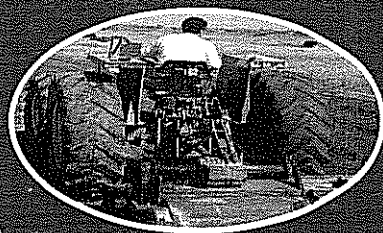
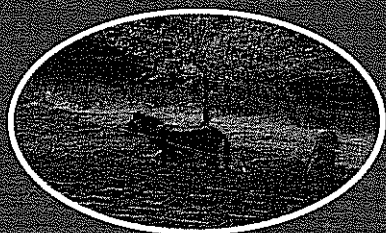


1^ο Εθνικό Συνέδριο ΓΕΩΡΓΙΚΗΣ ΜΗΧΑΝΙΚΗΣ

ΤΟΜΟΣ
ΕΙΣΗΓΗΣΕΩΝ



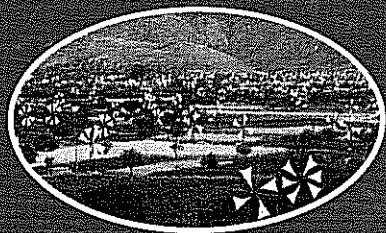
ΓΕΩΡΓΙΚΑ
ΜΗΧΑΝΗΜΑΤΑ



ΕΛΑΦΟΣ
ΝΕΡΟ



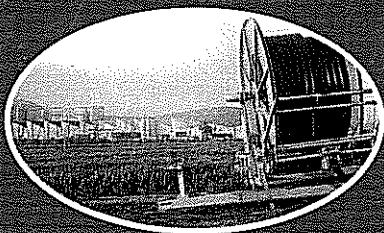
ΓΕΩΡΓΙΚΑ
ΚΤΙΡΙΑ



ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΠΡΟΪΟΝΤΩΝ-
ΑΠΟΒΛΗΤΑ-ΑΠΟΡΡΙΜΑΤΑ

ΕΝΕΡΓΕΙΑ

ΕΤΑΙΡΕΙΑ
ΓΕΩΡΓΙΚΩΝ



1^ο ΕΘΝΙΚΟ ΣΥΝΕΔΡΙΟ
ΓΕΩΡΓΙΚΗΣ ΜΗΧΑΝΙΚΗΣ

ΤΟΜΟΣ ΕΙΣΗΓΗΣΕΩΝ

1998

ΕΤΑΙΡΕΙΑ ΓΕΩΡΓΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΕΛΛΑΔΟΣ

ΕΠΙΜΕΛΕΙΑ ΕΚΔΟΣΗΣ: Βίκη Παπανικολάου

ART DIRECTOR: Ρούλα Τζιωρτζιώτη

ΣΤΟΙΧΕΙΟΘΕΣΙΑ: ΑΘΩΣ

FILM: bp Studios

ΕΚΤΥΠΩΣΗ: ΚΥΛΙΝΔΡΟΣ ΑΕΒΕ

ΕΚΔΟΣΗ 1998

©ΑΘΩΣ

Στ. Παπανικολάου 10Α ● Κορωπί 194 00

Τηλ. 662.79.81 ● Fax: 662.37.58



ΑΘΩΣ

ΤΟΜΟΣ ΕΙΣΗΓΗΣΕΩΝ

1ου ΕΘΝΙΚΟΥ ΣΥΝΕΔΡΙΟΥ ΓΕΩΡΓΙΚΗΣ ΜΗΧΑΝΙΚΗΣ

1η ΜΕΡΑ - Παρασκευή 11 Δεκεμβρίου 1998

Αίθουσα Α

- ◆ Γεωργικά Μηχανήματα και Παραγωγή Ισχύος
- ◆ Ενέργεια και Γεωργία

Αίθουσα Β

- ◆ Έδαφος & Νερό - Περιβάλλον
- ◆ Γεωργικά Κτίρια

2η ΜΕΡΑ - Σάββατο 12 Δεκεμβρίου 1998

Αίθουσα Α

- ◆ Επεξεργασία Προϊόντων - Απόβλητα - Απορρίματα
- ◆ Γεωργικά Μηχανήματα και Παραγωγή Ισχύος

