,15705	59,32027	0,64	0,62
190	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	673,021	132,712	540,308	5,10203	68704,4	2,13934	0,7488	176,595	63,17859	59,3069	0,64	0,62
192	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	669,79	130,536	539,254	5,12348	68088,3	2,12137	0,74573	175,456	63,21003	59,31637	0,64	0,62
194	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	671,799	126,663	545,136	5,11842	68360,1	2,13403	0,74872	176,763	63,13504	59,32924	0,64	0,62
196	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	666,079	127,808	538,271	5,0812	68274,5	2,13091	0,74759	175,948	63,18213	59,35984	0,64	0,62
198	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	661,649	131,441	530,208	4,96646	69387,3	2,16506	0,75094	175,251	63,20506	59,39457	0,64	0,62
200	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	656,587	125,662	530,925	5,07575	67373,7	2,10208	0,74355	175,362	63,16597	59,34169	0,64	0,62
202	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	655,844	133,391	522,454	4,94315	69102,9	2,15935	0,7507	175,46	63,22696	59,41463	0,64	0,62
204	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	657,971	130,216	527,754	4,98513	68743	2,14544	0,74861	175,174	63,26047	59,44521	0,64	0,62
206	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	657,133	129,874	527,259	4,9302	69420,5	2,16694	0,75137	175,419	63,24873	59,4787	0,64	0,62
208	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	650,501	126,057	524,444	4,91996	68862,8	2,15047	0,74909	174,95	63,17272	59,4317	0,64	0,62
210	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	651,991	127,829	524,162	4,89094	69430,1	2,16481	0,75157	176,105	63,18281	59,46646	0,64	0,62
212	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	657,136	129,161	527,975	4,9255	69487	2,16647	0,75192	176,29	63,26189	59,51981	0,64	0,62
214	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	647,468	126,766	520,702	4,88074	69092,6	2,15889	0,75129	176,199	63,17858	59,48489	0,64	0,62
216	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	648,452	131,179	517,273	4,83342	69875	2,18319	0,75355	175,58	63,29637	59,57205	0,64	0,62
218	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	646,822	126,925	519,898	4,92896	68348,4	2,13009	0,74731	176,006	63,25111	59,50882	0,64	0,62
220	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	641,18	128,077	513,103	4,91353	67964,9	2,11721	0,74547	175,745	63,24395	59,48422	0,64	0,62
222	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	640,837	130,475	510,362	4,79818	69561,7	2,17319	0,75254	175,763	63,26528	59,56601	0,64	0,62
224	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	639,763	129,217	510,546	4,80732	69313	2,16742	0,75114	174,783	63,30365	59,58967	0,64	0,62
226	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	639,14	128,057	511,084	4,77999	69641,5	2,17279	0,75158	174,979	63,29703	59,60883	0,64	0,62
228	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	642,371	125,255	517,116	4,77854	70014,8	2,18481	0,75339	175,421	63,28467	59,64291	0,64	0,62
230	417800	4178	0,000															



**Πίνακας 14. Αποτελέσματα στη δεύτερη ροή της αντλίας.**

Time (s)	Sp, h (J/KgK)	Sp, c (J/KgK)	mu, h (Kg/ms)	mu, c (Kg/ms)	rho, h (Kg/m3)	rho, c (Kg/m3)	Qh (W)	Qc (W)	Ql (W)	Tlm (K)	U (W/m2) NTU	effNTU	Redh	Tho, t (IC)	Tco, t (IC) Rh (W/mK)	Kc (W/mK)		
0	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	578,254	117,993	460,261	4,59097	65601,3	2,07077	0,73031	163,494	63,33926	59,56163	0,64	0,62
2	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	759,557	110,867	648,69	4,64627	85144,1	2,63198	0,82671	214,331	62,937481	60,38736	0,64	0,62
4	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	767,969	101,8	666,169	4,77154	83827,1	2,58233	0,82355	217,327	62,823708	60,32513	0,64	0,62
6	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	772,389	102,824	669,565	4,74242	84827,2	2,6113	0,82618	217,45	62,866451	60,38148	0,64	0,62
8	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	783,281	101,949	681,332	4,61861	88329,4	2,72643	0,83782	219,567	62,796597	60,44215	0,64	0,62
10	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	784,433	102,593	681,84	4,46915	91417,7	2,81706	0,84436	218,364	62,821705	60,52436	0,64	0,62
12	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	785,638	105,728	679,91	4,313	94872,8	2,92545	0,85298	218,629	62,828587	60,59581	0,64	0,62
14	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	783,209	107,955	675,254	4,38964	92928,1	2,87171	0,84884	218,072	62,901146	60,60335	0,64	0,62
16	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	773,52	117,395	656,126	4,19856	95955,7	2,95479	0,85468	218,105	62,928585	60,62783	0,64	0,62
18	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	783,906	111,211	672,696	4,21323	96905,3	2,98357	0,85783	219,962	62,921947	60,70535	0,64	0,62
20	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	765,865	120,738	645,128	4,19075	95183	2,944	0,85429	217,84	63,019642	60,69317	0,64	0,62
22	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	763,99	122,164	641,826	4,20306	94671,8	2,92415	0,85288	218,26	63,016434	60,67027	0,64	0,62
24	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	768,982	126,619	642,363	4,14256	96682,1	2,98019	0,85698	218,64	63,152325	60,80456	0,64	0,62
26	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	752,464	124,595	627,868	4,15545	94311,9	2,91294	0,85099	216,477	63,130692	60,74881	0,64	0,62
28	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	751,385	125,195	626,19	4,25226	92032,6	2,83883	0,84523	216,691	63,172935	60,73148	0,64	0,62
30	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	755,065	125,303	629,763	4,23355	92892,1	2,85921	0,8466	216,766	63,187234	60,7544	0,64	0,62
32	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	742,413	123,55	618,863	4,42526	87378,8	2,70206	0,83471	217,375	63,159103	60,64298	0,64	0,62
34	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	750,316	126,175	624,141	4,33923	90059,7	2,77918	0,84203	219,312	63,203617	60,74347	0,64	0,62
36	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	745,316	125,364	619,952	4,32012	89855,2	2,76254	0,83861	216,625	63,231514	60,73287	0,64	0,62
38	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	737,475	131,447	606,029	4,35205	88257,7	2,73585	0,83774	217,134	63,282017	60,73403	0,64	0,62
40	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	743,847	123,629	620,218	4,4528	87006	2,68534	0,83396	218,985	63,254803	60,74174	0,64	0,62
42	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	743,422	125,248	618,174	4,44518	87105,3	2,69476	0,8341	217,306	63,32864	60,78835	0,64	0,62
44	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	742,034	132,093	609,941	4,38901	88055,5	2,72169	0,83644	217,573	63,375591	60,80553	0,64	0,62
46	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	734,935	128,714	606,221	4,45213	85976,5	2,65405	0,82994	216,746	63,379723	60,77885	0,64	0,62
48	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	739,533	129,823	609,709	4,40422	87455,4	2,70793	0,83537	217,358	63,453861	60,89418	0,64	0,62
50	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	733,178	131,503	601,675	4,48665	85111,1	2,63205	0,82966	219,22	63,427975	60,82267	0,64	0,62
52	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	736,109	133,558	602,552	4,39538	87225,7	2,68833	0,83426	219,365	63,471462	60,89457	0,64	0,62
54	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	726,487	133,513	592,974	4,45554	84923,1	2,61941	0,82681	216,848	63,577293	60,91998	0,64	0,62
56	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	737,113	131,541	605,572	4,43341	86595,4	2,6753	0,83285	218,349	63,557034	60,97064	0,64	0,62
58	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	728,175	133,314	594,861	4,32098	87771,3	2,71251	0,83576	217,78	63,550255	60,99083	0,64	0,62
60	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	728,828	139,056	589,772	4,27004	88898	2,74883	0,83876	217,554	63,657578	61,07472	0,64	0,62
62	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	718,751	134,488	584,263	4,34697	86117,4	2,6646	0,83122	216,829	63,614452	61,00751	0,64	0,62
64	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	726,754	139,023	587,731	4,33788	87258,8	2,69613	0,83458	218,2	63,729576	61,11464	0,64	0,62
66	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	706,935	133,743	573,191	4,31601	85309,2	2,63768	0,82785	215,318	63,667736	61,04407	0,64	0,62
68	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	716,059	136,69	579,369	4,26243	87496,4	2,70023	0,83415	217,132	63,72744	61,14083	0,64	0,62
70	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	719,737	145,303	574,434	4,17941	89692,9	2,77668	0,84136	217,811	63,811474	61,21799	0,64	0,62
72	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	707,652	139,404	568,248	4,22829	87167,4	2,69977	0,83502	217,894	63,742382	61,161	0,64	0,62
74	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	705,043	140,906	564,137	4,23636	86273,3	2,66215	0,83097	217,365	63,786942	61,15511	0,64	0,62
76	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	701,327	139,547	561,779	4,17625	87464,6	2,70399	0,83387	215,726	63,78994	61,19033	0,64	0,62
78	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	700,543	143,494	557,049	4,13057	88333,1	2,73071	0,83701	217,216	63,812126	61,22331	0,64	0,62
80	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	703,557	143,417	560,14	4,11945	88952,5	2,7481	0,83922	218,638	63,812843	61,25344	0,64	0,62
82	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	699,719	146,55	553,169	4,20101	86749,8	2,66616	0,83148	218,514	63,867004	61,21449	0,64	0,62
84	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	693,635	146,796	546,839	4,03064	89630,4	2,76998	0,84024	217,221	63,891125	61,31741	0,64	0,62
86	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	694,205	145,029	549,176	4,00833	90203,3	2,77771	0,84066	217,636	63,863426	61,31412	0,64	0,62
88	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	676,771	148,494	528,277	4,06261	86763,2	2,67543	0,83138	216,24	63,891979	61,24368	0,64	0,62
90	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	669,572	147,204	522,368	4,11743	84697,3	2,61162	0,82546	215,832	63,885105	61,20247	0,64	0,62
92	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	680,031	145,958	534,073	4,10087	86367,6	2,66555	0,83213	218,797	63,875957	61,27314	0,64	0,62
94	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	672,911	145,879	527,032	4,12275	85009,8	2,62186	0,82768	217,971	63,921474	61,28412	0,64	0,62
96	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	670,485	146,144	524,342	4,16491	83846	2,59682	0,82592	217,937	63,942604	61,28775	0,64	0,62
98	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	669,076	146,407	522,669	4,09434	85112	2,63369	0,82856	216,937	63,949894	61,31252	0,64	0,62
100	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	666,278	143,345	522,933	4,12061	84215,7	2,60707	0,82653	217,477	63,924854	61,30514	0,64	0,62
102	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	663,414	143,723	519,691	4,10615	84148,9	2,61055	0,82726	217,737	63,925987	61,31669	0,64	0,62
104	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	660,902	144,19	516,712	4,07507	84469,7	2,61863	0,82816	218,185	63,908371	61,31307	0,64	

122	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	654,207	145,71	508,498	3,86419	88177	2,72991	0,83781	218,382	63,970058	61,46597	0,64	0,62
124	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	637,701	147,685	490,016	3,8978	85211,2	2,63506	0,82796	215,865	63,990273	61,39043	0,64	0,62
126	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	645,928	145,682	500,246	3,86544	87033,1	2,69886	0,83512	217,938	63,993034	61,47585	0,64	0,62
128	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	641,258	147,795	493,463	3,81161	87624	2,71151	0,8354	217,014	63,99593	61,46466	0,64	0,62
130	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	637,86	145,596	492,264	3,71608	89400,3	2,76884	0,83925	215,247	63,980331	61,49262	0,64	0,62
132	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	636,226	148,857	487,369	3,79913	87222	2,70561	0,83452	215,869	64,027061	61,4766	0,64	0,62
134	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	644,863	145,542	499,32	3,73574	89906,2	2,78368	0,84201	217,91	64,032707	61,58032	0,64	0,62
136	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	637,336	145,599	491,737	3,67788	90254,7	2,79707	0,84262	216,901	64,016823	61,57356	0,64	0,62
138	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	629,736	150,519	479,217	3,71356	88321,6	2,74357	0,83874	217,277	63,977032	61,47291	0,64	0,62
140	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	638,784	148,258	490,526	3,66615	90749,1	2,82002	0,84538	217,874	64,019241	61,58064	0,64	0,62
142	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	631,786	147,424	484,362	3,6256	90758,9	2,81353	0,84387	216,713	64,020485	61,57991	0,64	0,62
144	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	635,184	150,48	484,704	3,53127	93684,3	2,91166	0,85259	218,032	64,048865	61,65895	0,64	0,62
146	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	631,358	153,506	477,851	3,57315	92028,7	2,84483	0,84616	216,997	64,104111	61,63352	0,64	0,62
148	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	635,404	146,744	488,66	3,60562	91784,5	2,84141	0,8468	218,232	64,056084	61,65395	0,64	0,62
150	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	617,992	147,43	470,561	3,60616	89255,8	2,76996	0,83983	215,618	64,057495	61,59751	0,64	0,62
152	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	628,765	149,858	478,907	3,52471	92910,3	2,87627	0,84862	216,708	64,09761	61,68118	0,64	0,62
154	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	611,531	146,658	464,873	3,61912	88006,4	2,72735	0,83666	216,559	64,016396	61,55784	0,64	0,62
156	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	629,866	146,941	482,924	3,51458	93341,1	2,89609	0,85116	217,966	64,085289	61,7239	0,64	0,62
158	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	617,932	146,84	471,092	3,55931	90421,8	2,80558	0,84389	217,644	64,040924	61,63821	0,64	0,62
160	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	619,806	148,059	471,748	3,48716	92572,8	2,87034	0,84843	216,823	64,071495	61,68523	0,64	0,62
162	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	615,348	147,259	468,089	3,50444	91453,7	2,83625	0,84563	216,541	64,092651	61,69572	0,64	0,62
164	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	610,263	152,056	458,208	3,44188	92346,5	2,86611	0,84751	215,605	64,167168	61,74287	0,64	0,62
166	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	607,021	149,679	457,343	3,44742	91708,2	2,83961	0,84545	216,128	64,108994	61,70081	0,64	0,62
168	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	604,597	145,486	459,11	3,50135	89935	2,79008	0,84061	214,255	64,120026	61,69672	0,64	0,62
170	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	609,689	150,747	458,941	3,49752	90791,9	2,81378	0,84496	218,611	64,136581	61,73185	0,64	0,62
172	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	606,174	151,106	455,068	3,42074	92294,6	2,85898	0,84725	216,511	64,149254	61,74751	0,64	0,62
174	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	606,771	149,861	456,909	3,4517	91556,8	2,82729	0,84584	219,051	64,136215	61,75705	0,64	0,62
176	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	603,614	150,495	453,119	3,42574	91770,7	2,83704	0,84561	217,096	64,1511	61,75237	0,64	0,62
178	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	610,665	151,231	459,434	3,42633	92826,7	2,877	0,84949	217,844	64,236809	61,85576	0,64	0,62
180	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	613,126	146,776	466,35	3,42649	93196,3	2,88581	0,85016	218,027	64,200569	61,86219	0,64	0,62
182	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	602,776	149,755	453,021	3,47227	90415	2,80024	0,84281	216,92	64,227478	61,81182	0,64	0,62
184	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	609,4	151,258	458,142	3,35682	94552,4	2,93053	0,85368	218,061	64,214233	61,87017	0,64	0,62
186	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	601,228	145,646	455,583	3,3769	92730	2,87528	0,84878	216,765	64,162643	61,83212	0,64	0,62
188	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	603,811	150,732	453,078	3,29984	95302,9	2,95321	0,85526	217,926	64,239014	61,91995	0,64	0,62
190	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	602,253	149,223	453,03	3,35383	93527	2,90311	0,85176	217,978	64,219505	61,88889	0,64	0,62
192	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	597,21	149,591	447,619	3,36413	92459,9	2,86486	0,84785	216,698	64,247986	61,88159	0,64	0,62
194	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	591,741	145,215	446,526	3,36111	91695,4	2,84745	0,84585	215,149	64,244476	61,89644	0,64	0,62
196	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	601,079	149,513	451,566	3,28819	95208,1	2,95594	0,85542	217,446	64,254082	61,94658	0,64	0,62
198	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	591,235	149,005	442,23	3,30103	93284,6	2,89076	0,85062	218,005	64,226646	61,90859	0,64	0,62
200	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	599,07	146,066	453,005	3,28734	94914,3	2,9454	0,85481	217,842	64,269348	61,99472	0,64	0,62
202	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	594,894	149,077	445,817	3,26979	94758,4	2,93806	0,85391	217,402	64,311813	62,00681	0,64	0,62
204	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	595,911	143,911	452	3,3391	92950,5	2,87644	0,84964	218,506	64,262978	61,97938	0,64	0,62
206	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	587,598	146,316	441,282	3,3001	92736,7	2,87902	0,84914	216,61	64,312271	62,00004	0,64	0,62
208	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	587,809	150,802	437,007	3,21712	95162,8	2,96052	0,85546	216,501	64,336655	62,03039	0,64	0,62
210	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	590,996	147,936	443,06	3,21265	95811,9	2,97861	0,85711	217,218	64,36554	62,09875	0,64	0,62
212	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	582,43	146,981	435,449	3,29553	92048,7	2,85998	0,8473	215,827	64,319008	61,98848	0,64	0,62
214	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	587,176	147,182	439,994	3,15236	97013,4	3,0132	0,85965	217,511	64,314827	62,08268	0,64	0,62
216	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	587,268	146,346	440,922	3,22253	94915,7	2,94816	0,85504	217,679	64,350891	62,09294	0,64	0,62
218	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	587,371	144,87	442,501	3,17825	96254,8	2,99456	0,85862	217,682	64,346657	62,12802	0,64	0,62
220	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	585,575	148	437,575	3,17837	95957,2	2,98512	0,85757	217,058	64,396858	62,13999	0,64	0,62
222	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	582,083	147,587	434,496	3,29432	92027,7	2,85769	0,84816	217,713	64,384262	62,07211	0,64	0,62
224	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	587,737	146,393	441,344	3,25679	93992,3	2,91967	0,85362	218,888	64,416504	62,15685	0,64	0,62
226	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	575,514	146,376	429,139	3,28171	91338,8	2,84413	0,84745	217,715	64,368286	62,07159	0,64	0,62
228	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	577,507	143,568	433,939	3,26828	92031,5	2,85943	0,84781	216,753	64,425804	62,14614	0,64	0,



**Πίνακας 15. Αποτελέσματα στην τρίτη ροή της αντλίας.**

Time (s)	Sp, h (J/KgK)	Sp, c (J/KgK)	mu, h (Kg/ms)	mu, c (Kg/ms)	rho, h (Kg/m3)	rho, c (Kg/m3)	Qh (W)	Qc (W)	Ql (W)	Tlm (K)	U (W/Rm2)	NTU	effNTU	Redh	Tho, t (IC)	Tco, t (IC)	Rh (W/mK)	Kc (W/mK)
0	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	293,173	112,588	180,585	3,5217	43358,1	1,40415	0,57516	113,808	59,439899	62,241764	0,64	0,62
2	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	633,318	107,571	525,747	3,60752	91434,9	2,8376	0,86075	246,182	63,917122	62,14542	0,64	0,62
4	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	652,581	105,827	546,754	3,67104	92585,8	2,85605	0,86545	255,612	63,803936	62,105213	0,64	0,62
6	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	663,596	97,5486	566,048	3,5838	96440,5	2,96005	0,87324	256,937	63,725677	62,144741	0,64	0,62
8	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	668,482	93,1687	575,313	3,50796	99250,7	3,05504	0,88027	257,129	63,645359	62,146343	0,64	0,62
10	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	661,933	99,8471	562,086	3,33579	103351	3,16769	0,88671	255,706	63,627007	62,131004	0,64	0,62
12	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	659,628	106,506	553,121	3,21683	106800	3,28167	0,89457	257,345	63,635044	62,15633	0,64	0,62
14	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	647,87	103,956	543,913	3,24957	103839	3,18403	0,8882	256,776	63,584629	62,08905	0,64	0,62
16	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	643,161	121,62	521,541	2,95381	113406	3,47489	0,90582	259,347	63,62888	62,14101	0,64	0,62
18	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	639,82	116,671	523,149	2,91531	114307	3,50714	0,90713	257,979	63,622166	62,17662	0,64	0,62
20	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	633,006	131,677	501,329	2,7644	119263	3,66398	0,91523	258,732	63,701145	62,203552	0,64	0,62
22	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	622,982	129,945	493,037	2,78314	116584	3,56492	0,9097	257,843	63,689953	62,174892	0,64	0,62
24	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	622,906	135,159	487,747	2,62607	123542	3,77051	0,91946	258,647	63,707787	62,218388	0,64	0,62
26	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	610,569	133,522	477,047	2,70102	117735	3,60142	0,91158	257,966	63,644367	62,124741	0,64	0,62
28	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	595,328	137,252	458,076	2,61278	118673	3,62515	0,91275	258,378	63,600018	62,073872	0,64	0,62
30	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	588,882	140,684	448,198	2,6347	116412	3,55098	0,90901	258,508	63,585049	62,016838	0,64	0,62
32	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	565,881	137,557	428,325	2,69287	109448	3,35345	0,89864	257,862	63,441357	61,85181	0,64	0,62
34	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	555,399	140,115	415,284	2,65924	108779	3,33213	0,89751	258,146	63,421062	61,81723	0,64	0,62
36	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	548,021	142,165	405,857	2,62104	108899	3,3317	0,89753	258,576	63,409752	61,800308	0,64	0,62
38	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	541,622	139,705	401,917	2,73601	103104	3,15702	0,88703	258,57	63,371178	61,725716	0,64	0,62
40	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	533,656	141,549	392,107	2,68464	103532	3,16367	0,88757	259,406	63,317608	61,675205	0,64	0,62
42	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	525,355	143,924	381,43	2,67588	102255	3,12747	0,88523	259,163	63,286316	61,620377	0,64	0,62
44	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	520,055	140,864	379,191	2,70025	100310	3,06476	0,88111	259,545	63,251072	61,592873	0,64	0,62
46	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	514,567	144,694	369,873	2,65271	101030	3,08643	0,88255	259,511	63,279167	61,606689	0,64	0,62
48	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	514,306	144,611	369,695	2,65027	101072	3,09145	0,8827	258,718	63,309326	61,633968	0,64	0,62
50	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	508,516	143,143	365,372	2,63606	100473	3,07689	0,88194	258,95	63,262154	61,601166	0,64	0,62
52	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	499,823	147,109	352,715	2,61352	99607,1	3,05594	0,88041	258,204	63,279301	61,585751	0,64	0,62
54	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	487,58	149,481	338,099	2,61821	96993,2	2,97288	0,87456	258,313	63,250225	61,522594	0,64	0,62
56	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	485,116	148,467	336,649	2,64443	95546,2	2,92423	0,87122	259,228	63,258678	61,52911	0,64	0,62
58	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	470,962	145,683	325,279	2,64348	92791,8	2,84022	0,86419	257,517	63,192669	61,454651	0,64	0,62
60	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	468,74	146,011	322,729	2,59593	94045,4	2,88148	0,86753	257,69	63,173439	61,454762	0,64	0,62
62	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	465,938	145,33	320,608	2,67345	90772,8	2,77305	0,85949	259,704	63,164642	61,423431	0,64	0,62
64	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	451,824	149,072	302,752	2,61386	90029,7	2,75344	0,85769	258,921	63,139637	61,376831	0,64	0,62
66	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	452,778	146,472	306,306	2,58736	91143,7	2,7817	0,86028	260,195	63,107449	61,383904	0,64	0,62
68	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	440,708	153,909	286,799	2,68825	85384,6	2,60041	0,84372	258,269	63,178783	61,320385	0,64	0,62
70	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	438,984	148,387	290,597	2,5691	88995,4	2,72221	0,85507	258,846	63,09053	61,337563	0,64	0,62
72	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	428,389	148,5	279,89	2,64739	84279,2	2,57235	0,84128	258,069	63,068298	61,255245	0,64	0,62
74	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	429,343	150,324	279,019	2,65416	84251,4	2,57574	0,84184	258,26	63,092712	61,268147	0,64	0,62
76	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	419,239	149,445	269,794	2,6349	82869,7	2,53167	0,83728	257,425	63,064148	61,234692	0,64	0,62
78	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	419,644	147,87	271,774	2,52517	86554,5	2,64637	0,84855	259,037	63,004913	61,253319	0,64	0,62
80	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	414,409	145,546	268,863	2,58353	83543,9	2,55614	0,84046	259,217	63,011745	61,245327	0,64	0,62
82	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	408,044	142,778	265,265	2,58933	82076,3	2,51404	0,8362	258,29	62,949711	61,187069	0,64	0,62
84	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	405,42	144,83	260,59	2,60619	81021,1	2,47806	0,83289	259,199	62,984222	61,19968	0,64	0,62
86	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	398,614	145,899	252,715	2,5732	80682,3	2,47421	0,83241	258,266	62,969776	61,181183	0,64	0,62
88	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	397,249	143,07	254,179	2,52539	81928,2	2,50394	0,8345	257,06	62,940052	61,179737	0,64	0,62
90	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	397,522	144,343	253,179	2,59316	79841,7	2,43801	0,82845	258,569	62,989609	61,197361	0,64	0,62
92	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	401,176	144,223	256,953	2,42872	86031,2	2,6231	0,84582	258,101	62,973457	61,260399	0,64	0,62
94	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	393,415	143,465	249,95	2,58115	79384,6	2,43009	0,82712	256,601	62,958176	61,161377	0,64	0,62
96	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	397,459	146,651	250,808	2,45917	84178,8	2,58174	0,843	258,987	62,98484	61,24939	0,64	0,62
98	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	393,741	143,928	249,813	2,47054	83007,6	2,5457	0,83891	257,181	62,972916	61,233864	0,64	0,62
100	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	379,508	141,844	237,664	2,51726	78522,1	2,40281	0,8241	256,203	62,947304	61,171719	0,64	0,62
102	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	381,345	142,82	238,525	2,45575	80878,5	2,46645	0,83062	257,152	62,967197	61,219494	0,64	0,62
104	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	381,118	145,309	235,809	2,46724	80453,8	2,47173	0,83226	258,03				

