



Τεχνολογικό  
Πανεπιστήμιο  
Κύπρου

Σχολή Μηχανικής και  
Τεχνολογίας

**Πτυχιακή εργασία**

**ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΗΛΙΑΚΟΥ ΑΝΕΜΟΠΤΕΡΟΥ**

**ΙΩΑΝΝΗΣ ΠΑΡΑΔΕΙΣΙΩΤΗΣ**

**ΠΑΝΑΓΙΩΤΗΣ ΚΟΥΛΛΟΥΠΑΣ**

**Λεμεσός, Μάιος 2025**



ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΚΥΠΡΟΥ  
ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ  
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΚΑΙ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΚΑΙ  
ΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΥΛΙΚΩΝ

Πτυχιακή εργασία

ΣΧΕΔΙΑΜΟΣ ΗΛΙΚΟΥ ΑΝΕΜΟΠΤΕΡΟΥ

των

ΙΩΑΝΝΗ ΠΑΡΑΔΕΙΣΙΩΤΗ

ΠΑΝΑΓΙΩΤΗ ΚΟΥΛΛΟΥΠΑ

Επιβλέπων Καθηγητής  
Δρ. Φοίβος Κουκουβίνης

Λεμεσός, Μάιος 2025



## **Πνευματικά δικαιώματα**

Copyright © Παραδεισιώτης Ιωάννης, Κουλλουπάς Παναγιώτης, 2025

Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All rights reserved.

Η έγκριση της πτυχιακής εργασίας από το Τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών και Επιστήμης και Μηχανικής Υλικών του Τεχνολογικού Πανεπιστημίου Κύπρου δεν υποδηλώνει απαραίτητως και αποδοχή των απόψεων του συγγραφέα εκ μέρους του Τμήματος.

## ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Η ολοκλήρωση της παρούσας πτυχιακής εργασίας αποτελεί για εμάς το επιστέγασμα μιας μακρόχρονης και απαιτητικής, αλλά ταυτόχρονα δημιουργικής και ουσιαστικής πορείας στο Πανεπιστήμιο. Στο σημείο αυτό, θα θέλαμε να εκφράσουμε τη βαθιά μας ευγνωμοσύνη και τις θερμές μας ευχαριστίες σε όλους όσους συνέβαλαν με τον τρόπο τους στην επιτυχή ολοκλήρωση των σπουδών μας και της παρούσας εργασίας.

Πρώτα απ' όλα, αισθανόμαστε την ανάγκη να ευχαριστήσουμε τον επιβλέποντα καθηγητή μας Δρ. Φοίβο Κουκουβίνη, για την πολύτιμη επιστημονική του καθοδήγηση, την υπομονή και τη διαρκή υποστήριξή του σε όλα τα στάδια υλοποίησης της πτυχιακής μας εργασίας. Με την εμπειρία του, τις καίριες παρατηρήσεις του και τη διαθεσιμότητά του, συνέβαλε ουσιαστικά στον προσανατολισμό και τη βελτίωση της δουλειάς μας. Η συμβολή του ξεπέρασε την τυπική ακαδημαϊκή επίβλεψη και μας παρείχε έμπνευση και ενίσχυση σε κάθε βήμα αυτής της συνεργασίας.

Παράλληλα, θα θέλαμε να εκφράσουμε τις ειλικρινείς μας ευχαριστίες προς όλους τους διδάσκοντες και καθηγητές του Τμήματος, οι οποίοι καθ' όλη τη διάρκεια των σπουδών μας, μας παρείχαν ουσιαστική εκπαίδευση και καθοδήγηση, μεταδίδοντάς μας τόσο επιστημονική γνώση όσο και ήθος. Η συμβολή τους υπήρξε καθοριστική για τη διαμόρφωση της σκέψης μας, καθώς και για την κατανόηση των θεμελιωδών και σύγχρονων θεμάτων του επιστημονικού μας πεδίου.

Ιδιαίτερες ευχαριστίες απευθύνουμε και προς τις οικογένειές μας, που όλα αυτά τα χρόνια υπήρξαν το σταθερό μας στήριγμα. Με την υπομονή, την αγάπη, τη συμπαράσταση και την εμπιστοσύνη τους στις προσπάθειές μας, μας έδωσαν τη δύναμη να συνεχίσουμε, ακόμη και σε στιγμές δυσκολίας ή αμφιβολίας. Η ψυχική και πρακτική υποστήριξή τους υπήρξε ανεκτίμητη και αποτελεί για εμάς βασικό λόγο για τον οποίο φτάσαμε μέχρι εδώ.

