

## ΚΑΙΝΟΤΟΜΟΣ ΓΪΝΙΝΟΣ ΕΝΑΛΛΑΚΤΗΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ ΥΨΗΛΗΣ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΑΓΩΓΙΜΟΤΗΤΑΣ ΚΑΙ ΠΡΟΣΑΡΜΟΖΟΜΕΝΟΥ ΚΟΣΤΟΥΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ

**Ι. Χαλδέζος<sup>1,2\*</sup>, Κ. Καρύτσας<sup>1,3</sup>**

<sup>1</sup>Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών και Εξοικονόμησης Ενέργειας, ΚΑΠΕ, Πικέρμι, Ελλάδα

<sup>2</sup>Διπλ. Μηχανικός Ορυκτών Πόρων

<sup>3</sup>Δρ. Γεωλόγος – Γεωθερμικός

(\*[ihaldezos@cres.gr](mailto:ihaldezos@cres.gr))

### ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Ο σκοπός της παρούσας εργασίας είναι η συνοπτική περιγραφή και η ανάλυση ενός καινοτόμου γήινου εναλλάκτη θερμότητας κλειστού κυκλώματος (βρόχου), ο οποίος χαρακτηρίζεται, κυρίως, από την υψηλή θερμική αγωγιμότητά του και από το προσαρμοζόμενο (ευμετάβλητο) κόστος κατασκευής του. Αξίζει να τονισθεί ότι ο εν λόγω εναλλάκτης θερμότητας είναι κατοχυρωμένος πνευματικά στην Ελλάδα με το υπ' αρ. 1008091 δίπλωμα ευρεσιτεχνίας.

Ακροθιγώς, αναφέρεται ότι οι γήινοι εναλλάκτες θερμότητας χρησιμοποιούνται ευρέως σε παγκόσμιο επίπεδο για την εκμετάλλευση της αβαθούς γεωθερμίας. Στο σημείο αυτό γνωστοποιείται ότι, σύμφωνα με την κείμενη ελληνική νομοθεσία, οι γεωλογικοί σχηματισμοί και τα επιφανειακά/υπόγεια νερά, που κατέχουν θερμοκρασία ίση ή χαμηλότερη των τριάντα βαθμών Κελσίου (30 °C), χαρακτηρίζονται ως αβαθής γεωθερμία.

Η συγκεκριμένη εφεύρεση ως εφαρμογή προορίζεται για την αξιοποίηση της εσωτερικής θερμικής ενέργειας του μέσου (έδαφος, ποτάμι, λίμνη, θάλασσα, οχετός κ.λπ.) με το οποίο έρχεται σε επαφή. Επιπροσθέτως, επισημαίνεται ότι η τοποθέτηση του καινοτόμου εναλλάκτη θερμότητας δύναται να υλοποιηθεί σε ποικίλες γεωμετρικές διατάξεις (οριζόντια, κατακόρυφη, κεκλιμένη, σπειροειδής κατακόρυφη κ.λπ.)· μολαταύτα η υφιστάμενη εργασία πραγματεύεται την κατηγορία του σπειροειδούς κατακόρυφου εναλλάκτη θερμότητας. Επιπλέον, σε ό,τι αφορά τα βασικά υλικά κατασκευής του αυτά είναι ο χαλκός (Cu) υψηλής καθαρότητας (ελάχιστη περιεκτικότητα 99,9%) και, ενδεικτικά, το πολυαιθυλένιο υψηλής πυκνότητας [High-Density PolyEthylene (HDPE)].

Παράλληλα, υπογραμμίζεται ότι ο καινοτόμος γήινος εναλλάκτης θερμότητας παρουσιάζει πληθώρα πλεονεκτημάτων έναντι των συμβατικών γήινων εναλλακτών θερμότητας. Αφ' ενός η πολύ υψηλή θερμική αγωγιμότητά του καθιστά ευκολότερη από/προς αυτόν τη μετάδοση της ενέργειας (θερμότητας), αφ' ετέρου ο ειδικός σχεδιασμός του προσδίδουν σε αυτόν —μεταξύ των άλλων— όχι μόνο σε ποσοτική βάση, αλλά και σε ποιοτική, ιδιάζοντα, αξιοσημείωτα και αναντίρρητα πλεονεκτήματα. Αντιθέτως, το ουσιώδες μειονέκτημα αυτού είναι η απαίτηση για την κατασκευή/συναρμολόγησή του από υψηλής τεχνολογικής στάθμης εταιρεία με εξειδίκευση στο σχετικό αντικείμενο.

