

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΚΥΠΡΟΥ
ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ
ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ



Μεταπτυχιακή διατριβή

ΤΡΟΠΟΙ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΚΑΙ ΕΚΜΕΤΑΛΕΥΣΗ
ΓΕΩΘΕΡΜΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

ΤΤΟΦΑΡΗΣ ΧΡΙΣΤΟΣ

ΛΕΜΕΣΟΣ, ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ 2016

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΚΥΠΡΟΥ
ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΚΑΙ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ
ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ
ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ
ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

Μεταπτυχιακή διατριβή

ΤΡΟΠΟΙ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΚΑΙ ΕΚΜΕΤΑΛΕΥΣΗ
ΓΕΩΘΕΡΜΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

του

Ττοφαρή Χρίστου

Λεμεσός, Δεκέμβριος 2016

ΕΝΤΥΠΟ ΕΓΚΡΙΣΗΣ

Μεταπτυχιακή διατριβή

ΓΕΩΘΕΡΜΙΑ

Παρουσιάστηκε από

Ττοφαρή Χρίστο

Επιβλέπων καθηγητής

Επίκουρο καθηγητή Αλέξανδρο Χαραλαμπίδη

Μέλος επιτροπής

Επίκουρο καθηγητή Κώστα Κώστα

Μέλος επιτροπής

Επίκουρο καθηγητή Πέτρο Σάββα

Τεχνολογικό Πανεπιστήμιο Κύπρου

Λεμεσός, Δεκέμβριος 2016

Πνευματικά δικαιώματα

Copyright © Ττοφαρής Χρίστος, 2016

Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All rights reserved.

Η έγκριση της μεταπτυχιακής διατριβής από το Τμήμα Επιστήμης και Τεχνολογίας Περιβάλλοντος του Τεχνολογικού Πανεπιστημίου Κύπρου δεν υποδηλώνει απαραίτητως και αποδοχή των απόψεων του συγγραφέα εκ μέρους του Τμήματος.

Ευχαριστίες

Θα ήθελα να ευχαριστήσω ιδιαίτερα τον καθηγητή μας Δρ. Χαραλαμπίδη για την πολύτιμη βοήθεια που προσέφερε κατά την διάρκεια της εκπόνησης της εργασίας. Επίσης ευχαριστούμε θερμά την SYCHEM & ZNX, μηχανολογικές εταιρίες, για τις χρήσιμες πληροφορίες που μας παρείχαν. Τέλος ευχαριστούμε όλους τους φίλους και συναδέλφους για τις διευκολύνσεις και τις συμβουλές τους.

Περιεχόμενα

Ευχαριστίες	vi
Συνοτομογραφίες	xi
Περίληψη	xii
Abstract	xiii
1.Εισαγωγή	1
1.1 Ήλιος – Ηλιακή Ενέργεια	4
1.1.1 Φωτοβολταϊκά Στοιχεία.....	4
1.1.2 Ηλιακή θέρμανση και ηλιακή θερμοσίφωνες (ZNX)	6
1.2 Άνεμος – Αιολική Ενέργεια	7
1.3 Υδροηλεκτρική Ενέργεια	8
1.4 Βιομάζα	9
1.5 Οι Θάλασσες	11
1.6 Γεωθερμική Ενέργεια.....	12
2. Ο σκοπός του κλιματισμού.....	18
3. Είδη Γεωεναλλακτών	19
3.1 Γεωθερμικοί εναλλάκτες κλειστού βρόχου (Closed - loop systems).....	19
3.1.1 Οριζόντια διάταξη σε σειρά.....	20
3.1.2 Οριζόντια παράλληλη διάταξη	20
3.1.3 Οριζόντια σπειροειδής διάταξη	21
3.1.4 Το κάθετο σύστημα κλειστού βρόχου	23
3.1.5 Οι αγωγοί σχήματος- U	24
3.1.6 Οι ομοαξονικοί αγωγοί	25
3.2 Συγκρίσεις Γεωεναλλακτών	26
3.2.1 Οριζόντιοι γεωεναλλάκτες με κάθετους γεωεναλλάκτες	26
3.2.2 Σύγκριση 3 τύπων γεωεναλλακτών	27
3.3.3 Χρήσιμες πληροφορίες για διάφορους γεωεναλλάκτες	27