Αίθουσα Β

- ◆ Έδαφος & Νερό - Περιβάλλον

Οργανωτική Επιτροπή

Δρ. Γ. Παπαδάκης (Πρόεδρος)
Δρ Ν. Δαναλάτος
Δρ Ν. Δέρκας
Ν. Κουτσοβίτης
Δρ Α. Μιστριώνης
Δρ Π. Παναγάκης

Επιστημονική Επιτροπή

| | |
|-----------------------------------|-------------------------|
| Σ. Κυρίτσος (Πρόεδρος) | Δρ Γ. Μαρτζόπουλος |
| Γ. Παπαδάκης (Αντιπρόεδρος) | Δρ Χ. Μαρτζοπούλου |
| Δρ Κ.-Β. Ακριτίδης | Δρ Γ. Μαυρογιαννόπουλος |
| Δρ Π. Αξαόπουλος | Δρ Ι. Μήτσιος |
| Δρ Σ. Βάλμης | Δρ Δ. Μπριασούλης |
| Δρ Β. Βασιλάτος | Δρ Χ. Μπαμπατζιρόπουλος |
| Δρ Φ. Γέρπτος | Α. Παπαγιαννοπούλου |
| Δρ Δ. Γεωργακάκης | Δρ Γ. Παρισόπουλος |
| Δρ Ν. Δαλέζιος | Δρ Γ. Πιτσιλής |
| Δρ Ν. Δαναλάτος | Δρ Α. Πουλοβασίλης |
| Δρ Ν. Δέρκας | Δρ Ν. Σιγρίμης |
| Δρ Π. Καρακατσούλης | Δρ Μ. Σκαρβέλας |
| Δρ Κ. Καρύτσας | Δρ Χ. Σούτερ |
| Δρ Κ. Κίττας | Δρ Γ. Τερζίδης |
| Δρ Ι. Κόκκορας | Δρ Χ. Τζιμόπουλος |
| Δρ Γ. Λαμπρινός | Δρ Κ. Τσατσαρέλης |
| Δρ Μ. Σακελλαρίου - Μακραντωνάκη, | |

ΤΟΜΟΣ ΕΙΣΗΓΗΣΕΩΝ - ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1η ΕΝΟΤΗΤΑ

ΓΕΩΡΓΙΚΑ ΜΗΧΑΝΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΙΣΧΥΟΣ

| | |
|---|-----|
| Σύστημα Δοκιμών Διατάξεων Προστασίας σε Περίπτωση Ανατροπής Ελκυστήρων | 11 |
| <i>Πόδος Π., Αντωνούλας Γ., Σερσελούδης Χ., Παρισόπουλος Γ.</i> | |
| Μηχανοσυλλογή Βαμβακιού σε Στενές Αποστάσεις μεταξύ Γραμμών Σποράς | 21 |
| <i>Μπαρτζιάλης Δ., Γαλανοπούλου-Σενδουκά Σ.</i> | |
| Βελτίωση του Βαθμού Απόδοσης Φυγόκεντρης Αντλίας με Προέκταση των Πτερυγίων | 27 |
| <i>Ακριτίδης Κ., Καλοκάσης Π.</i> | |
| Επανασχεδιασμός με σκοπό τη Μείωση του Κόστους Παραγωγής Δισκοσβάρνας | 35 |
| (Εργοστασίου Σάμπρη) <i>Τσιρίκογλου Θ., Γέμτος Θ.</i> | |
| Ο Σχεδιασμός και η Κατασκευή του Νέου Αρότρου TERRA 2000. | 47 |
| <i>Κούγκουλος Αθ., Μπαλουκτής Σ., Κατσής Χρ., Γέμτος Θ.</i> | |
| Σήμανση CE για τα Γεωργικά Μηχανήματα - Κατάρτιση Τεχνικού Φακέλου. | 53 |
| <i>Παπαγιαννοπούλου Α., Παρισόπουλος Γ.</i> | |
| Το Ηλεκτρονικό Εμπόριο στις Ελληνικές Επιχειρήσεις Γεωργικών Μηχανημάτων | 63 |
| <i>Κωστοπούλου Κ., Σιδερίδης Α.</i> | |
| Απώλειες κατά τη Μηχανική Συγκομιδή των Ζαχαροτεύτλων στην Θεσσαλία. | 71 |
| Στοιχεία 1996 <i>Γέμτος Θ., Δέμης Βλ., Αλεξάνδρου Αθ., Καραμούτης Χρ.</i> | |
| Καλλιέργεια Επισπόρου Αραβοσίτου με το Σύστημα της Κατευθείαν Σποράς. | 81 |
| <i>Λιθουργίδης Α., Τσατσαρέλης Κ.</i> | |
| Καλλιέργεια Βαμβακιού σε Αναχώματα: Μια Εναλλακτική Μέθοδος. | 89 |
| <i>Σταθάκος Θ., Γέμτος Θ.</i> | |
| Προβλήματα Διαχείρισης και Κατασκευής Γεωργικών Μηχανημάτων | 101 |
| <i>Νάτσος Θ.</i> | |