Τελικά, εκτιμάται ότι από τη χρήση, την παραγωγή, την εγκατάσταση και την εμπορική αξιοποίηση του συγκεκριμένου εναλλάκτη θερμότητας μπορούν κατάδηλα να προκύπτουν ενεργειακά, περιβαλλοντικά, οικονομικά και κοινωνικά οφέλη.

### ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Ο καινοτόμος γήινος εναλλάκτης θερμότητας υψηλής θερμικής αγωγιμότητας και προσαρμοζόμενου κόστους κατασκευής (N-ΓΕΘ) αναφέρεται σε γήινους εναλλάκτες θερμότητας κλειστού κυκλώματος και υπάγεται τεχνολογικά στις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (ΑΠΕ)· ενώ το τεχνολογικό του υπόβαθρο εδράζεται στην αβαθή γεωθερμία και στην εκμετάλλευσή της μέσω ενεργειακών συστημάτων με σκοπό την παροχή θέρμανσης, ψύξης και ζεστού νερού χρήσης στα κτίρια (οικίες, ξενοδοχειακές μονάδες κλπ.), καθώς και σε άλλους χώρους (κολυμβητήρια κλπ.). Σημειώνεται ότι τα προαναφερθέντα ενεργειακά συστήματα είναι ευρέως γνωστά ως γεωθερμικές

αντλίες θερμότητας [(ΓΑΘ), στην παρούσα εργασία αυτές αναφέρονται ως συμβατικές ΓΑΘ, ενώ αυτές όπου στις οποίες έχει συζευχτεί ο Ν-ΓΕΘ, μνημονεύονται ως καινοτόμες ΓΑΘ]. Ειδικότερα, ο Ν-ΓΕΘ ορίζεται ως η πλαστική σωλήνωση που είναι τοποθετημένη στο υπέδαφος, όπου μέσα σε αυτήν κυκλοφορεί καθαρό νερό ή νερό με αντιψυκτικό, με τη βοήθεια κυκλοφορητή είτε με φυσική ροή, και που σ' αυτήν έχει προσαρτηθεί ένας ειδικός μεταλλικός μηχανισμός.

Η χρήση του Ν-ΓΕΘ, κυρίως, συμβάλλει: στη μείωση των εκπομπών CO<sub>2</sub> και άλλων αέριων ρύπων, στην εξοικονόμηση χρημάτων και ενέργειας, και στην καταπολέμηση της ανεργίας. Ακόμη, υπογραμμίζεται ότι η ιδέα είναι σχετικά ώριμη καθώς αυτή βρίσκεται στο στάδιο της υλοποίησής της (κατασκευή του Ν-ΓΕΘ) και της διάθεσης του προϊόντος (Ν-ΓΕΘ) σε πρώτο χρόνο στην ελληνική αγορά και κατόπιν στην ευρωπαϊκή και διεθνή αγορά.

### **ΒΑΣΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΚΑΙ ΣΥΝΤΟΜΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΑΝΤΑΓΩΝΙΣΜΟΥ**

Στο Σχήμα 1 παρουσιάζεται μία απλή απεικόνιση της τομής του σπειροειδούς Ν-ΓΕΘ σε κατακόρυφη διάταξη. Τα επιμέρους χαρακτηριστικά ενός Ν-ΓΕΘ σε σπειροειδή κατακόρυφη διάταξη περιγράφονται αναλυτικά στην ακόλουθη από αυτήν Ενότητα. Ο Ν-ΓΕΘ μπορεί να οριστεί ως: το ενιαίο σύνολο της πλαστικής σωλήνωσης και του προσαρτημένου ειδικού μεταλλικού μηχανισμού σ' αυτήν (βλ. Σχήμα 1).

