



**ΕΛΙΔΕΚ.**  
Ελληνικό Ίδρυμα Έρευνας & Καινοτομίας

**Περιγραφή Χρηματοδοτούμενου Ερευνητικού Έργου**  
**1η Προκήρυξη Ερευνητικών Έργων ΕΛ.ΙΔ.Ε.Κ. για την**  
**ενίσχυση των Μελών ΔΕΠ και Ερευνητών/τριών και την**  
**προμήθεια ερευνητικού εξοπλισμού μεγάλης αξίας**

**Τίτλος Ερευνητικού Έργου:** Οργανικός Τριγωνικός Κύκλος για Αποδοτική Μετατροπή Θερμικής Ηλιακής Ενέργειας σε Ισχύ

**Επιστημονικός Υπεύθυνος:** Dr.-Ing Δημήτρης Μανωλάκος, Αναπληρωτής Καθηγητής Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών (ΓΠΑ), Τμήμα Αξιοποίησης Φυσικών Πόρων και Γεωργικής Μηχανικής

**Φιλικός προς τον αναγνώστη τίτλος:** SOL-art

**Επιστημονική Περιοχή:** Περιβάλλον και Ενέργεια

**Φορέας Προέλευσης και Χώρα:** Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών (ΓΠΑ), Ελλάδα

**Φορέας Υποδοχής:** ΓΠΑ, Τμήμα Αξιοποίησης Φυσικών Πόρων και Γεωργικής Μηχανικής

**Συνεργαζόμενος Φορέας:** Ghent University (UGent), *Applied Thermodynamics and Heat Transfer (ATHT) Research Group*

**Ποσό Χρηματοδότησης:** 164000 €

**Διάρκεια Χρηματοδότησης:** 36 μήνες



## Σύνοψη Ερευνητικού Έργου

Ο στόχος του Ερευνητικού Έργου είναι η ανάπτυξη μιας θερμικής μηχανής μικρής κλίμακας (2-3 KW), η οποία θα εφαρμόζει τον Οργανικό Τριγωνικό Κύκλο (ΟΤΚ), για την παραγωγή ισχύος μέσω της ηλιακής ενέργειας. Ο ΟΤΚ είναι μία πολλά υποσχόμενη πρόταση για την παραγωγή ισχύος από ήπιες μορφές θερμότητας, εναλλακτική του παραδοσιακού Οργανικού Κύκλου Rankine. Ωστόσο, η πολυπλοκότητα του φαινομένου της διφασικής εκτόνωσης, η οποία είναι το εγγενές χαρακτηριστικό του ΟΤΚ, και το κενό γνώσης ως προς αυτήν, έχουν ως τώρα περιορίσει την ευρεία εφαρμογή της εν λόγω τεχνολογίας.

Στα πλαίσια του Ερευνητικού Έργου θα πραγματοποιηθεί εις βάθος υπολογιστική ανάλυση του φαινομένου της διφασικής εκτόνωσης. Θα αναπτυχθούν υπολογιστικά εργαλεία για την προσομοίωση του φαινομένου της διφασικής εκτόνωσης αποκλειστικά, όπως επίσης και της ολοκληρωμένης θερμικής μηχανής, με την ηλιακή ενέργεια ως πηγή θερμότητας. Στις προσομοιώσεις θα χρησιμοποιηθούν Οργανικά ρευστά και μίγματα με αμελητέο Global Warming Potential (GWP) και Ozone Depleting Potential (ODP). Επιπλέον, θα μελετηθεί η επίδραση της στοχαστικής φύσης της ηλιακής ενέργειας στην αποδοτικότητα της θερμικής μηχανής.

Η υπολογιστική ανάλυση θα καθορίσει τις προδιαγραφές για την κατασκευή ενός πρωτότυπου και μη συμβατικού διφασικού εκτονωτή, ο οποίος θα διαχειρίζεται αποτελεσματικά διφασικές ροές, και θα επιτυγχάνει ισεντροπικούς βαθμούς απόδοσης της τάξεως του 65%-70%.