122	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	366,918	141,006	225,912	2,39737	79713,9	2,44288	0,82923	258,357	62,904408	61,194839	0,64	0,62
124	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	372,358	141,262	231,095	2,38098	81452,2	2,49462	0,83516	260,501	62,924953	61,243023	0,64	0,62
126	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	358,328	142,162	216,166	2,35391	79284,7	2,42568	0,82767	259,287	62,867783	61,164062	0,64	0,62
128	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	364,778	137,706	227,073	2,40411	79026,6	2,41527	0,82619	258,526	62,897057	61,203033	0,64	0,62
130	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	360,722	141,425	219,297	2,28112	82361,5	2,52226	0,83689	258,098	62,903667	61,236115	0,64	0,62
132	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	360,767	140,644	220,123	2,39829	78347,1	2,39685	0,82442	258,635	62,91132	61,195492	0,64	0,62
134	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	361,364	143,041	218,323	2,36051	79733	2,44632	0,83053	260,481	62,926888	61,22971	0,64	0,62
136	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	355,615	139,438	216,177	2,38684	77598,9	2,37277	0,82196	258,955	62,902763	61,196014	0,64	0,62
138	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	354,36	140,967	213,393	2,35993	78206,8	2,39644	0,82486	259,444	62,914322	61,214226	0,64	0,62
140	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	362,832	139,26	223,571	2,31028	81797,5	2,50732	0,83557	258,146	62,93837	61,277035	0,64	0,62
142	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	355,481	140,197	215,284	2,30502	80323,3	2,4539	0,83057	259,737	62,900169	61,231983	0,64	0,62
144	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	349,966	140,234	209,732	2,30223	79172,6	2,41816	0,82571	256,738	62,931534	61,235668	0,64	0,62
146	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	348,771	143,678	205,093	2,34617	77424,7	2,36774	0,82101	257,892	62,953079	61,218868	0,64	0,62
148	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	353,234	144,449	208,785	2,2648	81232,7	2,4836	0,83257	257,12	62,982265	61,281662	0,64	0,62
150	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	348,41	141,525	206,886	2,28776	79319,4	2,42586	0,82754	259,005	62,939468	61,256958	0,64	0,62
152	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	347,348	138,522	208,826	2,35446	76837,5	2,35757	0,82065	258,878	62,937744	61,246311	0,64	0,62
154	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	349,684	144,14	205,545	2,29382	79399,3	2,43075	0,82808	258,839	63,005295	61,302532	0,64	0,62
156	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	344,957	137,875	207,081	2,28885	78495,6	2,41771	0,82742	258,987	62,943184	61,290871	0,64	0,62
158	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	343,538	140,618	202,92	2,28183	78413,5	2,40622	0,82632	260,187	62,949059	61,282047	0,64	0,62
160	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	337,711	138,258	199,453	2,24805	78241,9	2,40259	0,82512	257,906	62,92799	61,271828	0,64	0,62
162	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	335,011	137,583	197,428	2,29801	75928,8	2,34446	0,81968	258,389	62,913849	61,244785	0,64	0,62
164	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	338,801	141,813	196,988	2,20997	79846,7	2,45809	0,8312	258,284	62,983467	61,32671	0,64	0,62
166	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	333,056	138,959	194,096	2,33279	74360,1	2,2809	0,81223	259,061	62,960068	61,257526	0,64	0,62
168	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	329,852	141,322	188,53	2,21007	77734,1	2,39073	0,82457	259,282	62,930218	61,271172	0,64	0,62
170	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	339,863	140,071	199,791	2,19467	80655,4	2,48119	0,83365	258,855	62,97422	61,341934	0,64	0,62
172	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	329,409	139,911	189,497	2,29958	74608	2,29455	0,81337	258,198	62,975357	61,274708	0,64	0,62
174	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	325,868	138,006	187,862	2,23559	75918,7	2,34029	0,81905	258,359	62,936836	61,280647	0,64	0,62
176	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	319,522	131,011	188,511	2,3657	70346,3	2,16814	0,79863	257,053	62,883587	61,194389	0,64	0,62
178	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	324,27	134,858	189,412	2,29944	73448,5	2,26713	0,81044	256,873	62,961452	61,285702	0,64	0,62
180	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	320,378	138,934	181,444	2,19706	75948,6	2,33354	0,8183	259,168	62,942131	61,292263	0,64	0,62
182	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	328,183	137,57	190,613	2,19173	77988,1	2,39392	0,82468	259,186	62,973385	61,345325	0,64	0,62
184	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	324,563	136,403	188,161	2,15847	78316,5	2,40479	0,82577	259,009	62,951328	61,342255	0,64	0,62
186	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	316,092	134,275	181,816	2,27179	72467,6	2,22285	0,80526	258,393	62,927647	61,261101	0,64	0,62
188	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	319,312	135,342	183,97	2,17261	76547,9	2,35495	0,82002	257,304	62,966995	61,34259	0,64	0,62
190	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	316,676	137,505	179,17	2,1901	75309,6	2,31868	0,81651	258,241	62,961525	61,316586	0,64	0,62
192	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	318,793	133,336	185,457	2,16207	76795,9	2,36063	0,82134	259,313	62,92902	61,336132	0,64	0,62
194	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	325,348	137,872	187,476	2,02197	83805,2	2,58175	0,84352	259,171	62,997143	61,447269	0,64	0,62
196	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	321,923	136,769	185,153	2,06349	81254,8	2,49395	0,83461	258,688	62,982567	61,410023	0,64	0,62
198	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	318,583	138,992	179,591	2,10007	79011,1	2,43468	0,82917	258,896	63,00346	61,398964	0,64	0,62
200	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	312,324	131,887	180,437	2,18094	74586,6	2,30129	0,81505	258,9	62,938156	61,339394	0,64	0,62
202	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	314,236	133,909	180,327	2,10638	77699,5	2,39231	0,82475	259,016	62,968136	61,391953	0,64	0,62
204	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	310,856	133,485	177,371	2,02485	79958,6	2,45801	0,83051	256,927	62,955513	61,401577	0,64	0,62
206	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	307,389	133,291	174,098	2,10592	76023	2,34051	0,81876	257,887	62,961441	61,373402	0,64	0,62
208	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	308,418	132,396	176,023	2,08543	77027	2,37142	0,82219	258,153	62,955917	61,387478	0,64	0,62
210	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	308,305	135,269	173,036	2,01178	79817,8	2,45604	0,83095	258,305	62,977337	61,423328	0,64	0,62
212	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	315,267	130,798	184,468	2,02324	81157,8	2,5021	0,83645	260,217	62,965813	61,462318	0,64	0,62
214	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	300,346	133,399	166,946	1,9876	78703,1	2,4226	0,8282	259,869	62,890553	61,362034	0,64	0,62
216	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	303,367	135,207	168,16	1,98832	79466,1	2,44395	0,82917	257,017	62,995087	61,437382	0,64	0,62
218	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	307,023	134,694	172,329	1,99822	80025,1	2,46152	0,83187	259,342	63,019627	61,480953	0,64	0,62
220	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	307,133	136,142	170,991	1,92752	82990,2	2,5541	0,84152	260,921	62,981522	61,475826	0,64	0,62
222	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	311,058	134,034	177,024	2,00073	80975,1	2,49203	0,83448	258,148	63,016785	61,479664	0,64	0,62
224	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	304,802	135,164	169,638	2,14304	74077,7	2,28496	0,81364	260,051	63,035973	61,429165	0,64	0,62
226	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	302,781	133,792	168,989	1,93533	81484	2,5168	0,83721	258,02	63,002514	61,490421	0,64	0,62
228	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	305,83	133,719	172,112	1,9413	82051,4	2,5234						



## Πίνακας 16. Αποτελέσματα στην τέταρτη ροή της αντλίας.

Time (s)	Sp, h (J/KgK)	Sp, c (J/KgK)	mu, h (Kg/ms)	mu, c (Kg/ms)	rho, h (Kg/m3)	rho, c (Kg/m3)	Qh (W)	Qc (W)	Ql (W)	Tlm (K)	U (W/Km2) NTU	efNTU	Redh	Tho, t (TC)	Tco, t (TC)	Kh (W/mK)	Kc (W/mK)
0	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	0 104,067	-104,07	2,31336	0	0 NaN	0 NaN	0 NaN	Inf	0,64	0,62	
2	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	211,452 103,864	107,588	2,39273	46027,6	1,46087	0,66141	197,169	63,056488	60,93568	0,64	0,62
4	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	286,278 100,895	185,383	2,46356	60523,6	1,86039	0,7609	270,398	62,727962	61,212826	0,64	0,62
6	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	324,634 96,638	227,996	2,39478	70603,6	2,14996	0,80775	293,805	62,645775	61,362629	0,64	0,62
8	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	341,815 87,8811	253,934	2,40547	74010	2,25181	0,82083	296,83	62,582878	61,387604	0,64	0,62
10	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	349,617 93,9283	255,689	2,37927	76532,8	2,32418	0,829	297,37	62,618713	61,412209	0,64	0,62
12	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	359,256 89,299	269,957	2,32973	80315,3	2,44077	0,84191	299,214	62,585323	61,454372	0,64	0,62
14	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	357,604 96,4716	261,132	2,19185	84974,9	2,58975	0,85648	299,225	62,623768	61,513912	0,64	0,62
16	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	343,357 104,952	238,405	2,11677	84483,4	2,57292	0,85453	297,993	62,659653	61,505795	0,64	0,62
18	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	342,195 108,93	233,265	2,08212	85598,8	2,60648	0,85759	298,014	62,710323	61,545334	0,64	0,62
20	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	348,182 114,88	233,302	1,91128	94881,5	2,88658	0,88034	297,433	62,777565	61,65126	0,64	0,62
22	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	332,857 116,557	216,3	1,93796	89456,5	2,72011	0,86689	296,481	62,77702	61,60656	0,64	0,62
24	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	332,118 115,803	216,314	1,94882	88760,3	2,70578	0,86603	296,928	62,771778	61,604912	0,64	0,62
26	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	336,078 119,781	216,296	1,85414	94405,2	2,87653	0,87955	296,853	62,852226	61,675831	0,64	0,62
28	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	322,232 126,19	196,042	1,89134	88735,5	2,70284	0,86605	298,118	62,850651	61,634277	0,64	0,62
30	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	317,61 129,96	187,65	1,93839	85339,8	2,60353	0,85769	298,773	62,881329	61,62009	0,64	0,62
32	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	313,429 124,3	189,129	1,94251	84037,9	2,56216	0,85349	297,528	62,83857	61,600136	0,64	0,62
34	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	311,336 130,819	180,517	1,95926	82763,1	2,51603	0,84893	297,691	62,892445	61,600895	0,64	0,62
36	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	311,062 128,141	182,92	1,95705	82783,2	2,52258	0,84945	296,606	62,899891	61,623154	0,64	0,62
38	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	321,58 125,076	196,504	1,99082	84131,1	2,55712	0,85262	297,027	62,936085	61,676773	0,64	0,62
40	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	306,625 132,232	174,393	2,02487	78869,8	2,39867	0,8368	296,284	62,956924	61,615242	0,64	0,62
42	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	298,451 132,862	165,589	2,04364	76061,9	2,31298	0,82789	297,412	62,941307	61,58149	0,64	0,62
44	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	308,448 127,321	181,127	2,07117	77565	2,36384	0,8334	296,628	62,938259	61,612534	0,64	0,62
46	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	298,608 127,216	171,392	2,09031	74402,9	2,26288	0,82243	298,069	62,949799	61,606853	0,64	0,62
48	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	314,11 128,461	185,649	2,03484	80398,8	2,44452	0,84239	299,421	63,018505	61,720158	0,64	0,62
50	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	304,693 135,056	169,637	2,05164	77349,9	2,35788	0,83282	296,749	63,083115	61,713531	0,64	0,62
52	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	301,765 130,487	171,278	2,01623	77951,9	2,37319	0,83464	297,771	63,056389	61,731121	0,64	0,62
54	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	299,196 131,994	167,202	1,96759	79199,3	2,40497	0,83754	297,013	63,042339	61,720074	0,64	0,62
56	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	298,123 134,605	163,518	2,01675	76991,3	2,34319	0,83151	298,196	63,096497	61,742092	0,64	0,62
58	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	303,819 134,443	169,376	1,96776	80415,7	2,44764	0,84196	296,485	63,121536	61,789368	0,64	0,62
60	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	293,2 136,638	156,562	1,98378	76978,7	2,33663	0,83042	297,697	63,121902	61,758255	0,64	0,62
62	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	282,899 136,776	146,123	2,0021	73594,5	2,23703	0,81882	296,118	63,13076	61,737862	0,64	0,62
64	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	288,908 133,089	161,407	2,10949	72711,1	2,21714	0,81709	297,331	63,147312	61,752403	0,64	0,62
66	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	288,568 135,631	152,937	2,0061	74919,6	2,28049	0,82487	299,301	63,10244	61,739037	0,64	0,62
68	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	282,32 133,716	148,604	2,03065	72411,1	2,20245	0,81549	298,614	63,082573	61,707096	0,64	0,62
70	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	288,908 137,068	151,84	2,06543	72853,2	2,21951	0,81707	296,541	63,190235	61,778694	0,64	0,62
72	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	283,915 140,875	143,039	2,05843	71837,3	2,19121	0,81438	298,637	63,185398	61,757999	0,64	0,62
74	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	288,039 134,854	153,185	2,05527	72992,9	2,21932	0,8175	298,706	63,184204	61,798313	0,64	0,62
76	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	285,392 138,338	147,054	2,05631	72285,6	2,20478	0,81564	297,337	63,208939	61,793892	0,64	0,62
78	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	287,581 137,609	149,971	2,06945	72377,5	2,20047	0,81491	297,573	63,210632	61,794975	0,64	0,62
80	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	283,753 138,703	145,05	2,06561	71547,2	2,17637	0,81195	297,309	63,208828	61,782074	0,64	0,62
82	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	280,941 134,611	146,329	2,066	70824,5	2,15526	0,80938	297,326	63,171886	61,766678	0,64	0,62
84	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	281,786 139,482	142,305	2,04818	71655,6	2,18229	0,81267	296,922	63,224251	61,797375	0,64	0,62
86	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	281,911 140,242	141,669	2,02534	72495,7	2,21115	0,81615	296,468	63,210114	61,788506	0,64	0,62
88	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	277,101 135,858	141,243	2,02773	71174,8	2,16266	0,81044	298,257	63,201832	61,804512	0,64	0,62
90	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	276,4 137,877	138,522	2,02056	71246,8	2,16967	0,8113	297,581	63,222324	61,813854	0,64	0,62
92	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	276,019 135,789	140,23	1,98008	72603,1	2,20789	0,81584	297,62	63,167816	61,789425	0,64	0,62
94	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	281,411 139,017	142,393	1,98168	73961,6	2,24919	0,82099	298,591	63,229683	61,842495	0,64	0,62
96	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	280,392 135,321	145,071	1,98221	73673,9	2,23809	0,81944	298,031	63,196568	61,827038	0,64	0,62
98	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	283,731 137,916	145,815	1,9557	75562,1	2,2963	0,82636	298,767	63,224365	61,859089	0,64	0,62
100	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	278,912 136,539	142,373	1,9241	75498,4	2,30248	0,82664	296,281	63,208656	61,851341	0,64	0,62
102	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	271,639 137,497	134,142	2,05493	68848,2	2,08909	0,80067	297,238	63,240433	61,806053	0,64	0,62
104	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	277,473 133,487	143,986	1,95785	73814	2,25293	0,82152	297,851	63,216614	61,869263	0,64	0,62
106	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	274,151 138,087	136,064	1,97307	72368,1	2,20368	0,81535	297,271	63,2			

122	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	269,788	132,681	137,107	1,87688	74866,2	2,29214	0,82627	297,841	63,224903	61,911728	0,64	0,62
124	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	273,217	135,222	137,995	1,86295	76384,7	2,32418	0,83003	300,389	63,232208	61,92004	0,64	0,62
126	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	270,512	135,548	134,964	1,87392	75185,5	2,29585	0,82622	297,013	63,269123	61,93412	0,64	0,62
128	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	268,871	138,955	129,916	1,78981	78241,4	2,37832	0,83504	297,73	63,278851	61,956795	0,64	0,62
130	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	256,972	137,38	119,592	1,87421	71411,2	2,17939	0,81249	296,923	63,233112	61,867558	0,64	0,62
132	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	272,482	131,934	140,548	1,8739	75734	2,31151	0,82818	297,868	63,261864	61,955616	0,64	0,62
134	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	264,87	136,294	128,576	1,76844	78008,4	2,38447	0,83576	296,328	63,2682	61,965462	0,64	0,62
136	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	270,264	136,582	133,682	1,7583	80056,2	2,43871	0,84123	296,844	63,332008	62,037968	0,64	0,62
138	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	265,308	133,313	131,995	1,8475	74793,6	2,28572	0,82537	297,793	63,271763	61,960056	0,64	0,62
140	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	247,211	136,363	110,848	1,84418	69817,4	2,13352	0,80705	297,458	63,249508	61,89439	0,64	0,62
142	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	257,559	134,059	123,5	1,80544	74300,8	2,26502	0,82248	296,7	63,290474	61,975647	0,64	0,62
144	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	250,753	138,864	111,89	1,78981	72969,1	2,23111	0,81919	298,087	63,299179	61,961308	0,64	0,62
146	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	251,755	135,933	115,823	1,83012	71647,2	2,18955	0,81377	296,659	63,290558	61,94709	0,64	0,62
148	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	244,438	131,872	112,566	1,86803	68153	2,0782	0,80023	299,233	63,250919	61,914577	0,64	0,62
150	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	252,014	132,895	119,118	1,82238	72025,2	2,1881	0,8134	297,737	63,286705	61,965836	0,64	0,62
152	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	252,515	132,624	119,891	1,79864	73120,9	2,23448	0,81955	298,12	63,303108	62,002163	0,64	0,62
154	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	243,789	136,082	107,707	1,8035	70404,1	2,14144	0,80806	298,896	63,303642	61,966892	0,64	0,62
156	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	251,242	132,829	118,412	1,73597	75378,7	2,29769	0,82683	298,928	63,287052	62,01263	0,64	0,62
158	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	246,901	133,859	113,041	1,72219	74668,9	2,27757	0,82416	297,364	63,296944	62,010166	0,64	0,62
160	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	251,807	134,676	117,131	1,68807	77692,1	2,37418	0,83464	296,29	63,346504	62,072254	0,64	0,62
162	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	246,013	135,817	110,196	1,77797	72066,4	2,19576	0,81481	298,545	63,353149	62,032486	0,64	0,62
164	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	252,066	130,215	121,851	1,79668	73070,7	2,21784	0,81668	297,006	63,348183	62,051762	0,64	0,62
166	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	251,935	134,718	117,217	1,77197	74051,1	2,2477	0,82033	297,449	63,381279	62,069786	0,64	0,62
168	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	240,228	130,91	109,318	1,70354	73446,1	2,24244	0,82004	296,822	63,304115	62,033913	0,64	0,62
170	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	245,75	134,531	111,219	1,69329	75589,7	2,30295	0,82718	298,257	63,336208	62,059521	0,64	0,62
172	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	249,818	128,378	121,44	1,74533	74549,4	2,27245	0,82371	298,014	63,322895	62,066277	0,64	0,62
174	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	237,054	134,058	102,996	1,72558	71550,5	2,17926	0,81309	299,666	63,328598	62,035339	0,64	0,62
176	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	238,98	132,275	106,705	1,72272	72251,5	2,20067	0,8156	299,348	63,314262	62,034489	0,64	0,62
178	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	253,693	133,872	119,82	1,72438	76625,4	2,33535	0,83056	297,435	63,43531	62,155758	0,64	0,62
180	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	249,377	129,598	119,779	1,80032	72145,1	2,20097	0,81561	298,766	63,376808	62,091111	0,64	0,62
182	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	246,382	131,033	115,348	1,77144	72440,6	2,20487	0,81563	297,905	63,389198	62,097969	0,64	0,62
184	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	258,056	129,982	128,074	1,68234	79891,4	2,43433	0,84141	298,975	63,393742	62,168892	0,64	0,62
186	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	245,538	132,988	112,55	1,7259	74097	2,2613	0,82243	297,658	63,404991	62,122032	0,64	0,62
188	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	244,817	125,552	119,265	1,80147	70780,5	2,16358	0,8109	297,665	63,347954	62,077324	0,64	0,62
190	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	252,612	126,312	126,3	1,79128	73449,7	2,23682	0,81975	298,869	63,417088	62,159187	0,64	0,62
192	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	240,765	123,317	117,448	1,85492	67603	2,06204	0,79788	298,429	63,359791	62,073208	0,64	0,62
194	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	245,809	127,544	118,265	1,6906	75728	2,31673	0,82853	296,405	63,417725	62,181419	0,64	0,62
196	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	246,091	134,162	111,929	1,72982	74096,1	2,2602	0,82199	296,713	63,46447	62,168484	0,64	0,62
198	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	244,495	127,823	116,672	1,72659	73753,2	2,24984	0,82163	299,648	63,419883	62,174976	0,64	0,62
200	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	256,912	128,905	128,007	1,65689	80758,5	2,46201	0,84419	298,756	63,440037	62,230892	0,64	0,62
202	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	243,067	132,83	110,238	1,72799	73262,8	2,23529	0,81989	299,468	63,439686	62,161381	0,64	0,62
204	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	262,172	130,869	131,303	1,6148	84560,2	2,57743	0,85548	299,625	63,475765	62,281422	0,64	0,62
206	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	259,156	126,476	132,681	1,75382	76962	2,34868	0,83219	297,702	63,492802	62,256054	0,64	0,62
208	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	252,791	132,228	120,563	1,68453	78159,7	2,39702	0,83812	298,997	63,49868	62,25745	0,64	0,62
210	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	246,611	132,174	114,437	1,70054	75530,7	2,30912	0,82803	297,78	63,499035	62,235691	0,64	0,62
212	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	254,093	132,438	121,654	1,58842	83315,3	2,53933	0,85133	297,538	63,500805	62,289028	0,64	0,62
214	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	257,611	129,275	128,336	1,59529	84105	2,56574	0,85352	296,289	63,486122	62,291111	0,64	0,62
216	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	264,167	123,636	140,531	1,69823	81017,7	2,48006	0,8461	297,98	63,484245	62,299595	0,64	0,62
218	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	254,728	126,581	128,146	1,64434	80683,4	2,46123	0,84314	295,212	63,475853	62,26944	0,64	0,62
220	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	259,236	126,532	132,703	1,65507	81578,9	2,48184	0,84549	297,054	63,504189	62,304779	0,64	0,62
222	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	261,851	127,143	134,709	1,63076	83630,1	2,54648	0,85132	295,439	63,535946	62,339722	0,64	0,62
224	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	254,321	123,188	131,133	1,67543	79059,8	2,41329	0,83931	298,632	63,483067	62,299339	0,64	0,62
226	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	259,164	131,289	127,875	1,56193	86419,5	2,62944	0,85943	297,501	63,551739	62,362434	0,64	0,62
228	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	242,459	130,967	111,493	1,57453	80202,4	2,44837	0,84297					