Από την άλλη πλευρά, ο Ν-ΓΕΘ δύναται να τοποθετηθεί («ενταφιαστεί») εντός του υπεδάφους ή να τοποθετηθεί («εμβαπτισθεί») εντός υδάτινου περιβάλλοντος (δηλαδή θάλασσα, λίμνη, ποτάμι, οχετός κλπ.). Επίσης, ο Ν-ΓΕΘ ως μέρος της καινοτόμου ΓΑΘ έχει τη δυνατότητα να τοποθετηθεί σε όλων των ειδών τις γεωθερμικές εφαρμογές, με σκοπό τη συμβολή του –ως απαραίτητου στοιχείου της καινοτόμου ΓΑΘ– στην παροχή θέρμανσης ή/και ψύξης ή/και ζεστού νερό χρήσης σε όλων των τύπων τα κτίρια (οικίες, ξενοδοχειακές μονάδες, σχολεία, γραφεία, εκθεσιακά κέντρα κλπ.), καθώς και σε λοιπές εφαρμογές (κολυμβητήρια, θερμοκήπια, ξεπαγώσεις δρόμων και πεζοδρομίων, θέρμανση χλοοτάπητα γηπέδων, φυσικό και υβριδικό δροσισμό, ενδοδαπέδια θέρμανση κλπ.). Αξίζει να επισημανθεί ότι εάν η ΓΑΘ μπορεί να χαρακτηριστεί σαν την καρδιά του συστήματος, τότε ο Ν-ΓΕΘ χαρακτηρίζεται, λόγω της φύσης της λειτουργίας του, σαν τους πνεύμονες αυτού.

Τονίζεται ότι ο Ν-ΓΕΘ κατασκευάζεται και συναρμολογείται από απλά υλικά [π.χ. σωλήνωση πολυαιθυλενίου (PE), μεταλλικές ράβδους (Cu) υψηλής καθαρότητας (ελάχιστη περιεκτικότητα 99,9%) και άλλα μικρο-εξαρτήματα], τα οποία υπάρχουν ήδη στην ελληνική αγορά και τα περισσότερα από αυτά χρησιμοποιούνται ήδη στην κατασκευή των συμβατικών ΓΕΘ κλειστού κυκλώματος. Λόγω της πολύ υψηλής απόδοσης και της καινοτομίας που παρουσιάζει ο σχεδιασμός του Ν-ΓΕΘ (επειδή χρησιμοποιούνται ράβδοι χαλκού), το κόστος για την κατασκευή του μπορεί να προσαρμοστεί να είναι το ίδιο με αυτό της κατασκευής του αντίστοιχου συμβατικού ΓΕΘ.

Ανακοινώνεται ότι τόσο στην Ελλάδα όσο και στην υπόλοιπη υφήλιο δεν υπάρχει όμοιο προϊόν με τον Ν-ΓΕΘ, καθ' όσον αυτός είναι ελληνική καινοτομία και υπάρχει η αντίστοιχη γνωστοποίηση από τον αρμόδιο φορέα στην Ελλάδα για τα διπλώματα ευρεσιτεχνίας. Βέβαια, υπάρχουν άλλα προϊόντα (συμβατικοί ΓΕΘ κλειστού κυκλώματος), τα οποία συγκρινόμενα με το συγκεκριμένο προϊόν μειονεκτούν, τόσο σε οικονομικό, περιβαλλοντικό και ενεργειακό επίπεδο, καθώς και σε επίπεδο ευελιξίας στο στάδιο της εφαρμογής (εύκολη προσαρμογή στο πεδίο ανάλογα με τις ιδιαιτερότητες κάθε χώρου). Βάσει των αμέσως προαναφερθέντων δημιουργείται ανταγωνιστικό πλεονέκτημα του συγκεκριμένου προϊόντος (Ν-ΓΕΘ) έναντι οποιουδήποτε έως σήμερα γνωστού.