Ο διφασικός εκτονωτής θα δοκιμαστεί στις πειραματικές εγκαταστάσεις του Ugent με στόχο να παραχθεί ένας λεπτομερής «χάρτης» απόδοσής του σε διάφορα σενάρια λειτουργίας. Στο τελικό στάδιο, ο εκτονωτής θα ενσωματωθεί στην υπάρχουσα πειραματική εγκατάσταση Concentrated PhotoVoltaic-Thermal (CPV-T) του ΓΠΑ. Η λειτουργία του συνδυασμένου συστήματος των ηλιακών συλλεκτών με τον διφασικό εκτονωτή θα αυτοματοποιηθεί μέσω της ανάπτυξης κατάλληλου συστήματος ελέγχου. Στόχος του συστήματος ελέγχου θα είναι η μεγιστοποίηση της απόδοσης του συνδυασμένου συστήματος με παροχή θερμότητας από τους ηλιακούς συλλέκτες στο εύρος 80<sup>o</sup>- 90<sup>o</sup> C.

## Πρωτοτυπία του Ερευνητικού Έργου

*Η πρωτοτυπία του Ερευνητικού Έργου έγκειται στην διερεύνηση, θεωρητική και υπολογιστική, του ΟΤΚ, με τελικό στόχο την ανάπτυξη ενός ολοκληρωμένου συστήματος, το οποίο θα συνδυάζει τον ΟΤΚ με την ηλιακή ενέργεια, για την αποδοτική παραγωγή ισχύος.*

*Παραδοσιακά, ο Οργανικός Κύκλος Rankine εφαρμόζεται για την παραγωγή ισχύος από ήπιες πηγές θερμότητας. Ωστόσο, η θερμική απόδοση του συγκεκριμένου κύκλου είναι της τάξεως του 5-6% όταν η πηγή θερμότητας βρίσκεται σε θερμοκρασία των 100° C. Η θερμική απόδοση αυτή είναι περίπου το 30% του θερμικού βαθμού απόδοσης Carnot. Ο ΟΤΚ έχει αναδειχθεί, μέσα από τη διεθνή βιβλιογραφία, ως μια υποσχόμενη εναλλακτική, καθώς στον θερμικό αυτό κύκλο ελαχιστοποιούνται οι αναντιστρεπτότητες κατά την μεταφορά θερμότητας από την πηγή θερμότητας προς το εργαζόμενο μέσο. Το εργαζόμενο μέσο εισέρχεται στον εκτονωτή σε κατάσταση κορεσμένου υγρού και, λόγω ξαφνικής πτώσης πίεσης, προκαλείται εξάτμισή του και, ακολούθως, ογκομετρική εκτόνωση.*

*Παρά την προοπτική του, ο ΟΤΚ δεν έχει εφαρμοστεί ευρέως λόγω της ελλιπούς κατανόησης του φαινομένου της διφασικής εκτόνωσης. Η έλλειψη γνώσης για την διφασική εκτόνωση οφείλεται στην έλλειψη θερμοδυναμικής ισορροπίας μεταξύ της υγρής και αέριας φάσης κατά την εξέλιξη του φαινομένου. Επιπρόσθετα, δεν υπάρχει στη διεθνή βιβλιογραφία επαρκής όγκος πειραματικών δεδομένων σχετικά με την διφασική εκτόνωση εντός ογκομετρικών εκτονωτών.*

*Στα πλαίσια του ερευνητικού έργου θα ερευνηθεί θεωρητικά και, ακολούθως, θα μοντελοποιηθεί υπολογιστικά η διφασική εκτόνωση με στόχο την παραγωγή ισχυρών και αξιόπιστων υπολογιστικών εργαλείων. Οι προσομοιώσεις θα παράσχουν πολύτιμα δεδομένα για τον σχεδιασμό και την κατασκευή ενός αποδοτικού, και μη συμβατικού, διφασικού εκτονωτή. Η πειραματική μελέτη του νέου εκτονωτή θα παράσχει επίσης νέα αξιόπιστα δεδομένα στην ερευνητική κοινότητα.*

