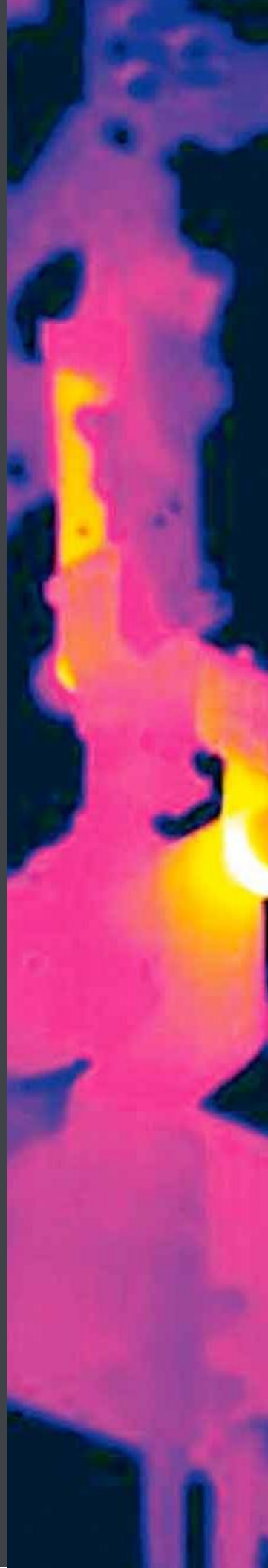


Ε.Μ.Π. Σχολή Μηχανολόγων
Μηχανικών Τομέας Θερμότητας

εργαστήριο εφαρμοσμένης θερμοδυναμικής
<http://www.thermolab.mech.ntua.gr>

Διευθύντρια: Καθηγήτρια Ειρ. Κορωνάκη



Ε.Μ.Π. Σχολή Μηχανολόγων
Μηχανικών Τομέας Θερμότητας
εργαστήριο εφαρμοσμένης θερμοδυναμικής
<http://www.thermolab.mech.ntua.gr>

Περιεχόμενα

Εισαγωγή.....	3
Εκπαίδευση.....	18
Προπτυχιακά Μαθήματα.....	19
Μεταπτυχιακά Μαθήματα.....	21
Εξοπλισμός.....	23
Έρευνα.....	40
Διδακτορικές Διατριβές.....	41
Ερευνητικά Έργα.....	43
Επιστημονικές Δημοσιεύσεις.....	49
Προσωπικό.....	54



Εισαγωγή



Όσο σημαντική είναι η συστηματική έρευνα και η παραγωγή νέας γνώσης, ιδεών και καινοτομιών στην ευημερία των κοινωνιών, τόσο σημαντική είναι και η διάδοσή τους. Το τεύχος λοιπόν αυτό δημιουργήθηκε με σκοπό να συγκεντρώσει και να διαδώσει τα πρόσφατα πεπραγμένα του εργαστηρίου.

Με σημείο αναφοράς τις απαραίτητες εκπαιδευτικές δράσεις και την βασική / εφαρμοσμένη έρευνα, το Εργαστήριο Εφαρμοσμένης Θερμοδυναμικής έχει επεκτείνει το φάσμα των δραστηριοτήτων του, συμμετέχοντας σε πλείστα ερευνητικά έργα και διατηρώντας στενές διασυνδέσεις με την αγορά των μηχανικών.

Το Εργαστήριο Εφαρμοσμένης Θερμοδυναμικής είναι ένα από τα παλαιότερα εργαστήρια της Σχολής Μηχανολόγων Μηχανικών και γενικότερα, του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου. Το Εργαστήριο διαθέτει την απαιτούμενη εξειδίκευση, το ανθρώπινο δυναμικό και τις κατάλληλες υποδομές ώστε να προσφέρει διδακτικό και επιστημονικό έργο υψηλού επιπέδου. Έχει συνεισφέρει ενεργά στη βιομηχανία, σε κοινωνικές ομάδες, σε επαγγελματικούς κλάδους, αλλά και σε ιδιώτες.

Οι ερευνητικές δραστηριότητες του Εργαστηρίου είναι οι εξής:

- Σχεδιασμός, ανάλυση, προσομοίωση και βελτιστοποίηση θερμοδυναμικών συστημάτων και κύκλων,
- Σχεδιασμός, ανάλυση, προσομοίωση και βελτιστοποίηση κλιματιστικών συστημάτων ανοικτού εξατμιστικού κύκλου με υγρό και στερεό προσροφητικό υλικό,
- Σχεδιασμός, ανάλυση, προσομοίωση και βελτιστοποίηση εναλλακτών θερμότητας με χρήση υλικών αλλαγής φάσης και νανορευστών
- Προσομοίωση και βελτιστοποίηση κλιματιστικών μονάδων απορροφήσεως με θερμικά ηλιακά συστήματα,
- Μοντελοποίηση μηχανών Stirling,
- Σχεδιασμός, ανάλυση, προσομοίωση και βελτιστοποίηση ψυκτικών μονάδων εγχυτήρα και συνδυασμένων μονάδων απορρόφησης – εγχυτήρα,
- Θερμοδυναμική ανάλυση μη αναστρέψιμων διφασικών διεργασιών διμερούς μίγματος.

Στα πλαίσια των δραστηριοτήτων του Εργαστηρίου, παρέχονται οι ακόλουθες υπηρεσίες:

- Μελέτες εφαρμογής και τεχνοοικονομικές μελέτες έργων εξοικονόμησης ενέργειας στον κτηριακό τομέα,
- Διεξαγωγή ενεργειακών επιθεωρήσεων σε κτήρια τριτογενούς τομέα,

- Μετρήσεις ενεργειακής αποδοτικότητας ψυκτικών συστημάτων.
- Μελέτες ενεργειακής συμπεριφοράς κτηρίων.

Τα τελευταία χρόνια, καταβάλλεται συνεχής προσπάθεια για την επικαιροποίηση των υλικών υποδομών, των διεθνών συνεργασιών και των παρεχόμενων υπηρεσιών του Εργαστηρίου. Με βασικές αρχές την εξωστρέφεια, την παραγωγικότητα και την αίσθηση ευθύνης προς το κύρος του Ε.Μ.Π., ο απώτερος σκοπός του Εργαστηρίου είναι η συνεχής αναβάθμιση της ποιότητας των δραστηριοτήτων του.



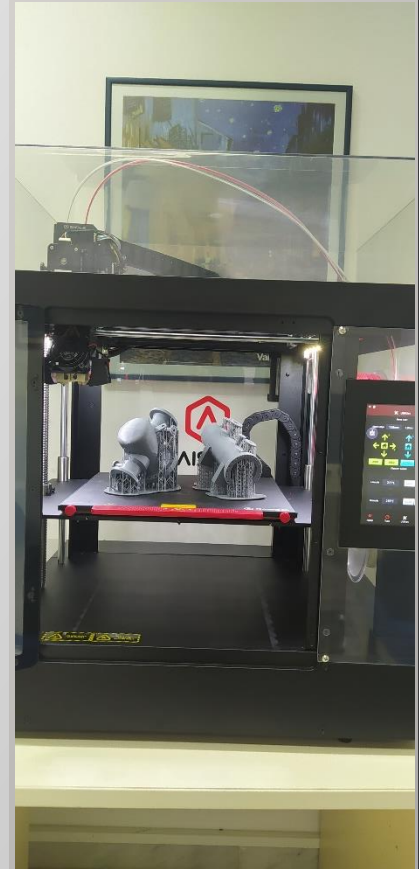
Το Εργαστήριο Εφαρμοσμένης Θερμοδυναμικής τελεί υπό τη διεύθυνση της Καθηγήτριας κας Ειρ. Κορωνάκη. Η Δρ. Ειρ. Κορωνάκη έχει διατελέσει στέλεχος διοικητικών συμβουλίων δημόσιων φορέων, Ερευνήτρια στο Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας και συμμετέχει ενεργά σε θέματα μεταφοράς καινοτομίας στην Ελλάδα. Το προσωπικό του Εργαστηρίου συμπληρώνεται από δύο μέλη ΕΔΙΠ (Ειδικό Διδακτικό Προσωπικό), τους Δρ. Ν. Κομνηνό και Δρ. Γ. Αντωνάκο, ενώ η στελέχωση του Εργαστηρίου καλύπτεται από επιστημονικούς συνεργάτες (κατόχους διδακτορικού διπλώματος) και υποψήφιους διδάκτορες (κατόχους μεταπτυχιακών διπλωμάτων από την Ελλάδα και το εξωτερικό).

Ενδεικτικά αναφέρονται τα ακόλουθα έργα στα οποία έχει συμμετάσχει και εκπονήσει επιτυχώς το Εργαστήριο Εφαρμοσμένης Θερμοδυναμικής:

- Αξιολόγηση της ενεργειακής συμπεριφοράς του φυτεμένου δώματος στο κτίριο του Υπουργείου Οικονομίας και Οικονομικών τρεις μήνες μετά την εγκατάστασή του, 2008 με χρήση θερμοκάμερας και προσομοιωτικών μοντέλων, 2008. (Ανάθεση από το Υπουργείο Οικονομίας 2008)
- Αξιολόγηση της ενεργειακής συμπεριφοράς του φυτεμένου δώματος στο κτίριο του Υπουργείου Οικονομίας και Οικονομικών ένα χρόνο μετά την εγκατάστασή του, 2008 με χρήση θερμοκάμερας και προσομοιωτικών μοντέλων, 2009. (Ανάθεση από το Υπουργείο Οικονομίας 2009)
- Ενεργειακός Σχεδιασμός του κτιρίου της Αστυνομικής Διεύθυνσης Πειραιά, ΣΔΙΤ, 2009, ΒΙΟΤΕΡ, Α' φάση.
- REAL-SKILLS-EUROPE (2009-2011) Διαρροές ψυκτικών μέσων σε δημόσια και ιδιωτικά κτήρια. Εκπαίδευση μηχανικών και ψυκτικών.
- NRG4Cast: Energy Forecasting στο πλαίσιο του οποίου εγκαταστάθηκε δίκτυο μετρητών ηλεκτρικής ενέργειας σε όλη την Πολυτεχνειούπολη Ζωγράφου για την καταγραφή και τον έλεγχο της άεργου και ενεργού ισχύος
- ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΟΙ ΗΛΙΑΚΟΙ ΣΥΛΛΕΚΤΕΣ ΥΨΗΛΗΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ ΚΑΙ ΑΠΟΔΟΣΗΣ, Αριθμός Συμβολαίου 674-BET-2013, Ημερομηνία Έναρξης 27/2/2014, Ημερομηνία Λήξης 30/6/2015. (Επιστημονική Υπεύθυνη). ΕΣΠΑ 2007-2013, στα πλαίσια της Πράξης Πρόγραμμα Ανάπτυξης Βιομηχανικής Έρευνας & Τεχνολογίας (ΠΑΒΕΤ) 2013, του Επιχειρησιακού Προγράμματος «Ανταγωνιστικότητα & Επιχειρηματικότητα» και

Περιφερειών σε Μετάβαση.
<http://www.solecon.gr/el/project-team.html>.

- SolBio-Rev: Solar Biomass Reversible energy system for covering a large share of energy needs in buildings (May 2019 – April 2023), <http://www.solbiorev.eu/> Call: H2020-Lc –SC3-2018-2019-2020, Topic: LC –SC3-RES-4-2018. Συνεργασία με το Εργαστήριο Ατμοκινητήρων και Λεβήτων (Επιστημονικοί Υπεύθυνοι).
- ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ, Κωδ. ΕΔΕΙΑ 62371600
Μετρήσεις, ενεργειακή αξιολόγηση και βελτιστοποίηση σχεδιασμού ψυκτικών συστημάτων.
ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ-ΨΥΞΗΣ, Κωδ. ΕΔΕΙΑ 62367000 ΗΕΡΤΑΡΟΛΙΣ GREEN ENERGY SOLUTIONS LTD.
- Μετρήσεις, ενεργειακή αξιολόγηση και βελτιστοποίηση σχεδιασμού ψυκτικού συστήματος εταιρείας Ηετταρολις. Επιστημονική Υπεύθυνη Κορωνάκη Ειρ..
- Πρόταση Ενεργειακής Αναβάθμισης του Κτηρίου ANYM των Σχολών Ναυπηγών και Μηχανολόγων Μηχανικών, στο πλαίσιο της συμμετοχής του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου στην πρόσκληση για την υποβολή προτάσεων στο Τομεακό Επιχειρησιακό Πρόγραμμα «Υποδομές Μεταφορών, Περιβάλλον και Αειφόρος Ανάπτυξη» του ΕΣΠΑ 2014-2020, με τίτλο «ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗ ΔΗΜΟΣΙΩΝ ΚΤΙΡΙΩΝ - Δράσεις Ενεργειακής Αναβάθμισης και Εξοικονόμησης Ενέργειας (ΕΞΕ) και Αξιοποίησης Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΑΠΕ) σε Ανώτατα Εκπαιδευτικά Ιδρύματα, Φοιτητικές Εστίες και εγκαταστάσεις Τεχνολογικών Φορέων του Υπουργείου Παιδείας», ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ Ε.Π. «ΥΠΟΔΟΜΕΣ ΜΕΤΑΦΟΡΩΝ, ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ & ΑΕΙΦΟΡΟΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗ» (ΕΥΔ/ΕΠ-ΥΜΕΠΕΡΑΑ)" ΤΟΜΕΑΣ: ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ.
- Πρόταση Ακαδημαϊκού Προγράμματος Δημοσίων Επενδύσεων 2018 με τίτλο «ENERGY HUB». Διατομεακή πρόταση συνεργασίας με τους Τομείς Θερμότητας, Μηχανολογικών Κατασκευών και Αυτομάτου Ελέγχου, Ρευστών, Πυρηνικής Τεχνολογίας της Σχολής Μηχανολόγων Μηχανικών.
- Αξιολόγηση ενεργειακής απόδοσης ψυκτικών συστημάτων





Επιπρόσθετα, λόγω της εμπειρίας από την εκπόνηση ενεργειακών μελετών και επιθεωρήσεων, το εξειδικευμένο προσωπικό του Εργαστηρίου μπορεί να παράσχει και εκπαίδευση σε στελέχη του ΥΠΕΘΑ σε θέματα που σχετίζονται με την εξοικονόμηση ενέργειας, την εφαρμογή συστημάτων ανανεώσιμων πηγών ενέργειας αλλά και ειδικότερα την ενεργειακή αναβάθμιση των κτηρίων.