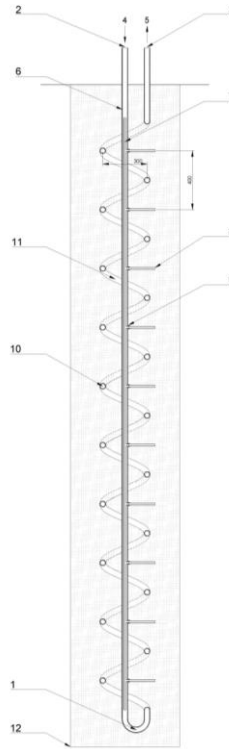
Συν τοις άλλοις, υπενθυμίζεται ότι εφαρμογές συμβατικών ΓΕΘ υπάρχουν σε πάρα πολλές χώρες του πλανήτη, όπως για παράδειγμα στις: Ηνωμένες Πολιτείες Αμερικής, Κίνα, Σουηδία, Αυστρία, Ελβετία, Γερμανία, Ολλανδία, Δανία, Γαλλία Ιταλία, Νέα Ζηλανδία, Ρωσική Δημοκρατία, Ελλάδα κ.ά. Σε αυτές τις χώρες έχει αναπτυχθεί και καθιερωθεί η αντίστοιχη τεχνολογία για τα συστήματα των συμβατικών ΓΕΘ, με κύρια απόρροια να λειτουργούν αξιόπιστα επί σειρά δεκαετιών.

Επιπροσθέτως, μνημονεύεται ότι ο παγκόσμιος ρυθμός ανάπτυξης της αντίστοιχης αγοράς σήμερα

ανέρχεται περίπου σε 20% ετησίως, γεγονός, που, εμφανέστατα δηλώνει ότι ο Ν-ΓΕΘ μπορεί να βρει πρόσφορο έδαφος για την ανάπτυξή του και κατ' επέκταση, μέσω της εγκατάστασής του, να συμβάλει καταλυτικά στη βελτίωση της έως σήμερα τεχνολογικής στάθμης, σε ό,τι αφορά τουλάχιστον τις ΓΑΘ.

### ΣΥΝΤΟΜΗ ΤΕΧΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ Ν-ΓΕΘ

Όπως απεικονίζεται στο Σχήμα 1, ο Ν-ΓΕΘ σπειροειδούς διάταξης (1) αποτελείται από την πλαστική σωλήνωση (6) πεπερασμένων διαστάσεων.



**Σχήμα 1:** Τομή Ν-ΓΕΘ σπειροειδούς διάταξης (1: Ν-ΓΕΘ σπειροειδούς διάταξης, 2: στόμιο εισόδου, 3: στόμιο εξόδου, 4: εισροή, 5: εκροή, 6: πλαστική σωλήνωση, 7: μεταλλικός κορμός, 8: μεταλλική ράβδος εναλλαγής θερμότητας, 9: σύνδεσμος, 10: σπείρα, 11: πλαστικός κορμός, 12: τυφλή γεώτρηση).

Οι διαστάσεις (μήκος, ονομαστική διάμετρος και εσωτερική διάμετρος) υπολογίζονται κατόπιν ενεργειακών υπολογισμών και βάσει των ενεργειακών θερμικών ή/και ψυκτικών απαιτήσεων του προς κλιματισμό (θέρμανση-ψύξη) κτιρίου ή/και θερμοκηπίου ή/και λοιπής υποψήφιας εφαρμογής. Εντός της πλαστικής σωλήνωσης (7) δύναται να κυκλοφορεί νερό ή νερό με αντιψυκτικό σε φυσική ή εξαναγκασμένη κυκλοφορία. Η γεμάτη σε νερό ή νερό με αντιψυκτικό πλαστική σωλήνωση (6) «ενταφιάζεται» στο υπέδαφος άπαξ και μονίμως [ήτοι εντός της τυφλής γεώτρησης (12) στο εν λόγω σχήμα]. Το στόμιο της εισόδου (2) και το στόμιο της εξόδου (3) της πλαστικής σωλήνωσης (6), τα οποία βρίσκονται στην επιφάνεια του εδάφους, ορίζονται ως σημεία αναφοράς για την αρχή και το πέρας αντίστοιχα του Ν-ΓΕΘ σπειροειδούς διάταξης (1). Η αρχή και το πέρας της πλαστικής σωλήνωσης (6) του Ν-ΓΕΘ σπειροειδούς διάταξης (1) λειτουργούν ως εισροή (4) και εκροή (5) αντίστοιχα για το ρευστό μέσο, που κυκλοφορεί εντός αυτής. Ο ειδικός μεταλλικός μηχανισμός έχει προσαρτηθεί στην πλαστική σωλήνωση (6) και αποτελείται από τον μεταλλικό κορμό (7), τις μεταλλικές ράβδους εναλλαγής θερμότητας (8) και τους συνδέσμους (9). Ο μεταλλικός κορμός (7) του ειδικού μεταλλικού μηχανισμού είναι τοποθετημένος εντός της πλαστικής σωλήνωσης (6). Ο μεταλλικός κορμός (7) συνδέεται μέσω συνδέσμων (9) με μεταλλικές ράβδους εναλλαγής θερμότητας (8) αντίστοιχα. Κάθε άκρο της διατομής (κάθετη επιφάνεια ως προς το οριζόντιο επίπεδο) των μεταλλικών ράβδων εναλλαγής θερμότητας (8) βρίσκονται σε άμεση επαφή με το υπέδαφος (γεωλογικούς σχηματισμούς). Όλοι οι σύνδεσμοι (9) εκτός από τον