## Πίνακας 17. Αποτελέσματα στην πέμπτη ροή της αντλίας.

Time (s)	Sp, h (J/KgK)	Sp, c (J/KgK)	mu, h (Kg/ms)	mu, c (Kg/ms)	rho, h (Kg/m3)	rho, c (Kg/m3)	Qh (W)	Qc (W)	Ql (W)	Tlm (K)	U (W/Km2)	NTU	effNTU	Redh	Tho, t (IC)	Tco, t (IC)	Kh (W/mK)	Kc (W/mK)
0	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	38,955	96,4576	-57,503	1,81703	11166,1	0,37078	0,22397	48,4016	62,08775	64,25075	0,64	0,62
2	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	213,206	103,383	109,824	1,87972	59075,2	1,83661	0,756	263,889	63,39873	62,04127	0,64	0,62
4	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	250,889	95,2028	155,686	1,91116	68372,7	2,09814	0,80238	295,739	63,27445	62,14135	0,64	0,62
6	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	264,377	94,2789	170,098	1,98847	69247,4	2,09729	0,8084	323,148	63,16051	62,09827	0,64	0,62
8	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	294,293	81,8638	212,429	1,97328	77676,5	2,33777	0,83902	333,64	63,09315	62,17828	0,64	0,62
10	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	322,09	87,4918	234,599	1,81693	92329	2,77484	0,88013	335,817	63,18179	62,34663	0,64	0,62
12	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	296,541	89,2314	207,309	1,76093	87708,6	2,64924	0,86848	328,591	63,13336	62,26419	0,64	0,62
14	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	300,897	99,7074	201,189	1,69198	92623,7	2,79311	0,88099	332,012	63,22741	62,34018	0,64	0,62
16	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	299,056	99,2733	199,783	1,7127	90943,3	2,74203	0,87729	333,787	63,27018	62,38009	0,64	0,62
18	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	297,177	98,7806	198,397	1,69717	91198,6	2,74981	0,87688	329,054	63,29561	62,39872	0,64	0,62
20	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	282,465	108,384	174,08	1,55626	94532,3	2,86339	0,88612	329,366	63,30339	62,39317	0,64	0,62
22	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	279,086	114,19	164,896	1,60747	90426,1	2,7281	0,87612	333,41	63,4093	62,45222	0,64	0,62
24	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	279,926	111,217	168,709	1,5121	96418,9	2,90836	0,89006	333,751	63,32209	62,41939	0,64	0,62
26	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	271,067	114,442	156,625	1,58325	89171,3	2,69171	0,87227	329,483	63,3846	62,41473	0,64	0,62
28	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	262,434	119,092	143,342	1,56003	87616,3	2,64732	0,86812	327,635	63,39689	62,39428	0,64	0,62
30	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	259,847	123,718	136,129	1,62089	83495,6	2,52374	0,85762	330,775	63,44641	62,40084	0,64	0,62
32	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	262,97	117,695	145,275	1,61848	84624,4	2,54782	0,85945	330,143	63,45629	62,44486	0,64	0,62
34	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	261,454	127,13	134,324	1,68601	80767,1	2,43626	0,84899	331,267	63,49878	62,40968	0,64	0,62
36	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	259,127	123,998	135,129	1,58267	85274,7	2,57855	0,86297	331,735	63,46037	62,43085	0,64	0,62
38	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	263,894	127,002	136,893	1,66816	82393,1	2,48715	0,85417	331,535	63,49783	62,42108	0,64	0,62
40	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	258,088	120,924	137,164	1,80394	74515,1	2,24781	0,82879	332,378	63,48605	62,38089	0,64	0,62
42	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	258,686	125,097	133,589	1,74974	77001,5	2,32458	0,83768	333,047	63,49873	62,39759	0,64	0,62
44	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	267,642	121,826	145,815	1,72499	80810,4	2,44561	0,85068	333,469	63,50867	62,45074	0,64	0,62
46	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	263,37	123,597	139,773	1,81879	75419,3	2,27068	0,83154	333,512	63,52342	62,4065	0,64	0,62
48	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	258,501	124,444	134,057	1,78928	75245,8	2,26819	0,8308	331,146	63,54802	62,42565	0,64	0,62
50	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	252,977	119,012	133,964	1,83965	71621,6	2,17216	0,81968	330,36	63,51651	62,3963	0,64	0,62
52	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	257,414	122,978	134,436	1,77323	75607,8	2,28301	0,83232	329,806	63,56084	62,44892	0,64	0,62
54	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	247,569	128,785	118,784	1,7365	74253,8	2,23498	0,82704	332,008	63,56931	62,43304	0,64	0,62
56	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	258,778	129,449	129,329	1,71929	78393,1	2,36927	0,84202	330,529	63,61138	62,49109	0,64	0,62
58	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	257,624	130,083	127,541	1,68028	79855,4	2,41886	0,84729	330,179	63,62417	62,51535	0,64	0,62
60	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	270,869	129,418	141,451	1,60633	87825,9	2,6513	0,86942	332,189	63,63846	62,58236	0,64	0,62
62	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	250,219	132,301	117,917	1,72863	75390,2	2,27357	0,83133	330,603	63,65791	62,50545	0,64	0,62
64	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	248,528	127,442	121,087	1,75995	73548,5	2,21306	0,82405	330,4	63,63493	62,49137	0,64	0,62
66	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	248,979	125,777	123,202	1,74092	74487,5	2,243	0,82749	329,75	63,63953	62,51247	0,64	0,62
68	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	247,049	129,066	117,983	1,66819	77132,3	2,3313	0,83815	331,473	63,6105	62,50223	0,64	0,62
70	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	245,045	129,777	115,268	1,6959	75256,4	2,26487	0,83036	331,395	63,65669	62,52682	0,64	0,62
72	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	248,759	132,705	116,054	1,62429	79765,2	2,40986	0,8465	331,658	63,6565	62,54816	0,64	0,62
74	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	250,658	133,206	117,453	1,71876	75956,6	2,29237	0,83384	332,011	63,72484	62,5776	0,64	0,62
76	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	239,942	129,391	110,551	1,75118	71363,1	2,15181	0,8167	330,289	63,67057	62,50965	0,64	0,62
78	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	243,389	131,248	112,142	1,74371	72698,7	2,19932	0,82285	330,582	63,71266	62,55296	0,64	0,62
80	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	239,816	136,649	103,167	1,76165	70901,7	2,13243	0,81392	329,668	63,74592	62,53583	0,64	0,62
82	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	242,879	131,807	111,072	1,76099	71834,4	2,16496	0,81852	331,245	63,72394	62,55235	0,64	0,62
84	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	249,293	133,117	116,176	1,71732	75606,4	2,28855	0,83354	331,605	63,7507	62,60359	0,64	0,62
86	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	240,837	131,983	108,854	1,73148	72444,4	2,18061	0,82036	331,283	63,73586	62,57262	0,64	0,62
88	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	244,992	134,745	110,247	1,74498	73124,1	2,20766	0,82426	333,04	63,77196	62,6016	0,64	0,62
90	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	237,824	133,08	104,744	1,74599	70943,7	2,1459	0,81626	330,557	63,7648	62,58626	0,64	0,62
92	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	244,951	126,985	117,967	1,71666	74318	2,23673	0,82721	331,887	63,73957	62,61791	0,64	0,62
94	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	248,219	128,471	119,748	1,69896	76094	2,30722	0,83566	331,156	63,78316	62,66805	0,64	0,62
96	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	233,42	125,651	107,77	1,78009	68296,1	2,06289	0,80597	333,082	63,70762	62,55593	0,64	0,62
98	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	236,104	129,876	106,228	1,75238	70173,6	2,12271	0,8138	332,661	63,76573	62,60704	0,64	0,62
100	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	245,982	131,713	114,269	1,70795	75011,4	2,26782	0,8311	331,658	63,81744	62,67717	0,64	0,62
102	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	249,623	128,103	121,52	1,71977	75598,6	2,27988	0,83258	332,941	63,82001	62,70205	0,64	0,62
104	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	244,682	126,208	118,474	1,77178	71927	2,1756	0,82084	334,504	63,78913	62,65999	0,64	0,62
106	417800	41																

122	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	244,265	128	116,265	1,70859	74460,1	2,24347	0,82823	332,55	63,87252	62,7509	0,64	0,62
124	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	230,894	128,924	101,971	1,75191	68643,6	2,07026	0,80684	333,107	63,8473	62,68595	0,64	0,62
126	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	243,743	126,841	116,901	1,67675	75711,4	2,27923	0,83244	333,24	63,85733	62,75674	0,64	0,62
128	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	228,026	131,011	97,0146	1,67926	70723,8	2,1393	0,81586	332,443	63,85465	62,71005	0,64	0,62
130	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	245,788	133,487	112,302	1,72702	74124,8	2,2336	0,8272	333,065	63,93723	62,78121	0,64	0,62
132	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	229,664	129,604	100,06	1,65173	72419,1	2,19216	0,8223	331,772	63,83578	62,71125	0,64	0,62
134	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	240,269	129,698	110,572	1,69141	73985,8	2,24075	0,82813	331,8	63,91408	62,78643	0,64	0,62
136	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	242,906	127,394	115,512	1,7417	72637,9	2,19385	0,82265	333,157	63,88849	62,75793	0,64	0,62
138	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	249,91	132,846	117,064	1,67215	77840,7	2,35362	0,84074	332,113	63,93102	62,80595	0,64	0,62
140	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	236,915	124,555	112,36	1,73398	71162,2	2,14631	0,81657	332,629	63,84798	62,72543	0,64	0,62
142	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	248,871	134,302	114,569	1,65699	78226,2	2,3651	0,84194	332,022	63,96063	62,83197	0,64	0,62
144	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	250,638	124,471	126,167	1,77421	73576,7	2,21984	0,82601	334,586	63,88086	62,7666	0,64	0,62
146	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	246,06	125,997	120,063	1,8104	70789,2	2,1372	0,81565	333,318	63,91989	62,77117	0,64	0,62
148	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	242,995	122,168	120,827	1,90165	66552,8	2,01967	0,80037	332,788	63,91979	62,74769	0,64	0,62
150	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	242,949	128,697	114,252	1,78026	71077,4	2,1467	0,81723	334,911	63,92946	62,78087	0,64	0,62
152	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	243,548	130,287	113,261	1,76103	72030,6	2,17957	0,82123	333,97	63,94077	62,791	0,64	0,62
154	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	251,012	121,278	129,733	1,91504	68267,7	2,05913	0,80535	333,033	63,95726	62,79154	0,64	0,62
156	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	249,83	127,978	121,851	1,7493	74383,8	2,24319	0,82833	332,839	63,95283	62,8228	0,64	0,62
158	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	252,613	120,877	131,736	1,88951	69631,7	2,10958	0,81279	335,177	63,93439	62,79602	0,64	0,62
160	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	239,517	128,98	110,537	1,75709	70997,1	2,14447	0,81652	332,968	63,96805	62,81683	0,64	0,62
162	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	251,19	125,485	125,705	1,72592	75802,1	2,28827	0,83413	335,268	63,94246	62,84691	0,64	0,62
164	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	248,03	129,659	118,371	1,69494	76216,7	2,30411	0,83579	334,283	63,96795	62,85615	0,64	0,62
166	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	243,246	132,468	110,779	1,70396	74350,8	2,23967	0,82777	332,569	64,00551	62,85969	0,64	0,62
168	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	247,551	128,314	119,237	1,76478	73058,7	2,21063	0,82471	332,712	64,02515	62,88565	0,64	0,62
170	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	247,894	129,766	118,128	1,73736	74314,8	2,25124	0,82993	334,274	64,02517	62,89617	0,64	0,62
172	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	239,609	129,181	110,428	1,7916	69656,5	2,10483	0,81172	333,993	64,01167	62,84797	0,64	0,62
174	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	245,533	130,563	114,97	1,71954	74369,7	2,25016	0,82935	332,669	64,03561	62,9003	0,64	0,62
176	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	242,182	131,941	110,241	1,7738	71111,1	2,15104	0,81777	334,398	64,05811	62,89309	0,64	0,62
178	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	242,74	131,982	110,758	1,73408	72907,1	2,20041	0,82371	334,602	64,0424	62,89417	0,64	0,62
180	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	239,184	132,427	106,757	1,7425	71492,3	2,15885	0,81779	330,732	64,04783	62,8756	0,64	0,62
182	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	232,253	131,5	100,753	1,71336	70600,9	2,13702	0,81555	332,13	64,01344	62,85639	0,64	0,62
184	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	235,735	125,554	110,18	1,80404	68057,7	2,05449	0,80474	332,854	64,04665	62,88667	0,64	0,62
186	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	239,797	131,577	108,22	1,7702	70553,7	2,13951	0,81667	335,111	64,08353	62,92318	0,64	0,62
188	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	235,966	130,914	105,051	1,74093	70593,6	2,13495	0,81549	333,305	64,08614	62,9287	0,64	0,62
190	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	230,531	128,448	102,083	1,7338	69251,5	2,09021	0,8097	333,849	64,03761	62,88957	0,64	0,62
192	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	230,849	131,53	99,3187	1,75419	68540,8	2,06949	0,80709	334,279	64,058	62,88633	0,64	0,62
194	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	236,533	129,704	106,829	1,73476	71015,3	2,13709	0,8155	333,784	64,10658	62,95713	0,64	0,62
196	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	224,206	129,751	94,4544	1,70693	68411,8	2,06652	0,80609	331,443	64,06295	62,90334	0,64	0,62
198	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	228,814	129,087	99,7276	1,73489	68692,7	2,0727	0,80729	333,484	64,08039	62,92451	0,64	0,62
200	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	233,834	132,182	101,652	1,73302	70275,1	2,11864	0,81329	333,827	64,162	62,99761	0,64	0,62
202	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	238,718	131,065	107,652	1,66771	74552,8	2,2478	0,82905	333,697	64,15919	63,03524	0,64	0,62
204	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	220,796	127,348	93,4488	1,69912	67681	2,04553	0,80367	333,053	64,063	62,92106	0,64	0,62
206	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	238,672	129,179	109,493	1,66044	74864,8	2,26011	0,83074	334,462	64,15638	63,04937	0,64	0,62
208	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	232,139	127,465	104,674	1,74646	69229,2	2,08778	0,80955	334,893	64,12517	62,98194	0,64	0,62
210	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	237,082	131,008	106,075	1,66528	74149,9	2,23991	0,82865	335,398	64,14542	63,02784	0,64	0,62
212	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	220,275	130,133	90,1421	1,70278	67376,1	2,03017	0,80134	333,035	64,10391	62,94217	0,64	0,62
214	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	235,125	125,159	109,966	1,74003	70378,6	2,12046	0,81357	334,23	64,1608	63,0342	0,64	0,62
216	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	238,935	128,955	109,98	1,656	75148,3	2,27106	0,83182	333,34	64,16042	63,05385	0,64	0,62
218	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	240,409	130,712	109,697	1,64311	76204,8	2,3014	0,83556	334,96	64,16975	63,06565	0,64	0,62
220	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	246,186	131,814	114,372	1,67299	76642,7	2,30994	0,83631	334,739	64,20755	63,08999	0,64	0,62
222	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	238,827	127,885	110,942	1,70223	73074	2,20481	0,8243	334,972	64,18041	63,06418	0,64	0,62
224	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	232,265	134,21	98,0549	1,61387	74957,5	2,25155	0,82946	334,864	64,13725	63,01168	0,64	0,62
226	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	246,559	128,987	117,573	1,67069	76864,1	2,31669	0,83672	333,206	64,21938	63,11377	0,64	0,62
228	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	230,035	130,188	99,8477	1,71671	69790,7	2,11135	0,81236	332,695	64,16389	63,01108	0,64	0,62
230	417800	4178	0,000769	0,000769														



## Πίνακας 18. Αποτελέσματα στην έκτη ροή της αντλίας.

Time (s)	Sp, h (J/KgK)	Sp, c (J/KgK)	mu, h (Kg/ms)	mu, c (Kg/ms)	rho, h (Kg/m3)	rho, c (Kg/m3)	Qh (W)	Qc (W)	Ql (W)	Tlm (K)	U (W/Km2) NTU	effNTU	Redh	Tho, t (IC)	Tco, t (IC)	Rh (W/mK)	Kc (W/mK)	
0	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	0	110,485	-110,48	1,61967	0	0 NaN	0 NaN	Inf		0,64	0,62	
2	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	162,787	114,871	47,9159	1,73193	48954	1,53942	0,6973	243,106	64,23169	62,68882	0,64	0,62
4	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	207,556	107,039	100,516	1,90841	56645,1	1,72279	0,75142	319,823	63,94301	62,74607	0,64	0,62
6	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	240,862	102,435	138,427	1,88906	66408,1	2,00051	0,79938	343,002	63,90621	62,86514	0,64	0,62
8	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	272,794	98,064	174,73	1,94473	73059	2,19289	0,82921	368,32	63,82417	62,89279	0,64	0,62
10	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	285,295	97,6323	187,663	1,84956	80338,7	2,39478	0,85153	368,945	63,83663	62,96341	0,64	0,62
12	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	297,456	104,279	193,177	1,73893	89092,3	2,66968	0,87734	366,945	63,90293	63,0557	0,64	0,62
14	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	293,253	102,164	191,089	1,71322	89151,6	2,66027	0,87632	367,244	63,90445	63,07072	0,64	0,62
16	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	287,233	107,751	179,482	1,66161	90033,4	2,68456	0,87883	370,167	63,9501	63,10707	0,64	0,62
18	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	280,688	113,819	166,869	1,58288	92358,3	2,76614	0,88587	370,88	63,98528	63,13749	0,64	0,62
20	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	283,746	115,007	168,739	1,48481	99530,6	2,97218	0,90072	370,536	63,99361	63,17389	0,64	0,62
22	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	273,399	119,558	153,841	1,55031	91850	2,74613	0,88375	368,461	64,08278	63,2026	0,64	0,62
24	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	272,021	121,349	150,672	1,55842	90910,9	2,7144	0,88111	368,514	64,10087	63,20651	0,64	0,62
26	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	277,371	128,64	148,731	1,45473	99306,8	2,95958	0,89929	367,844	64,17733	63,28289	0,64	0,62
28	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	267,261	124,799	142,462	1,50697	92369,8	2,75169	0,88401	368,708	64,15942	63,25972	0,64	0,62
30	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	276,604	129,205	147,399	1,38033	104370	3,11715	0,90995	369,755	64,17564	63,30688	0,64	0,62
32	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	257,081	127,577	129,504	1,52999	87514,5	2,61251	0,87223	367,432	64,15874	63,22391	0,64	0,62
34	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	269,948	129,65	140,298	1,58379	88772,9	2,65099	0,87608	370,138	64,25936	63,31555	0,64	0,62
36	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	262,359	133,672	128,687	1,5912	85875,7	2,56905	0,86877	369,166	64,25133	63,2747	0,64	0,62
38	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	268,558	127,523	141,034	1,65933	84295,2	2,52367	0,86442	368,069	64,25878	63,29257	0,64	0,62
40	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	257,414	129,481	127,933	1,63713	81893,2	2,44478	0,85622	366,167	64,27438	63,2868	0,64	0,62
42	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	257,693	128,866	128,826	1,72337	77879,3	2,32575	0,84418	368,341	64,28781	63,27589	0,64	0,62
44	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	257,738	131,149	126,589	1,73397	77416,8	2,31072	0,84241	367,889	64,30963	63,28049	0,64	0,62
46	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	266,208	131,164	135,044	1,64095	84493,9	2,52854	0,86495	368,637	64,3008	63,3216	0,64	0,62
48	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	258,193	132,211	125,983	1,70274	78975,9	2,35862	0,84756	367,359	64,32371	63,30122	0,64	0,62
50	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	267,373	132,109	135,263	1,63013	85426,5	2,54813	0,86637	367,543	64,31229	63,32854	0,64	0,62
52	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	272,044	131,735	140,309	1,74275	81302,4	2,43077	0,85547	369,252	64,39347	63,38046	0,64	0,62
54	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	272,279	135,888	136,391	1,74721	81164,8	2,4205	0,8545	370,623	64,4118	63,37862	0,64	0,62
56	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	271,514	136,361	135,153	1,73535	81489,9	2,43523	0,85604	370,125	64,42133	63,38947	0,64	0,62
58	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	275,743	135,111	140,631	1,74174	82455,4	2,47124	0,85948	368,226	64,4689	63,44242	0,64	0,62
60	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	276,81	130,798	146,012	1,79592	80277,4	2,3918	0,8514	370,128	64,45587	63,4324	0,64	0,62
62	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	274,628	135,345	139,282	1,79579	79650,2	2,3757	0,84927	367,306	64,48974	63,43368	0,64	0,62
64	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	285,735	132,396	153,339	1,76859	84146,2	2,51518	0,8637	369,115	64,52953	63,5188	0,64	0,62
66	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	303,823	132,929	170,893	1,72414	91779,5	2,74681	0,88386	368,384	64,57426	63,59578	0,64	0,62
68	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	301,02	140,042	160,977	1,79081	87547,7	2,61634	0,87306	369,832	64,64844	63,60975	0,64	0,62
70	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	304,91	136,606	168,304	1,78967	88735,3	2,65358	0,87633	369,773	64,67539	63,65911	0,64	0,62
72	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	314,324	132,479	181,845	1,83208	89357,9	2,6671	0,87737	369,875	64,67651	63,67494	0,64	0,62
74	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	328,34	136,763	191,577	1,7989	95063,8	2,82946	0,88994	368,46	64,73326	63,73034	0,64	0,62
76	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	325,103	133,701	191,402	1,85823	91121,3	2,72043	0,88176	369,499	64,73805	63,73153	0,64	0,62
78	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	323,478	134,788	188,69	1,90576	88404,9	2,63844	0,87499	370,313	64,77684	63,74765	0,64	0,62
80	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	332,903	134,224	198,679	1,91484	90549	2,70179	0,88034	370,327	64,83212	63,8127	0,64	0,62
82	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	328,596	136,214	192,382	1,87937	91064,3	2,72676	0,88264	370,496	64,84103	63,82276	0,64	0,62
84	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	337,873	135,537	202,336	1,87651	93778,3	2,80601	0,88875	369,955	64,85164	63,84552	0,64	0,62
86	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	345,519	134,184	211,335	1,901	94665	2,82652	0,89008	369,415	64,9071	63,90412	0,64	0,62
88	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	345,339	133,317	212,022	1,93417	92993	2,78841	0,8875	369,827	64,944	63,93778	0,64	0,62
90	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	354,18	133,665	220,515	1,88497	97862,9	2,9254	0,89716	368,191	64,95146	63,96279	0,64	0,62
92	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	338,196	134,169	204,027	1,85509	94951,4	2,84354	0,89145	368,825	64,89985	63,90597	0,64	0,62
94	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	356,19	137,217	218,973	1,8961	97840,6	2,92363	0,89731	369,984	65,0109	64,00691	0,64	0,62
96	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	348,429	138,949	209,48	1,90274	95375	2,85284	0,89227	370,05	65,01256	63,99057	0,64	0,62
98	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	359,584	138,559	221,024	1,81477	103199	3,07347	0,90732	371,342	65,09163	64,1124	0,64	0,62
100	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	357,324	133,729	223,596	1,94724	95574,3	2,83955	0,89074	369,332	65,101	64,09229	0,64	0,62
102	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	355,164	143,947	211,217	1,89697	97514	2,90872	0,89579	367,873	65,16625	64,11865	0,64	0,62
104	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	366,568	131,819	234,749	1,97607	96616,4	2,89674	0,89535	368,442	65,13213	64,13681	0,64	0,62
106	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	352,815</											