Στις εγκαταστάσεις του συγκροτήματος Μηχανολόγων Μηχανικών στην Πολυτεχνειούπολη Ζωγράφου, το Εργαστήριο Εφαρμοσμένης Θερμοδυναμικής στεγάζει και επεκτείνει τις δραστηριότητές του. Στην παρούσα φάση, το Εργαστήριο κατέχει επίσης ένα χώρο υπολογιστών όπου λαμβάνουν χώρα προσομοιώσεις λειτουργίας καινοτόμων ενεργειακών συστημάτων αλλά και η καταγραφή των μετρήσεων των παρακάτω πειραματικών διατάξεων:

- **διάταξη ψύξης με απορρόφηση**: έχει εγκατασταθεί εμπορική μηχανή απορρόφησης, εξοπλισμένη με πλήρη μετρητικά συστήματα, με σκοπό τη χρήση της στα πλαίσια της εκπαίδευσης των φοιτητών και της υποστήριξης ερευνητικών προγραμμάτων
- **διάταξη κλιματισμού ανοιχτού εξατμιστικού κύκλου με αφυγραντικό τροχό**: με τη μονάδα αυτή, πλήρως ελεγχόμενη ηλεκτρονικά, μελετώνται οι λειτουργικές παράμετροι αυτής της νέας τεχνολογίας και εξετάζονται κατά περίπτωση τροποποιήσεις για την αύξηση της απόδοσής της.
- **μηχανή συμπαραγωγής Stirling**: το ολοκληρωμένο αυτό σύστημα χρησιμοποιείται για να επιδείξει τα πλεονεκτήματα της συμπαραγωγής σε μικρή κλίμακα, τόσο σε περιβαλλοντικό, όσο και σε οικονομικό επίπεδο
- **διατάξεις εξατμιστικής ψύξης**: με υγρά αφυγραντικά υλικά λειτουργεί πειραματική μονάδα, πλήρως εξοπλισμένη με μετρητικά συστήματα και πλήρως παραμετροποιήσιμη, ώστε η καινοτόμος αυτή τεχνική (την οποία πρώτο το Εργαστήριο Εφαρμοσμένης Θερμοδυναμικής έφερε στην Ελλάδα) να βελτιστοποιηθεί και να καταστεί ισάξια εναλλακτική των συμβατικών διατάξεων κλιματισμού.
- **διάταξη ηλιακής ψύξης** με σύστημα ηλιακής συμπαραγωγής: λειτουργεί πειραματική μονάδα με ψύκτη προσρόφησης ο οποίος είναι συνδεδεμένος με σύστημα ΡVΤ για την αναγέννηση του προσροφητικού υλικού του ψύκτη.
- σύστημα αφαλάτωσης νερού: με δεδομένο το πρόβλημα της ανομβρίας και της λειψυδρίας που αντιμετωπίζουν πολλές (κατά κύριο λόγο νησιωτικές) περιοχές της Ελλάδας, η αφαλάτωση του θαλασσινού νερού μπορεί να αποτελέσει μια ενδιαφέρουσα λύση για την υδροδότηση των περιοχών αυτών. Στο Εργαστήριο λειτουργεί μηχανή αφαλάτωσης, οδηγούμενη σε πρώτη φάση από ηλεκτρικό ρεύμα και μελλοντικά από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας.

Μεταξύ αυτών, το Εργαστήριο Εφαρμοσμένης Θερμοδυναμικής είναι πλήρως εξοπλισμένο με φορητές μηχανές αξιολόγησης της ενεργειακής συμπεριφοράς κτηρίων. Συγκεκριμένα, διατίθενται:

- **Θερμική κάμερα** για τον προσδιορισμό των θερμικών απωλειών από το κέλυφος και τα λοιπά στοιχεία των κτηρίων
- **ανιχνευτής διαρροών ψυκτικών μέσων** για τον εντοπισμό προβληματικών σημείων σε κυκλώματα ψύξης και κλιματισμού και την ευχερή επισκευή αυτών
- **μετρητής καυσαερίων** για τον προσδιορισμό της σύστασης των καυσαερίων από συστήματα καύσης ορυκτών καυσίμων και συνεπακόλουθα την εκτίμηση της ποιότητας της καύσης και της περιβαλλοντικής επιβάρυνσης των εκάστοτε συστημάτων
- **μετρητής αιθάλης** για τον προσδιορισμό της ποσότητας αιθάλης των καυσαερίων που προέρχονται από την καύση στερεών και υγρών καυσίμων
- **αναλυτής ηλεκτρικής ισχύος** για τη μέτρηση της καταναλισκόμενης ηλεκτρικής ισχύος και την εκτίμηση της συμπεριφοράς του εν γένει ηλεκτρικού συστήματος του υπό μελέτη κτηρίου (άεργος ισχύς, συντελεστής ισχύος κ.λπ.)
- **υγρασιόμετρο** για τη μέτρηση της θερμοκρασίας ξηρού βολβού αλλά και της σχετικής υγρασίας στο εσωτερικό των χώρων.

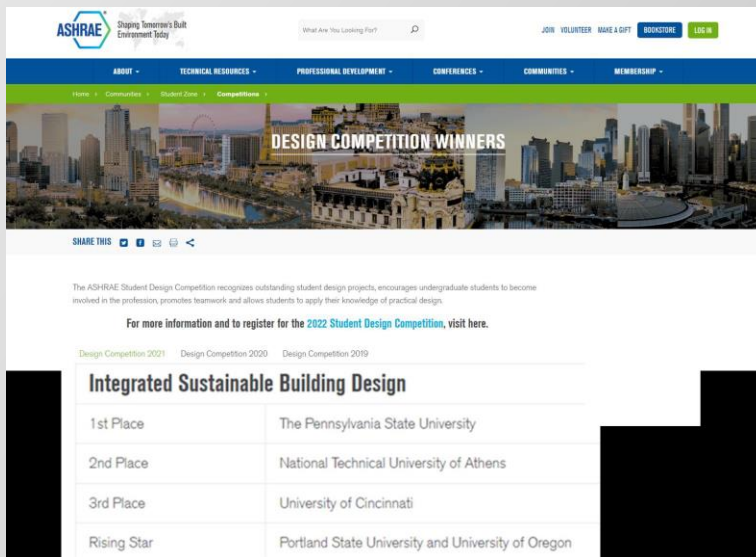


Διακρίσεις

Μεγάλη Διεθνής Διάκριση

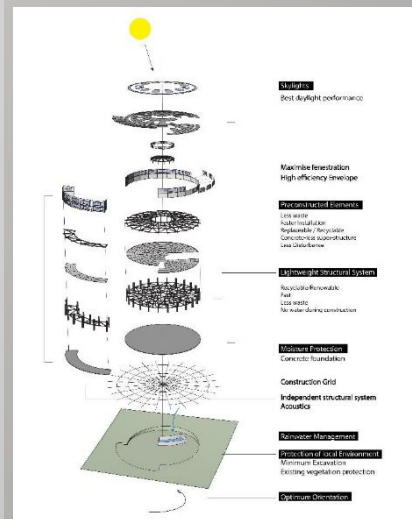
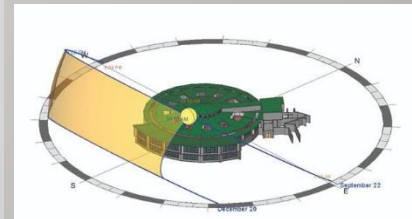
Δεύτερο βραβείο για την ομάδα Μηχανολόγων & Αρχιτεκτόνων Μηχανικών ΕΜΠ στον διεθνή φοιτητικό διαγωνισμό της ASHRAE (2021 ASHRAE Student Design Competition) Σεπτέμβριος 2021

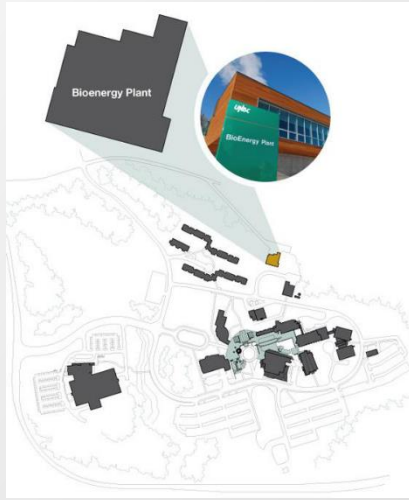
Το δεύτερο βραβείο κέρδισε η ομάδα Μηχανολόγων & Αρχιτεκτόνων Μηχανικών του Φοιτητικού Παραρτήματος της ASHRAE στο ΕΜΠ για τη συμμετοχή της στην κατηγορία Integrated Sustainable Building Design του ετήσιου διεθνούς φοιτητικού διαγωνισμού που διοργάνωσε για το 2021 η American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers (2021 ASHRAE Student Design Competition). Στα πλαίσια του διαγωνισμού υποβλήθηκαν και αξιολογήθηκαν σχετικές μελέτες από εκατοντάδες ακαδημαϊκά ιδρύματα ανά τον κόσμο.



The screenshot shows the ASHRAE website's 'DESIGN COMPETITION WINNERS' page. It features a navigation bar with 'ASHRAE' logo and 'Sustaining Tomorrow's Built Environment Today'. Below the navigation, there's a search bar and buttons for 'JOIN', 'VOLUNTEER', 'MAKE A GIFT', 'BOOKSTORE', and 'LOG IN'. The main content area has a header 'DESIGN COMPETITION WINNERS' over a cityscape image. Below this, there's a section for 'Integrated Sustainable Building Design' with a table of winners.

Design Competition 2021	Design Competition 2020	Design Competition 2019
1st Place	The Pennsylvania State University	
2nd Place	National Technical University of Athens	
3rd Place	University of Cincinnati	
Rising Star	Portland State University and University of Oregon	





Η ομάδα που εκπόνησε τη βραβευθείσα μελέτη αποτελείται από τους φοιτητές της Σχολής Μηχανολόγων Μηχανικών **ΕΜΠ Γιώργο Ορφανό, Ανδρέα Αντζουλάτο, Δημήτρη Δημητρόπουλο και Γιώργο Παπαχρήστο** και τους φοιτητές της Σχολής Αρχιτεκτόνων Μηχανικών ΕΜΠ Παναγιώτη Καραπιτέρη, Μεταξία Πήλιουρα, Αθανάσιο Πετσίνη και Σπυρίδωνα Τσαμαδιά. Την ακαδημαϊκή εποπτεία της ομάδας είχαν η **Αναπλ. Καθηγήτρια Ειρήνη Κορωνάκη της Σχολής Μηχανολόγων Μηχανικών στο πλαίσιο του μαθήματος «Συστήματα Βιομηχανικής Ψύξης»** και ο Αναπλ. Καθηγητής Μιλτιάδης Κατσαρός της Σχολής Αρχιτεκτόνων Μηχανικών, ενώ ουσιαστική ήταν και η συμβολή των τεχνικών συμβούλων της ομάδας **Πέτρου Δαλαβούρα, Υποψήφιου Διδάκτορα της Σχολής Μηχανολόγων Μηχανικών** και Ιωάννη Τιμαγένη, εξωτερικού συνεργάτη του Εργαστηρίου Ηχοτεχνίας της Σχολής Αρχιτεκτόνων Μηχανικών.

Αντικείμενο του διαγωνισμού ήταν ο ολοκληρωμένος βιώσιμος σχεδιασμός ενός νέου διώροφου κτηρίου 4645 m² σε πανεπιστημιούπολη τριτοβάθμιας εκπαίδευσης στο Prince George, British Columbia, του Καναδά. Το κτήριο αποτελείται από χώρο εστίασης που μπορεί να φιλοξενήσει 720 άτομα ταυτόχρονα, χώρο γραφείων και βιομηχανικές εγκαταστάσεις ψυγείων. Η ομάδα έπρεπε να προσεγγίσει την έννοια της βιωσιμότητας στο σύνολο της ζωής του κτηρίου, ακολουθώντας τα πρότυπα και τους κανονισμούς της ASHRAE και του LEED καθώς και να εξετάσει εναλλακτικό σενάριο σχεδιασμού εξατομικευμένο στα χαρακτηριστικά του κτηρίου αλλά και της ευρύτερης περιοχής. Η ανάκτηση θερμότητας από τις κουζίνες, η αναδιαμόρφωση των χώρων, η μεγιστοποίηση του φυσικού φωτισμού αποτελούν μερικά από τα στοιχεία μέσω των οποίων επιτεύχθηκε χαμηλή κατανάλωση ενέργειας και ανταγωνιστικό κόστος επένδυσης σε βάθος 50 χρόνων. Τέλος, στο κτήριο ενσωματώθηκαν στοιχεία του Industry 4.0 προκειμένου να ενισχύσει την βιωσιμότητα του με την βοήθεια νέων τεχνολογικών εφαρμογών, όπως το σύστημα αυτόματης καταγραφής και διαχείρισης αποβλήτων τροφίμων.

Μεγάλη Διεθνής Διάκριση Βραβείο Edward F. Obert Award 2022 (Νοέμβριος 2022)

Τα αποτελέσματα μακρόχρονης ερευνητικής προσπάθειας του εργαστηρίου Εφαρμοσμένης Θερμοδυναμικής της σχολής Μηχανολόγων Μηχανικών στον τομέα της κρουογονικής και της υπερρευστότητας, υποβλήθηκαν για δημοσίευση στο διεθνές συνέδριο International Mechanical Engineering Congress and Exhibition 2021 (IMECE 2021), υπό τον τίτλο “Studying the Superfluid Transformation in Helium 4 Through the Partition Function and Entropic Behavior”, με συγγραφείς τους κ. Γεώργιο-Ραφαήλ Δομένικο, καθ. Εμμανουήλ Ρογδάκη και καθ. Ειρήνη Κορωνάκη.

Η έρευνα αυτή αποτελεί κύριο κομμάτι της Διδακτορικής Διατριβής του κ. Γεωργίου-Ραφαήλ Δομένικου και αφορά μια θερμοδυναμική και καινοτόμο προσέγγιση για την εξήγηση του φαινομένου της υπερρευστότητας συσχετίζοντάς το με το φαινόμενο της συμπύκνωσης BoseEinstein και συνδέοντας τη μακροσκοπική και μικροσκοπική συμπεριφορά του 4He σε θερμοκρασίες κοντά στο απόλυτο μηδέν. Η δημοσίευση αυτή τιμήθηκε από την American Society of Mechanical Engineers (ASME) ως εξέχουσας σημασίας δημοσίευση πάνω στον τομέα της θερμοδυναμικής και θα της απονεμηθεί το Edward F. Obert Award τον Οκτώβριο του 2022 στο International Mechanical Engineering Congress and Exhibition 2022 στο Ohio των Η.Π.Α.

Η βράβευση αυτή θεωρείται ιδιαίτερα σημαντική λόγω της συμβολής της στον τομέα της βασικής ερευνάς στην υπερρευστότητα και απονέμεται για πρώτη φορά σε ερευνητική ομάδα ελληνικού πανεπιστημίου.





Βιβλία

Εφαρμοσμένη Θερμοδυναμική Καθαρών Ουσιών
Ρογδάκης Εμ., Κορωνάκη Ειρ., Κομνηνός Νεοφ.
Εκδόσεις Τζιόλα
ISBN-13: 9789604189519

Το βιβλίο πραγματεύεται τις βασικές έννοιες της Θερμοδυναμικής καθαρών ουσιών, δηλαδή τον Πρώτο και τον Δεύτερο Θερμοδυναμικό Νόμο, τα τέλεια αέρια, τους ιδανικούς θερμοδυναμικούς κύκλους τελείων αερίων, τη λειτουργία μηχανών εξωτερικής καύσης Stirling και Ericsson, τα θερμοδυναμικά δυναμικά και τις σχέσεις μεταξύ θερμοδυναμικών ιδιοτήτων, τις καταστατικές εξισώσεις πραγματικών αερίων, τις θερμοδυναμικές ιδιότητες ρευστών με έμφαση στις εξισώσεις τάσεων ατμών, τη θεωρία υδρατμών και την ανάλυση του κύκλου Rankine, την Εξέργεια, τη θεωρία συμπιεστού ρευστού, τους ψυκτικούς κύκλους κλιματισμού και πολύ χαμηλών θερμοκρασιών, και τη θερμοδυναμική προωστικών συστημάτων αεροσκαφών και διαστημικών σκαφών.