κύριο ρόλο τους, δηλαδή να συνδέουν τον μεταλλικό κορμό (7) με τις μεταλλικές ράβδους εναλλαγής θερμότητας (8), έχουν και έναν δευτερεύοντα ρόλο: την πλήρη στεγανοποίηση του ρευστού μέσου από το υπέδαφος (γεωλογικούς σχηματισμούς), το οποίο κυκλοφορεί εντός της πλαστικής σωλήνωσης (6). Επιπροσθέτως, επισημαίνεται ότι όλοι οι σύνδεσμοι (9) καλύπτονται από θερμομονωτικό υλικό. Το ίδιο γίνεται και στις μεταλλικές ράβδους εναλλαγής θερμότητας (8), ήτοι καλύπτονται εξωτερικά από θερμομονωτικό υλικό [εκτός από το άκρο της διατομής (κάθετης επιφάνειας ως προς το οριζόντιο επίπεδο) τους], με σκοπό η μετάδοση της θερμότητας να γίνεται αξονικά μέσω της ελεύθερης διατομής της, η οποία έρχεται σε άμεση επαφή με το υπέδαφος. Το υοειδές τμήμα (ή U-loop) της πλαστικής σωλήνωσης αποτελεί το κατώτατο τμήμα του N-ΓΕΘ σπειροειδούς διάταξης (1).

### ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΑ, ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΑ, ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΑ ΚΑΙ ΚΟΙΝΩΝΙΚΑ ΟΦΕΛΗ

Συγκεκριμένα, με την παραγωγή του N-ΓΕΘ και τη διοχέτευσή του στην ελληνική, ευρωπαϊκή και διεθνή αγορά προβλέπεται ότι τα οικονομικά οφέλη για την εθνική οικονομία να είναι ιδιαίτερα σημαντικά.

**Πίνακας 1:** Πωλήσεις ισοδύναμων μονάδων καινοτόμου προϊόντος (N-ΓΕΘ) σε εθνικό και ευρωπαϊκό επίπεδο – οικονομικά και κοινωνικά οφέλη. [Σημ.: \*Μία (1) ισοδύναμη μονάδα N-ΓΕΘ αντιστοιχεί σε ΓΑΘ με  $P_{th}=20$  kW και  $P_c=16$  kW, \*\*Ένας (1) N-ΓΕΘ κοστίζει περίπου 12.308 € για ισοδύναμη μονάδα ΓΑΘ, \*\*\*Μία θέση εργασίας δημιουργείται από την πώληση ισοδύναμων μονάδων N-ΓΕΘ αξίας 100.000 €].

Κατηγορία	2020	2021	2022	2023	2024	2025	Σύνολο
Ετήσιες πωλήσεις ισοδύναμων μονάδων* N-ΓΕΘ στην ελληνική αγορά	3.900	4.225	4.550	5.525	5.850	6.500	30.550
Ετήσιες πωλήσεις ισοδύναμων μονάδων* N-ΓΕΘ στην αγορά της Ε.Ε. εκτός της Ελλάδος	221.000	234.000	247.000	286.000	286.000	312.000	1.586.000
Κάλυψη του 25% της εγχώριας αγοράς από ισοδύναμες μονάδες* του N-ΓΕΘ	975	1.056	1.138	1.381	1.463	1.625	7.638
Ετήσια κάλυψη του 1% της αγοράς της Ε.Ε εκτός της Ελλάδος από ισοδύναμες μονάδες* N-ΓΕΘ	2.210	2.340	2.470	2.860	2.860	3.120	15.860
Σύνολο ετήσιων πωλήσεων ισοδύναμων μονάδων* N-ΓΕΘ	3.185	3.396	3.608	4.241	4.323	4.745	23.498
Αξία (€) συνολικών πωλήσεων ισοδύναμων μονάδων N-ΓΕΘ**	39.200.000	41.800.000	44.400.000	52.200.000	53.200.000	58.400.000	289.200.000
Αξία εξαγωγών (€) ισοδύναμων μονάδων N-ΓΕΘ**	27.200.000	28.800.000	30.400.000	35.200.000	35.200.000	38.400.000	195.200.000
Αριθμός νέων άμεσων και έμμεσων θέσεων*** εργασίας που απορρέουν από την εγκατάσταση των ισοδύναμων μονάδων N-ΓΕΘ	40	42	45	53	54	59	293