122	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	380,443	137,611	242,832	1,92152	103120	3,06848	0,9065	368,549	65,29438	64,29576	0,64	0,62
124	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	378,616	135,628	242,988	1,88533	104595	3,12247	0,91012	368,915	65,29171	64,31685	0,64	0,62
126	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	385,621	134,39	251,232	1,88624	106479	3,18153	0,91389	370,126	65,31989	64,36142	0,64	0,62
128	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	385,171	137,572	247,598	1,91833	104575	3,1177	0,90998	370,361	65,37312	64,38659	0,64	0,62
130	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	388,494	133,513	254,981	1,96088	103189	3,08057	0,90776	370,408	65,38197	64,4068	0,64	0,62
132	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	387,195	131,037	256,158	1,91933	105070	3,14178	0,9115	369,62	65,36746	64,41641	0,64	0,62
134	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	385,077	133,414	251,663	1,95165	102765	3,07969	0,9076	368,288	65,39053	64,41245	0,64	0,62
136	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	391,224	132,649	258,575	1,95868	104030	3,11443	0,90961	367,796	65,42895	64,45612	0,64	0,62
138	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	392,716	134,56	258,157	1,87314	109196	3,26329	0,91846	369,537	65,41328	64,46259	0,64	0,62
140	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	409,958	134,79	275,168	1,79004	119282	3,56592	0,93362	370,097	65,4635	64,55126	0,64	0,62
142	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	410,964	131,723	279,241	1,86326	114876	3,43385	0,92755	370,904	65,46862	64,55453	0,64	0,62
144	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	410,655	135,479	275,176	1,81851	117615	3,51036	0,93121	371,527	65,46319	64,54274	0,64	0,62
146	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	405,516	133,759	271,757	1,87453	112672	3,35821	0,92365	371,29	65,49178	64,55855	0,64	0,62
148	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	412,671	130,848	281,822	1,90806	112645	3,36257	0,92368	369,417	65,52394	64,59759	0,64	0,62
150	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	412,147	132,064	280,083	1,86231	115265	3,44236	0,92755	368,436	65,52388	64,60191	0,64	0,62
152	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	424,45	131,538	292,913	1,89053	116934	3,49183	0,93042	371,85	65,60532	64,69664	0,64	0,62
154	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	431,848	133,681	298,167	1,855	121251	3,62583	0,93615	369,344	65,63542	64,72504	0,64	0,62
156	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	423,546	136,271	287,275	1,84302	119693	3,56257	0,9332	369,86	65,62791	64,69969	0,64	0,62
158	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	427,116	132,678	294,438	1,91682	116055	3,4642	0,92878	369,783	65,66291	64,73682	0,64	0,62
160	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	425,972	134,227	291,745	1,90024	116754	3,47455	0,92908	369,537	65,65476	64,72181	0,64	0,62
162	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	442,201	135,199	307,002	1,90644	120808	3,61099	0,9356	370,154	65,73837	64,81513	0,64	0,62
164	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	437,237	132,789	304,448	1,83849	123867	3,71116	0,93967	368,448	65,71116	64,81253	0,64	0,62
166	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	436,142	133,039	303,103	1,88862	120277	3,59761	0,93505	370,156	65,67001	64,75918	0,64	0,62
168	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	433,761	134,748	299,013	1,85104	122049	3,64909	0,93713	369,335	65,71227	64,79855	0,64	0,62
170	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	450,444	133,519	316,926	1,89724	123657	3,69657	0,93909	369,324	65,74344	64,8353	0,64	0,62
172	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	456,639	132,106	324,533	1,91784	124011	3,71522	0,9399	368,893	65,76749	64,86578	0,64	0,62
174	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	446,447	134,869	311,578	2,01054	115653	3,45476	0,92864	371,644	65,75708	64,81284	0,64	0,62
176	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	451,544	133,391	318,153	1,96637	119601	3,56837	0,93357	369,741	65,77078	64,84487	0,64	0,62
178	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	458,778	129,094	329,684	1,96038	121888	3,64272	0,93702	370,631	65,7622	64,86949	0,64	0,62
180	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	456,714	129,33	327,384	2,09215	113697	3,4128	0,92649	369,188	65,76858	64,83397	0,64	0,62
182	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	471,622	131,144	340,478	1,92468	127624	3,81036	0,94362	370,249	65,77802	64,89139	0,64	0,62
184	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	454,299	130,573	323,726	2,03065	116521	3,46644	0,92853	368,609	65,76224	64,82957	0,64	0,62
186	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	461,254	135,096	326,158	1,98857	120808	3,6138	0,93589	371,1	65,8146	64,88606	0,64	0,62
188	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	467,705	129,744	337,961	1,8993	128256	3,8205	0,94364	368,406	65,77198	64,89059	0,64	0,62
190	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	460,687	132,654	328,033	1,96424	122155	3,63589	0,9363	369,087	65,81758	64,89954	0,64	0,62
192	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	460,646	131,134	329,513	1,96467	122117	3,64937	0,93727	370,447	65,82678	64,92293	0,64	0,62
194	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	456,419	128,996	327,423	1,91997	123813	3,69211	0,93877	369,235	65,78953	64,90167	0,64	0,62
196	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	461,923	128,861	333,062	1,84424	130452	3,88372	0,94608	369,466	65,79758	64,93389	0,64	0,62
198	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	457,619	132,243	325,376	1,95823	121713	3,63041	0,93608	368,409	65,89196	64,97505	0,64	0,62
200	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	452,275	131,026	321,249	1,97727	119134	3,55292	0,93288	369,876	65,86024	64,94435	0,64	0,62
202	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	459,359	132,338	327,022	1,83182	130607	3,88857	0,94648	371,258	65,84475	64,96879	0,64	0,62
204	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	460,383	130,3	330,083	1,92062	124846	3,71778	0,93978	369,512	65,9017	65,00942	0,64	0,62
206	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	456,068	128,194	327,874	1,94219	122303	3,66376	0,93791	369,828	65,89352	65,008	0,64	0,62
208	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	453,799	129,825	323,975	2,00677	117778	3,52404	0,93173	369,863	65,89006	64,97534	0,64	0,62
210	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	460,855	133,356	327,499	1,92543	124663	3,71644	0,93995	370,737	65,92253	65,01705	0,64	0,62
212	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	458,182	131,55	326,632	1,95842	121852	3,64249	0,93693	369,997	65,92507	65,01794	0,64	0,62
214	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	452,984	125,518	327,466	2,03358	116017	3,46319	0,929	371,591	65,86612	64,96858	0,64	0,62
216	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	451,324	131,07	320,254	1,88073	124986	3,7397	0,94063	367,553	65,88679	64,99253	0,64	0,62
218	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	467,446	128,258	339,188	1,99178	122233	3,65135	0,93737	370,709	65,96273	65,07192	0,64	0,62
220	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	460,401	128,74	331,661	1,95256	122809	3,66139	0,93787	372,021	65,91936	65,034	0,64	0,62
222	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	456,601	128,9	327,702	1,94385	122341	3,64929	0,93728	371,215	65,90881	65,02047	0,64	0,62
224	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	455,371	129,066	326,305	1,91046	124144	3,70056	0,93926	370,45	65,8978	65,01443	0,64	0,62
226	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	459,273	122,085	337,188	1,90976	125254	3,73954	0,94084	369,997	65,84746	65,00378	0,64	0,62
228	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	461,763	122,533	339,23	1,98925	120900	3,60453	0,93517	370,009	65,88692	65,01972	0,64	0,62
230	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976												



## Πίνακας 19. Αποτελέσματα στην έβδομη ροή της αντλίας.

Time (s)	Sp, h (J/KgK)	Sp, c (J/KgK)	mu, h (Kg/ms)	mu, c (Kg/ms)	rho, h (Kg/m3)	rho, c (Kg/m3)	Qh (W)	Qc (W)	Ql (W)	Tlm(K)	U (W/Km2)	NTU	effNTU	Redh	Tho, t (IC)	Too, t (IC)	Kh (W/mK)	Kc (W/mK)
0	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	0	97,9824	-97,982	2,19262	0	0	0	0	0	0	0,64	0,62
2	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	296,824	95,7273	201,097	2,33647	66166,6	2,07799	0,7813	238,249	66,02628	64,47584	0,64	0,62
4	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	414,074	93,3546	320,719	2,3672	91104,9	2,76145	0,87916	333,418	65,76368	64,78502	0,64	0,62
6	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	454,093	89,7761	364,317	2,40127	98492,4	2,94444	0,89809	365,799	65,64681	64,79807	0,64	0,62
8	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	487,439	83,8061	403,633	2,35129	107972	3,22194	0,91704	375,955	65,59489	64,85168	0,64	0,62
10	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	515,729	89,6507	426,079	2,21631	121196	3,58141	0,93714	396,245	65,5629	64,89121	0,64	0,62
12	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	525,322	91,4938	433,828	2,11481	129376	3,82014	0,9475	404,257	65,53478	64,90283	0,64	0,62
14	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	531,071	98,6131	432,458	1,95728	141318	4,1782	0,95893	403,035	65,57629	64,94971	0,64	0,62
16	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	541,147	101,496	439,65	1,75312	145950	4,29141	0,9617	401,878	65,64687	65,01242	0,64	0,62
18	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	529,273	107,273	422	1,8614	148095	4,36544	0,96376	402,83	65,65544	65,00417	0,64	0,62
20	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	541,381	115,682	425,699	1,79869	156764	4,60862	0,96924	402,916	65,74924	65,07334	0,64	0,62
22	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	526,652	114,602	412,049	1,82488	150310	4,42128	0,96508	403,185	65,74017	65,05866	0,64	0,62
24	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	532,353	119,97	412,383	1,93638	157697	4,63769	0,96989	403,388	65,80824	65,11585	0,64	0,62
26	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	532,955	120,442	412,513	1,80503	153782	4,52008	0,96747	404,832	65,82261	65,12195	0,64	0,62
28	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	525,164	127,027	398,137	1,69473	161396	4,7633	0,97239	402,367	65,87627	65,15672	0,64	0,62
30	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	532,343	128,886	403,457	1,62514	170608	5,01518	0,97669	403,128	65,91782	65,20321	0,64	0,62
32	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	532,769	124,795	407,973	1,76462	157248	4,6512	0,97022	401,738	65,92994	65,21175	0,64	0,62
34	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	519,764	130,591	389,173	1,72538	156899	4,63349	0,96987	402,58	65,91606	65,17194	0,64	0,62
36	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	519,817	130,847	388,97	1,85635	145844	4,29433	0,96184	402,07	65,96867	65,19566	0,64	0,62
38	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	517,427	128,423	389,004	1,88536	142940	4,2265	0,96037	404,068	65,9536	65,19143	0,64	0,62
40	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	517,84	125,127	392,714	1,93911	139089	4,11038	0,95702	403,738	65,94437	65,18601	0,64	0,62
42	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	514,779	130,952	383,826	1,88324	142368	4,21046	0,95994	404,129	65,98702	65,21178	0,64	0,62
44	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	511,349	132,578	378,771	1,85113	143873	4,24951	0,9609	403,515	65,97138	65,19125	0,64	0,62
46	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	529,832	130,215	399,617	1,82611	151116	4,45987	0,96616	403,84	66,01466	65,26025	0,64	0,62
48	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	526,842	132,134	394,708	1,93638	141706	4,18964	0,95932	403,773	66,06039	65,27341	0,64	0,62
50	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	521,631	130,581	391,05	1,90015	142980	4,2216	0,95994	401,443	66,07101	65,29102	0,64	0,62
52	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	528,954	130,601	398,354	1,91825	143619	4,23771	0,96056	403,707	66,06548	65,28983	0,64	0,62
54	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	507,934	130,485	377,449	1,94851	135770	4,01276	0,95404	403,916	66,02148	65,22977	0,64	0,62
56	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	512,809	134,034	381,943	1,87916	143010	4,21413	0,95988	403,887	66,05766	65,26655	0,64	0,62
58	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	513,603	136,94	376,663	1,84605	144905	4,26352	0,96097	401,756	66,06525	65,26022	0,64	0,62
60	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	510,692	134,616	376,076	1,90205	139841	4,12078	0,95724	404,08	66,07926	65,27806	0,64	0,62
62	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	511,336	134,638	376,699	1,88326	141415	4,17507	0,95888	404,036	66,06927	65,27317	0,64	0,62
64	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	507,771	140,487	367,284	1,90321	138957	4,09628	0,95636	402,284	66,14031	65,30467	0,64	0,62
66	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	516,672	134,494	382,178	1,88787	142542	4,19602	0,95927	403,113	66,09107	65,29404	0,64	0,62
68	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	511,396	137,008	374,388	1,88832	141052	4,16776	0,95866	403,567	66,10936	65,29997	0,64	0,62
70	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	508,325	133,84	374,484	1,87235	141401	4,16635	0,9583	401,384	66,07703	65,27889	0,64	0,62
72	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	508,141	137,075	371,066	1,81617	145722	4,31771	0,96276	402,996	66,10448	65,3081	0,64	0,62
74	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	512,809	132,553	380,256	1,87661	142324	4,20313	0,95946	401,746	66,10796	65,31947	0,64	0,62
76	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	509,126	137,824	371,302	1,90283	139356	4,10514	0,9567	403,358	66,14022	65,32054	0,64	0,62
78	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	505,289	129,271	376,018	1,91887	137149	4,04535	0,95489	402,911	66,07144	65,28767	0,64	0,62
80	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	514,203	131,824	382,379	1,88099	142380	4,19505	0,95931	403,508	66,11846	65,33601	0,64	0,62
82	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	508,318	137,218	371,1	1,87905	140895	4,15178	0,95787	401,23	66,16879	65,35223	0,64	0,62
84	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	524,077	137,392	386,685	1,83617	148656	4,37059	0,96397	404,753	66,20783	65,4138	0,64	0,62
86	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	512,817	133,688	379,129	1,93718	137877	4,06672	0,95537	401,114	66,20178	65,39246	0,64	0,62
88	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	507,315	134,566	372,749	1,84798	142981	4,20894	0,95952	401,93	66,17062	65,37433	0,64	0,62
90	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	525,278	137,356	387,921	1,8842	145198	4,28317	0,96163	402,266	66,27186	65,46497	0,64	0,62
92	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	537,582	132,98	404,602	1,87713	149159	4,40798	0,9651	405,239	66,25019	65,47932	0,64	0,62
94	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	536,996	134,25	402,746	1,86292	150133	4,41518	0,96505	404,695	66,27927	65,50137	0,64	0,62
96	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	509,588	139,521	370,068	1,87	141931	4,183	0,95893	402,852	66,24777	65,42619	0,64	0,62
98	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	524,269	133,828	390,442	1,9394	140794	4,16135	0,95863	405,11	66,28792	65,49339	0,64	0,62
100	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	538,968	137,624	401,344	1,81963	154269	4,54183	0,96802	404,941	66,33276	65,54842	0,64	0,62
102	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	517,327	132,317	385,009	1,96001	137469	4,05028	0,95516	404,605	66,26299	65,46487	0,64	0,62
104	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	528,1	135,824	392,276	1,95534	140667	4,14852	0,95816	404,909	66,3395	65,53228	0,64	0,62
106	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	521,267	137,151	384									

122	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	508,412	138,001	370,411	1,81834	145626	4,28193	0,96155	402,999	66,2751	65,47043	0,64	0,62
124	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	494,899	134,575	360,324	1,92848	133660	3,943	0,95171	404,016	66,25089	65,43556	0,64	0,62
126	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	500,159	131,544	368,615	1,8894	137875	4,06467	0,95564	404,731	66,22772	65,44025	0,64	0,62
128	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	511,697	133,044	378,652	1,84339	144575	4,25617	0,96104	404,443	66,2681	65,4879	0,64	0,62
130	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	511,358	129,806	381,552	1,87748	141856	4,16327	0,95837	404,579	66,25156	65,47866	0,64	0,62
132	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	496,713	128,502	368,211	1,85228	132514	3,9045	0,95005	401,06	66,23187	65,43454	0,64	0,62
134	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	506,773	132,962	373,81	1,8322	144059	4,24823	0,96087	404,197	66,27384	65,49419	0,64	0,62
136	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	513,136	132,462	380,674	1,78837	149443	4,39452	0,96443	403,287	66,28111	65,51267	0,64	0,62
138	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	492,557	130,096	362,461	1,81611	141258	4,17568	0,9587	401,495	66,21776	65,44373	0,64	0,62
140	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	497,794	129,115	368,678	1,86943	138688	4,08715	0,95592	400,729	66,24553	65,46436	0,64	0,62
142	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	513,587	131,442	382,146	1,77637	150584	4,42188	0,96521	405,219	66,27686	65,51941	0,64	0,62
144	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	507,48	129,455	378,025	1,82551	144788	4,26878	0,96141	404,181	66,2337	65,47285	0,64	0,62
146	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	501,168	128,538	370,073	1,78699	138129	4,07188	0,96185	403,66	66,26444	65,49358	0,64	0,62
148	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	508,812	125,596	383,215	1,81823	145750	4,29794	0,96211	403,387	66,24999	65,50869	0,64	0,62
150	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	502,619	127,78	374,839	1,83064	142999	4,21343	0,95979	403,112	66,25417	65,49551	0,64	0,62
152	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	505,362	123,901	381,462	1,81524	145000	4,26307	0,96124	405,074	66,21629	65,48426	0,64	0,62
154	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	511,974	128,637	383,336	1,71121	155827	4,60503	0,96943	404,194	66,2368	65,50519	0,64	0,62
156	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	506,538	130,291	376,247	1,81916	145024	4,27931	0,96153	402,175	66,30806	65,54012	0,64	0,62
158	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	506,337	127,892	378,445	1,75613	150170	4,42881	0,96542	403,966	66,24531	65,5052	0,64	0,62
160	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	498,61	128,538	370,073	1,78699	145324	4,28652	0,96185	403,66	66,26434	65,51067	0,64	0,62
162	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	501,803	129,926	371,876	1,76145	148375	4,36953	0,96395	404,225	66,2599	65,50655	0,64	0,62
164	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	501,649	131,058	370,592	1,81622	143857	4,18058	0,9584	403,723	66,28356	65,5062	0,64	0,62
166	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	504,762	122,851	381,911	1,86995	140591	4,1374	0,95762	403,419	66,26987	65,52808	0,64	0,62
168	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	520,942	128,768	392,174	1,61026	168497	4,95226	0,97573	403,988	66,28944	65,57547	0,64	0,62
170	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	517,641	127,146	390,496	1,7767	151744	4,42391	0,96501	405,243	66,30398	65,56637	0,64	0,62
172	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	520,565	130,991	389,573	1,65835	163492	4,8177	0,97354	404,933	66,3094	65,57916	0,64	0,62
174	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	519,223	126,409	392,814	1,80733	149629	4,40337	0,96475	404,154	66,34007	65,60261	0,64	0,62
176	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	510,616	126,468	384,148	1,77544	149791	4,42351	0,96255	402,929	66,33147	65,59505	0,64	0,62
178	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	517,249	129,304	387,945	1,80798	149006	4,39381	0,96455	403,781	66,36205	65,60941	0,64	0,62
180	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	511,971	127,211	384,76	1,68461	158287	4,68706	0,97109	403,256	66,29942	65,57849	0,64	0,62
182	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	506,558	128,379	378,179	1,77702	148469	4,38644	0,96452	404,686	66,32403	65,57974	0,64	0,62
184	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	504,801	130,467	374,334	1,76392	149053	4,39098	0,96443	403,567	66,34437	65,58807	0,64	0,62
186	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	502,695	123,852	378,843	1,85869	140863	4,15845	0,95841	404,143	66,29954	65,55719	0,64	0,62
188	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	507,516	133,83	373,686	1,75432	150675	4,34935	0,96286	405,739	66,3435	65,56965	0,64	0,62
190	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	496,201	125,305	370,897	1,82637	141504	4,15942	0,95842	405,661	66,2859	65,54106	0,64	0,62
192	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	517,968	130,647	387,321	1,68881	159743	4,70276	0,97139	405,418	66,35977	65,62566	0,64	0,62
194	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	515,858	127,864	387,994	1,77233	151595	4,4714	0,96644	404,29	66,35045	65,61236	0,64	0,62
196	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	499,884	126,771	373,112	1,81377	143544	4,22631	0,96012	403,166	66,32463	65,57287	0,64	0,62
198	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	502,414	127,078	375,336	1,75504	149098	4,40843	0,96524	406,626	66,32185	65,59051	0,64	0,62
200	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	501,84	128,118	373,722	1,73949	150260	4,43742	0,96575	404,94	66,31784	65,58031	0,64	0,62
202	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	518,128	124,987	394,031	1,70205	158549	4,67529	0,97092	405,754	66,34341	65,64052	0,64	0,62
204	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	488,612	119,302	369,31	1,78848	142292	4,20774	0,95984	403,87	66,24336	65,53124	0,64	0,62
206	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	502,294	124,708	377,587	1,86212	140491	4,14335	0,95835	408,507	66,31516	65,57599	0,64	0,62
208	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	501,403	123,393	378,01	1,78884	145987	4,29632	0,9623	406,839	66,29688	65,57476	0,64	0,62
210	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	497,247	127,226	370,021	1,7789	145586	4,27598	0,96175	407,424	66,29281	65,5523	0,64	0,62
212	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	492,78	121,082	371,698	1,8181	141167	4,16314	0,95858	404,92	66,27579	65,55158	0,64	0,62
214	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	494,965	124,68	370,284	1,79511	143609	4,19144	0,95915	406,613	66,28861	65,5515	0,64	0,62
216	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	487,295	124,986	362,309	1,74585	145373	4,27881	0,96157	403,752	66,28548	65,55142	0,64	0,62
218	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	482,6	123,334	359,266	1,78028	141188	4,15322	0,95827	405,623	66,24036	65,5082	0,64	0,62
220	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	487,666	125,616	362,05	1,83024	138776	4,09165	0,95656	405,732	66,27135	65,52118	0,64	0,62
222	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	485,266	124,732	360,533	1,79156	141074	4,14436	0,95792	405,158	66,27351	65,53194	0,64	0,62
224	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	489,16	120,427	368,733	1,81148	140642	4,15268	0,95846	406,318	66,25355	65,53536	0,64	0,62
226	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	475,477	123,647	351,831	1,68214	147220	4,34185	0,96355	406,906	66,20371	65,49044	0,64	0,62
228	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	486,67	122,795	363,874	1,73449	146137	4,29844	0,96234	406,813	66,25906	65,54349	0,64	0,62
230	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976												



## Πίνακας 20. Αποτελέσματα στην όγδοη ροή της αντλίας.

Time (s)	Sp, h (J/KgK)	Sp, c (J/KgK)	mu, h (Kg/ms)	mu, c (Kg/ms)	rho, h (Kg/m3)	rho, c (Kg/m3)	Qh (W)	Qc (W)	Ql (W)	Tlm (K)	U (W/Km2)	NTU	effNTU	Redh	Tho, t (IC)	Tco, t (IC)	Kh (W/mK)	Kc (W/mK)
0	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	0	95,1899	-95,19	2,0083	0	0	NaN	0	NaN	Inf	0,64	0,62
2	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	230,403	99,6241	130,779	2,03746	58897,9	1,88143	0,73732	202,437	66,56052	64,78846	0,64	0,62
4	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	412,751	91,5469	321,204	2,14677	100139	3,03621	0,90269	351,658	66,08098	65,24885	0,64	0,62
6	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	476,613	88,2084	388,405	2,16654	114577	3,36	0,92704	401,684	65,98393	65,30649	0,64	0,62
8	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	497,275	89,7977	407,477	2,13877	121096	3,5504	0,9376	415,285	65,94843	65,31229	0,64	0,62
10	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	536,514	88,7208	447,793	2,10058	133027	3,88718	0,95233	434,441	65,91289	65,34644	0,64	0,62
12	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	542,671	87,977	454,694	2,04382	138291	4,03982	0,95757	438,948	65,92181	65,38157	0,64	0,62
14	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	560,194	97,7501	443,776	1,63077	174459	5,11296	0,96943	438,412	65,96249	65,41685	0,64	0,62
16	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	545,831	98,5984	447,233	1,88068	151162	4,41184	0,96743	439,711	65,99727	65,44505	0,64	0,62
18	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	549,868	103,331	446,537	1,75515	163171	4,75751	0,97438	438,414	66,02961	65,47737	0,64	0,62
20	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	556,735	106,444	450,291	1,71678	168901	4,9255	0,97746	442,247	66,01936	65,46671	0,64	0,62
22	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	558,747	114,971	443,776	1,63077	174459	5,11296	0,96943	443,404	66,07684	65,49516	0,64	0,62
24	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	549,253	113,775	435,478	1,68686	169587	4,94935	0,97783	441,905	66,09725	65,51324	0,64	0,62
26	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	562,579	116,767	445,812	1,69187	173187	5,06393	0,97961	442,175	66,18851	65,59533	0,64	0,62
28	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	567,309	121,405	445,904	1,59417	185346	5,40557	0,98399	443,605	66,22185	65,62296	0,64	0,62
30	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	550,919	122,85	428,069	1,64482	174449	5,0998	0,98024	444,653	66,16996	65,5559	0,64	0,62
32	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	554,626	119,826	434,8	1,70191	169731	4,92266	0,97761	448,36	66,17847	65,57434	0,64	0,62
34	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	548,783	122,669	426,115	1,65192	173025	5,04217	0,97943	446,202	66,17794	65,56455	0,64	0,62
36	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	548,677	123,19	425,488	1,82587	156511	4,54616	0,9709	449,979	66,20503	65,56735	0,64	0,62
38	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	551,556	126,38	425,176	1,74264	164847	4,81633	0,97605	448,542	66,2637	65,62591	0,64	0,62
40	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	558,614	126,463	423,151	1,71975	169179	4,92535	0,97776	448,6	66,28233	65,64882	0,64	0,62
42	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	558,912	129,958	428,955	1,76086	165317	4,81458	0,976	449,616	66,29147	65,63818	0,64	0,62
44	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	569,656	130,394	439,261	1,80528	164349	4,77528	0,97535	451,257	66,3393	65,68285	0,64	0,62
46	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	568,95	125,852	443,098	1,88087	157549	4,59018	0,97185	449,565	66,33524	65,68491	0,64	0,62
48	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	562,232	133,343	428,89	1,78481	164067	4,77766	0,97523	447,22	66,36267	65,66156	0,64	0,62
50	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	559,907	129,813	430,094	1,88282	154884	4,52711	0,97054	447,734	66,34798	65,67452	0,64	0,62
52	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	562,022	127,699	434,323	1,81062	161669	4,70756	0,97401	448,018	66,34349	65,69111	0,64	0,62
54	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	550,385	130,725	419,66	1,83491	156225	4,53853	0,97071	449,478	66,31908	65,64665	0,64	0,62
56	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	562,876	135,784	427,09	1,76005	166566	4,7865	0,97494	445,564	66,37135	65,68264	0,64	0,62
58	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	547,269	132,27	414,999	1,8781	151768	4,37267	0,96674	448,75	66,30953	65,61691	0,64	0,62
60	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	545,735	134,087	411,648	1,84488	154068	4,47611	0,96927	447,641	66,34962	65,65559	0,64	0,62
62	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	544,584	133,539	411,405	1,74684	162372	4,7325	0,97454	448,999	66,30196	65,62928	0,64	0,62
64	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	542,912	129,9	413,012	1,7899	157979	4,9252	0,97183	449,343	66,28218	65,61789	0,64	0,62
66	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	558,67	134,512	424,158	1,60645	181128	5,27658	0,98262	447,47	66,34017	65,6842	0,64	0,62
68	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	559,006	130,575	428,431	1,76261	165181	4,80719	0,97586	449,732	66,35561	65,69931	0,64	0,62
70	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	544,942	134,522	410,42	1,74188	162942	4,74624	0,97479	449,185	66,3433	65,66726	0,64	0,62
72	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	556,682	136,643	420,039	1,7624	164514	4,74974	0,97476	451,645	66,36858	65,68517	0,64	0,62
74	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	563,178	132,371	430,807	1,79839	163103	4,7333	0,97455	450,713	66,39526	65,72763	0,64	0,62
76	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	550,712	139,284	411,428	1,78256	160909	4,68878	0,97374	449,069	66,43147	65,72994	0,64	0,62
78	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	548,899	134,509	414,39	1,78037	160576	4,64386	0,97269	449,237	66,37509	65,69217	0,64	0,62
80	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	551,597	134,981	416,617	1,66013	154447	4,50232	0,9701	450,284	66,42358	65,73101	0,64	0,62
82	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	563,552	138,096	425,456	1,66197	176608	5,13645	0,98092	450,556	66,42199	65,74882	0,64	0,62
84	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	549,353	142,056	407,296	1,70815	167504	4,87922	0,977	448,13	66,46246	65,75758	0,64	0,62
86	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	548,499	140,08	408,419	1,77426	161012	4,60872	0,97191	452,356	66,44119	65,73614	0,64	0,62
88	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	544,587	136,448	408,139	1,7621	160967	4,69779	0,97398	449,677	66,40633	65,71993	0,64	0,62
90	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	538,41	133,007	405,404	1,81779	154265	4,49762	0,97005	451,05	66,40823	65,72764	0,64	0,62
92	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	541,506	137,162	404,344	1,7029	165620	4,81192	0,97591	449,814	66,43242	65,74958	0,64	0,62
94	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	542,624	131,923	410,701	1,85388	152446	4,46256	0,96922	448,163	66,44894	65,76541	0,64	0,62
96	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	541,241	134,262	406,979	1,74505	161541	4,71361	0,97429	450,013	66,45328	65,77852	0,64	0,62
98	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	527,349	136,534	390,816	1,66471	163739	4,79584	0,97589	450,874	66,39697	65,72864	0,64	0,62
100	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	534,958	130,508	404,45	1,72087	161909	4,74003	0,97468	447,066	66,41691	65,75668	0,64	0,62
102	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	533,557	135,762	397,796	1,63766	169690	4,96618	0,97861	450,606	66,42647	65,76001	0,64	0,62
104	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	526,224	135,869	390,356	1,73419	158042	4,62535	0,97271	450,167	66,44489	65,76058	0,64	0,62
106	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	527,349	136,534	390,816</									