Το βιβλίο προσφέρει μια λεπτομερή και σαφή εξήγηση κάθε έννοιας και μεθόδου που εισάγεται, συνοδευόμενη από προσεκτικά επιλεγμένα παραδείγματα και εφαρμογές, δίνοντας έμφαση σε εκείνα τα θέματα στα οποία οι σπουδαστές αντιμετωπίζουν συνήθως δυσκολία. Έχει επιλεγεί μια ευρεία ποικιλία σύγχρονων παραδειγμάτων και εφαρμογών από τους τομείς των συστημάτων παραγωγής θερμότητας και ενέργειας και όσων εφαρμογών έχουν άμεση ή έμμεση σύνδεση με την παραγωγή χαμηλών θερμοκρασιών. Επισημαίνεται ότι η Εφαρμοσμένη Θερμοδυναμική Καθαρών Ουσιών απευθύνεται σε προπτυχιακούς και μεταπτυχιακούς φοιτητές Πολυτεχνικών Σχολών και Σχολών Θετικών Επιστημών αλλά και σε κάθε ενδιαφερόμενο που επιθυμεί να εντρυφήσει στις αρχές της Θερμοδυναμικής. Ειδικά δε για τους σπουδαστές των Σχολών Μηχανολόγων Μηχανικών, Ναυπηγών Μηχανολόγων Μηχανικών και Ηλεκτρολόγων Μηχανικών Ηλεκτρονικών Υπολογιστών ΕΜΠ και κατόπιν εγγραφής τους στο συναφές μάθημα διατίθεται δωρεάν μέσω του συστήματος “ΕΥΔΟΞΟΣ”.





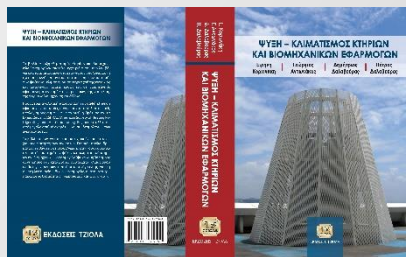
Ψύξη-Κλιματισμός κτηρίων και Βιομηχανικών Εφαρμογών

Κορωνάκη Ειρ., Αντωνάκος Γ., Δαλαβούρας Δ.,
Δαλαβούρας Π.
Εκδόσεις Τζιόλα
ISBN 978-960-418-526-9



Το βιβλίο “ΨΥΞΗ - ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΣ ΚΤΗΡΙΩΝ ΚΑΙ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ” αποτελεί εγχειρίδιο που περιλαμβάνει όλα τα απαιτούμενα στοιχεία για τον υπολογισμό, τη σχεδίαση αλλά και τον τρόπο κατασκευής των συστημάτων ψύξης και κλιματισμού σε κτήρια χρήσης κατοικίας και τριτογενούς τομέα καθώς και σε βιομηχανικές εφαρμογές στον τομέα των τροφίμων, της ναυτιλίας, της φαρμακοβιομηχανίας και άλλων.

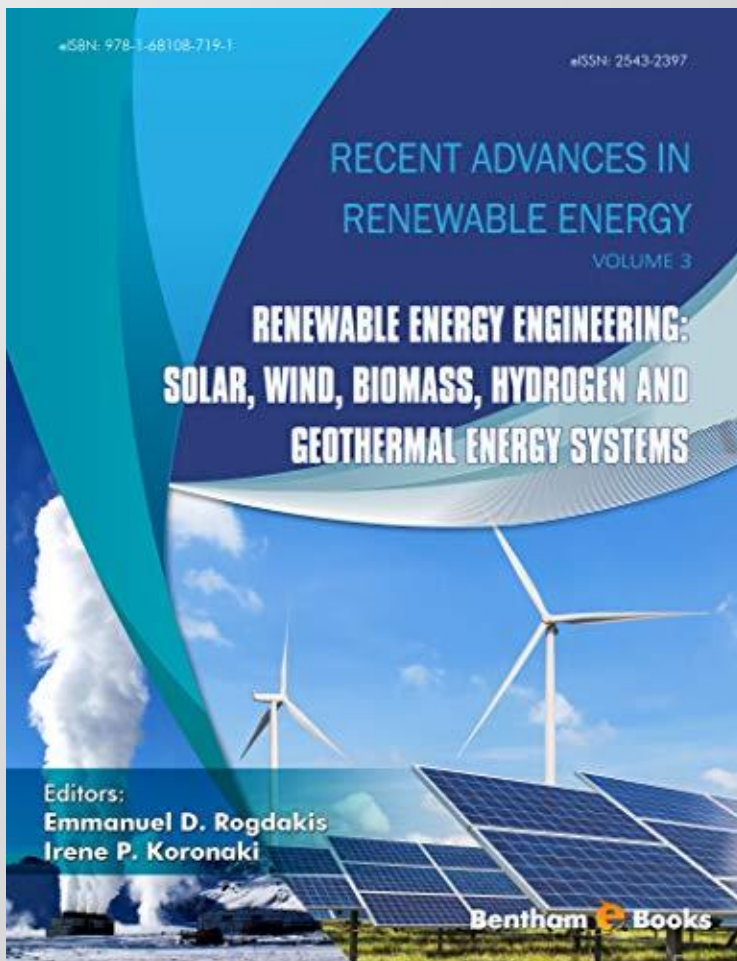
Το βιβλίο είναι προσανατολισμένο και σε πρακτικές εφαρμογές και περιλαμβάνει λεπτομερείς υπολογισμούς χρησιμοποιώντας δεδομένα και μεθοδολογίες από Διεθνή Πρότυπα αλλά και από τα Εγχειρίδια της ASHRAE (American Society of Heating Refrigerating and Air Conditioning Engineers).



Από τα δέκα οκτώ κεφάλαια που απαρτίζουν το βιβλίο, τα κεφάλαια 1-7 θέτουν τη θεωρητική βάση για τους τρόπους υπολογισμού των φορτίων ψύξης και κλιματισμού με στόχο τη θερμική άνεση αλλά και την ποιότητα αέρα αναλύοντας τις ψυχομετρικές μεταβολές στον ψυχομετρικό χάρτη καθώς και τα νέα ψυκτικά μέσα και τις ιδιότητες αυτών που χρησιμοποιούνται στα συστήματα. Στα κεφάλαια 8-11 περιγράφονται οι κεντρικές κλιματιστικές μονάδες διαχείρισης αέρα, τα συστήματα διανομής και διάχυσης καθώς και οι θερματικές μονάδες. Στα κεφάλαια 12-18 παρουσιάζονται και αναλύονται συστήματα που χρησιμοποιούνται σε βιομηχανικές εφαρμογές για την παραγωγή ψύξης στον τομέα των τροφίμων, χαμηλών θερμοκρασιών για την υγροποίηση συγκεκριμένων ρευστών που χρησιμοποιούνται στην ιατρική αλλά και σε ενεργειακές εφαρμογές ενώ στο τέλος παρουσιάζονται εφαρμογές ψύξης-κλιματισμού τόσο σε επιβατηγά όσο και σε εμπορικά πλοία.

Recent Advances in Renewable Energy
Renewable Energy Engineering: Solar, Wind, Biomass,
Hydrogen and Geothermal Energy Systems
Rogdakis Emmanuel D, Koronaki Irene P.
eISBN: 978-1-68108-719-1, 2018
ISBN: 978-1-68108-720-7

Αυτό το βιβλίο εξετάζει τις πρόσφατες εξελίξεις από τη θεωρητική καθώς και από εφαρμοσμένη προοπτική που αντιμετωπίζει τα κύρια ζητήματα που σχετίζονται με τα συστήματα ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Κάθε κεφάλαιο είναι αυτοτελές και πραγματεύεται τα θεμελιώδη ζητήματα και τις τελευταίες εξελίξεις ενός συγκεκριμένου υποθέματος. Αυτό το βιβλίο δίνει την ευκαιρία ακόμη και σε μη εξειδικευμένους αναγνώστες να κατανοήσουν την πολυπλοκότητα κάθε θέματος και να αποκτήσουν πρόσβαση στην πιο ενημερωμένη βιβλιογραφία.





Εκπαίδευση

Προπτυχιακά Μαθήματα

Από το Εργαστήριο προσφέρονται τρία προπτυχιακά μαθήματα:

Εφαρμοσμένη Θερμοδυναμική Καθαρών ουσιών – Υποχρεωτικό

Βασικές έννοιες και ορισμοί. Πρώτο Θερμοδυναμικό Αξίωμα. Τέλειο Αέριο. Κυκλικές Μεταβολές. Κύκλος Carnot τελείου αερίου. Αναστρέψιμα και μη φαινόμενα. Δεύτερο Θερμοδυναμικό Αξίωμα. Κύκλος Carnot οποιουδήποτε εργαζόμενου μέσου. Θερμοδυναμική κλίμακα θερμοκρασιών. Εντροπία. Διαγράμματα T-S και H-S (Mollier). Θερμοδυναμική Πιθανότητα, θεωρητική εντροπία ανάμιξης. Εντροπία μη αναστρέψιμων μεταβολών. Σχέσεις Maxwell και Tds, Θερμοδυναμική δυο φάσεων, Ατμοποίηση, Διαγράμματα. Πίνακες Ατμών, πραγματικά αέρια, ερμοδυναμική παράσταση αναστρέψιμων διεργασιών, Στραγγαλισμός Joule-Thomson, Καταστατικές εξισώσεις (Εξίσωση VDW), Θερμοχωρητικότητα πραγματικών αερίων, θερμοδυναμικοί κύκλοι, Μονοδιάστατη ροή.

Ετήσιος αριθμός φοιτητών: 300

Βαθμολόγηση: Εξετάσεις 100%.

Εφαρμοσμένη Θερμοδυναμική Μειγμάτων – Υποχρεωτικό

Ιδανικά και μη μίγματα. Μερικές γραμμομοριακές ιδιότητες. Θερμοδυναμική ταξινόμηση μιγμάτων. Αραιά διαλύματα. Ενεργότητα. Συντελεστής ενεργότητας απείρωσ αραιών διαλυμάτων. Εξισώσεις υπέρβασης ελεύθερης ενθαλπίας. Ανάμιξη δυο μιγμάτων. Θερμότητα ατμοποίησης μίγματος. Ισενθαλπικός στραγγαλισμός μίγματος. Καταστατική εξίσωση αμοιβαίων δράσεων αερίων μιγμάτων. Αζεοτροπικά μίγματα. Κανονικά διαλύματα. Απορρόφηση αερίων. Πύργοι απορροφήσεως. Μέθοδοι διαχωρισμού διμερών μιγμάτων. Μονάδες ενισχύσεως - εξαντλήσεως. Μέθοδοι McCabe-Thiele και Ponchon. Στήλες διακοπτόμενης λειτουργίας. Πλήρως και μερικώς αναμίξιμα υγρά μίγματα. Ισορροπία υγρής/στερεής φάσεως διμερούς μίγματος. Ψυχομετρία.

Ετήσιος αριθμός φοιτητών: 150

Βαθμολόγηση: Εξετάσεις 100%.





Λογισμικό Θερμοδυναμικής - Επιλογής

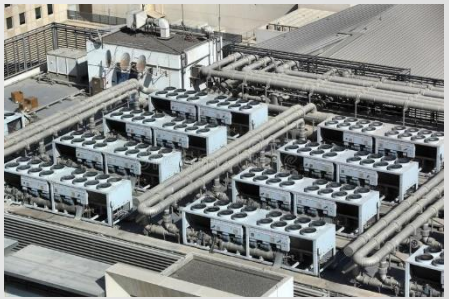
Προγραμματισμός με το λογισμικό Python και SMath και χρήση του σε ενεργειακές εφαρμογές-τεχνολογίες αιχμής. Περιγραφή μονάδων απορρόφησης, επέκταση σε μονάδες διπλής δράσης, ψυχομετρικός χάρτης, συνθήκες θερμικής άνεσης σε κτήρια, ψυκτικές μηχανές, συστήματα αφύγρανσης με στερεά και υγρά αφυγραντικά υλικά, προσπίπτουσα ηλιακή ακτινοβολία σε επιφάνειες, μέθοδος F-Chart, ενεργειακή ανάλυση κτηρίου βασισμένη στον KENAK.



Το Λογισμικό Θερμοδυναμικής είναι το μοναδικό μάθημα που συνδυάζει την υπολογιστική ανάλυση και την εκμάθηση γλώσσας προγραμματισμού με την αξιολόγηση και προσομοίωση καινοτόμων ενεργειακών συστημάτων (όπως ηλιακή θέρμανση και ψύξη) και την εφαρμογή αυτών στη μηχανολογία. Το μάθημα διεξάγεται στο Εργαστήριο Προσωπικών Υπολογιστών (ΕΠΥ).

Ετήσιος αριθμός φοιτητών: 50

Βαθμολόγηση: Εργασίες-Εργαστήρια 100%.



Συστήματα Βιομηχανικής Ψύξης - Επιλογής

Ενεργειακή και περιβαλλοντική επίπτωση των διαρροών ψυκτικών μέσων. Συνηθέστερες διαρροές. Τρόπους αποφυγής των διαρροών. Μετρητικές διατάξεις εντοπισμού διαρροών. Μονοβάθμια και διβάθμια συστήματα απορρόφησης με LiBr, LiCl. Ιδιαίτερη έμφαση δίνεται στη διαχείριση των ψυκτικών μέσων και στην επίπτωση των διαρροών τους τόσο στην ενεργειακή κατανάλωση των συσκευών όσο και στην αύξηση εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα.



Συμμετοχή στους Διεθνείς Φοιτητικούς Διαγωνισμούς ASHRAE Student Design Competition

Ετήσιος αριθμός φοιτητών: 50

Βαθμολόγηση: Εργασίες-Εργαστήρια 100%.

Μεταπτυχιακά Μαθήματα

Από το Εργαστήριο προσφέρονται δύο μαθήματα στα πλαίσια του Διατμηματικού Προγράμματος Μεταπτυχιακού Διπλώματος Ειδίκευσης «Παραγωγή & Διαχείριση Ενέργειας»:

Θερμοδυναμική και Μετάδοση Θερμότητας

Θερμοδυναμική Ψυκτικών Κύκλων, Θερμαντλιών, Κύκλων Ισχύος και εφαρμογές αυτών στην Μηχανολογία. Συνδυασμένοι κύκλοι, συμπαραγωγή, τρι-παραγωγή. Εντροπική, εξεργειακή ανάλυση.

Ετήσιος αριθμός φοιτητών: 40

Βαθμολόγηση: Εξετάσεις 100%.