2η ΕΝΟΤΗΤΑ

ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΚΑΙ ΓΕΩΡΓΙΑ

- Τύποι, Εξοπλισμός, Ενεργειακή Αξιολόγηση και Δυνατότητες Εξοικονόμησης 109
Ενέργεια στα Θερμοκίπια της Μαγνησίας
Μπαρτζάνας Θ., Γιαγλάρας Π., Κίττας Κ.
- Θέρμανση και Δροσισμός Θερμοκηπίων με Συστήματα Συνδιασμού 121
Γεώτρησης/Αντλίας Θερμότητας
Καρύτσας Κ.
- Πειραματικά μελέτη και αξιολόγηση φωτοβολταϊκού συστήματος άντλησης 129
νερού με αντλία θετικής μετατόπισης
Καλλιβρούσης Α., Μανωλάκος Δ., Παπαδάκης Γ.
- Τυποποίηση και Συναφείς Δραστηριότητες. 145
Γκιθώνας Γ.

3η ΕΝΟΤΗΤΑ

ΓΕΩΡΓΙΚΑ ΚΤΙΡΙΑ

- Φορτία Ανέμου σε Θερμοκίπια 153
Μπριασούλης Δ., Τσιρογιάννης Γ., Μυστριώτης Α.
- Προσδιορισμός του Βαθμού Αερισμού σε Διπλό Τοξωτό Θερμοκίπιο 165
Βασιλείου Ν., Νικήτα-Μαρτζόπουλου Χ., Μαρτζόπουλος Γ.
- Πειραματικός Προσδιορισμός του Ολικού Συντελεστή Απωλειών 185
Θερμότητας σε ένα Πλαστικό Θερμοκίπιο
Κατσούλας Ν., Μπαρτζάνας Θ., Κίττας Κ.
- Ρύθμιση του Περιβάλλοντος των Μεσογειακών Θερμοκηπίων: 195
Πρακτικές και Προοπτική
Μπαρτζάνας Θ., Baille Α., Κίττας Κ.

4η ΕΝΟΤΗΤΑ

ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΠΡΟΪΟΝΤΩΝ - ΑΠΟΒΛΗΤΑ - ΑΠΟΡΡΙΜΑΤΑ

Μέσα Μεταφοράς Φθαρτών Ελληνικών Αγροτικών Προϊόντων: 209
Προβλήματα και Προοπτικές
Νάνος Γ.

Παράγοντες που Επιπρεάζουν την Αφυδάτωση κατά την Κατάψυξη 219
Μητρόπουλος Δ., Λαμπρινός Γ.

Εφαρμογή στο Έδαφος Απορριμάτων Παραγομένων κατά τον Εκκοκκισμό 229
του Βαμβακιού και την Χημική Αποκνώση του Βαμβακόσπορου
Χουλιαράς Ν., Γέμος Θ., Δουλουδής Ι.

5η ΕΝΟΤΗΤΑ

ΕΛΑΦΟΣ & ΝΕΡΟ - ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ

Συστήματα Τηλεπισκόπησης στα Σύγχρονα Αρδευτικά Δίκτυα 239
Ευφραιμίδης Α.