Από το πρώτο έτος (2020) της εκμετάλλευσης του N-ΓΕΘ και ειδικότερα από την κάλυψη του 25% της ελληνικής αγοράς (παραδοχή) από ελληνική εταιρεία υπολογίζεται να υπάρξει μείωση εξαγωγής συναλλάγματος από την Ελλάδα προς άλλες χώρες κατά 12.000.000 € (βλ. Πίν. 1). Επιπλέον, για το ίδιο έτος, από την κάλυψη μόλις του 1% της αγοράς της Ε.Ε από την ελληνική εταιρεία λογίζεται να επιτευχθεί αύξηση της εισαγωγής συναλλάγματος από άλλες χώρες προς την

Ελλάδα κατά 27.200.000 € (βλ. Πίν. 1). Παράλληλα, με τη συνεχόμενη ανοδική πορεία της ζήτησης των συστημάτων ΓΑΘ τόσο σε ελληνικό όσο και σε ευρωπαϊκό επίπεδο τα αντίστοιχα συνολικά ποσά (μείωση εξαγωγής συναλλάγματος και αύξηση εισαγωγής συναλλάγματος) για τα πρώτα έξι χρόνια από την παραγωγή του προϊόντος (N-ΓΕΘ) υπολογίζονται να είναι 94.000.000 και 195.200.000 € (βλ. Πίν. 1).

Σύμφωνα με υπολογισμούς ένα συμβατικό σύστημα ΓΑΘ ( $SPF_{th}=4,5$  και  $SPF_c=5$ ) θερμικής ισχύος 20 kW, συγκρινόμενο με ένα αντίστοιχο σύστημα συμβατικής μεθόδου θέρμανσης (μέσω κατανάλωσης φυσικού αερίου), ψύξης (μέσω κατανάλωσης ηλεκτρικού ρεύματος από A/C) και παροχής ζεστού νερού χρήσης (μέσω φυσικού αερίου) επιτυγχάνει εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας ίση με 30%. Αντίστοιχα, ένα καινοτόμο σύστημα ΓΑΘ θερμικής ισχύος 20 kW –που σε αυτό έχει εγκατασταθεί ο N-ΓΕΘ σπειροειδούς διάταξης και, συνεπώς, καθίσταται πιο αποδοτικό τουλάχιστον κατά 30% σε σχέση με το συμβατικό σύστημα ΓΑΘ, ήτοι  $SPF_{th}=5,85$  και  $SPF_c=6,5$ – συγκρινόμενο με ένα αντίστοιχο σύστημα συμβατικής μεθόδου θέρμανσης (μέσω κατανάλωσης φυσικού αερίου), ψύξης (μέσω κατανάλωσης ηλεκτρικού ρεύματος από A/C) και παροχής ζεστού νερού χρήσης (μέσω φυσικού αερίου) επιτυγχάνει 46% εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας.

**Πίνακας 2:** Εξοικονόμηση ΤΙΠ και  $TCO_2$  από το 2020 έως το 2025 καθώς και σωρευτικά, η οποία απορρέει από τη σύγκριση καινοτόμου συστήματος ΓΑΘ με το αντίστοιχο σύστημα συμβατικής μεθόδου θέρμανσης (μέσω κατανάλωσης φυσικού αερίου), ψύξης (μέσω κατανάλωσης ηλεκτρικού ρεύματος από A/C) και παροχής ζεστού νερού χρήσης (μέσω φυσικού αερίου).