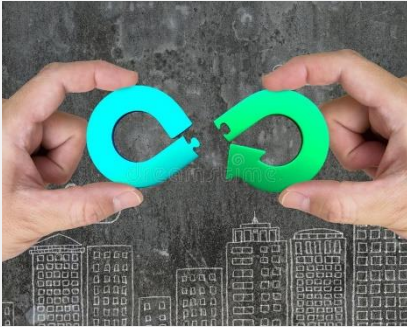
Εξοικονόμηση Ενέργειας στα Κτήρια – Ενεργητικά Συστήματα

Τεχνολογίες αιχμής στην ψύξη. Περιγραφή μονάδων απορρόφησης, επέκταση σε μονάδες διπλής δράσης, ψυχομετρικός χάρτης, συνθήκες θερμικής άνεσης σε κτήρια, ψυκτικές μηχανές, συστήματα αφύγρυνσης με στερεά και υγρά αφυγραντικά υλικά, προσπίπτουσα ηλιακή ακτινοβολία σε επιφάνειες, ενεργειακή ανάλυση κτηρίου βασισμένη στον KENAK, λογισμικό TEE KENAK, ενεργειακή μελέτη κτηρίου.

Ετήσιος αριθμός φοιτητών: 40

Βαθμολόγηση: Εξετάσεις 100%.





Από το Εργαστήριο προσφέρονται δύο μαθήματα στα πλαίσια του Διατμηματικού Προγράμματος Μεταπτυχιακού Διπλώματος Ειδίκευσης «Περιβάλλον και Ανάπτυξη»:

Καθαρές Τεχνολογίες

Παρουσιάζονται θεωρητικά και πρακτικά οι τεχνολογίες παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας και θερμότητας καθώς και οι τεχνολογίες αποθήκευσης θερμότητας με στόχο τη δυνατότητα ενσωμάτωσής τους σε εφαρμογές του πρωτογενούς και τριτογενούς τομέα. Ψυκτικά συστήματα φιλικά προς το περιβάλλον μέσω διατάξεων του εργαστηρίου. Χρήση λογισμικών που αφορούν εφαρμογές ενεργειακών τεχνολογιών λαμβάνοντας υπόψη και την οικονομική βιωσιμότητά τους με στόχο την ενεργειακή πιστοποίηση, ενεργειακό αποτύπωμα αλλά και το αποτύπωμα του CO₂. Η έννοια της κυκλικής Οικονομίας, η συμβολή της στην βιώσιμη ανάπτυξη και την Επιχειρηματικότητα.

Ετήσιος αριθμός φοιτητών: 4-12

Βαθμολόγηση: Εργασίες-Εργαστήρια 100%.

Εξοπλισμός



Πειραματική διάταξη | Αφυγραντής & αναγεννητής



Διάταξη αφύγρανσης με υγρό αφυγραντικό υλικό

Η πειραματική διάταξη αποτελείται από μη αδιαβατικό αφυγραντή και αναγεννητή με πλακοειδή εναλλάκτη

Ο όρος μη αδιαβατικός χρησιμοποιείται για να δείξει ότι υπάρχει συναλλαγή ενέργειας μεταξύ της διάταξης αυτής και του περιβάλλοντος. Υπάρχει δηλαδή θερμική αλληλεπίδραση με ψυχρό νερό που προέρχεται από έναν πύργο ψύξης και εισάγεται στον αφυγραντή μέσω ενός πλακοειδούς εναλλάκτη θερμότητας.

Χαρακτηριστικά

Έτος εγκατάστασης	2013
Ονομαστική ισχύς	5 kW
Θερμική απόδοση	COP=0.5
Προσοφνητικό μέσο	LiCl
Θερμοκρασία εισαγωγής θερμού νερού	55°C
Μετρητικά Συστήματα	Αισθητήρες θερμοκρασίας και πίεσης

Αρχή λειτουργίας

Τα πειραματικά αποτελέσματα δείχνουν ότι ο ρυθμός αφύγρανσης του αέρα για το πειραματικό σύστημα κυμαίνεται από 6.99 έως 11.90 kg νερού/ώρα, ανάλογα με τις εξωτερικές συνθήκες και τις συνθήκες λειτουργίας της μονάδας. Ο ρυθμός ύγρυνσης του αέρα (αναγεννητής) κυμαίνεται από 3.55 έως 12.21 kg νερού/ώρα. Η κατανάλωση ενέργειας που σχετίζεται με τον αναγεννητή κυμαίνεται από 6.93 kWh έως 26.22 kWh. Η απαιτούμενη θερμοκρασία θερμού νερού κυμαίνεται από 46.11 oC έως 72.86oC. Ακόμη και με θερμοκρασίες θερμού νερού στους 46.11oC, ο ρυθμός ύγρυνσης του αέρα είναι σε ικανοποιητικά επίπεδα, της τάξης των 3.55 kg νερού/ώρα.

Διάταξη ηλιακής ψύξης με ψύκτη προσρόφησης και σύστημα ηλιακής συμπαραγωγής

Η διάταξη αποτελεί αντικείμενο διερεύνησης των εξής πεδίων:

- Παραγωγή θερμικής ενέργειας από ηλιακούς συλλέκτες κενού και υβριδικούς θερμοφωτοβολταϊκούς συλλέκτες.
- Αποθήκευση θερμικής ενέργειας υπό τη μορφή αισθητής θερμότητας σε μέσο αποθήκευσης νερό και υπό τη μορφή λανθάνουσας θερμότητας σε ανόργανα υλικά αλλαγής φάσης (PCM).
- Παραγωγή ψύξης μέσω ψύκτη προσρόφησης ζεόλιθου.

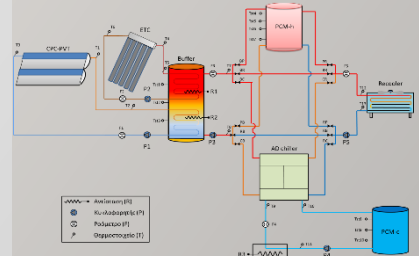
Χαρακτηριστικά

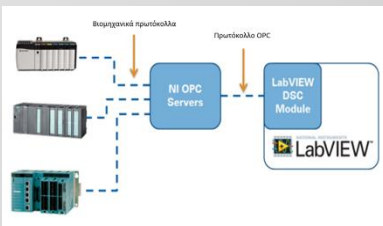
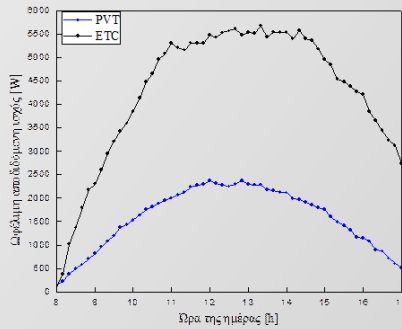
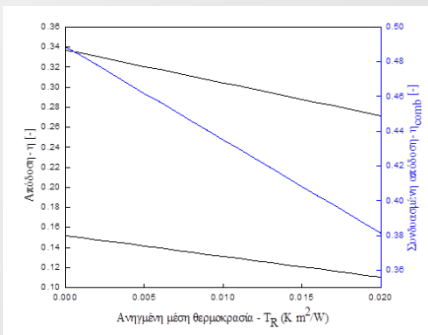
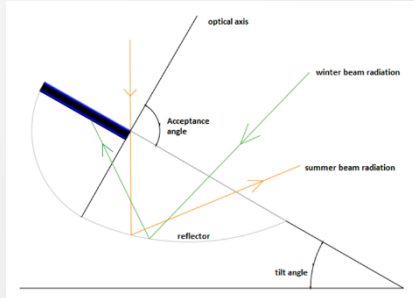
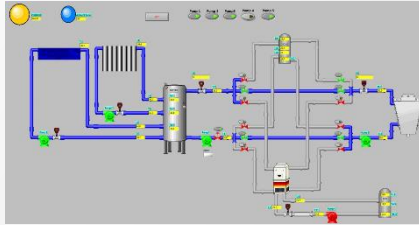
Έτος εγκατάστασης	2017
Ονομαστική ισχύς	10 kW
Θερμική απόδοση	COP=0.5
Προσοφητικό μέσο	LiCl
Θερμοκρασία εισαγωγής θερμού νερού από PVT	55°C
Θερμοκρασία εισαγωγής θερμού νερού από συλλέκτες κενού	92°C
Μετρητικά Συστήματα	Αισθητήρες θερμοκρασίας και πίεσης

Αρχή λειτουργίας

Στην οροφή του κτηρίου N, βρίσκονται εγκατεστημένοι υπό κλίση 30ο οι συλλέκτες κενού (ETC) και οι θερμοφωτοβολταϊκοί συλλέκτες (PVT), οι οποίοι απορροφούν τη διαθέσιμη ηλιακή ακτινοβολία και την μετατρέπουν σε θερμική ενέργεια. Οι συλλέκτες PVT παρέχουν στο σύστημα θερμότητα χαμηλής ενθαλπίας με θερμοκρασίες εξόδου του θερμικού υγρού της τάξης των 45oC-50 oC ενώ οι συλλέκτες κενού λόγω των μειωμένων θερμικών απωλειών προς το περιβάλλον, παρουσιάζουν μεγαλύτερη απόδοση με θερμοκρασίες εξόδου περίπου 90 oC-100 oC. Προκειμένου να αποτραπεί ο σχηματισμός πάγου κατά το χειμώνα, επιβάλλεται η χρήση θερμικού υγρού που φέρει γλυκόλη.

Τα δύο ρεύματα θερμότητας, προερχόμενα από τα διαφορετικά είδη συλλεκτών, μέσω ξεχωριστών σπειροειδών εναλλακτών αποδίδουν την θερμική τους ενέργεια σε ένα δοχείο αποθήκευσης ζεστού νερού το οποίο βρίσκεται εντός εργαστηριακού χώρου. Ο

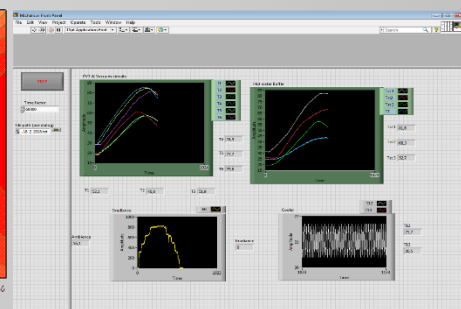
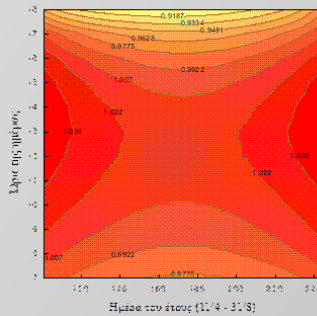
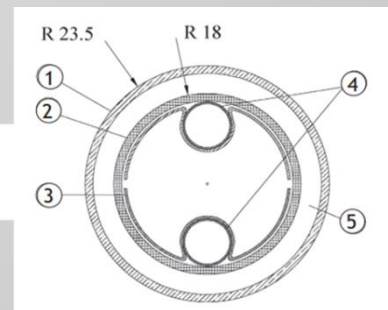




εναλλάκτης που αφορά τους συλλέκτες κενού έχει συνολική επιφάνεια συναλλαγής θερμότητας 1.97m² ενώ ο αντίστοιχος εναλλάκτης των PVT συλλεκτών 3.02m². Τονίζεται ότι η ύπαρξη των εναλλακτών εντός του δοχείου αποθήκευσης εξασφαλίζει τη μεταφορά θερμότητας μεταξύ συλλεκτών και μέσου αποθήκευσης χωρίς ανάμειξη των ρευμάτων, γεγονός που επιτρέπει τη χρήση οποιουδήποτε μέσου ως θερμικό υγρό στους συλλέκτες. Η κυκλοφορία του θερμικού υγρού γίνεται με την βοήθεια δύο κυκλοφορητών που αντισταθμίζουν τις γραμμικές και εντοπισμένες απώλειες πίεσης του δικτύου σωληνώσεων.

Το δοχείο αποθήκευσης του ζεστού νερού, χωρητικότητας 865lt, είναι εξοπλισμένο με δύο ηλεκτρικές αντιστάσεις συνολικής ισχύος 18 kW. Οι αντιστάσεις χρησιμοποιούνται αφενός όταν η παραγόμενη θερμική ισχύς από τους συλλέκτες δεν είναι ικανοποιητική για την διεξαγωγή των πειραμάτων και αφετέρου δε όταν η θερμοκρασία περιβάλλοντος αγγίζει χαμηλά επίπεδα οπότε και η λειτουργία των συλλεκτών καθίσταται επισφαλής λόγω της αυξημένης πιθανότητας σχηματισμού πάγου. Σημειώνεται ότι το δοχείο αποθήκευσης φέρει επαρκή μόνωση (10cm ακτινικά) μαλακής πολυουρεθάνης προκειμένου να ελαχιστοποιούνται οι απώλειες προς το περιβάλλον.

1. Εξωτερικός σωλήνας
2. Εσωτερικός σωλήνας επιλεκτικής επιφάνειας
3. Πτερύγιο αλουμινίου
4. Χαλκοσωλήνας U
5. Κενό αέρος



Διβάθμιος ψύκτης απορρόφησης

Οι θερμοκίνητοι ψύκτες παρέχουν ψυχρό νερό το οποίο είτε διανέμεται μέσω δικτύου ψυχρού νερού σε τοπικές μονάδες είτε χρησιμοποιείται στις κεντρικές κλιματιστικές μονάδες για να παρέχουν πλήρως κλιματιζόμενο αέρα. Στην κατηγορία των θερμοκίνητων ψυκτών ανήκουν οι ψύκτες απορρόφησης και οι ψύκτες προσρόφησης.

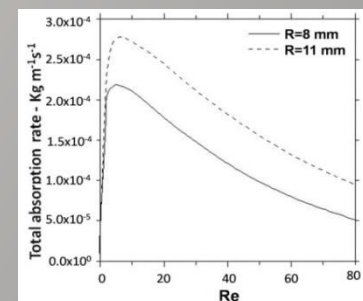
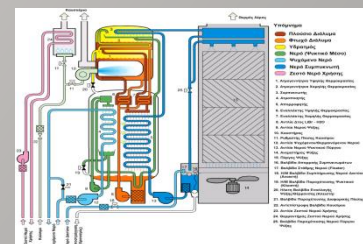
Οι μικρές μονάδες απορρόφησης, όπως η συγκεκριμένη εγκατάσταση του εργαστηρίου, χρησιμοποιούνται για τον κλιματισμό μικρών ξενοδοχείων, κτηρίων γραφείων και νοσοκομείων, κυρίως σε συνδυασμό με θερμικά ηλιακά συστήματα για την κάλυψη των θερμικών φορτίων της ατμογεννήτριας.

Η διαφορά του διβάθμιου ψύκτη απορρόφησης με τον μονοβάθμιο είναι η μεγαλύτερη θερμική απόδοση της διεργασίας και η δυνατότητα παραγωγής νερού χαμηλότερης θερμοκρασίας. Για να το επιτύχει αυτό όμως ο διβάθμιος ψύκτης απαιτεί υψηλότερη θερμοκρασία εισαγωγής θερμού νερού, σε σχέση με ένα μονοβάθμιο ψύκτη. Έτσι, ενώ στους μονοβάθμιους ψύκτες απορρόφησης υπάρχει η δυνατότητα χρήσης επίπεδων θερμικών ηλιακών συλλεκτών, στους διβάθμιους ψύκτες περιορίζεται αυτή η δυνατότητα.

Με σκοπό τη θερμοδυναμική ανάλυση και την παραμετρική μελέτη, το Εργαστήριο έχει εγκαταστήσει έναν διβάθμιο ψύκτη απορρόφησης. Μετρήσεις πραγματοποιούνται για διάφορες συγκεντρώσεις διαλύματος και κλιματικές συνθήκες ώστε να εξαχθούν συμπεράσματα για τον συντελεστή συμπεριφοράς της διάταξης.