Δεν θα μπορούσαμε επίσης να παραλείψουμε να ευχαριστήσουμε θερμά τους φίλους και συμφοιτητές μας, για τη συντροφικότητα, τη συνεργασία και τη στήριξή τους καθ' όλη τη διάρκεια των σπουδών μας. Οι κοινές προσπάθειες, οι συζητήσεις, η αλληλοβοήθεια και οι στιγμές ξεκούρασης συνέβαλαν όχι μόνο στην πρόοδό μας αλλά και στη διαμόρφωση ενός περιβάλλοντος αλληλεγγύης και δημιουργικότητας.

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα πτυχιακή εργασία επικεντρώνεται στον σχεδιασμό, την αεροδυναμική προσομοίωση και την ενεργειακή αξιολόγηση ενός αυτόνομου ηλιακού ανεμοπτερού, με στόχο την επίτευξη μέγιστης πτητικής αυτονομίας και λειτουργικής σταθερότητας υπό μεταβαλλόμενες συνθήκες. Η μελέτη ξεκινά με τη γεωμετρική σχεδίαση της πτέρυγας και της ατράκτου, λαμβάνοντας υπόψη παραμέτρους όπως η επιφάνεια πτερύγων, η κατανομή μάζας και η συμβατότητα με φωτοβολταϊκά στοιχεία. Ακολουθεί ανάλυση μέσω υπολογιστικής ρευστοδυναμικής (CFD) για την πρόβλεψη της αεροδυναμικής συμπεριφοράς του ανεμοπτερού, με ιδιαίτερη έμφαση στον ρόλο της γωνίας πρόσπτωσης στην παραγωγή άνωσης και αντίστασης.

Η εργασία εξετάζει τη σχέση της ταχύτητας πτήσης με την αεροδυναμική απόδοση, αναδεικνύοντας τις επιπτώσεις της στην απαιτούμενη ισχύ και κατανάλωση ενέργειας. Παράλληλα, πραγματοποιείται ενεργειακή ανάλυση με βάση την αποθηκευμένη ενέργεια της μπαταρίας, προκειμένου να υπολογιστεί η αυτονομία πτήσης σε περιβάλλοντα χωρίς ηλιακή ακτινοβολία. Μέσω των αποτελεσμάτων, διαπιστώνεται ότι ο ορθός καθορισμός της βέλτιστης ταχύτητας και της γωνίας πτήσης είναι καθοριστικός για τη μείωση της οπισθέλκουσας και την αύξηση της διάρκειας πτήσης.

Συμπερασματικά, η εργασία αποδεικνύει ότι η επιτυχής υλοποίηση ενός ηλιακού ανεμοπτερού απαιτεί την ενσωμάτωση της γεωμετρικής, αεροδυναμικής και ενεργειακής σχεδίασης σε ένα ενιαίο, βελτιστοποιημένο σύστημα. Η ηλιακή ενέργεια αξιοποιείται όχι μόνο ως πηγή ισχύος, αλλά ως βασική συνιστώσα του συνολικού σχεδιασμού, ενισχύοντας τη βιωσιμότητα και την επιχειρησιακή ευελιξία του UAV.

**Λέξεις κλειδιά:** Σχεδιασμός, αεροδυναμική προσομοίωση, ενεργειακή αξιολόγηση, γωνία πρόσπτωσης, αυτονομία πτήσης, ηλιακή ενέργεια, φωτοβολταϊκό.

## **ABSTRACT**

This thesis focuses on the design, aerodynamic simulation and energy evaluation of an autonomous solar glider. The main goal is to achieve maximum flight autonomy and operational stability under varying conditions. The study starts with the geometric design of the wing and fuselage, considering parameters such as wing area, mass distribution and compatibility with photovoltaic cells. This is followed by computational fluid dynamics (CFD) analysis to predict the aerodynamic behaviour of the glider, with particular emphasis on the role of angle of incidence in generating lift and drag.

The paper examines the relationship between air speed and aerodynamic performance, highlighting its impact on power and energy consumption requirements. At the same time, an energy analysis based on the stored energy of the battery is carried out in order to calculate the flight autonomy in environments without solar radiation. Through the results, it is found that the correct determination of the optimal speed and flight angle is crucial to reduce drag and increase flight duration.

In conclusion, the paper demonstrates that the successful implementation of a solar glider requires the integration of geometric, aerodynamic and energy design into a single, optimized system. Solar energy is utilized not only as a power source, but as a key component of the overall design, enhancing the sustainability and operational flexibility of the UAV.

**Keywords:** Design, CFD, energy evaluation, angle of attack, flight autonomy, solar energy, solar cell.