122	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	521,941	136,398	385,543	1,60536	169335	4,93771	0,97816	451,89	66,43639	65,76909	0,64	0,62
124	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	512,613	137,396	375,217	1,63113	163682	4,76785	0,97517	449,253	66,44208	65,75914	0,64	0,62
126	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	522,107	134,536	387,571	1,60941	168963	4,92039	0,97756	446,256	66,45893	65,79006	0,64	0,62
128	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	514,674	128,382	386,292	1,74599	153529	4,49883	0,97016	450,197	66,43266	65,77562	0,64	0,62
130	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	509,523	132,34	377,183	1,65702	160153	4,64727	0,97276	447,778	66,4334	65,76432	0,64	0,62
132	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	515,857	127,799	388,058	1,69425	158581	4,62265	0,97262	451,395	66,41724	65,77182	0,64	0,62
134	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	514,649	137,604	377,045	1,63079	164366	4,70392	0,97355	449,233	66,46088	65,77239	0,64	0,62
136	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	531,23	133,483	397,746	1,53048	180781	5,27954	0,98286	450,882	66,43978	65,79648	0,64	0,62
138	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	518,693	133,271	385,422	1,55651	173563	5,06731	0,98002	450,069	66,41646	65,76615	0,64	0,62
140	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	513,465	130,378	383,086	1,64427	162644	4,74148	0,9747	448,752	66,40369	65,7497	0,64	0,62
142	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	515,482	132,225	369,257	1,63164	160078	4,67237	0,97347	448,973	66,41075	65,74705	0,64	0,62
144	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	502,606	136,068	366,538	1,53779	170228	4,9733	0,9785	446,955	66,40151	65,73181	0,64	0,62
146	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	515,294	137,618	377,676	1,59145	168641	4,92165	0,97786	450,654	66,44842	65,77388	0,64	0,62
148	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	510,527	136,948	373,579	1,62667	163463	4,77088	0,9753	449,591	66,45811	65,77826	0,64	0,62
150	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	517,326	133,607	383,719	1,62534	165775	4,85494	0,97679	449,084	66,46372	65,80132	0,64	0,62
152	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	515,446	136,107	379,34	1,5562	172511	5,03253	0,97938	447,662	66,46091	65,79308	0,64	0,62
154	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	517,905	133,138	384,767	1,5234	177066	5,17019	0,98144	450,247	66,43391	65,78854	0,64	0,62
156	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	519,163	132,549	386,614	1,5126	178764	5,21969	0,98216	451,945	66,42148	65,78297	0,64	0,62
158	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	522,638	133,952	388,686	1,50622	180722	5,27149	0,98275	451,234	66,44505	65,80067	0,64	0,62
160	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	506,515	131,28	375,235	1,53898	171419	5,01174	0,97921	449,393	66,41126	65,76794	0,64	0,62
162	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	498,988	130,928	368,06	1,70289	152617	4,44214	0,96876	450,525	66,42138	65,75237	0,64	0,62
164	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	520,833	136,107	384,726	1,52375	178026	5,14148	0,98092	452,272	66,4829	65,82559	0,64	0,62
166	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	503,609	131,973	371,636	1,65172	158802	4,64257	0,97299	449,868	66,45458	65,79151	0,64	0,62
168	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	507,055	133,747	373,308	1,65307	159758	4,55888	0,97088	453,462	66,42943	65,7576	0,64	0,62
170	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	516,964	134,179	382,785	1,60722	167526	4,89536	0,97754	451,842	66,47308	65,81432	0,64	0,62
172	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	506,44	136,523	369,916	1,65509	159370	4,63538	0,97296	453,994	66,47318	65,79553	0,64	0,62
174	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	516,453	139,582	376,871	1,6028	167823	4,77955	0,97535	458,93	66,47624	65,7982	0,64	0,62
176	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	498,858	132,144	366,714	1,6746	155154	4,4314	0,96832	456,033	66,42844	65,76118	0,64	0,62
178	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	498,684	136,49	362,194	1,56699	165751	4,70004	0,97346	452,975	66,44426	65,7685	0,64	0,62
180	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	515,745	131,421	384,325	1,58461	169517	4,91819	0,97784	453,942	66,4734	65,8309	0,64	0,62
182	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	521,776	133,449	388,327	1,49561	181704	5,27908	0,98304	457,535	66,49418	65,86162	0,64	0,62
184	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	496,29	126,699	369,591	1,69745	152278	4,40072	0,96788	454,654	66,44286	65,79625	0,64	0,62
186	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	497,983	132,287	365,695	1,64913	157275	4,57975	0,97213	457,931	66,48289	65,82817	0,64	0,62
188	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	490,826	131,962	358,864	1,58484	161303	4,67015	0,97367	456,833	66,43607	65,78685	0,64	0,62
190	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	489,355	132,106	357,249	1,59334	159961	4,58879	0,97203	460,076	66,41975	65,77026	0,64	0,62
192	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	482,384	134,661	347,723	1,53104	164099	4,76613	0,97557	458,381	66,40003	65,7475	0,64	0,62
194	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	509,279	129,465	379,815	1,50813	175881	5,07222	0,98013	456,491	66,48269	65,85953	0,64	0,62
196	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	489,866	130,526	359,34	1,56766	162751	4,7304	0,97492	457,673	66,45649	65,81818	0,64	0,62
198	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	494,329	129,629	364,699	1,54675	166454	4,83012	0,9766	457,467	66,45078	65,82015	0,64	0,62
200	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	483,748	130,043	353,705	1,58043	159419	4,63199	0,97315	458,967	66,42717	65,78877	0,64	0,62
202	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	485,42	134,714	350,706	1,54407	163738	4,65755	0,97307	458,763	66,44111	65,78217	0,64	0,62
204	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	484,428	135,037	349,391	1,57913	159776	4,65538	0,97359	457,574	66,4744	65,8134	0,64	0,62
206	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	485,799	128,959	356,84	1,53518	164814	4,74369	0,97492	457,902	66,42313	65,79276	0,64	0,62
208	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	475,652	128,587	347,065	1,57804	156989	4,55815	0,97154	456,734	66,43835	65,80018	0,64	0,62
210	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	488,178	127,938	360,24	1,59259	159651	4,64809	0,97355	459,586	66,44184	65,81376	0,64	0,62
212	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	489,362	129,225	360,136	1,58238	161071	4,55822	0,971	459,356	66,42218	65,78169	0,64	0,62
214	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	493,92	129,779	364,14	1,44359	178202	5,20648	0,98216	455,407	66,4436	65,82446	0,64	0,62
216	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	487,083	131,881	355,203	1,54697	163991	4,62576	0,97215	457,472	66,44726	65,79631	0,64	0,62
218	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	483,658	130,094	353,564	1,47788	170451	4,94709	0,97846	457,126	66,37068	65,7439	0,64	0,62
220	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	493,182	126,146	367,036	1,52746	168165	4,87656	0,97744	459,318	66,42262	65,81205	0,64	0,62
222	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	490,584	131,581	359,003	1,44957	176267	5,07386	0,98034	461,317	66,40292	65,77951	0,64	0,62
224	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	499,983	130,35	369,633	1,42425	182839	5,18011	0,98138	459,734	66,39732	65,77917	0,64	0,62
226	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	477,711	127,182	350,529	1,54207	161346	4,54497	0,97053	458,35	66,35333	65,72112	0,64	0,62
228	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	478,365	130,546	347,819	1,51067	164926	4,78922	0,97603	459,613	66,37514	65,74394	0,64	0,62
230	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,09997												



**Πίνακας 21. Αποτελέσματα στην ένατη ροή της αντλίας.**

Time (s)	Sp, h (J/KgK)	Sp, c (J/KgK)	mu, h (Kg/ms)	mu, c (Kg/ms)	rho, h (Kg/m3)	rho, c (Kg/m3)	Qh (W)	Qc (W)	Ql (W)	Tlm (K)	U (W/Rm2)NTU	effNTU	Redh	Tho, t (IC)	Tco, t (IC)	Kh (W/mK)	Kc (W/mK)	
0	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	0	110,197	-110,2	1,64523	0	0 NaN	0 NaN	0 NaN	Inf	0,64	0,62	
2	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	236,581	110,774	125,807	1,81099	68039,8	2,09467	0,77693	229,198	66,748047	65,190742	0,64	0,62
4	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	410,124	105,673	304,451	1,92567	110926	3,2644	0,92097	392,328	66,37326	65,612679	0,64	0,62
6	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	465,802	99,5746	366,227	1,93129	125618	3,6816	0,94549	440,247	66,248756	65,64003	0,64	0,62
8	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	491,12	95,0772	396,043	1,92568	132832	3,81886	0,95067	449,884	66,230247	65,662506	0,64	0,62
10	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	510,802	96,3473	414,454	1,87318	142027	4,05909	0,95875	456,537	66,229408	65,685226	0,64	0,62
12	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	523,029	102,601	420,428	1,74853	155794	4,39016	0,96767	466,844	66,234612	65,70153	0,64	0,62
14	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	537,357	103,872	433,485	1,67816	166774	4,71421	0,97503	478,432	66,232422	65,726212	0,64	0,62
16	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	541,623	104,922	436,701	1,64345	171649	4,95427	0,97959	481,752	66,24733	65,75267	0,64	0,62
18	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	538,232	105,266	432,965	1,64635	170273	4,89849	0,97867	481,709	66,243393	65,744995	0,64	0,62
20	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	538,88	111,38	427,5	1,55167	180881	5,14189	0,98197	483,603	66,274017	65,761993	0,64	0,62
22	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	529,305	113,667	415,637	1,58333	174114	4,90925	0,97849	483,776	66,278725	65,748695	0,64	0,62
24	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	516,031	116,49	399,541	1,50307	178811	5,11089	0,98155	480,779	66,293648	65,758415	0,64	0,62
26	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	541,759	119,405	422,354	1,40203	201255	5,68857	0,98768	480,94	66,366852	65,834343	0,64	0,62
28	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	509,352	122,315	387,038	1,49924	176948	5,09722	0,98151	480,421	66,353119	65,793648	0,64	0,62
30	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	512,305	118,446	393,859	1,58082	168789	4,86285	0,97833	485,886	66,34584	65,799446	0,64	0,62
32	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	517,539	126,327	391,211	1,48607	181386	5,09187	0,98106	483,681	66,41156	65,83754	0,64	0,62
34	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	516,11	122,164	393,946	1,47137	182692	5,26426	0,98367	481,673	66,399574	65,847822	0,64	0,62
36	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	500,399	128,625	371,775	1,50137	173592	4,92339	0,97865	479,532	66,427673	65,834465	0,64	0,62
38	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	506,34	127,425	378,915	1,49428	176485	5,00797	0,98006	482,813	66,409355	65,82811	0,64	0,62
40	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	511,717	124,351	387,366	1,50243	177392	5,09011	0,98154	485,398	66,404144	65,841759	0,64	0,62
42	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	498,441	125,114	373,326	1,47809	175635	5,06596	0,98117	481,866	66,378891	65,809586	0,64	0,62
44	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	512,365	121,936	390,429	1,56174	170871	4,93476	0,97933	482,179	66,406425	65,844238	0,64	0,62
46	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	520,633	127,221	393,413	1,50388	180309	5,14617	0,98224	487,074	66,427673	65,86483	0,64	0,62
48	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	507,518	129,325	378,193	1,5663	168762	4,80768	0,97705	482,779	66,437447	65,839989	0,64	0,62
50	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	508,984	124,302	384,682	1,5609	169835	4,8892	0,97894	491,005	66,384178	65,821533	0,64	0,62
52	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	516,368	123,878	392,49	1,55824	172593	4,88177	0,97853	492,706	66,362984	65,802315	0,64	0,62
54	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	513,05	129,551	383,499	1,5068	177339	5,00025	0,98027	493,524	66,4198	65,842155	0,64	0,62
56	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	509,813	127,185	382,627	1,54032	172384	4,94467	0,97979	493,042	66,419624	65,849785	0,64	0,62
58	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	511,707	133,094	378,614	1,49997	177680	4,92531	0,97881	493,631	66,432343	65,837044	0,64	0,62
60	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	507,563	131,519	376,044	1,46975	179864	5,02218	0,98038	493,233	66,420334	65,835358	0,64	0,62
62	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	520,642	133,283	387,359	1,47782	183492	5,27434	0,98412	492,199	66,479698	65,894508	0,64	0,62
64	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	519,7	131,293	388,407	1,44783	186953	5,23906	0,98331	493,767	66,442146	65,865135	0,64	0,62
66	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	520,477	134,122	386,354	1,49146	181756	5,03818	0,98062	497,19	66,484978	65,893501	0,64	0,62
68	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	502,511	131,608	370,903	1,56471	167267	4,79521	0,97747	493,662	66,436058	65,843697	0,64	0,62
70	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	512,012	130,692	381,32	1,52647	174699	5,0283	0,98112	494,701	66,450287	65,871368	0,64	0,62
72	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	514,987	130,763	384,223	1,45187	184742	5,28701	0,98422	492,91	66,458916	65,885551	0,64	0,62
74	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	520,465	131,077	389,388	1,49751	181018	5,17477	0,98292	494,851	66,48394	65,9077	0,64	0,62
76	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	518,699	128,198	390,501	1,53779	175678	4,98822	0,98023	493,336	66,468941	65,895767	0,64	0,62
78	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	516,366	131,965	384,401	1,51365	177677	5,04055	0,98109	496,807	66,45504	65,873108	0,64	0,62
80	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	520,488	126,3	394,188	1,59288	170187	4,87542	0,97883	495,885	66,481857	65,915024	0,64	0,62
82	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	532,645	133,796	398,849	1,51058	183651	5,13248	0,98213	499,309	66,524704	65,93972	0,64	0,62
84	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	526,118	134,663	391,455	1,44626	189468	5,43325	0,98593	495,49	66,532822	65,950142	0,64	0,62
86	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	534,641	132,937	401,704	1,48259	187819	5,3575	0,98512	497,773	66,538277	65,962502	0,64	0,62
88	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	533,795	135,91	397,885	1,46743	189459	5,36505	0,98497	494,371	66,594902	66,002922	0,64	0,62
90	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	525,846	133,736	392,11	1,45194	188629	5,39866	0,98554	495,578	66,553856	65,974075	0,64	0,62
92	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	535,868	134,263	401,605	1,51434	184303	5,21319	0,98329	497,22	66,600494	66,013893	0,64	0,62
94	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	526,835	136,311	390,523	1,49263	183832	5,14394	0,98219	496,213	66,589546	65,991501	0,64	0,62
96	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	525,932	133,207	392,725	1,48164	184879	5,30314	0,98465	498,982	66,560593	65,984459	0,64	0,62
98	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	525,481	135,89	389,592	1,51486	180669	5,13302	0,98238	497,479	66,606941	66,012497	0,64	0,62
100	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	537,549	132,262	405,286	1,51666	184599	5,27315	0,98431	501,127	66,598351	66,026665	0,64	0,62
102	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	512,29	139,657	372,633	1,48195	180046	5,06567	0,9813	497,5	66,592018	65,980995	0,64	0,62
104	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	524,538	141,856	382,682	1,47674	185000	5,07887	0,98106	499,111	66,647766	66,028404	0,64	0,62
106	417800	4178																

122	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	493,358	140,398	352,96	1,48829	172653	4,642	0,97346	498,19	66,586494	65,956253	0,64	0,62
124	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	500,719	136,187	364,532	1,38639	188108	5,19515	0,98278	501,092	66,572044	65,984154	0,64	0,62
126	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	497,227	131,909	365,318	1,41735	182717	5,19793	0,98332	500,483	66,547318	65,97715	0,64	0,62
128	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	491,058	131,202	359,856	1,43562	178153	5,10601	0,98227	499,735	66,542198	65,971878	0,64	0,62
130	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	499,657	135,217	364,44	1,34151	193989	5,34113	0,98433	497,694	66,562851	65,978851	0,64	0,62
132	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	494,1	137,412	356,687	1,36879	188008	5,1908	0,98265	499,436	66,552528	65,958084	0,64	0,62
134	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	485,805	132,468	353,337	1,39736	181072	5,07025	0,98129	497,945	66,525803	65,946777	0,64	0,62
136	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	490,362	130,708	359,654	1,37454	185805	5,28389	0,98439	502,102	66,504425	65,944008	0,64	0,62
138	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	494,966	131	363,966	1,33007	193821	5,51895	0,98682	500,325	66,519081	65,961021	0,64	0,62
140	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	484,686	129,865	354,821	1,39714	180685	5,13949	0,9825	498,051	66,512001	65,946411	0,64	0,62
142	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	486,64	127,707	358,933	1,39716	181410	5,20013	0,98351	501,246	66,508858	65,957588	0,64	0,62
144	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	497,512	128,773	368,739	1,36016	190507	5,36118	0,98503	500,792	66,535675	65,982681	0,64	0,62
146	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	494,988	133,522	361,466	1,40836	183054	4,9739	0,97949	502,289	66,544586	65,961372	0,64	0,62
148	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	488,175	134,082	354,093	1,31444	193434	5,37549	0,98507	503,396	66,509048	65,938591	0,64	0,62
150	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	489,371	129,133	360,238	1,37654	185160	5,16634	0,9826	500,95	66,509674	65,950272	0,64	0,62
152	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	471,568	129,212	342,356	1,37465	178669	5,01918	0,98062	497,389	66,48214	65,915337	0,64	0,62
154	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	494,685	129,006	365,679	1,40764	183035	5,16217	0,98271	499,983	66,539612	65,979324	0,64	0,62
156	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	498,483	127,514	370,969	1,35254	191955	5,44397	0,986	499,73	66,539017	65,992134	0,64	0,62
158	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	500,088	134,244	365,845	1,27231	204717	5,70839	0,98823	500,278	66,587479	66,019516	0,64	0,62
160	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	501,573	133,302	368,272	1,29341	201975	5,66602	0,98802	502,597	66,570625	66,008392	0,64	0,62
162	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	494,577	130,786	363,791	1,32294	194713	5,41931	0,98551	501,811	66,520569	65,96209	0,64	0,62
164	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	491,773	131,157	360,616	1,34668	190195	5,30212	0,98418	499,785	66,551064	65,985886	0,64	0,62
166	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	498,765	142,563	356,203	1,29293	200919	5,3728	0,98424	499,858	66,620216	66,009338	0,64	0,62
168	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	496,383	132,511	363,872	1,28097	201826	5,65948	0,98789	500,331	66,579491	66,017929	0,64	0,62
170	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	495,177	137,041	358,136	1,30243	198018	5,40473	0,98498	500,389	66,616638	66,030373	0,64	0,62
172	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	485,777	130,837	354,939	1,39778	181007	5,15215	0,98277	500,636	66,584	66,017914	0,64	0,62
174	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	495	128,851	366,149	1,41125	182684	5,18796	0,98321	501,614	66,586189	66,029427	0,64	0,62
176	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	498,914	136,833	362,081	1,36906	189802	5,05538	0,98802	503,386	66,616974	66,023689	0,64	0,62
178	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	499,685	133,732	365,953	1,31754	197529	5,45753	0,98584	503,359	66,601311	66,033257	0,64	0,62
180	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	497,043	128,481	368,562	1,3687	189141	5,34755	0,98504	503,246	66,5812	66,032036	0,64	0,62
182	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	494,407	135,63	358,778	1,27792	201503	5,56684	0,98694	504,333	66,596275	66,024696	0,64	0,62
184	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	497,088	137,788	359,3	1,30163	198904	5,49217	0,9862	503,937	66,616264	66,033722	0,64	0,62
186	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	502,348	136,093	366,255	1,22024	214416	5,9647	0,99028	503,392	66,618217	66,050964	0,64	0,62
188	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	499,285	135,619	363,666	1,25886	206571	5,66958	0,98779	504,553	66,613594	66,044029	0,64	0,62
190	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	500,205	138,619	361,586	1,22246	213115	5,76948	0,98836	501,725	66,653458	66,070061	0,64	0,62
192	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	506,186	132,409	373,777	1,18739	222033	6,18209	0,99172	503,892	66,608719	66,059883	0,64	0,62
194	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	497,03	134,066	362,964	1,29849	199362	5,60445	0,98759	505,519	66,62484	66,062004	0,64	0,62
196	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	488,558	134,113	354,445	1,22402	207888	5,74908	0,98847	500,579	66,597229	66,031364	0,64	0,62
198	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	491,38	133,542	357,839	1,20108	213082	5,93644	0,99009	503,038	66,608589	66,051216	0,64	0,62
200	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	488,51	139,275	349,235	1,20438	211256	5,64928	0,98712	501,78	66,612083	66,02404	0,64	0,62
202	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	491,853	138,184	353,669	1,22844	208536	5,58894	0,98664	503,319	66,652657	66,069435	0,64	0,62
204	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	481,419	135,739	345,68	1,22927	203975	5,55462	0,98657	503,188	66,618668	66,045441	0,64	0,62
206	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	483,551	138,202	345,349	1,22851	205004	5,57047	0,98664	501,888	66,642197	66,057866	0,64	0,62
208	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	476,399	128,291	348,108	1,31873	188154	5,309	0,98447	499,903	66,614807	66,063019	0,64	0,62
210	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	486,028	132,901	353,128	1,20572	209949	5,7187	0,98798	500,178	66,634804	66,072487	0,64	0,62
212	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	479,658	124,801	354,858	1,38006	181023	5,06268	0,98131	501,75	66,580521	66,037025	0,64	0,62
214	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	472,067	135,789	336,278	1,23203	199564	5,39837	0,98467	498,194	66,648842	66,06617	0,64	0,62
216	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	472,516	133,047	339,469	1,25883	195500	5,34207	0,98431	500,613	66,617203	66,047371	0,64	0,62
218	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	463,485	133,751	329,734	1,24294	194216	5,31835	0,98401	498,743	66,618729	66,043968	0,64	0,62
220	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	463,269	143,079	320,189	1,25843	191736	4,89546	0,97677	501,049	66,637955	66,013138	0,64	0,62
222	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	480,374	135,485	344,889	1,15542	216540	5,88409	0,9893	500,341	66,639053	66,069786	0,64	0,62
224	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	467,843	132,605	335,238	1,27259	191474	5,28857	0,98389	500,648	66,604309	66,035599	0,64	0,62
226	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	469,814	135,742	334,072	1,28836	189928	5,01444	0,97939	500,712	66,603073	66,011971	0,64	0,62
228	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	458,286	129,989	328,297	1,2341	193413	5,3421	0,98449	500,238	66,549301	65,992706	0	