Χαρακτηριστικά

Έτος εγκατάστασης	2010
Ονομαστική ισχύς	16 kW
Ψυκτική ικανότητα	20 kW
Θερμική απόδοση σε πλήρες φορτίο	COP=1.1
Προσοφητικό μέσο	LiBr
Θερμοκρασία εισαγωγής θερμού νερού	160°C





Αρχή λειτουργίας

Η συγκεκριμένη μονάδα απορρόφησης χρησιμοποιεί LiBr ως μέσο απορρόφησης, νερό ως ψυκτικό μέσο και φυσικό αέριο ως πηγή θερμότητας. Το διάλυμα βρωμιούχου λιθίου είναι ένα πολύ ισχυρό μέσο απορρόφησης, το οποίο μπορεί να απορροφήσει τον περιβάλλοντα υδρατμό και να διατηρήσει χαμηλή πίεση στον ατμοποιητή. Το ψυχόμενο νερό σε θερμοκρασία 14°C εισέρχεται στο εσωτερικό των χάλκινων σωλήνων του ατμοποιητή και το νερό των 4°C ψεκάζεται στο εξωτερικό μέρος των σωλήνων, υπό συνθήκες κενού. Το νερό απορροφά θερμότητα από το νερό του ψύκτη και εξατμίζεται. Έτσι, η θερμοκρασία του νερού του ψύκτη πέφτει στους 7°C. Το ισχυρό διάλυμα βρωμιούχου λιθίου στον απορροφητή απορροφά τους υδρατμούς και στη συνέχεια, μεταφέρει θερμότητα από τους υδρατμούς στο νερό που καταιονίζεται στον πύργο ψύξης. Η θερμότητα του νερού ψύξης μεταφέρεται στον αέρα περιβάλλοντος μέσω του ψυκτικού πύργου. Το ασθενές διάλυμα βρωμιούχου λιθίου οδηγείται με τη βοήθεια αντλίας στη ατμογεννήτρια υψηλής θερμοκρασίας όπου αναθερμαίνεται και το νερό εξατμίζεται από το διάλυμα. Έτσι το διάλυμα αποκτά την αρχική του, υψηλή, συγκέντρωση. Το ισχυρό πλέον διάλυμα επαναλαμβάνει τη διαδικασία απορρόφησης και ο υδρατμός πηγαίνει στον συμπυκνωτή όπου υγροποιείται και επανέρχεται στον ατμοποιητή για να ξεκινήσει πάλι ο κύκλος.

Θερμοκινητήρας συμπαραγωγής STIRLING

Η παραγωγή ηλεκτρισμού από συμβατικές πηγές ενέργειας έχει οξύνει προβλήματα, όπως η παγκόσμια κλιματική αλλαγή, η ρύπανση, η υποβάθμιση της ποιότητας ζωής και γενικότερα, τα κοινωνικά προβλήματα που πηγάζουν από την διαχείριση των ορυκτών πόρων. Συγκεκριμένα στην Ελλάδα, αξιοποιείται ακόμα ένα αναχρονιστικό κεντρικό ρυπογόνο ενεργειακό σύστημα. Τα προβλήματα ηλεκτροδότησης εντείνονται συνεχώς, απόρροια της συνεχούς αύξησης της ζήτησης, με μεγάλη εποχική ανισοκατανομή και αιχμή κατά τη θερινή τουριστική περίοδο.

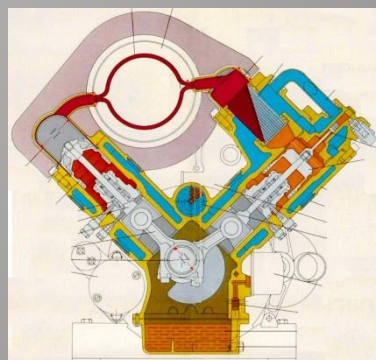
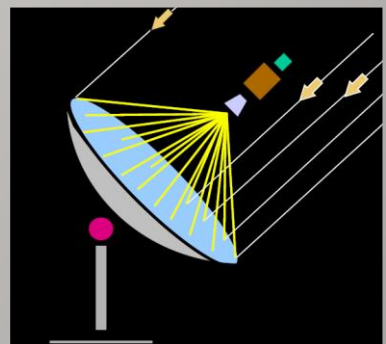
Οι πρόσφατες οδηγίες της Ε.Ε. προωθούν την εξέλιξη του υπάρχοντος ηλεκτροπαραγωγικού μοντέλου σε ένα μοντέλο διεσπαρμένης παραγωγής, με τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας να έχουν κυρίαρχο ρόλο. Για τα ιδιαίτερα κλιματικά δεδομένα της Ελλάδας, η χρήση της ηλιακής ενέργειας για την συζευγμένη παραγωγή ηλεκτρισμού και θερμότητας δύναται να αποδειχθεί οικονομικά βιώσιμη λύση.

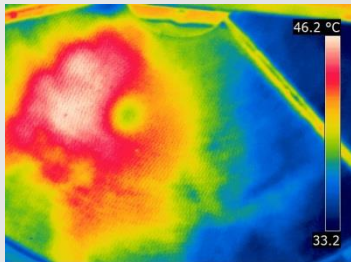
Ο συνδυασμός των μηχανών Stirling με ανακλαστήρες ηλιακής ακτινοβολίας αποτελεί πλέον κοινή μέθοδο συμπαραγωγής και τριπαραγωγής. Ορισμένα από τα ηλιακά συστήματα που έχουν ήδη εγκατασταθεί και λειτουργούν είναι 50 kW στη Σαουδική Αραβία, 9 kW στη Γερμανία και 10 kW στην Ισπανία.

Το Εργαστήριο Εφαρμοσμένης Θερμοδυναμικής του Ε.Μ.Π. έχει εγκαταστήσει μία μηχανή Stirling για ερευνητικές δράσεις. Η τροφοδοσία της συγκεκριμένης μονάδας συμπαραγωγής γίνεται με φυσικό αέριο και τα προϊόντα της είναι ηλεκτρισμός και θερμότητα. Σε μία εφαρμογή εμπορικής χρήσης, ο ηλεκτρισμός θα εντασσόταν στο δίκτυο του ρεύματος, ενώ η θερμότητα θα χρησιμοποιούνταν για τηλεθέρμανση/τηλεψύξη ή για βιομηχανικές εφαρμογές.

Χαρακτηριστικά

Έτος εγκατάστασης	2009
Παροχή καύσιμου	1.2-3.8 m ³ /h
Ηλεκτρική ισχύς	2-9.5 kW
Θερμικής ισχύς	8-26 kW
Ηλεκτρικός βαθμός απόδοσης	22-24%
Ολικός βαθμός απόδοσης	92-90%
Ρύποι NO	80-120 mg/m
Ρύποι CO	40-60 mg/m





Αφυγραντικός τροχός

Τα ψυκτικά συστήματα ανοικτού κύκλου με στερεό προσροφητικό υλικό αποτελούν ένα εναλλακτικό τρόπο κλιματισμού, σε σχέση με τα συμβατικά ψυκτικά συστήματα συμπίεσης ατμού. Τα συστήματα αυτά, μέσω ενός περιστροφικού εναλλάκτη εμποτισμένου με προσροφητικό μέσο, αφυγραίνουν τον αέρα του περιβάλλοντος που εισέρχεται στο σύστημα. Το βασικό πλεονέκτημα των συστημάτων αυτών είναι η δυνατότητα συγκράτησης σημαντικών ποσοτήτων υγρασίας από τον αέρα. Μάλιστα, σε σχέση με τους ψύκτες ανοικτού κύκλου υγρού προσροφητικού μέσου, έχουν μεγαλύτερη ικανότητα αφύγρανσης. Για το λόγο αυτόν, χρησιμοποιούνται σε χώρους όπου η ρύθμιση της υγρασίας είναι απαραίτητη, όπως είναι οι βιβλιοθήκες, τα μουσεία και οι χώροι φύλαξης τροφίμων.

Εκτός από τον περιστροφικό εναλλάκτη (τροχό αφύγρανσης), άλλα βασικά εξαρτήματα του συστήματος αυτού είναι ο υγραντήρας, ο αναγεννητής και οι εναλλάκτες θερμότητας.

Γενικότερα, τα συστήματα ανοικτού εξατμιστικού κύκλου έχουν δύο πολύ ιδιαίτερα χαρακτηριστικά γνωρίσματα τα οποία τα καθιστούν ξεχωριστά και ίσως στο άμεσο μέλλον και περιζήτητα:

- Διαφορετικός τρόπος λειτουργίας σε σχέση με τα κοινά κλιματιστικά αφού γίνεται σε διαφορετικά σημεία η αφύγρανση, η θέρμανση και η ύγρανση του ρεύματος αέρα. Επομένως το ρεύμα αέρα που εισέρχεται στο χώρο αποκτά τα επιθυμητά χαρακτηριστικά σταδιακά και σε διαφορετικά σημεία του συστήματος.
- Αμελητέες απαιτήσεις σε ηλεκτρικό ρεύμα. Συγκεκριμένα, η κατανάλωση ηλεκτρισμού είναι μόνο παρασιτική και περιλαμβάνει ανεμιστήρες, κυκλοφορητές και όργανα ελέγχου.

Η συγκεκριμένη διάταξη έχει ως στόχο την πειραματική αξιολόγηση ενός συστήματος ανοικτού κυκλώματος (αέρα- αέρα) με στερεό αφυγραντικό υλικό. Κατά τη διάρκεια του πειράματος γίνεται:

- Καθορισμός συνθηκών αναφοράς για τον αναμεμιγμένο αέρα (περιβάλλοντος και αέρα ανακυκλοφορίας)
- Καθορισμός συνθηκών αναφοράς για τον αέρα εσωτερικού χώρου
- Υπολογισμός συντελεστή συμπεριφοράς της εγκατάστασης (COP)
- Υπολογισμός της ικανότητας αφύγρανσης (DW) του τροχού
- Μοντελοποίηση της εγκατάστασης στο λογισμικό MATHCAD

Μέσω των εγκατεστημένων αισθητήρων, λαμβάνονται πληροφορίες για τις ακόλουθες συνθήκες:

- Ρεύμα επεξεργασίας: 1) συνθήκες του αέρα ανακυκλοφορίας από το χώρο, 2) συνθήκες του αέρα περιβάλλοντος, 3) συνθήκες του αναμεμιγμένου αέρα, 4) συνθήκες του αέρα πριν τον αφυγραντικό τροχό, 5) συνθήκες του αέρα μετά τον αφυγραντικό τροχό, 6) συνθήκες του αέρα προσαγωγής, καθώς μπαίνει στον κλιματιζόμενο χώρο.
- Ρεύμα αναγέννησης: 1) συνθήκες του αέρα περιβάλλοντος, 2) συνθήκες του αέρα μετά τις ηλεκτρικές αντιστάσεις θέρμανσης, 3) συνθήκες του απορριπτόμενου αέρα μετά τον αναγεννητή.

Χαρακτηριστικά

Έτος εγκατάστασης	2009
Μέγιστη παροχή αέρα	690 m ³ /h
Αφυγραντική ικανότητα	0.008 kg _{H2O} /kg _{dry air}
Προσοφητικό μέσο	Silica Gel
Μετρητικά Συστήματα	10 αισθητήρες θερμοκρασίας, 2 αισθητήρες υγρασίας, 1 παροχόμετρο



Μονάδα αφαλάτωσης αντίστροφης ώσμωσης

Η χρήση μονάδων αφαλάτωσης για την παραγωγή καθαρού νερού (πόσιμο ή αποσταγμένου) από υφάλμυρο ή θαλασσινό νερό τα τελευταία χρόνια ως η πιο αξιόπιστη λύση στην ουσιαστική αντιμετώπιση της λειψυδρίας. Χώρες της Μεσογείου και της Μέσης Ανατολής, όπως η Ισπανία, η Μάλτα και η Σαουδική Αραβία καλύπτουν το μεγαλύτερο μέρος των αναγκών τους σε νερό με τη χρήση συστημάτων αφαλάτωσης. Επιπλέον, και χώρες που χαρακτηρίζονται από συνεχή πληθυσμιακή αύξηση και ραγδαία αναπτυσσόμενη βιομηχανία, όπως η Ινδία και η Κίνα, έχουν ξεκινήσει να επενδύουν δυναμικά σε μονάδες αφαλάτωσης για τη παραγωγή καθαρού νερού.

Οι τεχνολογίες αφαλάτωσης μπορούν να πραγματοποιηθούν με δύο μεθόδους, τη θερμική μέθοδο και τη μέθοδο των μεμβρανών.

Κατά τη θερμική μέθοδο, το νερό αλλάζει τουλάχιστον δύο φορές φάση, καθώς περνάει από την υγρή στην αέρια φάση και αντίστροφα, μέχρις ότου να συμπυκνωθεί και πάλι σε υγρή μορφή. Η απόσταση και η λιγότερο χρησιμοποιούμενη κρυστάλλωση είναι οι δύο θερμικές μέθοδοι αφαλάτωσης. Τα είδη της απόσταξης είναι: πολυβάθμια εκτόνωση Multi-Stage Flushing MSF, πολυβάθμια εξάτμιση Multiple Effect Distillation MED, εξάτμιση με επανασυμπύεση ατμών Vapour Compression VC και ηλιακή απόσταξη Solar Distillation SD.

Κατά τη μέθοδο των μεμβρανών, το νερό βρίσκεται σε μία μόνο φάση, την υγρή και χρησιμοποιούνται μεμβράνες για το διαχωρισμό των αλάτων και των λοιπών προσμίξεων. Τα είδη της μεθόδου αυτής είναι η ηλεκτροδιάλυση Electrodialysis ED/EDR και η αντίστροφη ώσμωση Reverse Osmosis RO.

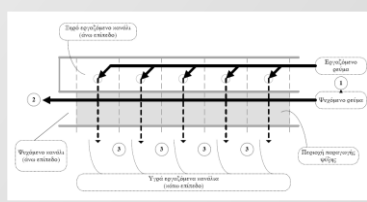
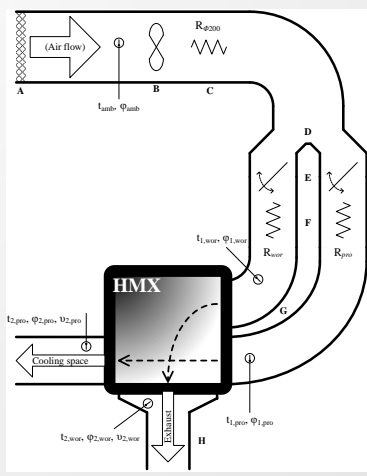
Το Εργαστήριο Εφαρμοσμένης Θερμοδυναμικής διαθέτει στις εγκαταστάσεις του μία μονάδα αφαλάτωσης ανάστροφης ώσμωσης. Η μονάδα έχει τη δυνατότητα εκ των προτέρων καθορισμού των ιδιοτήτων του παραγόμενου νερού. Η τροφοδοσία της εξασφαλίζεται μέσω της γεώτρησης του Ε.Μ.Π.. Η μονάδα είναι ενδεικτική των αναγκών μιας πραγματικής κατανάλωσης, με ένα πλήθος αυτοματισμών και συστημάτων ασφαλείας να εγγυώνται ότι οι συσκευές της μονάδας δε θα υποβληθούν σε δυσμενείς τιμές λειτουργίας.