Κατηγορία	2020	2021	2022	2023	2024	2025	Σύνολο
Εξοικονόμηση ΤΙΠ (Ελλάδα)	1.781	1.930	2.078	2.524	2.672	2.969	13.954
Εξοικονόμηση ΤΙΠ (Ε.Ε. πλην Ελλάδος)	4.038	4.275	4.513	5.225	5.225	5.701	28.978
Εξοικονόμηση ΤΙΠ (Ε.Ε.)	5.819	6.205	6.591	7.749	7.898	8.670	42.932
Εξοικονόμηση $TCO_2$ (Ελλάδα)	5.701	6.176	6.651	8.076	8.551	9.501	44.654
Εξοικονόμηση $TCO_2$ (Ε.Ε. πλην Ελλάδος)	12.921	13.681	14.441	16.722	16.722	18.242	92.729
Εξοικονόμηση $TCO_2$ (Ε.Ε.)	18.622	19.857	21.092	24.797	25.272	27.743	137.383

Προσέτι, σύμφωνα με υπολογισμούς η εξοικονόμηση για το πρώτο έτος (2020) για την Ελλάδα και την Ευρωπαϊκή Ένωση που προκύπτει από την εγκατάσταση του προϊόντος (N-ΓΕΘ) στο καινοτόμο σύστημα ΓΑΘ ανέρχεται σε 1.781 και 5.819 Τόνους Ισοδύναμου Πετρελαίου (ΤΙΠ) αντίστοιχα ενώ προβλέπεται να παρατηρηθεί μείωση εκπομπών κατά 5.701 και 18.622  $TCO_2$  κατά αντιστοιχία (βλ. Πίν. 2). Αξίζει να τονισθεί ότι από την εγκατάσταση του προϊόντος (N-ΓΕΘ) σε συστήματα ΓΑΘ στην Ελλάδα και στην Ευρωπαϊκή Ένωση η σωρευμένη εξοικονόμηση για τα έξι πρώτα έτη σε ΤΙΠ και  $TCO_2$  συμποσούται σε 42.932 και σε 137.383 αντίστοιχα (βλ. Πίν. 2).

Λογαριάζεται ότι για μία μονάδα καινοτόμου συστήματος ΓΑΘ θερμικής ισχύος 20 kW –που σε αυτήν έχει εγκατασταθεί το προϊόν (N-ΓΕΘ) και, συνεπώς, καθίσταται πιο αποδοτική τουλάχιστον κατά 30% (ήτοι  $SPF_{th}=5,85$  και  $SPF_c=6,5$ ) σε σχέση με τη συμβατική μονάδα συστήματος ΓΑΘ– συγκρινόμενη με την αντίστοιχη συμβατική μονάδα συστήματος ΓΑΘ επιτυγχάνει ετησίως: 23,1% εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας, 16,2% εξοικονόμηση χρημάτων από τη λειτουργία της, εξοικονόμηση 0,64 Τόνων Ισοδύναμου Πετρελαίου (ΤΙΠ) και μείωση εκπομπών κατά 2  $TCO_2$ . Από την άλλη πλευρά, υπολογίζεται ότι η εξοικονόμηση που προκύπτει από τις πωλήσεις του προϊόντος (N-ΓΕΘ) για το πρώτο έτος (2020) για την Ελλάδα και για την Ευρωπαϊκή Ένωση ανέρχεται σε 629

και σε 2.053 Τόνους Ισοδύναμου Πετρελαίου (ΤΙΠ) αντίστοιχα τοιούτοτρόπως προβλέπεται να παρατηρηθεί μείωση εκπομπών κατά 2.011 και 6.570 TCO<sub>2</sub> αντίστοιχα (βλ. Πίν. 3). Έτσι, από την εγκατάσταση του προϊόντος (N-ΓΕΘ) σε συστήματα ΓΑΘ στην Ελλάδα και στην Ευρωπαϊκή Ένωση, η σωρευμένη εξοικονόμηση για τα έξι πρώτα έτη σε ΤΙΠ και TCO<sub>2</sub> συνάγεται βάσει υπολογισμών να είναι σε 15.148 και 48.473 αντίστοιχα (βλ. Πίν. 3).