## Πίνακας 22. Αποτελέσματα στη δέκατη ροή της αντλίας.

Time (s)	Sp, h (J/KgK)	Sp, c (J/KgK)	mu, h (Kg/ms)	mu, c (Kg/ms)	rho, h (Kg/m3)	rho, c (Kg/m3)	Qh (W)	Qc (W)	Ql (W)	Tlm (K)	U (W/Km2)	NTU	effNTU	Redh	Tho, t (IC)	Tco, t (IC)	Rh (W/mK)	Kc (W/mK)
0	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	0	99,115189	-99,115189	1,486079	0	0	NaN	0	NaN	Inf	0,64	0,62
2	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	242,704041	102,42622	140,277817	1,63808	77168,60938	2,212652	0,800273	266,508942	66,823257	65,580849	0,64	0,62
4	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	413,991882	99,774529	314,217346	1,731078	124558,6797	3,367179	0,929461	454,516998	66,481049	65,866348	0,64	0,62
6	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	457,177002	86,458809	370,718201	1,804395	131962,8281	3,61123	0,944921	499,711609	66,326553	65,837669	0,64	0,62
8	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	477,091919	101,02798	376,063934	1,654947	150147,0469	3,863431	0,952776	510,362549	66,346954	65,832779	0,64	0,62
10	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	489,919769	91,227997	398,691772	1,534353	166302,3125	4,596228	0,973827	509,759064	66,298569	65,874641	0,64	0,62
12	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	494,515015	103,5526	390,962402	1,454506	177077,2188	4,729298	0,975485	510,214752	66,355003	65,888115	0,64	0,62
14	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	494,927002	111,73056	383,196442	1,323838	194717,6094	4,9819	0,978581	509,348145	66,337471	65,846436	0,64	0,62
16	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	482,842987	102,33735	380,505646	1,445694	173951,5	4,739983	0,975929	505,560699	66,379921	65,915901	0,64	0,62
18	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	486,690491	109,89095	376,79953	1,308017	193793,0938	5,160943	0,981879	507,40863	66,378502	65,901123	0,64	0,62
20	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	503,453491	110,80167	392,651825	1,313775	195959,2188	5,281885	0,983481	513,203636	66,438789	65,965622	0,64	0,62
22	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	504,655975	115,28209	389,373901	1,316415	199664,6875	5,416716	0,985498	515,380676	66,551048	66,06691	0,64	0,62
24	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	508,992401	125,64861	383,343781	1,212817	218582,1719	5,694137	0,98758	516,750916	66,610741	66,092567	0,64	0,62
26	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	509,806488	122,18208	387,62442	1,139405	233037,6094	6,318165	0,992547	520,087952	66,604973	66,114555	0,64	0,62
28	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	489,747009	113,03523	376,711792	1,34797	189230,1094	5,246508	0,983988	515,962646	66,546738	66,069099	0,64	0,62
30	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	497,679169	126,31068	371,368469	1,213444	213613,3281	5,576173	0,986599	519,289734	66,613358	66,093536	0,64	0,62
32	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	493,292175	136,5484	356,743774	1,13823	225721,5313	5,636805	0,986386	517,7146	66,645485	66,084465	0,64	0,62
34	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	491,719666	134,66699	357,052673	1,128487	226944,6719	5,863346	0,988936	518,871155	66,655754	66,108734	0,64	0,62
36	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	490,254242	128,50302	361,751251	1,270611	200959,0781	5,370967	0,984847	518,184204	66,638481	66,105362	0,64	0,62
38	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	509,211334	135,53688	373,674469	1,090502	243203,75	6,120795	0,990448	518,777161	66,672836	66,124969	0,64	0,62
40	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	494,874268	124,30721	370,567047	1,209986	213016,5	5,864265	0,989843	520,82782	66,618454	66,11499	0,64	0,62
42	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	490,221222	127,59517	362,626038	1,26536	201779,2969	5,512592	0,986652	517,687622	66,648491	66,122322	0,64	0,62
44	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	491,614105	132,58698	361,02713	1,191187	215827,2813	5,653053	0,98738	519,585937	66,648117	66,106277	0,64	0,62
46	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	491,990662	138,97656	353,014099	1,15553	221755,4375	5,711535	0,987674	520,666077	66,656311	66,091751	0,64	0,62
48	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	502,036835	131,19017	370,84668	1,139382	229490,6875	6,070417	0,990782	520,099976	66,649811	66,120979	0,64	0,62
50	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	498,449036	136,66475	361,784271	1,217896	213161,8594	5,74047	0,988544	519,460083	66,670982	66,115387	0,64	0,62
52	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	499,795227	128,02733	371,767883	1,171388	222223,6563	5,97789	0,990387	521,298157	66,608429	66,092163	0,64	0,62
54	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	498,294159	147,80367	355,054993	1,099647	238172,375	5,918069	0,98786	518,778259	66,678177	66,079376	0,64	0,62
56	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	492,341766	137,16209	355,179657	1,191199	215268,7813	5,653838	0,987474	521,109314	66,644386	66,086723	0,64	0,62
58	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	482,290161	130,19569	352,094482	1,278184	196523,1719	5,195396	0,982659	520,180664	66,623085	66,081184	0,64	0,62
60	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	497,666584	131,21597	366,470612	1,190306	217769,0781	5,674366	0,98756	521,899841	66,612617	66,078644	0,64	0,62
62	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	498,942993	135,11635	363,826663	1,178627	220482,0938	5,73328	0,988103	523,955444	66,682335	66,136612	0,64	0,62
64	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	498,294159	125,87309	372,421051	1,30678	198601,2813	5,282146	0,983914	522,898499	66,656487	66,135468	0,64	0,62
66	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	491,930969	140,34262	351,588348	1,215417	210803,3438	5,335479	0,98353	520,343628	66,710594	66,131378	0,64	0,62
68	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	497,338715	133,05658	364,282135	1,217796	212704,4219	5,779513	0,989087	523,436523	66,707375	66,171036	0,64	0,62
70	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	505,010345	132,15311	372,857239	1,248963	210595,625	5,584506	0,987043	523,130859	66,716476	66,178406	0,64	0,62
72	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	505,33548	128,60548	376,730011	1,257208	209379,3281	5,563573	0,986873	523,016113	66,709381	66,184402	0,64	0,62
74	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	497,883667	138,77142	369,112244	1,287614	205436,2813	5,155623	0,981328	523,871704	66,755756	66,182281	0,64	0,62
76	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	506,230347	126,03838	380,191986	1,253164	210396,8281	5,720168	0,988657	525,201538	66,685852	66,176735	0,64	0,62
78	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	516,515137	138,05632	378,458801	1,264195	212798,0781	5,376289	0,984164	525,848572	66,789413	66,224525	0,64	0,62
80	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	521,68158	136,88223	384,799347	1,246043	218057,625	5,661714	0,987584	528,483887	66,759361	66,209114	0,64	0,62
82	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	525,276672	127,09516	398,181488	1,309135	208978,875	5,690105	0,988495	527,887207	66,737885	66,225899	0,64	0,62
84	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	528,055786	133,29028	394,765503	1,326767	207292,625	5,520764	0,986722	530,708252	66,783897	66,24691	0,64	0,62
86	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	516,465759	136,53906	379,926727	1,320392	203721,8125	5,184534	0,982055	527,536194	66,730606	66,16819	0,64	0,62
88	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	521,059021	128,34905	392,709991	1,526944	177730,7813	4,621018	0,973767	530,017639	66,737549	66,186951	0,64	0,62
90	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	529,987732	127,26936	402,718384	1,508077	183037,9844	4,87866	0,978768	530,028748	66,765778	66,230743	0,64	0,62
92	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	524,618042	130,70895	393,909119	1,464468	186578,75	5,022335	0,981068	529,837341	66,807976	66,266068	0,64	0,62
94	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	517,343201	136,97754	380,365631	1,257223	214321,25	5,632916	0,987461	526,824829	66,718964	66,166519	0,64	0,62
96	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	525,458923	134,3293	391,129669	1,39048	196821,6406	5,141572	0,982182	532,269287	66,808083	66,258102	0,64	0,62
98	41780																	

122	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	504,291199	138,07948	366,211731	1,264418	207725,2969	5,218926	0,982099	523,97052	66,813187	66,242416	0,64	0,62
124	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	503,416351	137,79373	365,62262	1,30609	200748,875	5,082963	0,980547	526,370239	66,813576	66,242813	0,64	0,62
126	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	522,26416	133,2916	388,972565	1,172323	232028,6875	6,088966	0,990972	527,159912	66,809074	66,278877	0,64	0,62
128	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	512,231323	137,16199	375,069305	1,289855	206834,9844	5,421122	0,985365	527,703247	66,827919	66,271149	0,64	0,62
130	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	500,595337	138,2766	362,318726	1,27412	204632,7969	5,203744	0,982144	523,801514	66,819168	66,247742	0,64	0,62
132	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	515,760315	129,89768	385,862671	1,160031	231567,25	6,111902	0,991166	526,197021	66,745232	66,22773	0,64	0,62
134	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	523,624084	132,25948	391,364594	1,199452	227371,25	6,168494	0,991848	527,363953	66,810135	66,285873	0,64	0,62
136	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	507,341034	129,45882	377,882202	1,438787	183654,7969	4,71119	0,974832	523,671814	66,822716	66,266327	0,64	0,62
138	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	502,197388	137,49872	364,698669	1,285846	203415,6094	4,939273	0,977447	526,181091	66,761757	66,185349	0,64	0,62
140	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	521,908569	137,07944	384,829102	1,20402	225766,5313	5,649244	0,986711	522,938721	66,853523	66,294975	0,64	0,62
142	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	517,16095	127,69739	389,463562	1,354732	198825,0625	5,339023	0,98485	526,71106	66,803429	66,279869	0,64	0,62
144	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	517,007812	129,0435	387,964325	1,488356	180921,0781	4,601886	0,972685	526,674622	66,834068	66,275764	0,64	0,62
146	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	515,578918	136,39699	379,181915	1,343279	199906,8906	5,156383	0,981861	524,979797	66,862648	66,297546	0,64	0,62
148	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	532,302612	130,51219	401,790405	1,229817	225432,625	6,006588	0,990567	525,512024	66,861	66,338371	0,64	0,62
150	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	528,16394	140,89407	387,269836	1,339558	205355,4063	5,321223	0,984026	526,577271	66,904991	66,328606	0,64	0,62
152	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	548,950684	128,68408	420,266602	1,130862	252826,4375	6,772961	0,994644	526,292969	66,871307	66,365425	0,64	0,62
154	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	548,643921	136,8558	411,788086	1,089346	262315,25	6,985602	0,995372	526,618164	66,888794	66,353615	0,64	0,62
156	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	554,487854	131,9549	422,53299	1,279834	225650,9375	5,905352	0,989691	528,597961	66,893204	66,365112	0,64	0,62
158	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	528,713074	133,98346	394,729645	1,336009	206114,9844	5,433933	0,985587	527,374817	66,905594	66,35994	0,64	0,62
160	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	529,360535	136,92371	392,436829	1,324624	208141,0313	5,271821	0,983092	528,655457	66,912971	66,351776	0,64	0,62
162	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	535,058167	127,4335	407,624664	1,387406	200861,25	5,19389	0,982518	528,420227	66,889282	66,361694	0,64	0,62
164	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	526,819031	150,26993	376,549133	1,367043	200714,25	5,060785	0,980248	528,89032	66,969696	66,351509	0,64	0,62
166	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	531,782715	135,97383	395,808899	1,317158	210278,5625	5,48491	0,985978	528,708496	66,920242	66,369217	0,64	0,62
168	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	533,429016	133,59596	399,830669	1,221291	227486,9063	6,000709	0,990528	530,887207	66,885994	66,356827	0,64	0,62
170	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	519,428406	136,03044	383,397949	1,430899	189066,9531	4,950001	0,979481	530,040344	66,887932	66,323097	0,64	0,62
172	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	538,096069	136,70389	401,392181	1,282575	218512,2656	5,570716	0,986502	530,274841	66,940163	66,389046	0,64	0,62
174	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	532,016052	142,26701	389,749054	1,218872	227334,5156	5,645088	0,986741	529,145325	66,941063	66,36879	0,64	0,62
176	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	523,096802	135,20425	387,892517	1,299288	209688,875	5,604343	0,987508	528,893127	66,913528	66,369606	0,64	0,62
178	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	527,797791	137,89729	389,900513	1,22409	224570,75	5,872828	0,989504	531,29718	66,863228	66,316093	0,64	0,62
180	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	539,07135	134,91156	404,15976	1,288776	217855,0313	5,596703	0,986923	531,911621	66,924675	66,382881	0,64	0,62
182	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	528,957825	132,23956	396,718262	1,345523	204752,2344	5,321262	0,984226	530,90564	66,890465	66,351784	0,64	0,62
184	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	527,237244	138,37564	388,861603	1,163339	236046,9531	5,948969	0,98958	531,455994	66,817177	66,268791	0,64	0,62
186	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	521,784851	138,47215	383,312714	1,327968	204645,7344	5,365623	0,984728	526,383728	66,922188	66,356873	0,64	0,62
188	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	508,82196	131,74831	377,073639	1,326371	199801,9375	5,504963	0,987017	528,680298	66,850952	66,319397	0,64	0,62
190	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	499,321198	123,65122	375,669983	1,445504	179911,7813	4,797343	0,977384	527,7901	66,811684	66,287956	0,64	0,62
192	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	518,071655	126,77857	391,293091	1,382007	195244,3125	5,194715	0,983112	529,977661	66,919189	66,398087	0,64	0,62
194	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	519,572388	127,35974	392,212616	1,346008	201046,875	5,290283	0,984058	529,990967	66,913246	66,392281	0,64	0,62
196	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	505,522522	128,37373	377,148804	1,382667	190423,9531	5,027409	0,980668	527,349731	66,91288	66,378426	0,64	0,62
198	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	492,500366	130,74376	361,756592	1,314963	195070,5938	5,120629	0,981866	528,484924	66,884743	66,346519	0,64	0,62
200	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	493,727081	129,21106	364,516052	1,278872	201075,3438	5,208129	0,982804	530,529541	66,813637	66,285439	0,64	0,62
202	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	489,871033	129,85133	358,019684	1,393476	183096,9688	4,75536	0,976149	529,347168	66,864807	66,31778	0,64	0,62
204	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	493,772827	135,40053	358,372314	1,206623	213134,7344	5,414302	0,984731	527,145691	66,873138	66,322601	0,64	0,62
206	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	487,556396	134,37936	353,177032	1,328345	191166,9531	4,781077	0,975564	526,54657	66,8965	66,329071	0,64	0,62
208	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	490,950226	134,96481	355,985413	1,280434	199700,4531	5,005268	0,979302	528,525513	66,890709	66,331367	0,64	0,62
210	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	495,400116	125,94243	369,457672	1,228036	210108,5781	5,638	0,98783	527,483398	66,85981	66,352036	0,64	0,62
212	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	480,444122	130,52184	349,922272	1,233268	202901,0625	5,210542	0,982543	527,009033	66,842018	66,305977	0,64	0,62
214	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	493,855652	133,35339	360,502258	1,210339	212516,125	5,2843	0,982727	524,546997	66,884361	66,334679	0,64	0,62
216	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	496,969086	128,12398	368,845123	1,150568	224965,375	5,946438	0,990066	526,359558	66,854774	66,34256	0,64	0,62
218	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	487,863495	127,12707	360,73642	1,217227	208749,6094	5,504767	0,986314	527,442505	66,839973	66,324852	0,64	0,62
220	417800	4178	0,000769	0,000769	987,099976	987,099976	502,241028	138,98094	363,260101	1,088799	240249,9844	5,974267	0,98951	528,814087	66,884613	66		

Στους παραπάνω πίνακες όπου παρατίθενται τα αποτελέσματα τα οποία προέκυψαν αυτομάτως από το πρόγραμμα της Edibon έχουμε τις εξής μετρήσεις, όπου:

Time : χρόνος (s)

Sp,h, Sp,c : θερμαντική ικανότητα νερού και χυμού αντίστοιχα (J/KgK)

mu,h, mu,c : πυκνότητα νερού και χυμού αντίστοιχα (Kg/ms)

rho,h, rho,c : (Kg/m<sup>3</sup>)

Qh : ρυθμός μετάδοσης θερμότητας νερού (W)

Qc : ρυθμός μετάδοσης θερμότητας χυμού (W)

Ql : ρυθμός μετάδοσης θερμότητας (W)

Tlm : μέγιστη μέση λογαριθμική διαφορά θερμοκρασιών (K)

U : ολικός συντελεστής μεταφοράς θερμότητας (W/Km<sup>2</sup>)

NTU : μονάδες NTU

effNTU : αποτελεσματικότητα NTU

Redh : αριθμός Reynolds

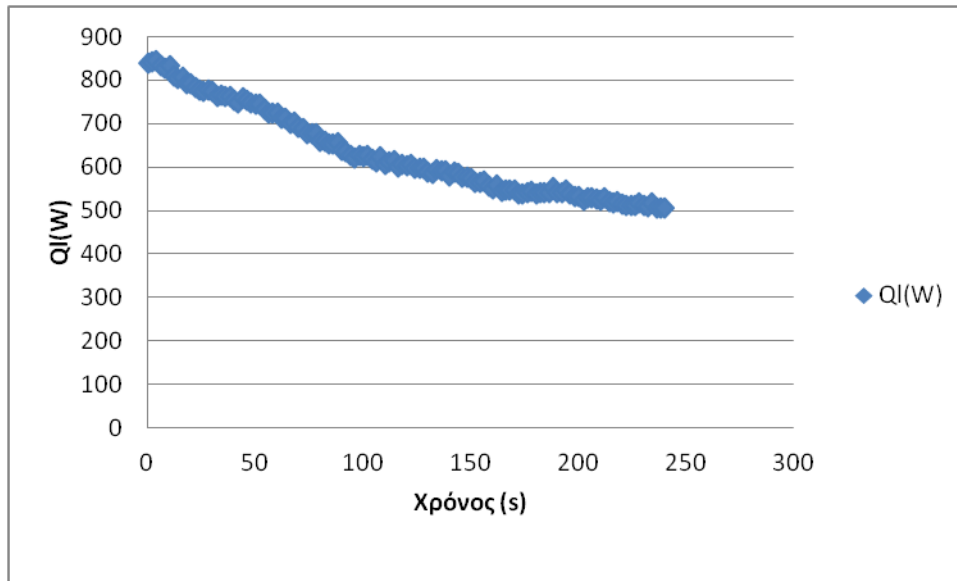
Tho,t, Tco,t : μέγιστη δυνατή θερμοκρασία νερού και χυμού αντίστοιχα

Kh, Kc : θερμική αγωγιμότητα νερού και χυμού αντίστοιχα (W/mK)

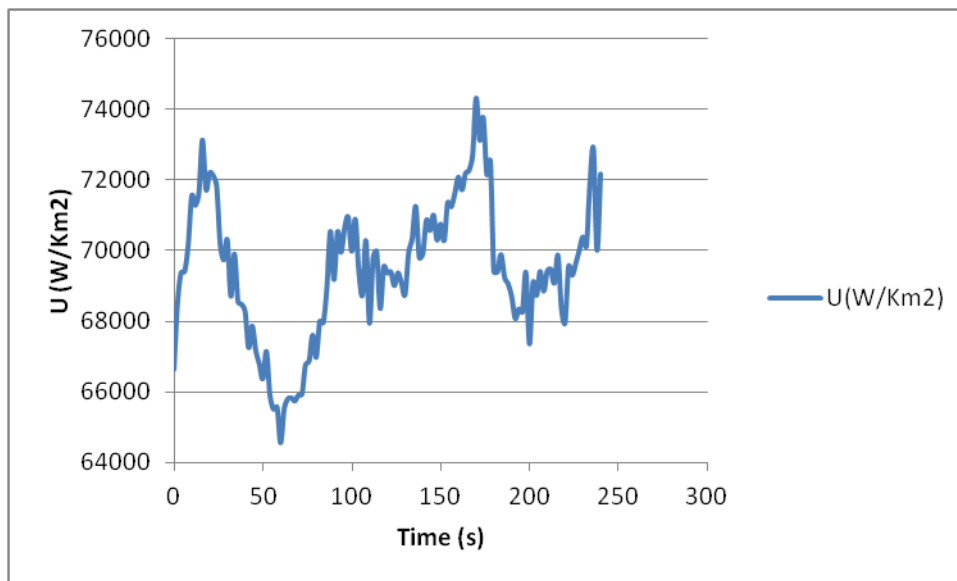
Το αρνητικό πρόσημο στο Ql δηλώνει ότι δεν μεταφέρεται θερμότητα πλέον από το νερό στο χυμό γιατί το σύστημα τείνει να ισορροπήσει (Edibon, 2010).

Στη συνέχεια ακολουθούν διαγράμματα τα οποία προκύπτουν από τα αποτελέσματα των πινάκων 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22 και αφορούν τη μεταβολή του ρυθμού μετάδοσης θερμότητας (Ql) σύμφωνα με το χρόνο καθώς και διαγράμματα μεταβολής του ολικού συντελεστή μετάδοσης θερμότητας (U) με το χρόνο.



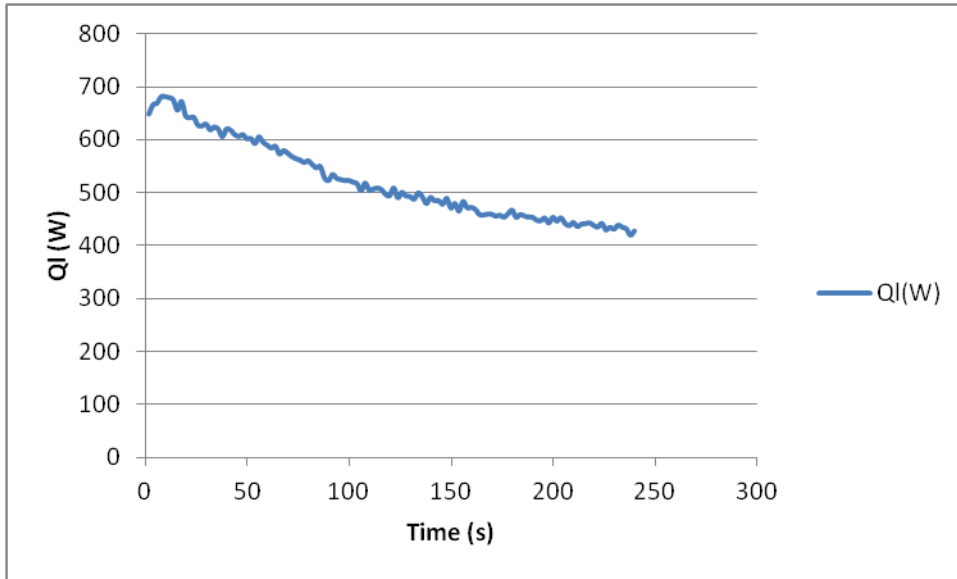


**Διάγραμμα 1. Μεταβολή του ρυθμού μετάδοσης θερμότητας (QI) με το χρόνο στην πρώτη ταχύτητα ροής.**

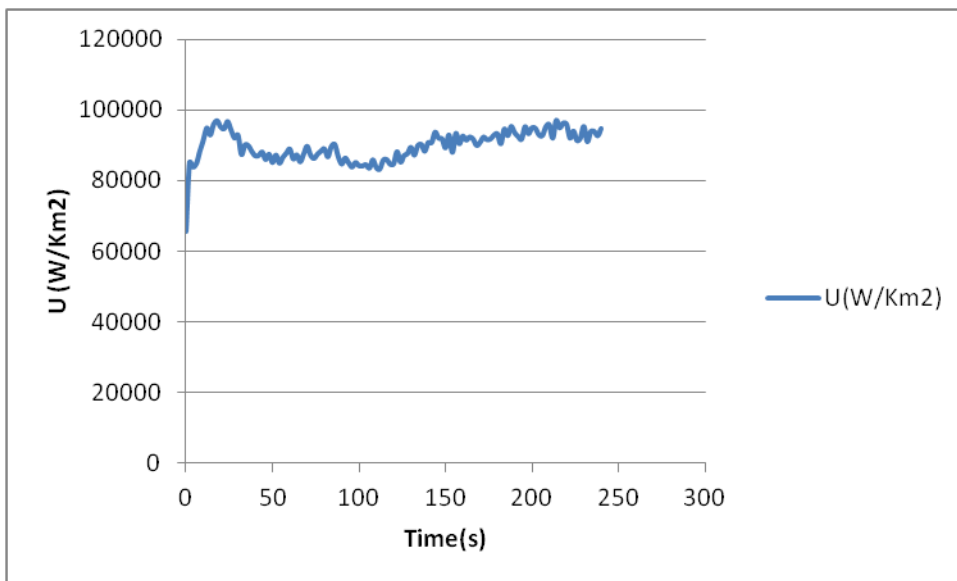


**Διάγραμμα 2. Μεταβολή του ολικού συντελεστή μετάδοσης θερμότητας (U) με το χρόνο στην πρώτη ταχύτητα ροής.**

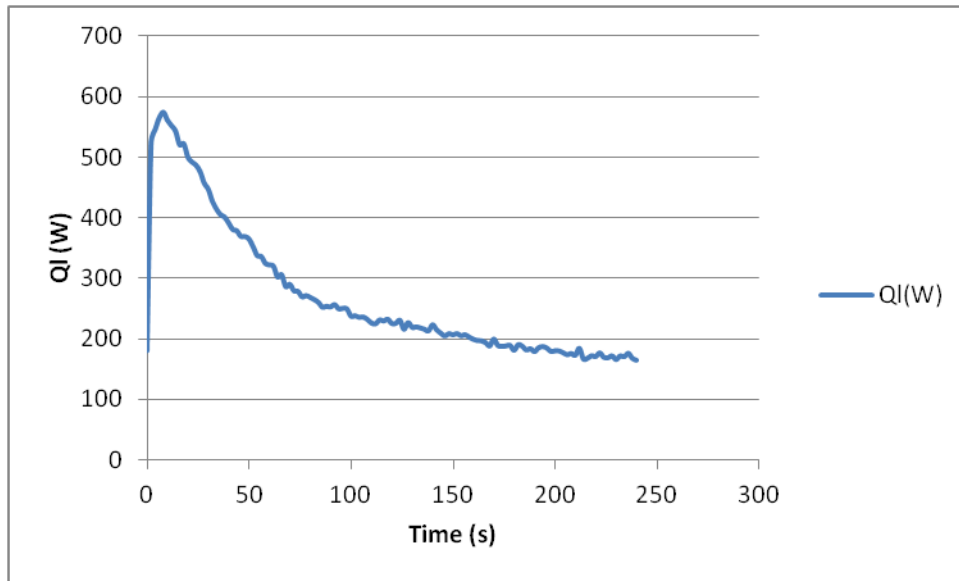




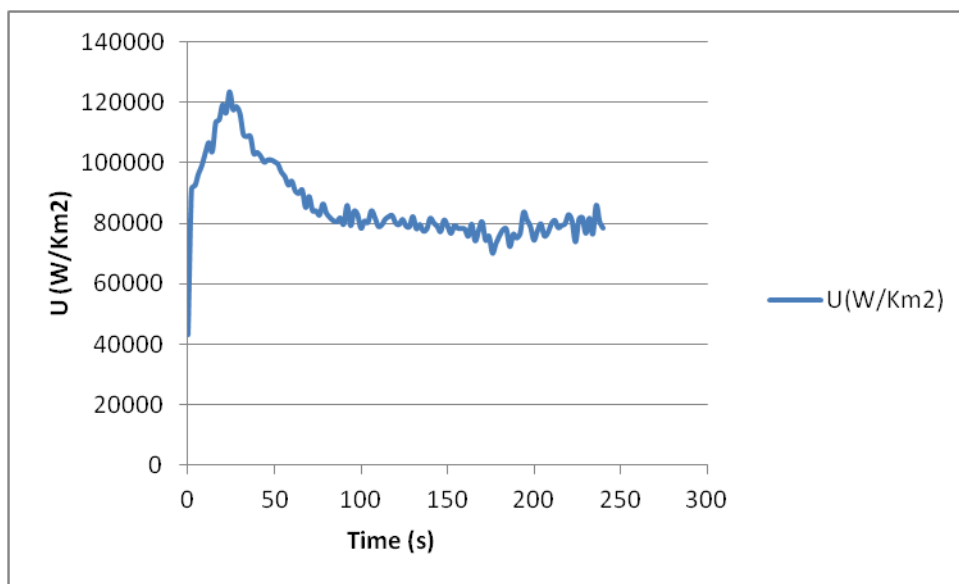
**Διάγραμμα 3. Μεταβολή του ρυθμού μετάδοσης θερμότητας (QI) με το χρόνο στη δεύτερη ταχύτητα ροής.**