Χαρακτηριστικά

Έτος εγκατάστασης	2011
Μέγιστη παραγωγή νερού	150 lt/ h
Φίλτρα άμμου	5 μμ, 20μm
Ονομαστική ισχύς αντλίας	2.2kW
Μετρητικά Συστήματα	3 ροομετρητές, 4 μανόμετρα

Αρχή λειτουργίας

Στο σύστημα αυτό, τα στάδια επεξεργασίας του θαλασσινού νερού είναι τρία. Το πρώτο στάδιο είναι το πιο σημαντικό, καθώς κατά τη διάρκειά του οι μικροοργανισμοί καταστρέφονται και αποφεύγεται έτσι η εναπόθεση αλάτων στις μεμβράνες. Το δεύτερο στάδιο είναι η διαδικασία της αντίστροφης ώσμωσης, όπου το θαλασσινό νερό διαπερνά τις μεμβράνες και απορρίπτει τα άλατα. Για το στάδιο αυτό απαιτείται υψηλή πίεση, περίπου 54atm – 80atm. Στο τελικό στάδιο επεξεργασίας γίνεται σταθεροποίηση του παραγόμενου νερού και προετοιμασία για τη διανομή του ως πόσιμο.



Μονάδα εξατμιστικής ψύξης κατά Maisotsenko

Η εξατμιστική ψύξη αποτελεί μια σύγχρονη τεχνική παραγωγής ψυχρού αέρα, κατάλληλου για εφαρμογές κλιματισμού, παρουσιάζοντας τα παρακάτω πλεονεκτήματα:

- μειωμένη κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας, έως και 80%,
- καλύτερη περιβαλλοντική συμπεριφορά,
- πλήρη απαλλαγή από τη χρήση επικίνδυνων ψυκτικών μέσων.

Στα πλαίσια της ερευνητικής δραστηριότητάς του, το Εργαστήριο Εφαρμοσμένης Θερμοδυναμικής έθεσε σε λειτουργία πειραματική μονάδα εξατμιστικής ψύξης, η οποία ακολουθεί τον κύκλο Maisotsenko. Ο κύκλος αυτός χρησιμοποιεί μια πρωτότυπη γεωμετρία ώστε να μεγιστοποιείται η ψυκτική απόδοση. Τα πλεονεκτήματα του κύκλου Maisotsenko έναντι των απλών εξατμιστικών συστημάτων είναι:

- δυνατότητα επίτευξης χαμηλών θερμοκρασιών, εν γένει χαμηλότερων από τη θερμοκρασία υγρού βολβού του περιβάλλοντος,
- μεγαλύτερη συγκέντρωση ισχύος και σχετικά μειωμένη κατανάλωση νερού,
- χαμηλές πτώσεις πίεσης, δεδομένης της απουσίας πορώδους μέσου.

Τα αποτελέσματα της πειραματικής διαδικασίας κατέδειξαν την αποτελεσματικότητα του ψύκτη ως κατάλληλου ακόμα και για την πλήρη αντικατάσταση συμβατικών ψυκτών, παρέχοντας νωπό αέρα σχεδόν σταθερής θερμοκρασίας 21°C – 22°C και υγρασίας περίπου 55%. Εξετάστηκε, επίσης, η δυνατότητα βελτίωσης του ψύκτη με τον ανεξάρτητο έλεγχο παροχών αέρα των ρευμάτων, ώστε να ελεγχθεί η δυνατότητα περαιτέρω εξοικονόμησης νερού και χαμηλότερης τελικής θερμοκρασίας του ψυχρού αέρα. Αποδείχθηκε πειραματικά ότι η μείωση παροχής του ψυχόμενου ρεύματος κατά 50% υποβιβάζει την τελική θερμοκρασία μέχρι και 2.5°C, επιτρέποντας στον ψύκτη να καλύψει ακόμα πιο δυσχερή ψυκτικά φορτία. Επίσης, η μείωση κατά 50% του εργαζόμενου ρεύματος οδηγεί σε εξοικονόμηση νερού κατά 40% περίπου, χωρίς ο τελικός αέρας να είναι πάνω από 1.5°C θερμότερος σε σχέση με τις ονομαστικές παροχές.

Μονοβάθμιος ψύκτης απορρόφησης

Τα τελευταία χρόνια, η κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας για την λειτουργία των κλιματιστικών συστημάτων έχει αυξηθεί δραματικά. Ο ηλιακός κλιματισμός αποτελεί μία έξυπνη, εναλλακτική τεχνολογία ψύξης, αφού η ζήτηση του φορτίου συμπίπτει χρονικά με τη διαθεσιμότητα της ηλιακής ενέργειας. Επιπλέον, τα ψυκτικά μέσα που χρησιμοποιούνται είναι φιλικά προς το περιβάλλον και καταναλώνεται λιγότερη πρωτογενή ενέργεια. Η δυνατότητα του περιβαλλοντικού κέρδους είναι αξιοσημείωτη, δεδομένου ότι ο κτηριακός τομέας είναι υπεύθυνος για το 1/3 των εκπομπών CO₂ παγκοσμίως.

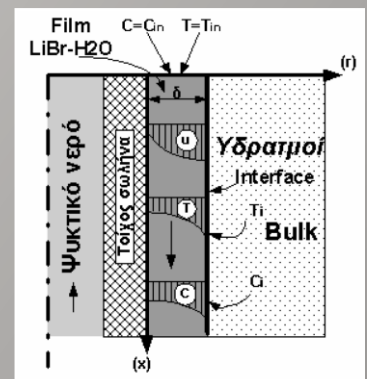
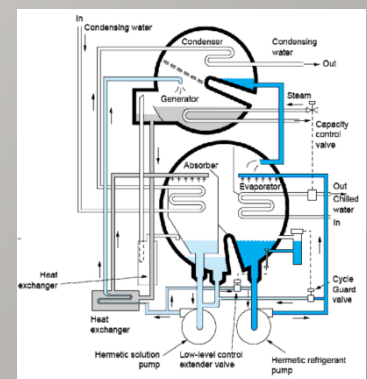
Το πιο κοινό σύστημα ηλιακού κλιματισμού είναι αυτό της μονοβάθμιας απορρόφησης. Παγκοσμίως, υπάρχουν συνολικά 9 εταιρίες που εμπορεύονται τέτοια συστήματα, η ψυκτική ισχύ των οποίων ξεκινάει από 100kW και φτάνει τα 2000kW.

Δεδομένης της ανάγκης για μείωση των φορτίων κλιματισμού αλλά και της ολοένα και μεγαλύτερης διεύθυνσης των Α.Π.Ε. στην κάλυψη θερμικών φορτίων, το Εργαστήριο Εφαρμοσμένης Θερμοδυναμικής εγκατέστησε έναν ψύκτη μονοβάθμιας απορρόφησης. Επειδή ο ψύκτης αυτός είναι θερμικά κινούμενος, συνδυάζεται ιδανικά με θερμικό ηλιακό σύστημα ή με σύστημα τριπαραγωγής.

Η συγκεκριμένη εφαρμογή εξυπηρετεί ερευνητικούς σκοπούς και για το λόγο αυτόν, υπάρχει ένας πλακοειδής εναλλάκτης ο οποίος λειτουργεί ως καταστροφέας ψυκτικού φορτίου. Το σύστημα απορρόφησης χρησιμοποιεί τον ψυκτικό πύργο 700kW που είναι ήδη εγκατεστημένος στην ταράτσα του κτηρίου.

Χαρακτηριστικά

Έτος εγκατάστασης	1996
Ονομαστική ισχύς	300 kW
Ψυκτική ικανότητα	100 ton
Θερμική απόδοση	COP=0.7
Προσροφητικό μέσο	LiBr
Θερμοκρασία εισαγωγής θερμού νερού	17°C
Μετρητικά Συστήματα	Αισθητήρες θερμοκρασίας και πίεσης





Όργανα Ενεργειακών Επιθεωρήσεων

Λόγω της πολυετούς εμπειρίας σε ενεργειακά θέματα, το Εργαστήριο έχει αναλάβει την εκπόνηση ειδικών ενεργειακών μελετών εξοικονόμησης ενέργειας και ένταξης καινοτόμων ενεργειακών συστημάτων, ενώ διαθέτοντας τον κατάλληλα διαπιστευμένο εξοπλισμό διενεργεί ενεργειακές επιθεωρήσεις. Για τη διευκόλυνση της διεξαγωγής των Ενεργειακών Επιθεωρήσεων, το Εργαστήριο έχει προμηθευτεί τα ακόλουθα φορητά όργανα:

- Σύστημα ανεμομέτρου θερμού νήματος τριών συνιστωσών,
- Ηλεκτρονικά μανόμετρα για μέτρηση διαφορικής πίεσης,
- Πυρανόμετρο,
- Θερμοκάμερα για προσδιορισμό της θερμικής κατάστασης των κτηριακών εγκαταστάσεων, διαρροές αέρα, απώλειες θερμότητας ή ενέργειας και διείσδυση κρύου αέρα μέσα από τοίχους, οροφές, πατώματα, πόρτες και παράθυρα διαρροές νερού, διείσδυση υγρασίας, ελλιπής ή κατεστραμμένη ή υγρή μόνωση, υγρασία, μούχλα, συμπύκνωση, θερμογέφυρες και άλλα κατασκευαστικά ελαττώματα),
- Υγρασιόμετρο για την καταγραφή της θερμοκρασίας και της σχετικής υγρασίας του αέρα,
- Λουξόμετρο για μέτρηση της φωτεινότητας,
- Ηλεκτρονικός αναλυτής καυσαερίων για τη μέτρηση της απόδοσης καύσης του λέβητα και της ανάλυσης των καυσαερίων,
- Τριφασικός αναλυτής ηλεκτρικής ενέργειας για τη μέτρηση ηλεκτρικών μεγεθών,
- Ηλεκτρονικός ανιχνευτής διαρροών όλων των συνήθων ψυκτικών μέσων το οποίο χρησιμοποιείται για την εκπόνηση ενεργειακών επιθεωρήσεων κτηρίων σε άλλα κράτη μέλη της ΕΕ λόγω της σημαντικότητας της επίδρασης των διαρροών ψυκτικών μέσων στην απόδοση των συστημάτων και συνεπώς στην εκπομπή αερίων θερμοκηπίου.

Οι ενεργειακές επιθεωρήσεις που πραγματοποιούνται από το Εργαστήριο Θερμοδυναμικής έχουν επικεφαλής την κ. Ε. Κορωνάκη, η οποία ανήκει στο Μητρώο των Προσωρινών Ενεργειακών Επιθεωρητών.

Λογισμικά

Λογισμικά ανεπτυγμένα από το εργαστήριο

Οι υπολογιστικοί κώδικες που έχουν αναπτυχθεί από το ερευνητικό δυναμικό του Εργαστηρίου είναι:

- Θερμοφυσικές ιδιότητες αλάτων και γλυκολών και αμμωνίας,
- AMOCO: προσομοίωση κρουστικών και θερμικών μηχανών Stirling,
- Υπολογιστικός κώδικας αδιαβατικού μοντέλου θερμοδυναμικής ανάλυσης καθώς και του βελτιωμένου στο οποίο προστίθεται η ικανότητα του αναγεννητή, ο υπολογισμός της διάχυσης ενέργειας, καθώς και η πτώση πίεσης που αναπτύσσεται κατά την παλινδρομική κίνηση του αερίου στους χώρους της μηχανής,
- Υπολογιστικός κώδικας θερμοδυναμικής βελτιστοποίησης αναγεννητή,
- Υπολογιστικός κώδικας θερμοδυναμικής βελτιστοποίησης μηχανών Stirling βασιζόμενος στο μοντέλο που ανέπτυξε ο R. Tew για τις ανάγκες του διαστημικού προγράμματος της NASA,
- Μονοδιάστατη προσομοίωση εξατμιστικών ψυκτών,
- Μονοδιάστατη και διδιάστατη θερμοαντλιών απορρόφησης,
- Προσομοίωση συστημάτων ανοικτού εξατμιστικού κύκλου με στερεό αφυγραντικό υλικό σε ενεργητικούς και παθητικούς περιστροφικούς εναλλάκτες,
- Προσομοίωση συστημάτων ανοικτού εξατμιστικού κύκλου, αδιαβατικών και μη αδιαβατικών, με υγρά αφυγραντικά υλικά (LiCl, LiBr, CaCl₂).

Εμπορικά διαθέσιμα λογισμικά

Τα λογισμικά που έχει προμηθευτεί και χρησιμοποιεί το Εργαστήριο έχουν ως αντικείμενο το σχεδιασμό, την ανάλυση και τη προσομοίωση θερμοδυναμικών κύκλων και συστημάτων μεταφοράς θερμότητας και μάζας. Τα λογισμικά αυτά είναι τα εξής:

Η **Python** είναι διερμηνευόμενη (interpreted), γενικού σκοπού (general-purpose) και υψηλού επιπέδου, γλώσσα προγραμματισμού. Το Python Package Index (PyPI) φιλοξενεί χιλιάδες λειτουργικές μονάδες τρίτων για την Python. Τόσο η τυπική βιβλιοθήκη της Python όσο και οι ενότητες που συνεισφέρονται από την κοινότητα επιτρέπουν ατελείωτες δυνατότητες. Είναι δυναμική γλώσσα προγραμματισμού (dynamically typed). Διακρίνεται λόγω του ότι έχει πολλές βιβλιοθήκες που διευκολύνουν ιδιαίτερα αρκετές συνηθισμένες εργασίες και για την ταχύτητα εκμάθησής της.





Mathcad

Το Mathcad είναι ένα πανίσχυρο υπολογιστικό εργαλείο, που επιτρέπει στους χρήστες να εισάγουν, να επεξεργάζονται και να επιλύουν εξισώσεις, αλλά και να οπτικοποιούν και να παρουσιάζουν γραφικά τα αποτελέσματά τους. Το Mathcad αποτελεί καινοτομία στους τεχνικούς υπολογισμούς, καθώς είναι η μοναδική εφαρμογή που συνδυάζει μαθηματική ισχύ, ικανότητα οπτικής παρουσίασης και δημιουργίας αναφορών αλλά και με δυνατότητες συνεργασίας που απαιτούνται από τους επαγγελματίες κάθε κλάδου τεχνικής και επιστημονικής έρευνας αλλά και από φοιτητές και σπουδαστές κάθε κατεύθυνσης.