**Πίνακας 3:** Εξοικονόμηση ΤΙΠ και TCO<sub>2</sub> από το 2020 έως το 2025, καθώς και σωρευτικά, η οποία απορρέει από τη σύγκριση καινοτόμου συστήματος ΓΑΘ με το αντίστοιχο συμβατικό σύστημα ΓΑΘ.

Κατηγορία	2020	2021	2022	2023	2024	2025	Σύνολο
Εξοικονόμηση ΤΙΠ (Ελλάδα)	629	681	733	890	943	1.048	4.924
Εξοικονόμηση ΤΙΠ (Ε.Ε. πλην Ελλάδος)	1.425	1.509	1.592	1.844	1.844	2.011	10.224
Εξοικονόμηση ΤΙΠ (Ε.Ε.)	2.053	2.189	2.326	2.734	2.787	3.059	15.148
Εξοικονόμηση TCO <sub>2</sub> (Ελλάδα)	2.011	2.179	2.347	2.849	3.017	3.352	15.755
Εξοικονόμηση TCO <sub>2</sub> (Ε.Ε. πλην Ελλάδος)	4.559	4.827	5.095	5.900	5.900	6.436	32.718
Εξοικονόμηση TCO <sub>2</sub> (Ε.Ε.)	6.570	7.006	7.442	8.749	8.917	9.789	48.473

Κατά την έναρξη και τη διάρκεια της παραγωγής του προϊόντος (N-ΓΕΘ) προβλέπεται να δημιουργηθούν άμεσες και έμμεσες θέσεις εργασίας. Μετά το πέρας του πρώτου έτους (2020) της παραγωγής του N-ΓΕΘ, βάσει θεωρητικών υπολογισμών, θα έχουν δημιουργηθεί 40 νέες άμεσες και έμμεσες θέσεις εργασίας (βλ. Πίν. 1). Επίσης, με την αύξηση της παραγωγής και των πωλήσεων, οι θέσεις εργασίας θα αυξάνονται συνεχώς ειδικότερα υπογραμμίζεται ότι για τα πρώτα έξι έτη θα δημιουργηθούν συνολικά 293 άμεσες και έμμεσες θέσεις εργασίας (βλ. Πίν. 1).

## ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η χρήση, η παραγωγή και η εμπορική αξιοποίηση του εν λόγω προϊόντος (N-ΓΕΘ) ακίβδηλα παρουσιάζει σημαντικά περιβαλλοντικά, ενεργειακά, οικονομικά και κοινωνικά οφέλη. Ακροτελεύτια, δύναται να συμβάλει: στη μείωση των εκπομπών CO<sub>2</sub> καθώς και άλλων αέριων ρύπων, στην προστασία του περιβάλλοντος, στην εξοικονόμηση ενέργειας (ηλεκτρικής και πρωτογενούς), στη μείωση εξαγωγής συναλλάγματος, στην αύξηση της εισαγωγής συναλλάγματος και στην καταπολέμηση της ανεργίας.

*«ὅτι ἂ μὴ οἶδα οὐδὲ οἶομαι εἰδέναι.»*, Σωκράτης ο Αθηναίος

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- [1] Νόμος 4602/2019 (ΦΕΚ 45 Α)
- [2] I. Chaldezios, C. Karytsas. Innovative high efficiency closed loop ground coupled heat exchanger (GCHE), Procedia Environmental Sciences, Elsevier, (2017), vol. 38, p. 102-106.
- [3] I. Χαλδέζος, Καρύτσας Σ, Κ. Καρύτσας. Γεωθερμικές Αντλίες Θερμότητας – οικονομοτεχνικά στοιχεία, νομοθετικό πλαίσιο, προοπτικές ανάπτυξης και οφέλη, Κτίριο, (2017), τεύχος 7, σ. 87-92.
- [4] I. Chaldezios, S. Karytsas, C. Karytsas. Geothermal energy – A remarkable renewable energy source (RES), 3<sup>rd</sup> International Geo-Cultural Symposium – Mesonisos, abstracts volume, (2016), p. 14.
- [5] Υπουργική Απόφαση Δ9Β,Δ/Φ166/οικ13068/ΓΔΦΠ2488 (ΦΕΚ 1249 Β).
- [6] Νόμος 3175/2003 (ΦΕΚ 207 Α).
- [7] Πλάτων. Απολογία Σωκράτους, Εκδ. Ελευθερουδάκης, Αθήνα, (1923).