3.3	Γεωθερμικοί εναλλάκτες ανοικτού βρόχου (Open - loop systems).....	28
3.2.1	Τρόπος εξέτασης γεωτρήσεων (μεθοδολογία)	29
3.2.2	Ανοιχτό Γεωθερμικό σύστημα με θαλασσινό νερό	30
4.	Γεωθερμικές Αντλίες Θερμότητας (ΓΑΘ).....	32
4.1	Πλεονεκτήματα:	36
4.2	Μειονεκτήματα	38
4.3	Κριτήρια εγκατάστασης ΓΑΘ.....	39
5.	Εξοικονόμηση από Γεωθερμία	45
5.1	Αποδοτικότητα γεωθερμίας και ποσοστά εξοικονόμησης.....	48
5.2	Παράδειγμα εξοικονόμησης από Ξενοδοχείο Amathus beach hotel	51
6.	Υβριδικά συστήματα	54
7.	Παραδείγματα από έργα στη Κύπρο με γεωθερμία και συμπεράσματα.	58
7.1	Συμπεράσματα	63
	Βιβλιογραφία	64

Περιεχόμενα Εικόνων

Εικόνα 1: Φωτοβολταϊκό στοιχείο.....	4
Εικόνα 2: Ηλιοθερμικό Σύστημα.....	6
Εικόνα 3: Ανεμογεννήτριες	7
Εικόνα 4: Σύστημα υδροηλεκτρικής ενέργειας	8
Εικόνα 5: Σύστημα παραγωγής βιομάζας.....	9
Εικόνα 6: Παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από την θάλασσα	11
Εικόνα 7: Παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από την γεωθερμία	12
Εικόνα 8: Θερμοκρασίες εδάφους και χρήση γεωθερμίας	13
Εικόνα 9: Καινοτόμος τρόπος παραγωγής ενέργειας με γεωθερμία	13
Εικόνα 10: Γεωεναλλάκτης με θερμοηλεκτρικά κελία.....	14
Εικόνα 11: Χάρτης Ινδονησίας με ζεστά νερά	14
Εικόνα 12.....	15
Εικόνα 13	15
Εικόνα 14.....	16
Εικόνα 15: Θερμικός χάρτης εδάφους Αμερικής	17
Εικόνα 16: Γεωεναλλάκτης οριζόντιας διάταξης σε σειρά	20
Εικόνα 17: Γεωεναλλάκτης οριζόντιας παράλληλης διάταξης	20
Εικόνα 18: Γεωεναλλάκτης οριζόντιας σπειρωειδούς διάταξης	21
Εικόνα 19: 1η γραφική με 200μέτρα μήκος, 2η γραφική 500μέτρα μήκος	22
Εικόνα 20: Γεωεναλλάκτης κάθετου κλειστού βρόχου.....	23
Εικόνα 21: Γεωεναλλάκτης κάθετος σχήματος U	24
Εικόνα 22: Γεωεναλλάκτης σε λίμνη ή θάλασσα	25
Εικόνα 23: Μεταφορά θερμότητας κάθετων και οριζόντιων γεωεναλλακτών.....	26
Εικόνα 24: Μηχανικός Εναλλάκτης θερμότητας.....	28
Εικόνα 25: Διάγραμμα παραγωγής Ψύξης ανοικτού συστήματος γεωθερμίας.....	30
Εικόνα 26: Διάγραμμα παραγωγής θέρμανσης ανοικτού συστήματος γεωθερμίας.....	31
Εικόνα 27: Αερόψυκτη αντλία θερμότητας	Εικόνα 28: Υδροψυκτη αντλία θερμότητας
32	
Εικόνα 29: Εγκατεστημένη ισχύς με γεωθερμία στη Κορέα.....	33
Εικόνα 30: Είδη γεωθερμικών εγκαταστάσεων.....	34
Εικόνα 31: Εξέλιξη γεωθερμίας στη Ελβετία.....	35
Εικόνα 32: Παραγωγή διοξειδίου του άνθρακα ανά κιλοβατώρα	37

Εικόνα 33: Παρουσίαση απόσβεσης χρημάτων από γεωθερμία	40
Εικόνα 34: Γεωλογικός Χάρτης Χιλής	41
Εικόνα 35: Διαφορά θερμοκρασίας εδάφους μετά την πάροδο χρόνων	42
Εικόνα 36: Γεωλογικός Χάρτης Κύπρου.....	43
Εικόνα 37: Γεωμορφολογικός Χάρτης Κύπρου	44
Εικόνα 38: Υδρολογικός Χάρτης Κύπρου.....	44
Εικόνα 39: Γράφημα συμπεριφοράς ΓΑΘ και κλιματιστικής μονάδας	45
Εικόνα 40: Παγκόσμια εκμετάλλευση γεωθερμίας από το 1995 μέχρι το 2015	46
Εικόνα 41: Χρήσης γεωθερμίας το 2015	47
Εικόνα 42: Μείωση διοξειδίων του άνθρακα με δοχείο αποθήκευσης θερμότητας.....	49
Εικόνα 43: Κόστος γεωτρήσεων και χρόνος απόσβεσης	50
Εικόνα 44: Σταθμός παραγωγής ηλεκτρισμού με ΑΠΕ	54
Εικόνα 45: Τρόπος λειτουργίας συστήματος ηλεκτρισμού στη Ιαπωνία	55
Εικόνα 46: Υβριδικό σύστημα γεωθερμίας με ηλιοθερμία	55
Εικόνα 47: Ποσοστά εξοικονόμησης υβριδικού συστήματος	56
Εικόνα 48: Υβριδικό σύστημα με χρήση ΑΠΕ.....	57
Εικόνα 49 : The Oval - Ανοικτό σύστημα γεωθερμίας (υπό κατασκευή)	58
Εικόνα 50: American Heart Instituted- Ανοικτό σύστημα γεωθερμίας.....	59
Εικόνα 51: Kimagro fish farm- Ανοικτό σύστημα γεωθερμίας από την θάλασσα.	60
Εικόνα 52 : Ξενοδοχείο Άγιοι Ανάργυροι - Κατακόρυφο κλειστό σύστημα.	61
Εικόνα 53: Amathus beach hotel - Ανοικτό σύστημα γεωθερμίας με θαλασσινό νερό.	62