Απλή Μέθοδος Μέτρησης της Παροχής σε Τραπεζοειδείς Ελευθέρους Καταβαθμούς . . 247
Τερζίδης Γ., Αναστασιάδου-Παρθενίου Ε., Χατζηγιαννάκης Ε.

Συμβολή στον Ορθολογικό Σχεδιασμό της Στάγδην Αρδευσης με Βάση. 259
την Κινητική της Διαβροχής από Γραμμική Επιφανειακή Πηγή
Ελμαλόγλου Σ., Μαλάμος Μ.

Μελέτη Διατάξεων Αρδευσης με Σταγόνες στην Καλλιέργεια των Ζαχαροτεύτων . . . 271
Σακελλαρίου Μ., Μασλάρης Ν., Καλφούντζος Δ., Γούλας Χ.

Διήθηση προς Κεκλιμένο Υδροφορέα από Υδατόρευμα 281
με βαθμιαία Μεταβαλλόμενη Στάθμη
Τελόγλου Η., Ζήσης Θ., Τερζίδης Γ.

Διαστασιολόγηση Ταμειτήρα του Καβουρόλακκα Χαλκιδικής 291
Παπαμιχαήλ Δ., Γεωργίου Π., Καραμούτσης Δ., Παρισόπουλος Γ.

Συγκριτική Αξιολόγηση Μοντέλων Πρόβλεψης της Υδραυλικής Αγωγιμότητας 303
Τσιμόπουλος Χ., Αραμπατζής Γ.

| | |
|--|-----|
| Διαχείριση Υδάτων της Υδρολογικής Λεκάνης του Ποταμού Αχελώου | 313 |
| Κατάντη του Φράγματος Στρατού <i>Τσιμόπουλος Χ., Σπυρίδης Α.</i> | |
| Διαχείριση του Υδροφορέα της Λεκάνης του Αξιού με τη Βοήθεια | 325 |
| Γεωγραφικού Συστήματος Πληροφοριών <i>Κουτάλου Β., Γιαννόπουλος Στ., Τσιμόπουλος Χ., Αρβανίτης Απ., Τσακίρη Μ.</i> | |
| Εδαφικές ρωγματώσεις και καθιζήσεις από την πτώση στάθμης | 335 |
| των υπογείων νερών της λεκάνης της τέως λίμνης Κάρλας του Ν. Λαρίσης <i>Μιμίδης Μ.Θ., Αγγελίδης Σ.Μ., Χαλκίδης Ν.Η.</i> | |
| Αυτόματη Ρύθμιση του Μαθηματικού Μοντέλου της Πεδιάδας Πιερίας | 347 |
| <i>Καβαλιεράτου Σ., Μπαρμπιτσιμόπουλος Χ., Τερζίδη Γ.</i> | |
| Εκτίμηση της Επίδρασης των Μεθόδων Κατεργασίας του Εδάφους, | 357 |
| της Φυτοκάλυψης και της Κατεύθυνσης Σποράς του Βαμβακιού, στην Διάβρωση του Εδάφους <i>Τερζούδη Χ., Γέμτος Θ.</i> | |
| Διαχείριση Νερού και Αζωτούχου Λίπανσης σε Καλλιέργεια Αραβοσίτου | 367 |
| με το Μοντέλο WANISIM <i>Αντωνόπουλος Β., Παυλάτου-Βε Α.</i> | |
| Χρήση Μεθόδων Μειωμένων Εισροών για την Κατεργασία του Εδάφους. | 377 |
| στην Καλλιέργεια του Καλαμποκιού <i>Καβαλάρης Χ., Γέμτος Θ., Γεωργίου Χ., Κουρκούτας Μ.</i> | |
| Η επίδραση της Χρήσης Γης στην Υποβάθμιση του εδάφους | 389 |
| <i>Δαναλάτος Ν.Γ., Κοσμάς Κ., Γεροντίδης Στ., Μαραθιανού Μ.</i> | |