*Μια επιπλέον καινοτομία του Ερευνητικού Έργου είναι η ενσωμάτωση του νέου εκτονωτή μαζί με ένα σύστημα CPV-T για την αποδοτική παραγωγή ισχύος από την ηλιακή ενέργεια, μια τεχνολογική πρόταση η οποία δεν έχει εφαρμοστεί ως τώρα.*

## Αναμενόμενα αποτελέσματα & Αντίκτυπος του Ερευνητικού Έργου

*Ο αντίκτυπος του Ερευνητικού Έργου στην επιστήμη αναμένεται υψηλός, καθώς θα δημιουργηθεί ένα νέο ερευνητικό πεδίο. Το πεδίο αυτό αφορά την διφασική εκτόνωση, την ολοκληρωμένη μελέτη του ΟΤΚ, και την πιθανότητα εμπορικής εκμετάλλευσης της προτεινομένης τεχνολογικής πρότασης.*

*Σε οικονομικό, περιβαλλοντικό και κοινωνικό επίπεδο, η αποδοτική χρήση της ηλιακής ενέργειας θα οδηγήσει στην μείωση χρήσης ορυκτών καυσίμων και στον περιορισμό των εκπομπών CO<sub>2</sub>. Η βελτίωση της ανταγωνιστικότητας της ηλιακής ενέργειας ως πρωταρχικής πηγής για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας θα προκαλέσει την επέκταση της χρήσης συστημάτων αξιοποίησης της ηλιακής ενέργειας. Συνεπώς, νέες θέσεις εργασίας αναμένεται να δημιουργηθούν.*

*Παρότι η εστίαση του Ερευνητικού Έργου είναι η μελέτη του ΟΤΚ με την ηλιακή ενέργεια ως πηγή θερμότητας, η ανάπτυξη της τεχνολογίας των διφασικών εκτονωτών και η κατανόηση της συμπεριφοράς τους υπό διάφορες συνθήκες λειτουργίας, αναμένεται να παράσχει τεχνογνωσία σχετικά με την πιθανή εφαρμογή του ΟΤΚ και σε άλλα πεδία, όπως:*

- *Ηλεκτροδότηση αγροτικών εγκαταστάσεων*
- *Παραγωγή ενέργειας προς χρήση σε κτιριακές εγκαταστάσεις*
- *Αξιοποίηση απορριπτόμενης θερμότητας από βιομηχανικές μονάδες*
- *Αξιοποίηση βιομάζας ως καύσιμης ύλης*

## Η σημασία της χρηματοδότησης

*Η χρηματοδότηση μέσω του ΕΛ.ΙΔ.Ε.Κ. παρέχει επαρκή οικονομική υποστήριξη για την εκπόνηση της ερευνητικής μας δραστηριότητας. Παρέχει επίσης σε νέους ερευνητές την δυνατότητα να αποκτήσουν εξειδίκευση σε επιστημονικά πεδία με προοπτικές, όπως αυτά των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας και της Ενεργειακής Αποδοτικότητας, ενώ ταυτόχρονα εκπονούν τη διδακτορική τους διατριβή.*

*Η τριετής διάρκεια του Ερευνητικού Έργου είναι χρόνος επαρκής για τους νέους ερευνητές να εντρυφήσουν σε νέα επιστημονικά πεδία και να απαντήσουν με αποδοτικό τρόπο στις επιστημονικές προκλήσεις που θα αντιμετωπίσουν.*

*Επίσης, η χρηματοδότηση μέσω του ΕΛ.ΙΔ.Ε.Κ. θα μας δώσει την δυνατότητα να αναβαθμίσουμε την εργαστηριακή μας υποδομή και να δημοσιεύσουμε ικανοποιητικό αριθμό εργασιών σε διεθνή επιστημονικά συνέδρια και επιστημονικά περιοδικά με κριτές υψηλού κύρους.*



**ΕΛΙΔΕΚ.**  
Ελληνικό Ίδρυμα Έρευνας & Καινοτομίας

## ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑ

Λ. Συγγρού 185 & Σάρδεων 2  
ΤΚ. 17121, Νέα Σμύρνη, Ελλάδα  
210 64 12 410, 420  
communication@elidek.gr  
[www.elidek.gr](http://www.elidek.gr)