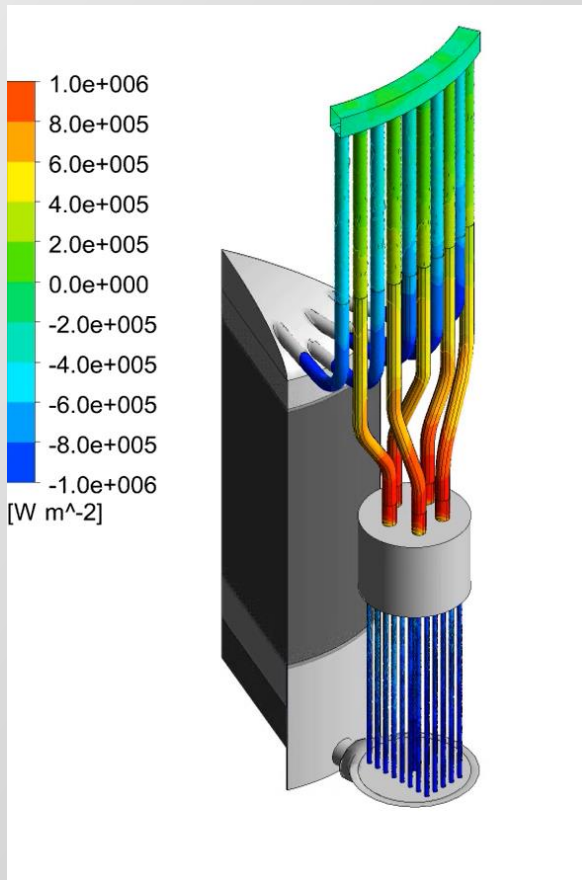
Το πρόγραμμα MATLAB είναι ένα εύχρηστο και ευέλικτο υπολογιστικό περιβάλλον για υλοποίηση επιστημονικών εφαρμογών σε ένα ευρύ φάσμα πεδίων, όπως τεχνικοί υπολογισμοί, σχεδιασμός και ανάλυση συστημάτων ελέγχου, επεξεργασία σήματος και τηλεπικοινωνιακά συστήματα, έλεγχος πειραματικών διατάξεων και συλλογή μετρήσεων και μοντελοποίηση και ανάλυση οικονομικών δεδομένων. Το περιβάλλον του MATLAB υποστηρίζει την εκτέλεση μαθηματικών υπολογισμών και σύνθετων λειτουργιών σε εξειδικευμένες περιοχές εφαρμογών καθώς περιέχει ένα σύνολο συναρτήσεων και εξωτερικών βιβλιοθηκών για πλείστες εφαρμογές.



Το λογισμικό COMSOL Multiphysics προσφέρει στον μηχανικό την δυνατότητα επίλυσης σύνθετων και αλληλεπιδραστικών φυσικών φαινομένων με την μέθοδο των πεπερασμένων στοιχείων. Αποτελεί ιδανική πλατφόρμα μοντελοποίησης και σχεδιασμού σε πληθώρα εφαρμογών όπως αισθητήρες και μικρό ηλεκτρομηχανολογικές συσκευές, προβλήματα ανάλυσης κατασκευών και γεωτεχνικών εφαρμογών, σχεδιασμό ακουστικών συσκευών, μοντελοποίηση και ανάλυση εναλλακτών θερμότητας, συσκευών ανάμειξης και αντιδραστήρων και γενικότερα οποιουδήποτε προβλήματος σχεδιασμού και μοντελοποίησης συζευγμένων φυσικών φαινομένων.



Το λογισμικό ανάλυσης πεπερασμένων στοιχείων Ansys χρησιμοποιείται για την προσομοίωση μοντέλων υπολογιστών δομών, ηλεκτρονικών ή εξαρτημάτων μηχανών για την ανάλυση της αντοχής, της σκληρότητας, της ελαστικότητας, της κατανομής θερμοκρασίας, του ηλεκτρομαγνητισμού, της ροής ρευστού και άλλων χαρακτηριστικών. Το Ansys χρησιμοποιείται για τον προσδιορισμό του τρόπου λειτουργίας ενός προϊόντος με διαφορετικές προδιαγραφές. Για παράδειγμα, το λογισμικό Ansys μπορεί να προσομοιώσει τον τρόπο με τον οποίο λειτουργεί η πρότυπη μηχανή Stirling β-τύπου.





Έρευνα

Διδακτορικές Διατριβές

Οι Υποψήφιοι Διδάκτορες που απαρτίζουν το Εργαστήριο αποτελούν τον κινητήριο μοχλό της έρευνας που πραγματοποιείται. Η επίβλεψή τους από τα μέλη ΔΕΠ είναι στενή, πραγματοποιείται όμως υπό κλίμα συνεργατικότητας και κατανόησης. Έχοντας ως βασικό τους κίνητρο την εντύπωση στο αντικείμενο που έχουν επιλέξει, έχουν δημοσιεύσει πολυάριθμες μελέτες σε διεθνή επιστημονικά περιοδικά και συνέδρια με κριτές.

Οι ήδη αναγορευμένοι Διδάκτορες του Εργαστηρίου είναι οι ακόλουθοι:

2002 Αλέξης Γεώργιος, «*Θερμοδυναμική εγχυτήρων και απόδοσή τους σε ψυκτικές εγκαταστάσεις*»

2004 Παπαευθυμίου Βασίλειος, «*Θερμοδυναμική ανάλυση ψυκτικής εγκατάστασης απορροφήσεως LIBR-H₂O και του πύργου ψύξεως*»

2004 Μπορμπιλιάς Νικόλαος, «*Θερμοδυναμική ανάλυση κύκλων Stirling*»

2010 Λώλος Περικλής, «*Βελτιστοποίηση κύκλου KALINA*»

2013 Αντωνάκος Γεώργιος, «*Βελτιστοποίηση μηχανής Stirling και του αναγεννητή της*»

2014 Τερτίπης Δημήτριος «*Μοντελοποίηση και πειραματική αξιολόγηση συστημάτων εξατμιστικής ψύξης*»

2015 Χριστοδουλάκη Ρόζα, «*Θερμοδυναμική ανάλυση υβριδικών συστημάτων ανοικτού εξατμιστικού κύκλου με υγρά προσροφητικά υλικά*»

2018 Θερμοδυναμική ανάλυση ψυκτικών συστημάτων προσρόφησης Παπουτσής Ευστράτιος

2018 Θερμοδυναμική ανάλυση συστημάτων θερμικής αποθήκευσης και ηλιακής ψύξης με χρήση νανορευστών, Νίτσας Μιχάλης

2019 Θερμοδυναμική ανάλυση συστημάτων δέσμευσης Διοξειδίου του Άνθρακα Πρέντζα Λουκία

2020 Thermodynamic Analysis of Vuilleumier Heat Pumps Δόγκας Γεώργιος

2022 Σχεδίαση και υπολογιστική προσομοίωση πρότυπης μηχανής Stirling – Ανάλυση της ροής στον αναγεννητή και παραμετρική μελέτη. Μπίτσικας Παναγιώτης

2022, Θερμοφυσική μοντελοποίηση κρουγονικού 4He, 3He και μίγματος αυτών: μοντελοποίηση κρουψυκτών κοντά στο απόλυτο μηδέν, Ραφαήλ Δομένικος





Οι Υποψήφιοι Διδάκτορες του Εργαστηρίου είναι οι ακόλουθοι:

Αντωνέας Γεώργιος

Δαλαβούρας Δημήτριος

Δαλαβούρας Πέτρος

Ορφανός Γεώργιος

Παλιογιάννης Αθανάσιος

Παπιγγιώτης Θεόδωρος

Τσάλα Σταυρίνα

Ερευνητικά Έργα

INNOMED

Διάρκεια έργου

2023-2025

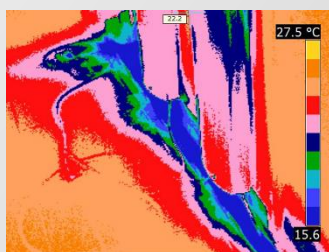
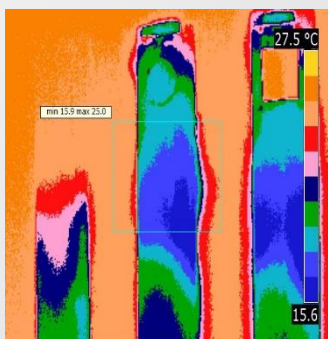
Ιστοσελίδα έργου

www.innomed.org

Σύντομη περιγραφή

Στόχος αυτού του έργου είναι να συγκεντρώσει και να ενισχύσει τη συνεργασία μεταξύ εταιρειών και ΑΕΙ μέσω της ανάπτυξης μαθημάτων στις Καινοτόμες Τεχνολογίες Πράσινης Ενέργειας για Πράσινα Κτίρια, λαμβάνοντας παράλληλα υπόψη τις πιθανές επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής, χρησιμοποιώντας προσαρμοστικές μεθόδους μάθησης και διδασκαλίας. Το INNOMED θα προωθήσει την συνεργασία με την παροχή μαθημάτων που μπορούν να γίνουν αποδεκτά και να εκτελεστούν από όλους τους αυλικούς της περιοχής. Μέσω των εικονικών μαθημάτων, φοιτητές από διάφορα έθνη της περιοχής θα μπορούν να επικοινωνούν μεταξύ τους. Τα μαθήματα θα χρησιμοποιούν νέες μεθοδολογίες μάθησης και παιδαγωγικές προσεγγίσεις που θα κεντρίσουν το ενδιαφέρον των νεότερων γενεών. Τέλος, η ευκαιρία να εξασκηθούν στην εξ αποστάσεως εκπαίδευση θα ωφελήσει τους φοιτητές, ιδιαίτερα εκείνους από τις αγροτικές περιοχές της περιοχής. Οι μηχανολόγοι μηχανικοί, οι μηχανικοί περιβάλλοντος, οι αρχιτέκτονες και οι πολεοδόμοι είναι οι ομάδες-στόχοι.





ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ, Κωδ. ΕΔΕΙΑ 62371600

Μετρήσεις, ενεργειακή αξιολόγηση και βελτιστοποίηση σχεδιασμού ψυκτικών συστημάτων.

ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ-ΨΥΞΗΣ, Κωδ. ΕΔΕΙΑ 62367000 HEPTAPOLIS GREEN ENERGY SOLUTIONS LTD

Μετρήσεις, ενεργειακή αξιολόγηση και βελτιστοποίηση σχεδιασμού ψυκτικού συστήματος εταιρείας Heptapolis.

Διάρκεια έργου 2018

Σύντομη περιγραφή

Εξετάστηκε πειραματικά τερματική ψυκτική διάταξη η οποία προσφέρει δροσισμό στο εσωτερικό χώρων κατοικίας και γραφείων. Παράλληλα διερευνήθηκε με χρήση του προσομοιωτικού προγράμματος TRNSYS η δυνατότητα ενσωμάτωσης αυτού του συστήματος σε κτήρια σε όλη την Ελλ'δα.

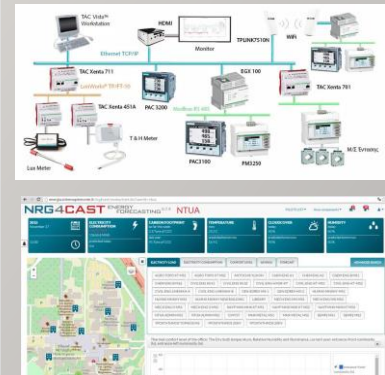
NRG4Cast Energy Forecast

Διάρκεια έργου 2012-2015

Ιστοσελίδα έργου www.nrg4cast.org

Σύντομη περιγραφή

Σχεδιασμός και εγκατάσταση έξυπνων μετρητών σε όλα τα κτήρια της Πολυτεχνειούπολης Ζωγράφου με στόχο την καταγραφή αλλά και τον έλεγχο της καταναλισκόμενης ενέργειας του ΕΜΠ καθώς ανάπτυξη λογισμικού για την πρόβλεψη αυτής σε κτήρια του τριτογενούς τομέα.



RealSkillsEurope

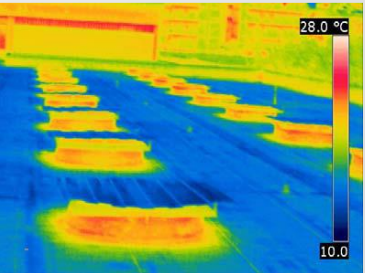
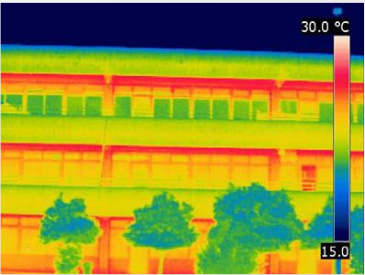
Διάρκεια έργου 2008-2012

Ιστοσελίδα έργου <http://www.realskillseurope.eu/>

Σύντομη περιγραφή

Ενεργειακή και περιβαλλοντική επίπτωση των διαρροών ψυκτικών μέσων. Συνηθέστερες διαρροές. Τρόπους αποφυγής των διαρροών. Μετρητικές διατάξεις εντοπισμού διαρροών. Ανάπτυξη εκπαιδευτικής πλατφόρμας με στόχο τόσο την εκπαίδευση όσο και την αξιολόγηση των τεχνικών που ασχολούνται με τη συντήρηση και την κατασκευή ψυκτικών εγκαταστάσεων, εναρμονισμένη με ευρωπαϊκές οδηγίες.





Θερμογραφική ανάλυση σχολικού κτηρίου

Διάρκεια έργου 2011

Σύντομη περιγραφή

Θερμογραφική ανάλυση του κτηριακού κελύφους του Σχολικού Συγκροτήματος της Γκράβας. Έλαβε χώρα συνοπτική ενεργειακή επιθεώρηση των επτά Σχολικών Συγκροτημάτων της Γκράβας και παράλληλη θερμογραφική απεικόνιση όλων των δομικών συστημάτων των κτηρίων που παρουσιάζουν απώλειες θερμότητας.

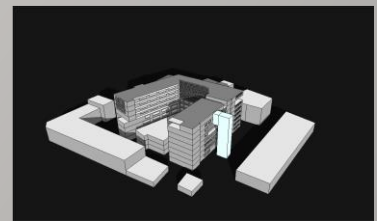
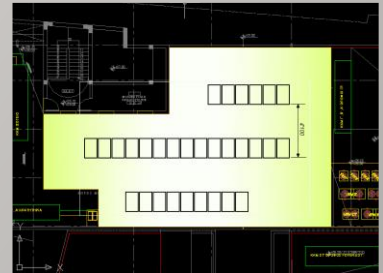
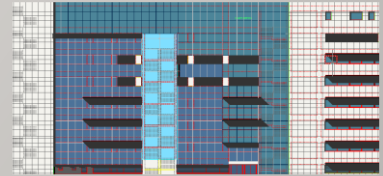
Ενεργειακή μελέτη κτηρίου γραφείων

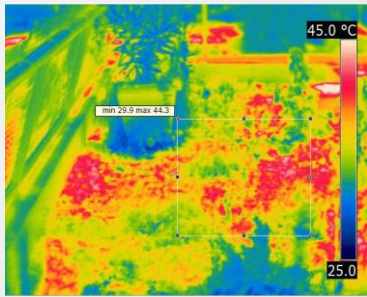
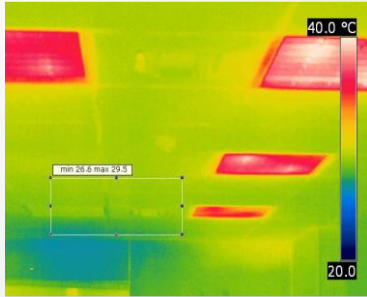
Διάρκεια έργου

2009

Σύντομη περιγραφή

Ενεργειακή Μελέτη των κτηριακών εγκαταστάσεων της Αστυνομικής Διεύθυνσης Πειραιά με Σύμβαση Δημοσίου και Ιδιωτικού Τομέα. Πραγματοποιήθηκε επιλογή των κατάλληλων υλικών κελύφους, σύμφωνα με τις απαιτήσεις των κανονισμών και οδηγιών της Κτηματικής Υπηρεσίας του Δημοσίου και του Τ.Ε.Ε.. Αξιολογήθηκε η ανάγκη τοποθέτησης σκιαδίων σε επιλεγμένους υαλοπίνακες του κτηρίου. Εξετάστηκε ο τύπος φυτεμένου δώματος που μπορεί να εγκατασταθεί στο κτήριο και αξιολογήθηκε η συνεισφορά του στη βελτίωση της θερμικής συμπεριφοράς του κτηρίου. Εντοπίστηκαν τα καταλληλότερα σημεία τοποθέτησης φωτοβολταϊκών στοιχείων και προσδιορίστηκε η αποδοτικότητά τους. Πραγματοποιήθηκε σύγκριση ως προς την οικονομική απόδοση των συμβατικών συστημάτων κεντρικού κλιματισμού και των αντιστοίχων χαμηλής κατανάλωσης ενέργειας.