2η ΕΝΟΤΗΤΑ

ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΚΑΙ ΓΕΩΡΓΙΑ

Προεδρείο: Γ. Μαρτζόπουλος, Χ. Σούτερ

Συγγραφείς: Θ. Μπαρτζάνας, Π. Γιαγλάρας, Κ. Κίττας

Κ. Καρύτσας

Λ. Καλλιβρούσης, Δ. Μανωλάκος, Γ. Παπαδάκης

Γ. Γκιθώνας

ΤΥΠΟΙ, ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ, ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΚΑΙ ΔΥΝΑΤΟΤΗΤΕΣ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΑ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΑ ΤΗΣ ΜΑΓΝΗΣΙΑΣ

Θ. Μπαρτζάνας¹, Π. Γιαγλάρας², Κ.Κίττας¹

¹Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Τμήμα Γεωπονίας Φυτικής και Ζωικής Παραγωγής, Βόλος

²Ενεργειακό Κέντρο Ν.Α. Λάρισας, Κτίριο Νομαρχίας, Λάρισα

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στην εργασία αυτή καταγράφονται και αξιολογούνται ενεργειακά τα θερμοκήπια της Μαγνησίας και εκτιμώνται οι δυνατότητες εξοικονόμησης ενέργειας για τη θέρμανσή τους. Συγκεντρώθηκαν στοιχεία σχετικά με την κατασκευή, τον εξοπλισμό, την καλλιέργεια και την κατανάλωση ενέργειας των θερμοκηπίων και εκτιμήθηκε, με τη βοήθεια του λογισμικού HORTICERN, η θεωρητική κατανάλωση ενέργειας και η εξοικονόμηση που μπορεί να επιτευχθεί με τη βελτίωση του εξοπλισμού και τη χρήση συστημάτων εξοικονόμησης ενέργειας.

Το 81.2% των εκτάσεων των θερμοκηπίων της Μαγνησίας θερμαίνονται και γι' αυτό το σκοπό καταναλώνονται ετησίως 42.202 GJ, το 84% των οποίων προέρχονται από υγρά καύσιμα. Στις περισσότερες περιπτώσεις, οι πραγματικές καταναλώσεις ενέργειας είναι πολύ χαμηλότερες των θεωρητικά υπολογιζόμενων. Με την εγκατάσταση θερμοκοιτινών, σε όσα θερμοκήπια προσφέρονται για αυτή την επέμβαση, επιτυγχάνεται 14,4% μείωση της σημερινής ενεργειακής κατανάλωσης της θέρμανσης των θερμοκηπίων της Μαγνησίας. Με τα σημερινά όμως οικονομικά δεδομένα αυτού του είδους η επένδυση δεν είναι συμφέρουσα παρά μόνο για πολύ μικρό αριθμό θερμοκηπίων.

ABSTRACT

Those carecteristics of all the greenhouses of the region of Magnesia (East Central Greece) related to their heating energy consumption were assessed. Real heating energy consumptions were compared to values estimated using the software HORTICERN and several energy saving scenarions were tested (modifications in the construction, thermal screens, etc).

In Magnesia, heated greenhouses represent the 81.2% of the greenhouse area and 42.202 GJ of primary energy are used per year for their heating using mainly (84 %) conventional liquid fuels. Real consumptions are by far lower than theoretical ones. 14,4% of heating energy can be saved using thermal screens in all greenhouses that can accept such equipment, but in the current economic and energetic context this kind of investment is feasible for a very low number of greenhouses.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Οι ήπιες κλιματιζές συνθήκες της Μαγνησίας ευνοούν την εγκατάσταση θερμοκηπιακών καλλιέργειών. Παρά όμως τις αισιόδοξες αρχικές προβλέψεις η κακή οργάνωση των θερμοκηπιακών επιχειρήσεων και οι ανεπαρκείς εγκαταστάσεις σε συνδιασμό με την αύξηση του κόστους παραγωγής και τα υψηλά επιτόκια δανεισμού έφεραν πολλές μονάδες σε οικονομικό αδιέξοδο.

Η κατανάλωση ενέργειας για θέρμανση αποτελεί έναν σημαντικό παράγοντα κόστους για τις περισσότερες θερμοκηπιακές καλλιέργειες της περιοχής. Η εξοικονόμησή της, εκτός από τα περιβαλλοντικά οφέλη και τις ενεργητικές συνέπειες για την επίτευξη των στόχων της εθνικής μας ενεργειακής πολιτικής, μπορεί να συμβάλλει σημαντικά στην μείωση του κόστους παραγωγής και στην αύξηση της ανταγωνιστικότητας των παραγόμενων προϊόντων.