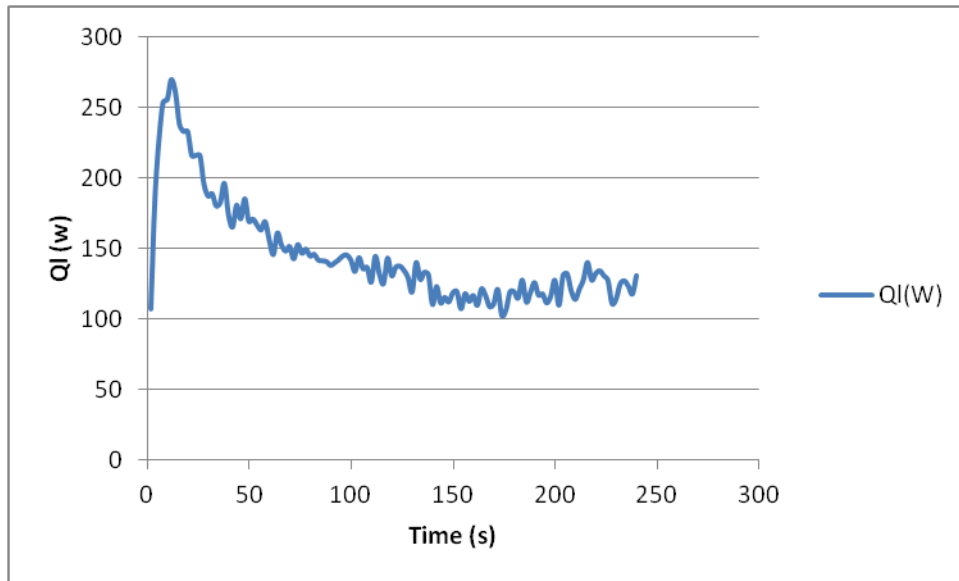
**Διάγραμμα 4. Μεταβολή του ολικού συντελεστή μετάδοσης θερμότητας (U) με το χρόνο στη δεύτερη ταχύτητα ροής.**



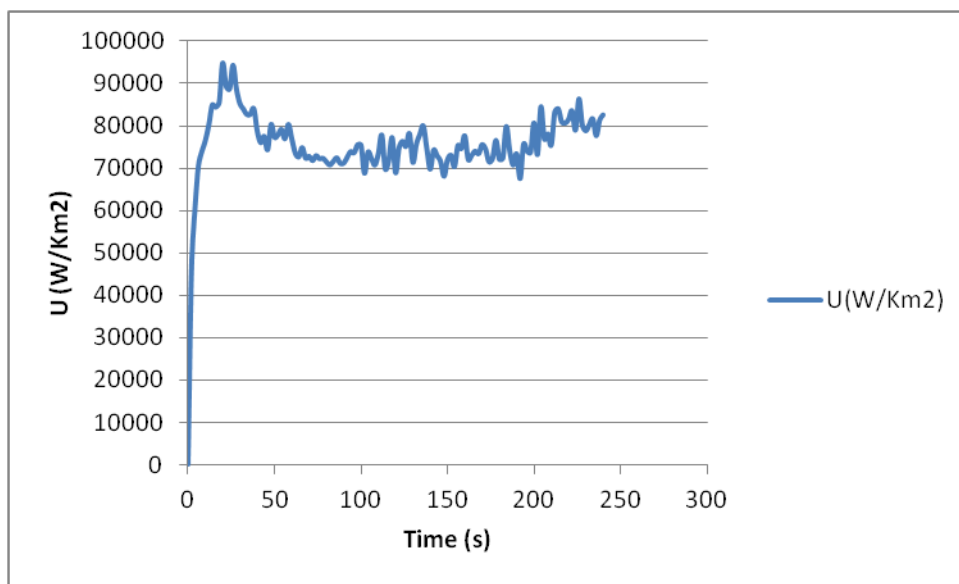
**Διάγραμμα 5. Μεταβολή του ρυθμού μετάδοσης θερμότητας (QI) με το χρόνο στην τρίτη ταχύτητα ροής.**



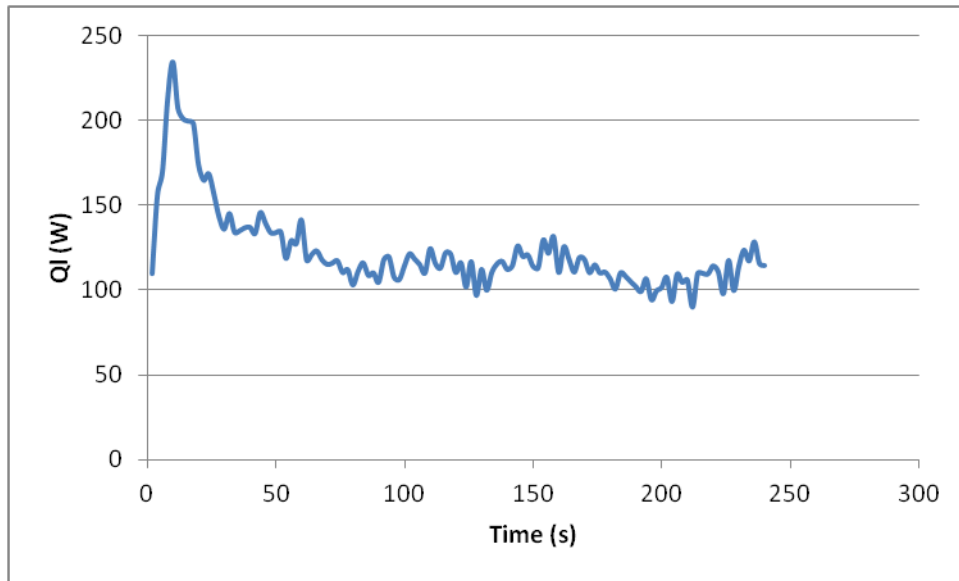
**Διάγραμμα 6. Μεταβολή του ολικού συντελεστή μετάδοσης θερμότητας (U) με το χρόνο στην τρίτη ταχύτητα ροής.**



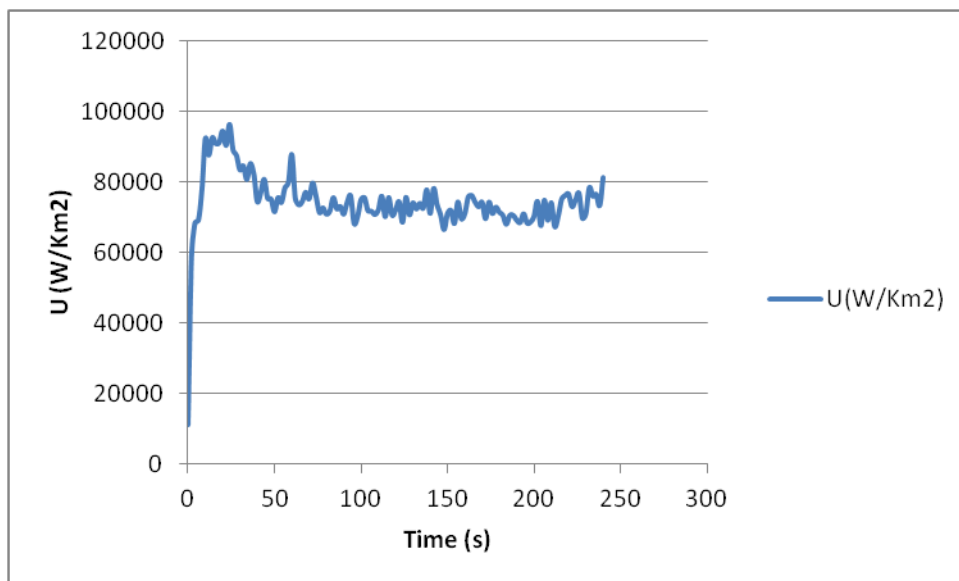
**Διάγραμμα 7.** Μεταβολή του ρυθμού μετάδοσης θερμότητας (QI) με το χρόνο στην τέταρτη ταχύτητα ροής.



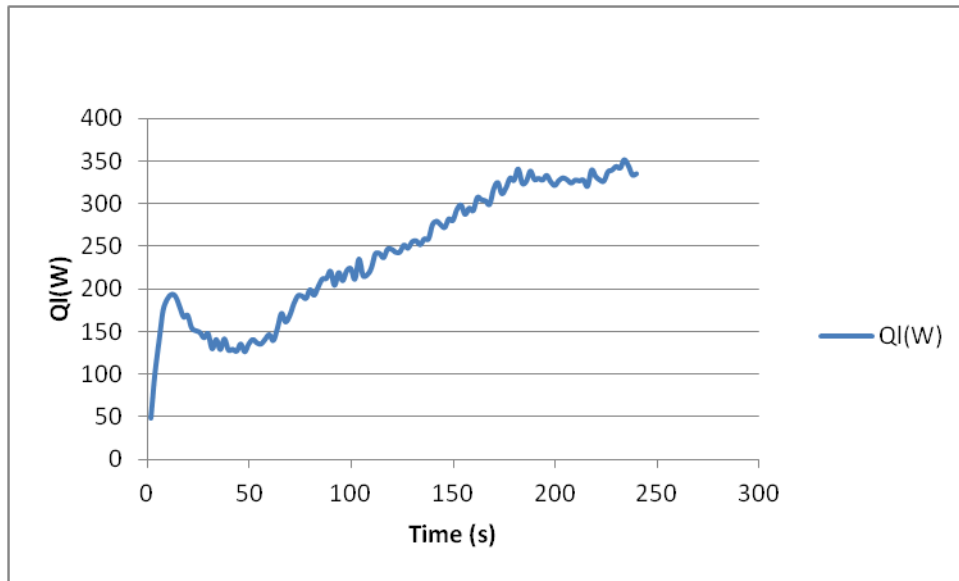
**Διάγραμμα 8.** Μεταβολή του ολικού συντελεστή μετάδοσης θερμότητας (U) με το χρόνο στην τέταρτη ταχύτητα ροής.



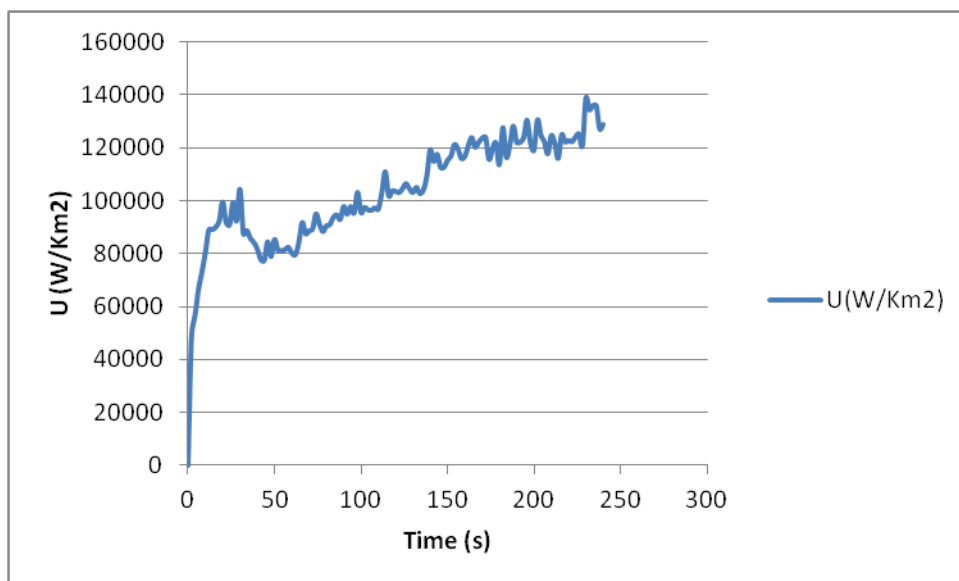
**Διάγραμμα 9.** Μεταβολή του ρυθμού μετάδοσης θερμότητας (QI) με το χρόνο στην πέμπτη ταχύτητα ροής.



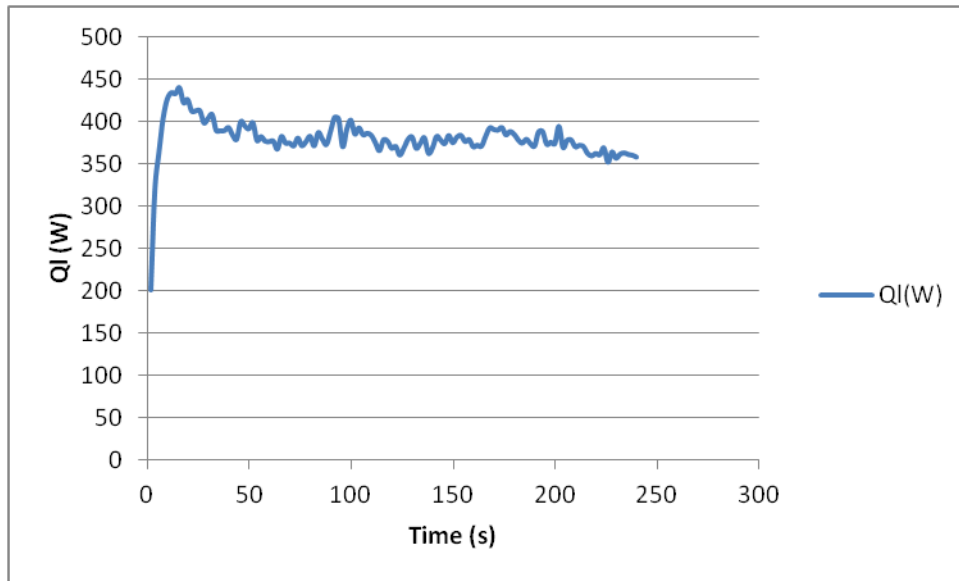
**Διάγραμμα 10.** Μεταβολή του ολικού συντελεστή μετάδοσης θερμότητας (U) με το χρόνο στην πέμπτη ταχύτητα ροής.



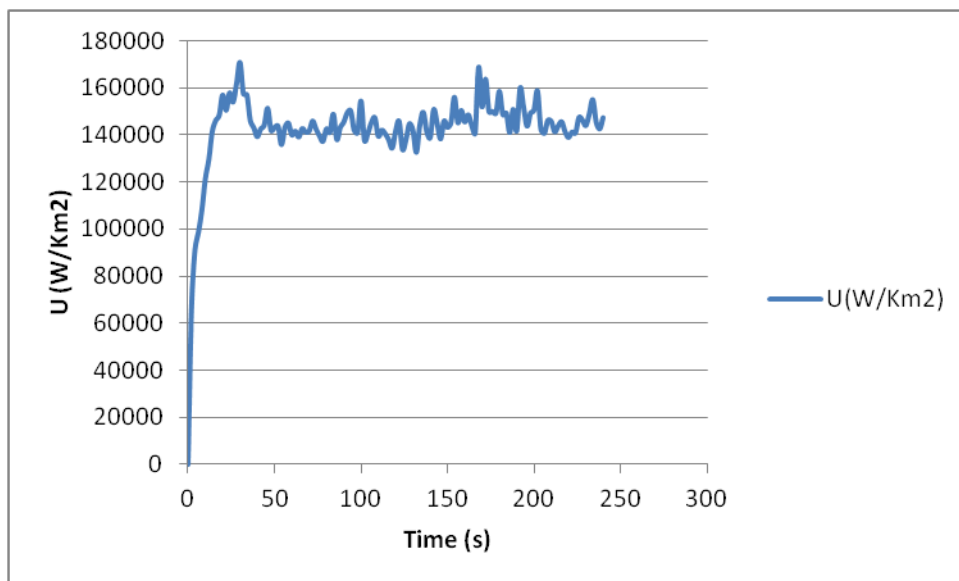
**Διάγραμμα 11.** Μεταβολή του ρυθμού μετάδοσης θερμότητας (QI) με το χρόνο στην έκτη ταχύτητα ροής.



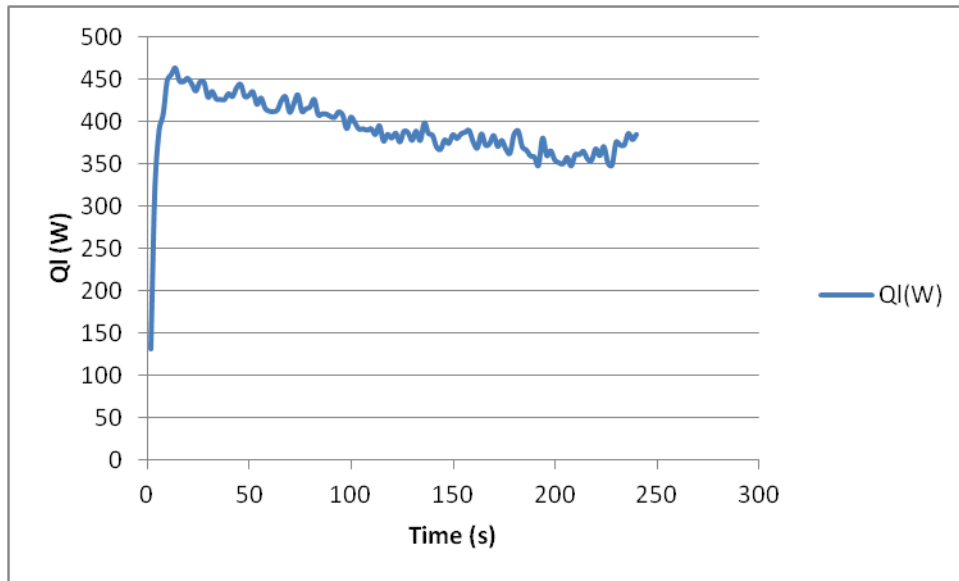
**Διάγραμμα 12.** Μεταβολή του ολικού συντελεστή μετάδοσης θερμότητας (U) με το χρόνο στην έκτη ταχύτητα ροής.



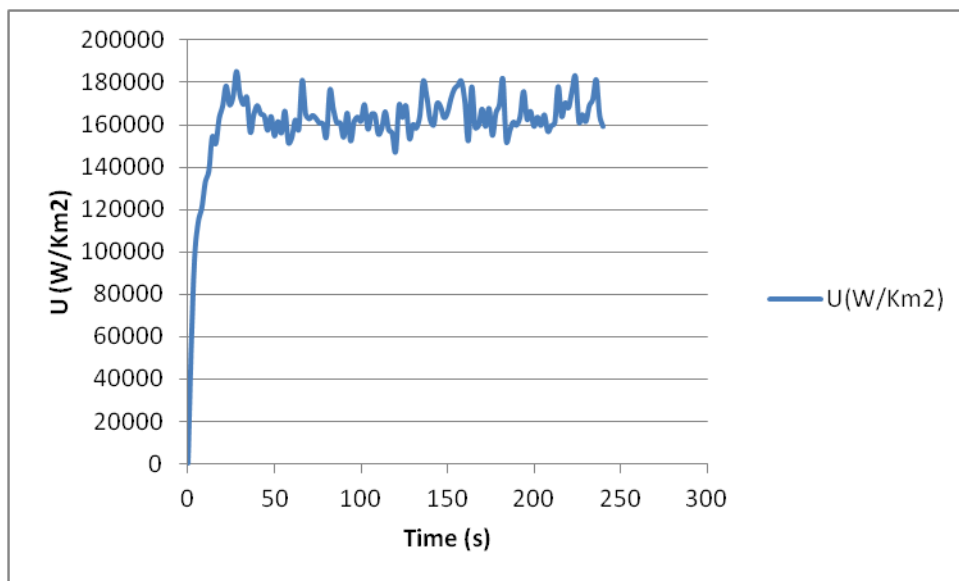
**Διάγραμμα 13.** Μεταβολή του ρυθμού μετάδοσης θερμότητας (QI) με το χρόνο στην έβδομη ταχύτητα ροής.



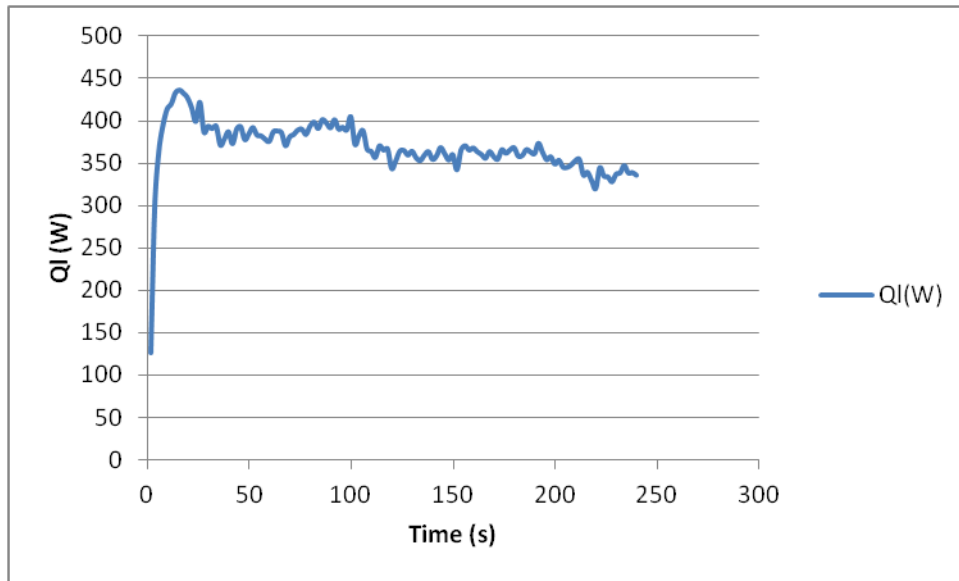
**Διάγραμμα 14.** Μεταβολή του ολικού συντελεστή μετάδοσης θερμότητας (U) με το χρόνο στην έβδομη ταχύτητα ροής.