Περιεχόμενα Πινάκων

Πίνακας 1: Πανεπιστήμια στο Καναδά με κλάδους μελέτης γεωθερμίας.....	34
Πίνακας 2: Εγκαταστάσεις ΓΑΘ στη Ευρώπη	39
Πίνακας 3: Εξοικονόμηση Ξενοδοχείου Αμαθούς με σύστημα ανοικτής Γεωθερμίας..	52
Πίνακας 4: Εξοικονόμηση Ξενοδοχείου Αμαθούς με σύστημα ανοικτής Γεωθερμίας..	52

Συντομογραφίες

Παρουσιάζονται συνοπτικά όλες οι σημαντικές συντομογραφίες που έχουν χρησιμοποιηθεί στο κείμενο της διατριβής :

ΓΑΘ:	Γεωθερμική Αντλία Θερμότητας
ΘΧ:	Θέρμανση Χώρου
ΨΧ:	Ψύξη Χώρου
ΑΗΚ:	Αρχή Ηλεκτρισμού Κύπρου
ΑΠΕ:	Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας

Περίληψη

Η εργασία αυτή αποτέλεσε μια καλή ευκαιρία για την κατανόηση της χρήσης των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και ειδικότερα της γεωθερμίας που είναι μια καινούργια μέθοδος για τα δεδομένα της Κύπρου. Μια καινούργια προσέγγιση για εξοικονόμηση ενέργειας και διοξειδίου του άνθρακα κυρίως σε γραφεία και ξενοδοχειακές μονάδες.

Μας δόθηκε η δυνατότητα να γνωρίσουμε τον τρόπο σχεδιασμού μιας γεωθερμικής εγκατάστασης, για παραγωγή ηλεκτρισμού, εξοικονόμηση στο κλιματισμό και θέρμανσης, καθώς και τη συνεργασία αυτής με άλλα συστήματα.

Η εργασία είναι βιβλιογραφική. Αποτελείται από 7 κεφάλαια, όπου αφιερώνεται σε βασικές αρχές διάφορων τεχνολογιών ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και περιγράφεται βιβλιογραφικά η χρήση της γεωθερμίας παγκοσμίως και οι διάφορες μεταβλητές που πρέπει να μελετηθούν πριν την εγκατάσταση αυτού. Γίνεται περιγραφή των βασικών αρχών του κλιματισμού όπως και ορισμένων συστημάτων που χρησιμοποιούνται στα πλαίσια αυτού.

Οι άνθρωποι πρέπει να ενημερωθούν για την γεωθερμία επειδή είναι μια καινούργια, αξιόπιστη και αποδοτική μέθοδος εκμετάλλευσης ΑΠΕ. Με αυτή την μελέτη, οι αναγνώστες θα κατανοήσουν και θα τους ελκύσει αυτή η καινούργια μέθοδος ΑΠΕ.

Λέξεις κλειδιά:

Γεωθερμία, Εναλλάκτες Θερμότητας, Αντλία Θερμότητας, Εξοικονόμηση, Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας, Θέρμανση & Ψύξη Χώρου,

Abstract

The purpose of this research is about geothermal energy which is a new renewable energy to Cyprus. Is a new approach to save energy and carbon dioxide especially to big buildings like offices and hotels.

We get known the designing of geothermal systems of electricity production, saving energy for cooling and heating. Also we learn the high efficiency of geothermal energy with other renewables energies.

The project is literature with 7 chapters, where at first we saw all the renewable energy sources and the use of geothermal energy worldwide. We study all the variables which must be consider about designing a geothermal project.

People should be informed about geothermal energy because is new, reliable and efficient renewable energy method. This essay will help the readers to have a better understanding and be attractive to this new approach of energy saving.

Keywords:

Geothermal energy, renewable energies, geological, ground heat exchangers, heating and cooling, heat pumps