Τελικός στόχος της παρούσας εργασίας είναι η αξιολόγηση της δυνατότητας εξοικονόμησης ενέργειας που χρησιμοποιείται για τη θέρμανση των θερμοκηπίων της Μαγνησίας. Για αυτό το σκοπό αποτυπώθηκε αρχικά το δυναμικό των θερμοκηπιακών μονάδων του νομού Μαγνησίας, στην συνέχεια αξιολογήθηκαν ενεργειακά τα θερμαινόμενα θερμοκήπια και τέλος εκτιμήθηκε θεωρητικά η εξοικονόμηση που μπορεί να επιτευχθεί με την χρήση εφαρμοσμένων λύσεων εξοικονόμησης ενέργειας σε αυτά τα θερμοκήπια.

ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

Καταγραφή των θερμοκηπιακών μονάδων

Σκοπός της καταγραφής των θερμοκηπιακών μονάδων του νομού Μαγνησίας ήταν να συγκεντρωθούν τα απαραίτητα στοιχεία για την ενεργειακή αξιολόγηση των θερμοκηπίων και να διαπιστωθεί η γενικότερη κατάσταση των θερμοκηπίων της περιοχής.

Η καταγραφή έγινε με την μέθοδο της απογραφής, δηλαδή συγκεντρώθηκαν στοιχεία από όλες τις στατιστικές μονάδες του υπό εξέταση πληθυσμού. Η συγκέντρωση των στοιχείων έγινε με επίσκεψη της κάθε μονάδας ξεχωριστά και την συμπλήρωση κατάλληλα διαμορφωμένου ερωτηματολογίου. Ειδικότερα τα στοιχεία του ερωτηματολογίου αφορούν :

- την κατασκευή: εκτάσεις, ηλικία, τύπος και διαστάσεις θερμοκηπίων, υλικά σκελετού και κάλυψης, κ.α.
- τον εξοπλισμό: εξαερισμός, θέρμανση, άρδευση, σκίαση και θερμοκουρτίνα
- την καλλιέργεια: καλλιεργούμενα είδη, περίοδοι καλλιέργειας, παραγόμενες ποσότητες, αγορά πώλησης, κ.α.
- το κόστος παραγωγής: προσωπικό, χρόνος αντικατάστασης πλαστικού, ποσότητα - κόστος καυσίμου, κόστος καλλιέργειας, κ.α.

Η επεξεργασία των στοιχείων της απογραφής αποσκοπούσε αρχικά στην αποτύπωση του δυναμικού του κλάδου των θερμοκηπίων και της κατασκευαστικής και ενεργειακής ποιότητας των χρησιμοποιούμενων θερμοκηπίων. Ιδιαίτερη βαρύτητα δόθηκε στα θερμαινόμενα θερμοκήπια και στα χρησιμοποιούμενα συστήματα θέρμανσης.

Ενεργειακή αξιολόγηση των θερμοκηπιακών γεωργικών εκμεταλλεύσεων

Για την ενεργειακή αξιολόγηση των θερμοκηπιακών εκμεταλλεύσεων χρησιμοποιήθηκαν τέσσερις δείκτες:

- Δείκτης Α: Πραγματική Ειδική κατανάλωση Ενέργειας για θέρμανση
- Δείκτης Β: Θεωρητική Ειδική Κατανάλωση Ενέργειας για θέρμανση
- Δείκτης Γ: Διαφορά Πραγματικής-Θεωρητικής Ειδικής Κατανάλωσης Ενέργειας για Θέρμανση
- Δείκτης Δ: Αποδοτικότητα (ή Παραγωγικότητα) της Ενέργειας.