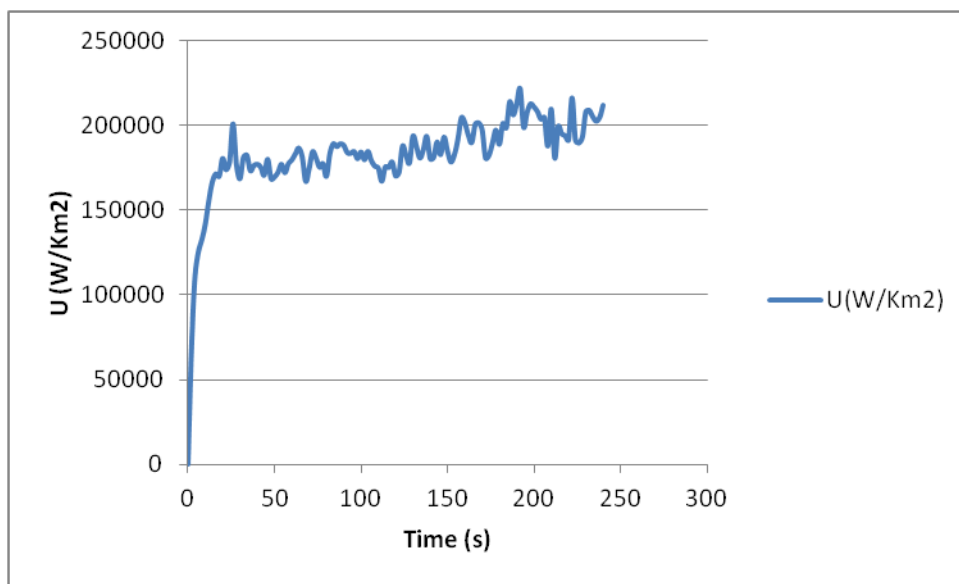
**Διάγραμμα 15.** Μεταβολή του ρυθμού μετάδοσης θερμότητας (QI) με το χρόνο στην όγδοη ταχύτητα ροής.



**Διάγραμμα 16.** Μεταβολή του ολικού συντελεστή μετάδοσης θερμότητας (U) με το χρόνο στην όγδοη ταχύτητα ροής.

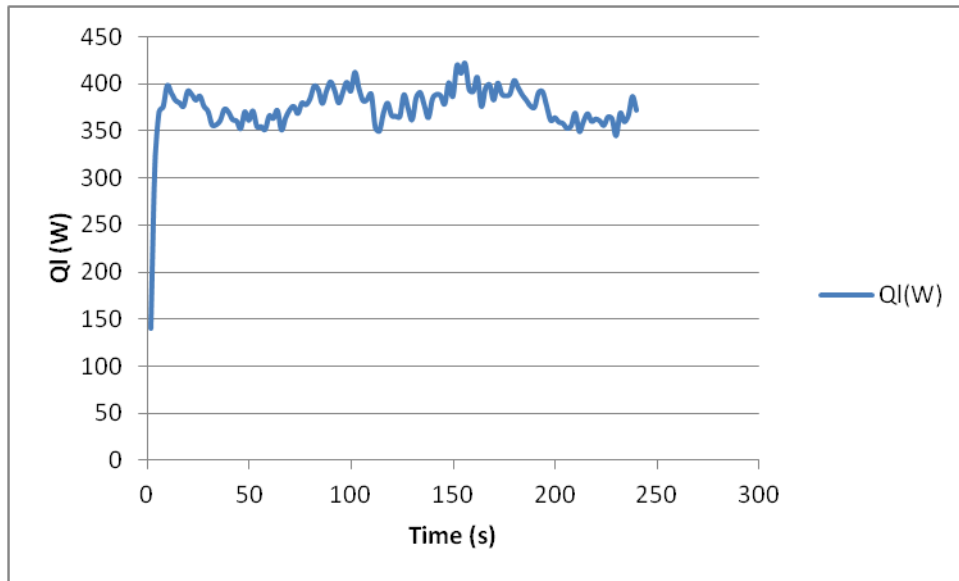


**Διάγραμμα 17.** Μεταβολή του ρυθμού μετάδοσης θερμότητας (QI) με το χρόνο στην ένατη ταχύτητα ροής.

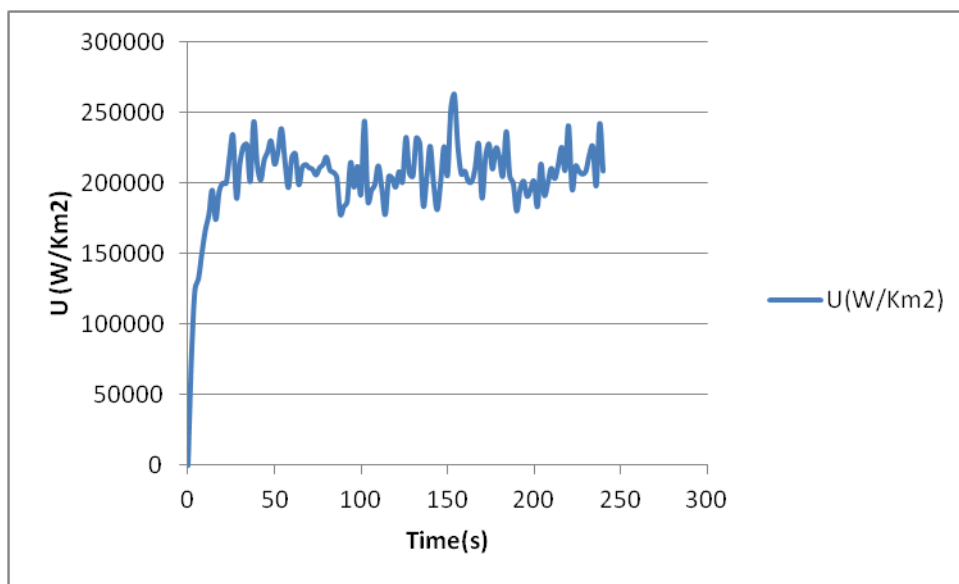


**Διάγραμμα 18.** Μεταβολή του ολικού συντελεστή μετάδοσης θερμότητας (U) με το χρόνο στην ένατη ταχύτητα ροής.





**Διάγραμμα 19.** Μεταβολή του ρυθμού μετάδοσης θερμότητα (QI) με το χρόνο στη δέκατη ταχύτητα ροής.



**Διάγραμμα 20.** Μεταβολή του ολικού συντελεστή μετάδοσης θερμότητας (U) με το χρόνο στη δέκατη ταχύτητα ροής.

Στο διάγραμμα 1 ο ρυθμός μετάδοσης θερμότητας ξεκινά από μια υψηλή τιμή και στη συνέχεια πέφτει σταδιακά. Αυτό συμβαίνει καθώς η θερμοκρασία του χυμού αυξάνεται και τείνει να ισορροπήσει με αυτή του νερού το απαιτούμενο ποσοστό θερμότητας μειώνεται.

Στο διάγραμμα 2 παρατηρούνται έντονες διακυμάνσεις κατά τη μεταβολή του ολικού συντελεστή μεταφοράς θερμότητας, αυτό σημαίνει ότι το σύστημα δεν τείνει να ισορροπήσει.

Στο διάγραμμα 3 ο ρυθμός μετάδοσης θερμότητας ξεκινά από υψηλές τιμές με μικρή ανοδική πορεία στα είκοσι περίπου πρώτα δευτερόλεπτα και στη συνέχεια πέφτει σταδιακά. Αυτό συμβαίνει καθώς η θερμοκρασία του χυμού αυξάνεται και τείνει να ισορροπήσει με αυτή του νερού το απαιτούμενο ποσό θερμότητας μειώνεται.

Στο διάγραμμα 4 ο ολικός συντελεστής μετάδοσης θερμότητας ξεκινά από σχετικά χαμηλές τιμές και στη συνέχεια αυξάνεται σταδιακά.

Στο διάγραμμα 5 ο ρυθμός μετάδοσης θερμότητας ξεκινά από υψηλές τιμές και στη συνέχεια πέφτει σταδιακά. Αυτό συμβαίνει καθώς η θερμοκρασία του χυμού αυξάνεται και τείνει να ισορροπήσει με αυτή του νερού το απαιτούμενο ποσοστό θερμότητας μειώνεται.

Στο διάγραμμα 6 παρατηρείται ότι ο ολικός συντελεστής μεταφοράς θερμότητας ξεκινά από υψηλές τιμές με μικρή ανοδική πορεία τα τριάντα περίπου πρώτα δευτερόλεπτα και καθώς μεταφέρεται θερμότητα από το νερό στο χυμό ξεκινά η πτώση του μέχρι που αρχίζει να σταθεροποιείται καθώς περνά ο χρόνος και το σύστημα τείνει να ισορροπήσει.

Στο διάγραμμα 7 ο ρυθμός μετάδοσης θερμότητας ξεκινά από υψηλές τιμές με μικρή ανοδική πορεία τα δέκα περίπου πρώτα δευτερόλεπτα και στη συνέχεια πέφτει σταδιακά. Αυτό συμβαίνει καθώς η θερμοκρασία του χυμού αυξάνεται και τείνει να ισορροπήσει με αυτή του νερού το απαιτούμενο ποσοστό θερμότητας μειώνεται.

Στο διάγραμμα 8 παρατηρείται ότι ο ολικός συντελεστής μεταφοράς θερμότητας ξεκινά από υψηλές τιμές και καθώς μεταφέρεται θερμότητα από το νερό στο χυμό ξεκινά η πτώση του μέχρι που αρχίζει να σταθεροποιείται καθώς περνά ο χρόνος και το σύστημα τείνει να ισορροπήσει.

Στο διάγραμμα 9 ο ρυθμός μετάδοσης θερμότητας ξεκινά από υψηλές τιμές και στη συνέχεια πέφτει σταδιακά. Αυτό συμβαίνει καθώς η θερμοκρασία του χυμού αυξάνεται βρίσκεται σε θέση να ισορροπήσει με αυτή του νερού.

Στο διάγραμμα 10 παρατηρείται ότι ο ολικός συντελεστής μεταφοράς θερμότητας ξεκινά από υψηλές τιμές με μικρή ανοδική πορεία τα δεκαπέντε περίπου πρώτα δευτερόλεπτα και καθώς μεταφέρεται θερμότητα από το νερό στο χυμό ξεκινά η πτώση του μέχρι που αρχίζει να σταθεροποιείται καθώς περνά ο χρόνος και το σύστημα τείνει να ισορροπήσει.

Στο διάγραμμα 11 παρατηρείται πως ο ρυθμός μετάδοσης θερμότητας ξεκινά από χαμηλές τιμές και στη συνέχεια αυξάνεται σταδιακά. Αυτό συμβαίνει διότι οι θερμοκρασίες του χυμού και του νερού δεν τείνουν να ισορροπήσουν.

Στο διάγραμμα 12 παρατηρείται πως ο ολικός συντελεστής μεταφοράς θερμότητας ξεκινά από χαμηλές τιμές και φθάνει σταδιακά σε υψηλότερες.

Στο διάγραμμα 13 παρατηρείται ότι ο ρυθμός μετάδοσης θερμότητας ξεκινά από υψηλές τιμές και στη συνέχεια πέφτει σταδιακά. Αυτό συμβαίνει καθώς η θερμοκρασία του χυμού αυξάνεται βρίσκεται σε θέση να ισορροπήσει με αυτή του νερού.

Στο διάγραμμα 14 παρατηρείται ότι ο ολικός συντελεστής μεταφοράς θερμότητας ξεκινά από υψηλές τιμές με μικρή ανοδική πορεία τα τριάντα πρώτα δευτερόλεπτα και καθώς μεταφέρεται θερμότητα από το νερό στο χυμό ξεκινά η πτώση του μέχρι που αρχίζει να σταθεροποιείται καθώς περνά ο χρόνος και το σύστημα τείνει να ισορροπήσει.

Στο διάγραμμα 15 φαίνεται πως ο ρυθμός μετάδοσης θερμότητας ξεκινά από υψηλές τιμές με ανοδική πορεία τα 30 περίπου πρώτα δευτερόλεπτα και στη συνέχεια πέφτει σταδιακά. Αυτό συμβαίνει καθώς η θερμοκρασία του χυμού αυξάνεται βρίσκεται σε θέση να ισορροπήσει με αυτή του νερού.

Στο διάγραμμα 16 παρατηρείται ότι ο ολικός συντελεστής μεταφοράς θερμότητας ξεκινά από υψηλές τιμές και καθώς μεταφέρεται θερμότητα από το νερό

στο χυμό ξεκινά η μείωση του μέχρι που αρχίζει να σταθεροποιείται καθώς περνά ο χρόνος και το σύστημα τείνει να ισορροπήσει.

Στο διάγραμμα 17 παρατηρείται ότι ο ρυθμός μετάδοσης θερμότητας ξεκινά από υψηλές τιμές και στη συνέχεια πέφτει σταδιακά. Αυτό συμβαίνει καθώς η θερμοκρασία του χυμού αυξάνεται και τείνει να ισορροπήσει με αυτή του νερού το απαιτούμενο ποσό θερμότητας μειώνεται.

Στο διάγραμμα 18 παρατηρείται πως ο ολικός συντελεστής μεταφοράς θερμότητας ξεκινά από χαμηλές τιμές και φθάνει σταδιακά σε υψηλότερες.

Στο διάγραμμα 19 φαίνεται πως ο ρυθμός μετάδοσης θερμότητας ξεκινά από υψηλές τιμές και στη συνέχεια μειώνεται. Αυτό γίνεται διότι, καθώς η θερμοκρασία του χυμού αυξάνεται και τείνει να ισορροπήσει με αυτή του νερού το απαιτούμενο ποσό θερμότητας μειώνεται.

Τέλος στο διάγραμμα 20 παρατηρείται ότι ο ολικός συντελεστής θερμότητας στη δέκατη ταχύτητα ροής ξεκινά από χαμηλές τιμές και πλησιάζει σε υψηλότερες. Αυτό σημαίνει πως οι θερμοκρασίες νερού και χυμού δεν τείνουν να ισορροπήσουν.

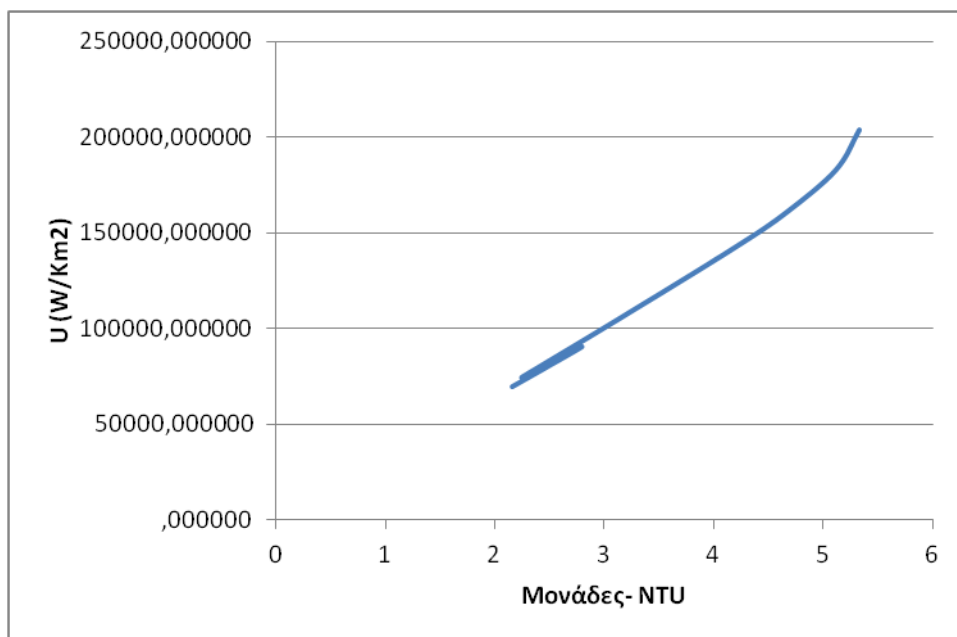
**Πίνακας 23. Συγκεντρωτικός πίνακας των μέσων όρων των αποτελεσμάτων.**

ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΑΝΤΛΙΑΣ	U (W/Km2)	NTU	QI (W)
1	69.488,28286	2,159990033	630,4172865
2	89826,20248	2,780747116	521,4038855
3	86000,92129	2,637907537	270,7122424
4	75619,54029	2,304828248	143,8498487
5	74553,24271	2,251858603	121,6612388
6	103646,931	3,096442793	238,5164422
7	142332,0065	4,194642388	375,9254578
8	160763,0363	4,66658095	387,4680163
9	182900,2407	5,116762926	365,025179
10	203818,748	5,330309017	371,3714388

Από τις τιμές του παραπάνω πίνακα δημιουργήθηκαν τα διαγράμματα που βρίσκονται παρακάτω.



**Διάγραμμα 21. Μεταβολή του ολικού συντελεστή μετάδοσης θερμότητας σύμφωνα με την ταχύτητα της αντλίας.**



**Διάγραμμα 22. Μεταβολή του ολικού συντελεστή μετάδοσης θερμότητας σύμφωνα με τις μονάδες NTU.**

Στο διάγραμμα 21 φαίνεται η μεταβολή του ολικού συντελεστή μετάδοσης θερμότητας με την ταχύτητα της αντλίας. Ο ολικός συντελεστής μετάδοσης θερμότητας επηρεάζεται από τις συνθήκες ροής. Αφού η ταχύτητα ροής επηρεάζεται λόγω τριβής, ο συντελεστής αυτός διαμορφώνεται διαφορετικά σε κάθε διαφορετική

ταχύτητα αντλίας. Γενικότερα οι υψηλές ταχύτητες στην αντλία βελτιστοποιούν τον συντελεστή αυτό. Έχοντας όμως πιάσει μια θερμοκρασία το σύστημα, οι υψηλές ταχύτητες επιτρέπουν τη βέλτιστη μετάδοση θερμότητας με αποτέλεσμα να αυξάνεται ο ολικός συντελεστής μετάδοσης θερμότητας.

Στο διάγραμμα 22 φαίνεται η σχέση των μονάδων NTU με τον ολικό συντελεστή μεταφοράς θερμότητας. Οι μονάδες NTU είναι ανάλογες με τον συντελεστή μετάδοσης θερμότητας. Δηλαδή οι μονάδες αυτές συμπεριφέρονται όπως ο συντελεστής μετάδοσης θερμότητας όπως φαίνεται στο διάγραμμα.

## ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Όπως φαίνεται από τις ενδείξεις των θερμομέτρων η θερμοκρασία νερού δεξαμενής είναι σε όλο το διάστημα της διεξαγωγής του πειράματος σταθερή και αγγίζει τη θερμοκρασία που έχει ρυθμιστεί από το λογισμικό. Συνεπώς η θερμική μόνωση της δεξαμενής της αντλίας είναι πολύ καλή καθώς δεν υπάρχουν απώλειες θερμότητας στο περιβάλλον. Όσον αφορά τις θερμοκρασίες του νερού οι θερμοκρασίες διαμορφώνονται ανάλογα με την ταχύτητα και κατεύθυνση ροής του.

Από τα παραπάνω αποτελέσματα των δέκα διαγραμμάτων φαίνεται ο ρυθμός μετάδοσης θερμότητας να ξεκινά από μια υψηλή τιμή και στη συνέχεια να πέφτει σταδιακά. Αυτό γίνεται επειδή η θερμοκρασία του χυμού αυξάνεται και τείνει να ισορροπήσει με αυτή του νερού. Άρα όσο περνάει ο χρόνος χρήσης του εναλλάκτη υπάρχει μείωση του ρυθμού μετάδοσης θερμότητας.

Ακόμα, όσο περνάει ο χρόνος, οι θερμοκρασίες των θερμομέτρων πλησιάζουν όλο και περισσότερο μεταξύ τους με αποτέλεσμα στο διάστημα των υψηλών ροών (σε χρόνο 15-20 λεπτά) τα θερμομέτρα να έχουν παρόμοιες θερμοκρασίες μεταξύ τους. Έτσι επεξηγείται ότι από ένα σημείο και μετά, αφού μεταδοθεί η περισσότερη θερμότητα που είναι δυνατόν, δεν θα υπάρχει πλέον μεταφορά θερμότητας.

Ο συντελεστής μετάδοσης θερμότητας επηρεάζεται από τις συνθήκες ροής. Αφού η ταχύτητα ροής επηρεάζεται λόγω τριβής, ο συντελεστής αυτός διαμορφώνεται διαφορετικά σε κάθε διαφορετική ταχύτητα ροής. Γενικότερα οι υψηλές ταχύτητες βελτιστοποιούν τον συντελεστή  $QI (W)$ .

Σύμφωνα με τη θεωρία οι μονάδες NTU είναι ανάλογες με τον συντελεστή μετάδοσης θερμότητας πράγμα το οποίο σημαίνει ότι τα ποσά τους είναι ανάλογα. (Edibon, 2010) Άρα οι μονάδες αυτές συμπεριφέρονται σχετικά όμοια με το συντελεστή μετάδοσης θερμότητας όπως παραθέεται παραπάνω στα αποτελέσματα.

Έτσι προκύπτει το συμπέρασμα ότι για την καλύτερη μετάδοση θερμότητας η ροή δεν πρέπει να είναι ιδιαίτερα υψηλή γιατί δεν προλαβαίνει να μεταφερθεί η επιθυμητή ποσότητα θερμότητας στο ρευστό (χυμός) Όσον αφορά τον ολικό συντελεστή μετάδοσης θερμότητας ( $U$ ) φαίνεται στα αποτελέσματα να αυξάνεται από



την πέμπτη ταχύτητα ροής. Αυτό συμβαίνει επειδή ο εναλλάκτης μετά την πέμπτη ταχύτητα ροής μεταδίδει μεγαλύτερο ποσοστό θερμότητας.

Γενικότερα στην βιομηχανία τροφίμων (καθώς και του πετρελαίου) παρατηρήθηκε κατά την έρευνα πληροφοριών ότι προτιμώνται οι εναλλάκτες σε διάταξη αντιρροής. Αυτό συμβαίνει γιατί η διάταξη αντιρροής είναι οικονομικά πιο συμφέρουσα και η διαφορά θερμοκρασιών στις επιφάνειες των τοιχωμάτων του εναλλάκτη είναι μικρή, πράγμα που δεν ευνοεί την απόθεση αλάτων (Βαρζάκας, Φιλιππαίου, 2012). Στην προκειμένη περίπτωση λόγω του μεγάλου μεγέθους του εναλλάκτη παρατηρήθηκε πολύ γρήγορη αύξηση της θερμότητας με τα αποτελέσματα να απεικονίζονται παραπάνω. Δηλαδή σε γενικές γραμμές οι εναλλάκτες σε διάταξη αντιρροής έχουν μεγαλύτερη απόδοση όποτε και οι μετρήσεις του συνολικού συντελεστή αν και φθίνουν είναι αξιόλογες.

## **ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ**

### **Ελληνική βιβλιογραφία**

- Βαρζάκας Θ. , Φιλιππαίου Γ (2012) Σημειώσεις εργαστηρίου μηχανικής τροφίμων. Καλαμάτα, ΑΤΕΙ Καλαμάτας, Τμήμα τεχνολογίας τροφίμων., σελίδες 139-156, 191-194.  
Αναφορά μέσα στο κείμενο: (Βαρζάκας, Φιλιππαίου. 2012)
- Κόντου Γ. (1995) . Μηχανολογικός εξοπλισμός επεξεργασίας τροφίμων κονσερβοποιίας . Αθήνα : Οργανισμός Εκδόσεων διαδίκτυακών βιβλίων Κεφάλαιο 2 ,σελίδες: 65-68  
Αναφορά μέσα στο κείμενο : (Κόντου, 1995)
- Λάζος Ε. (2010) . Επεξεργασία Τροφίμων . Τόμος 1 . Αθήνα : Εκδοτικός Οίκος Interbooks . Μέρος 2 , σελίδες: 50-106, 162-233  
Αναφορά μέσα στο κείμενο: (Λάζος Ε. , 2010)
- Ζουμπούλης Α. , Καραπάντσιος Θ. , Μάτης Κ. , Μαύρος Π. (2013) . Στοιχεία φυσικών διεργασιών . Αθήνα : Εκδόσεις Τζιόλα . Κεφάλαιο 5 , σελίδες: 85-95  
Αναφορά μέσα στο κείμενο: (Ζουμπούλης Α, κ.α, 2009)
- Μπλούκας Ι. Γ. (2004) . Επεξεργασία & Συντήρηση Τροφίμων . Αθήνα : Εκδόσεις Σταμούλη Α. Ε. Κεφάλαια 2 & 4  
Αναφορά μέσα στο κείμενο: (Μπλούκας Ι. Γ. , 2004)
- Τσίνογλου,Δ, (2015), Μετάδοση Θερμότητας), διαθέσιμο στη σελίδα [file:///C:/Users/Public/Lenovo-PC/Downloads/mix\\_met\\_therm\\_slides\\_Kef\\_6.pdf](file:///C:/Users/Public/Lenovo-PC/Downloads/mix_met_therm_slides_Kef_6.pdf)  
Τελευταία επίσκεψη 14-10-15

### **Αγγλική βιβλιογραφία:**

- Edibon, (2010) TICT Manual Madrid  
Αναφορά μέσα στο κείμενο: (Edibon, 2010)
- Ohlsson T. , Bengtsson N. (2000) . Minimal processing technologies in the food industry. America : CRC Press LLC 2<sup>nd</sup> edition CRC order number WP1454, Chapter 2 , pages: 4-12  
Αναφορά μέσα στο κείμενο: (Ohlsson T. ,Bengtsson N. , 2000)
- Varzakas T. (2015), Food engineering handbook:Food engineering fundamentals:, Athens, CRC Press(Chapter Heat exchangers)