Αξιολόγηση φυτεμένου δώματος σε κτήριο γραφείων

Διάρκεια έργου

2008-2010

Σύντομη περιγραφή

Εξετάσθηκε η θερμική συμπεριφορά του φυτεμένου δώματος του κτηρίου του Υπουργείου Οικονομίας και Οικονομικών (Νίκης5-7, Σύνταγμα) τόσο με θερμογραφική ανάλυση όσο και με προσομοιωτική αξιολόγηση, λαμβάνοντας υπόψη τους λογαριασμούς ηλεκτρικής ενέργειας και πετρελαίου. Απώτερος σκοπός ήταν η αξιολόγηση της απόδοσης του φυτεμένου δώματος ένα χρόνο μετά την εγκατάστασή του.

/

Επιστημονικές Δημοσιεύσεις



Το ερευνητικό δυναμικό του Εργαστηρίου έχει 200 δημοσιεύσεις σε διεθνή επιστημονικά περιοδικά με κριτές και 650 ετεροαναφορές συνολικά. Η συμμετοχή του Εργαστηρίου σε διεθνή επιστημονικά συνέδρια με κριτές επικυρώνεται με συνολικά 140 δημοσιεύσεις. Κάθε ενεργό μέλος ΔΕΠ του Εργαστηρίου λαμβάνει διεθνή επιστημονική αναγνώριση, κατέχοντας h-index υψηλότερο του 13.

Εξαιτίας του πλήθους των δημοσιεύσεων, η παρακάτω λίστα περιλαμβάνει μόνο τις τελευταίες δημοσιεύσεις (μετά το 2012) οι οποίες περιλαμβάνουν κρίση επί του κειμένου. Έτσι, οι δημοσιεύσεις σε διεθνή επιστημονικά συνέδρια με κρίση επί της περίληψης, οι ανακοινώσεις σε εθνικά επιστημονικά συνέδρια και οι ανακοινώσεις σε εθνικά επιστημονικά περιοδικά δεν περιλαμβάνονται.

Δημοσιεύσεις σε διεθνή επιστημονικά περιοδικά και συνέδρια με κριτές

Domenikos, G.-R., Rogdakis, E., Koronaki, I., Thermodynamic Correlation of the Entropy of Bose-Einstein Condensation Transition to the Lambda Points of Superfluids, (2022) 144 (12), art. no. 122101..

Tzouganakis, P., Kalligeros, C., Papalexis, C., Koronaki, I., Antonakos, G., Spitas, V., A new second order thermal model for accurate simulation of the transient and steady-state response of beta-type Stirling engines based on time-varying calculation of thermal losses, (2022) .

Christodoulaki, R., Tsekouras, P., Koronaki, I., On the optical performance of a spherical stationary reflector/tracking absorber solar collector. (2022) 41 (1), pp. 1-11.

Nitsas, M.T., Papoutsis, E.G., Koronaki, I.P., Experimental performance evaluation of an integrated solar-driven adsorption system in terms of thermal storage and cooling capacity, (2021) 13 (22), art. no. 5931 .

Nitsas, M., Koronaki, I.P., Performance analysis of nanoparticles-enhanced PCM: An experimental approach, (2021) 25, art. no. 100963 .

Papingiotis, T., Koronaki, I., Komninos, N., Antonakos, G., Thermodynamic analysis and optimization of Transcritical and

Supercritical Organic Rankine and Brayton Cycles coupled to parabolic trough collectors, (2021) 1037 (1), art. no. 012044, .

Tsala, S., Koronaki, I.P. Optimization Algorithms for Energy Building Applications (2021) 1037 (1), art. no. 012040, .

Tsala, S., Koronaki, I.P. Energy savings strategies in Campus Buildings of Athens-Greece, (2021) 1037 (1), art. no. 012041, .

Nitsas, M.T., Koronaki, I.P., A study on the performance of solar driven absorption chiller in terms of Coefficient of Performance and exergy efficiency, (2021) 8A-2021, art. no. V08AT08A004, .

Domenikos, G.-R., Rogdakis, E., Koronaki, I., CONTINUOUS EQUATION OF STATE AND THERMODYNAMIC MAPS FOR CRYOGENIC HELIUM 4, (2021) 8B-2021, art. no. V08BT08A009, .

Domenikos, G.-R., Rogdakis, E., Koronaki, I., THERMODYNAMIC BEHAVIOR AND EQUATION OF STATE FOR CRYOGENIC HELIUM 3-4 MIXTURES, (2021) 8B-2021, art. no. V08BT08A010, .

Domenikos, G.-R., Rogdakis, E., Koronaki, I., STUDYING THE SUPERFLUID TRANSFORMATION IN HELIUM 4 THROUGH THE PARTITION FUNCTION AND ENTROPIC BEHAVIOR, (2021) 8B-2021, art. no. V08BT08A008, .

Komninos, N.P., Koronaki, I.P., Rogdakis, E.D., The effect of compressor-expander phasing in an Ericsson engine: A numerical study, (2020) 19, art. no. 100670, .

Nitsas, M.T., Koronaki, I.P., Thermal analysis of pure and nanoparticle-enhanced PCM—application in concentric tube heat exchanger, (2020) 13 (15), art. no. 3841, .

Nitsas, M.T., Koronaki, I.P., Performance Analysis of a Solar-Assisted Organic Rankine Cycle, (2020) 8, .

Korres, D.N., Tzivanidis, C., Koronaki, I.P., Nitsas, M.T., Experimental, numerical and analytical investigation of a U-type evacuated tube collectors' array (2019) 135, pp. 218-231.

Nitsas, M.T., Koronaki, I.P., Experimental and theoretical performance evaluation of evacuated tube collectors under mediterranean climate conditions, (2018) 8, pp. 457-469.



Prentza, L., Koronaki, I.P., Nitsas, M.T., Investigating the performance and thermodynamic efficiency of CO₂ reactive absorption – A solvent comparison study (2018) 7, pp. 33-44.

Koronaki, I.P., Nitsas, M.T., Experimental and theoretical performance investigation of asymmetric photovoltaic/thermal hybrid solar collectors connected in series, (2018) 118, pp. 654-672.

Prentza, L., Koronaki, I.P., Papoutsis, E.G., Papaefthimiou, V.D., Dynamic simulation and parametric sensitivity study in reactive CO₂ capture systems – A solvent comparison study, (2018) 5, pp. 555-567.

Prentza, L., Koronaki, I.P., Papoutsis, E.G., Dynamic modelling and parametric analysis of a fixed-bed adsorption of carbon dioxide-nitrogen mixture on different adsorbents (2018) .

Nitsas, M.T., Koronaki, I.P., Beliotis, A., Thermal analysis of phase change materials by utilizing nanoparticles (2018) 6B-2018, .

Nitsas, M.T., Koronaki, I.P., Prentza, L., First and second law analysis of a flat plate collector working with nanofluids (2018) 6B-2018, .

Papoutsis, E.G., Koronaki, I.P., Papaefthimiou, V.D. Parametric Study of a Single-Stage Two-Bed Adsorption Chiller (2017) 143 (4), art. no. 04016068, .

Papoutsis, E.G., Koronaki, I.P., Papaefthimiou, V.D., Numerical simulation and parametric study of different types of solar cooling systems under Mediterranean climatic conditions (2017) 138, pp. 601-611.

Koronaki, I.P., Prentza, L., Papaefthimiou, V.D., Parametric analysis using AMP and MEA as aqueous solvents for CO₂ absorption, (2017) 110, pp. 126-135.

Nitsas, M.T., Koronaki, I.P., Performance evaluation of asymmetric CPC-PVT collectors connected in series (2017) 6, .

Koronaki, I.P., Nitsas, M.T., Papoutsis, E.G., Energy and exergy analysis of a hybrid solar system in terms of thermal energy production and cooling, (2017) 6, .

Rogdakis, E., Antonakos, G., Koronaki, I.P., Influence of a regenerator on stirling engine performance, (2016) 142 (2), art. no. E4016002, .

Nitsas, M.T., Koronaki, I.P., Investigating the potential impact of nanofluids on the performance of condensers and evaporators-A general approach, (2016) 100, pp. 577-585.

Koronaki, I.P., Nitsas, M.T., Vallianos, C.A., Enhancement of carbon dioxide absorption using carbon nanotubes - A numerical approach (2016) 99, pp. 1246-1253.

Koronaki, I.P., Papoutsis, E.G., Papaefthimiou, V.D., Thermodynamic modeling and exergy analysis of a solar adsorption cooling system with cooling tower in Mediterranean conditions (2016) 99, pp. 1027-1038.

Koronaki, I., Hubina, T., Kalaboukas, K., Markogiannakis, G., Giannis, H., Skrjanc, M., Kenda, K., Mokorel, S., Nienke, S., Calefato, C. Energy forecasting and modelling in rural areas, (2016) art. no. 7388058, .

Koronaki, I.P., Papoutsis, E.G., Nitsas, M.T., Analysis of an adsorption chiller cooling system for various types of solar collectors using the F-chart cooling method, (2016) 6A-2016, .

Nitsas, M.T., Koronaki, I.P., Kontos, A.S., Performance evaluation of an asymmetric hybrid solar collector - Effect of nanofluids on the electrical and thermal energy production, (2016) 6B-2016, .

Koronaki, I.P., Papoutsis, E., Papaefthimiou, V., Rogdakis, E., Numerical and experimental analysis of a solid desiccant wheel, (2016) 20 (2), pp. 613-621.



Προσωπικό

Μέλη Δ.Ε.Π.

Κορωνάκη Ειρήνη

Καθηγήτρια

Διευθύντρια Εργαστηρίου Εφαρμ. Θερμοδυναμικής

Δρ. Μηχανολόγος Μηχανικός

Σχολή Μηχανολόγων Μηχανικών, Τομέας Θερμότητας, κτ. Ε

Γραφείο Ε.220

τηλ (+30) 210 772-1581

φαξ (+30) 210 772-3670

e-mail: koronaki@central.ntua.gr

Ρογδάκης Εμμανουήλ

Ομότιμος Καθηγητής

Δρ. Μηχανολόγος Μηχανικός

Σχολή Μηχανολόγων Μηχανικών, Τομέας Θερμότητας, κτ. Ε

Γραφείο Ε.217

τηλ (+30) 210 772-3966

φαξ (+30) 210 772-1344

e-mail: rogdemma@central.ntua.gr

Κουρεμένος Δημήτριος

Ομότιμος Καθηγητής

Δρ. Μηχανολόγος Μηχανικός

Σχολή Μηχανολόγων Μηχανικών, Τομέας Θερμότητας,

τηλ (+30) 210 772-3669

φαξ (+30) 210 772-3670

e-mail: dimkour@central.ntua.gr

Ε.Δ.Ι.Π.

Κομνηνός Νεόφυτος

Σχολή Μηχανολόγων Μηχανικών, Τομέας Θερμότητας,

Κτήριο Ε, Γραφείο Ε.219

τηλ (+30) 210 772-1710

Αντωνάκος Γεώργιος

Σχολή Μηχανολόγων Μηχανικών, Τομέας Θερμότητας,

Κτήριο Ν

τηλ (+30) 210 772-1710



Διοικητικό προσωπικό

Νασοπούλου Αλεξάνδρα , ΙΔΑΧ
Σχολή Μηχανολόγων Μηχανικών, Τομέας Θερμότητας,
Κτήριο Ε, Γραφείο Ε.222
τηλ (+30) 210 772-3672
φαξ (+30) 210 772-3670
e-mail: a.nasopoulou@gmail.com

Μεταδιδακτορικοί ερευνητές

Λώλος Περικλής
Δρ. Μηχανολόγος Μηχανικός
Σχολή Μηχανολόγων Μηχανικών, Τομέας Θερμότητας
τηλ (+30) 210 772-4071
e-mail: plolos@central.ntua.gr

Μπορμπιλιάς Νικόλαος
Δρ. Μηχανολόγος Μηχανικός
Σχολή Μηχανολόγων Μηχανικών, Τομέας Θερμότητας,
τηλ (+30) 210 772-1253
e-mail: nborbil@central.ntua.gr

Παπαευθυμίου Βασίλειος
Δρ. Μηχανολόγος Μηχανικός
Σχολή Μηχανολόγων Μηχανικών, Τομέας Θερμότητας,
τηλ (+30) 210 772-1014
e-mail: vpapaeft@central.ntua.gr

Χριστοδουλάκη Ρόζα
MSc Environmental Design & Engineering
Φυσικός
Σχολή Μηχανολόγων Μηχανικών, Τομέας Θερμότητας,
τηλ (+30) 210 772-3274
e-mail: rchris@central.ntua.gr

Τερτίτης Δημήτρης
MSc Παραγωγή & Διαχείριση Ενέργειας
Μηχανολόγος Μηχανικός
Σχολή Μηχανολόγων Μηχανικών, Τομέας Θερμότητας,
τηλ (+30) 210 772-1253
e-mail: dtert@central.ntua.gr

Νίτσας Μιχάλης
Μηχανολόγος Μηχανικός
Σχολή Μηχανολόγων Μηχανικών, Τομέας Θερμότητας,
τηλ (+30) 210 772-4071

Παπουτσής Ευστράτιος
MSc Παραγωγή & Διαχείριση Ενέργειας
Μηχανολόγος Μηχανικός
Σχολή Μηχανολόγων Μηχανικών, Τομέας Θερμότητας,
τηλ (+30) 210 772-1253

Πρέντζα Λουκία
Μηχανολόγος Μηχανικός
Σχολή Μηχανολόγων Μηχανικών, Τομέας Θερμότητας,
τηλ (+30) 210 772-1014

Δόγκας Γεώργιος
Φυσικός
Σχολή Μηχανολόγων Μηχανικών, Τομέας Θερμότητας,
τηλ (+30) 210 772-3671

Μπίτσικας Παναγιώτης
Μηχανολόγος Μηχανικός
Σχολή Μηχανολόγων Μηχανικών, Τομέας Θερμότητας,
τηλ (+30) 210 772-3671

Δομένικος Ραφαήλ
Μηχανολόγος Μηχανικός
Σχολή Μηχανολόγων Μηχανικών, Τομέας Θερμότητας,
τηλ (+30) 210 772-3671