Δείκτης Α: Πραγματική Ειδική κατανάλωση ενέργειας

Πρόκειται για την κατανάλωση ενέργειας ανά μονάδα καλυμμένου εδάφους. Όταν οι συνθήκες του εξωτερικού κλίματος και οι επιθυμητές συνθήκες στο εσωτερικό του θερμοκηπίου ταυτίζονται τότε η ειδική κατανάλωση ενέργειας κάθε θερμοκηπίου εξαρτάται από τον προσανατολισμό, το σχήμα, τον εξοπλισμό και τα υλικά κατασκευής. Σε αυτή τη περίπτωση αποτελεί ένα δείκτη ενεργειακής ποιότητας της κατασκευής.

Στην περίπτωσή μας όμως ενώ το εξωτερικό κλίμα διαφέρει ελάχιστα από το ένα θερμοκήπιο στο άλλο, αναμένεται ότι θα υπάρχουν σημαντικές διαφορές όσον αφορά τις εσωτερικές επιθυμητές συνθήκες, τους τρόπους και τα συστήματα που εφαρμόζει ο κάθε παραγωγός να τις διαμορφώσει αλλά και το είδος και το χρονοδιάγραμμα της κάθε καλλιέργειας. Οι διαφορές στις ειδικές καταναλώσεις ενέργειας μεταξύ διαφορετικών θερμοκηπίων θα συμπεριλαμβάνουν συνεπώς εκτός από την επίδραση των κατασκευαστικών χαρακτηριστικών και την επίδραση του τρόπου διαχείρισης του συστήματος από τους παραγωγούς.

Δείκτης Β: Θεωρητική Ειδική Κατανάλωση Ενέργειας

Αυτός ο δείκτης χρησιμοποιήθηκε για την απομόνωση της επίδρασης των κατασκευαστικών χαρακτηριστικών και του εξοπλισμού από όλες τις άλλες πηγές παραλλακτικότητας της ειδικής κατανάλωσης ενέργειας για θέρμανση των θερμοκηπίων που δεν σχετίζονται με την κατασκευή.

Για κάθε τύπο θερμοκηπίου, υπολογίστηκε η κατανάλωση ενέργειας που θα είχε θεωρητικά το θερμοκήπιο αν διατηρούνταν σε αυτό σταθερή θερμοκρασία του αέρα την νύκτα 15°C καθόλη τη διάρκεια του χειμώνα. Με θερμοκρασία του αέρα την νύκτα της τάξεως των 15°C η ανάπτυξη των περισσότερων ανθοκομικών ειδών είναι ικανοποιητική. Για αυτό το σκοπό χρησιμοποιήθηκε το λογισμικό HORTICERN [1].

Η θεωρητική ειδική κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας κάθε θερμοκηπίου υπολογίστηκε από τον λόγο της θεωρητικής κατανάλωσης ενέργειας προς την συνολική του επιφάνεια εδάφους.

Δείκτης Γ: Διαφορά Πραγματικής-Ειδικής κατανάλωσης ενέργειας

Σύμφωνα με τα παραπάνω, η θεωρητική ειδική κατανάλωση ενέργειας αναμένεται να είναι μεγαλύτερη από την πραγματική γιατί η πρώτη αφορά την διατήρηση ιδανικών συνθηκών ανάπτυξης στο εσωτερικό του θερμοκηπίου καθόλη τη διάρκεια του χειμώνα. Αυτό όμως δεν συμβαίνει ποτέ στην πραγματικότητα είτε σκόπιμα για να μειωθεί η ενεργειακή κατανάλωση της θέρμανσης είτε μη σκόπιμα γιατί για παράδειγμα η ισχύς του συστήματος θέρμανσης δεν επιτρέπει πάντα την επίτευξη των επιθυμητών συνθηκών. Βέβαια σε όλα αυτά υποθέτουμε ότι ο υπολογισμός της θεωρητικής κατανάλωσης ενέργειας γίνεται με μεγάλη ακρίβεια.

Κατά συνέπεια όσο μικρότερη είναι πραγματική κατανάλωση από την θεωρητική τόσο πιο ακατάλληλες για την ανάπτυξη των φυτών θα είναι οι συνθήκες που θα διατηρούνται στο θερμοκήπιο ή τόσο μικρότερη θα είναι η διάρκεια της πραγματικής περιόδου θέρμανσης. Αντίθετα όσο μεγαλύτερη είναι η πραγματική ειδική κατανάλωση τόσο πιο πιθανό είναι είτε ο παραγωγός να έδωσε ανακριβή στοιχεία είτε το θερμοκήπιο να παρουσιάζει κατασκευαστικές ατέλειες, είτε να μην γίνεται ορθολογική χρήση της ενέργειας.

Τα διαθέσιμα στοιχεία δεν επιτρέπουν βέβαια τον εντοπισμό των λόγων που συντρέχουν στη διαφοροποίηση της πραγματικής από την θεωρητική κατανάλωση ενέργειας. Η μελέτη όμως της απόκλισης μεταξύ των δύο έχει ιδιαίτερη αξία κυρίως στην περίπτωση όπου η πραγματική κα-

τανάλωση είναι μεγαλύτερη από την θεωρητική επειδή με αυτό τον τρόπο μπορούν να εντοπιστούν οι ενεργειακές και μη αποτελεσματικές θερμοκηπιακές μονάδες.

Δείκτης Δ: Αποδοτικότητα (ή παραγωγικότητα) της ενέργειας

Θεωρητικά ισούται με τον λόγο της ετήσιας ποσότητας των παραγόμενων προϊόντων προς την καταναλισκόμενη ενέργεια για την παραγωγή της. Το αντίστροφο αυτού του δείκτη καλείται ενεργειακό κόστος του παραγόμενου προϊόντος [2].

Στην παρούσα μελέτη χρησιμοποιήθηκε ο λόγος της συνολικής ετήσιας παραγωγής του κάθε θερμοκηπίου προς την ενέργεια που καταναλώθηκε για την θέρμανση. Αυτός ο δείκτης έχει νόημα συνεπώς μόνο για τα θερμαινόμενα θερμοκήπια ενώ παράλληλα παραβλέπεται το γεγονός ότι ένα μέρος της δηλωθείσας παραγωγής μπορεί να πραγματοποιήθηκε χωρίς την χρήση της θέρμανσης (π.χ. παραγωγή από Φεβρουάριο έως Σεπτέμβριο η οποία δηλώθηκε στη συνολική παραγωγή της μονάδας).

Αυτός ο δείκτης αποτελεί ένα μέσο συνολικής αξιολόγησης όλου του συστήματος παραγωγής λαμβάνοντας υπόψη τόσο την ενεργειακή όσο και την καλλιεργητική και εμπορική διαχείριση. Με δεδομένο το γεγονός ότι στα θερμαινόμενα θερμοκήπια η κατανάλωση ενέργειας για θέρμανση αντιπροσωπεύει το 70-90% του ενεργειακού κόστους των προϊόντων μπορεί αυτός ο δείκτης να χρησιμοποιηθεί και για τη σύγκριση μεταξύ διαφορετικών παραγωγικών συστημάτων.

Δυνατότητες εξοικονόμησης ενέργειας.

Η μελέτη των δυνατοτήτων εξοικονόμησης ενέργειας αφορούσε μόνο τη θερμαινόμενα θερμοκήπια και μόνο την ενέργεια της θέρμανσης. Συγκεκριμένα αξιολογήθηκαν οι δυνατότητες εξοικονόμησης με επεμβάσεις που αφορούν :

- τα κατασκευαστικά χαρακτηριστικά (π.χ. υλικό κάλυψης, κ.α.)
- τον εξοπλισμό (π.χ. συστήματα θέρμανσης, θερμοκουρτίνες, κ.α.)

Για αυτό το σκοπό χρησιμοποιήθηκε το λογισμικό HORTICERN και συγκεκριμένα υπολογίστηκε για κάθε θερμοκήπιο η ποσοστιαία θεωρητική (ή δυνητική) εξοικονόμηση ενέργειας που θα επιτευχθεί σύμφωνα με το λογισμικό με την εφαρμογή σε αυτό των προτεινόμενων επεμβάσεων. Δηλαδή, ο λόγος της θεωρητικής κατανάλωσης πριν την επέμβαση μείον την θεωρητική κατανάλωση μετά την επέμβαση προς την θεωρητική κατανάλωση πριν την επέμβαση.

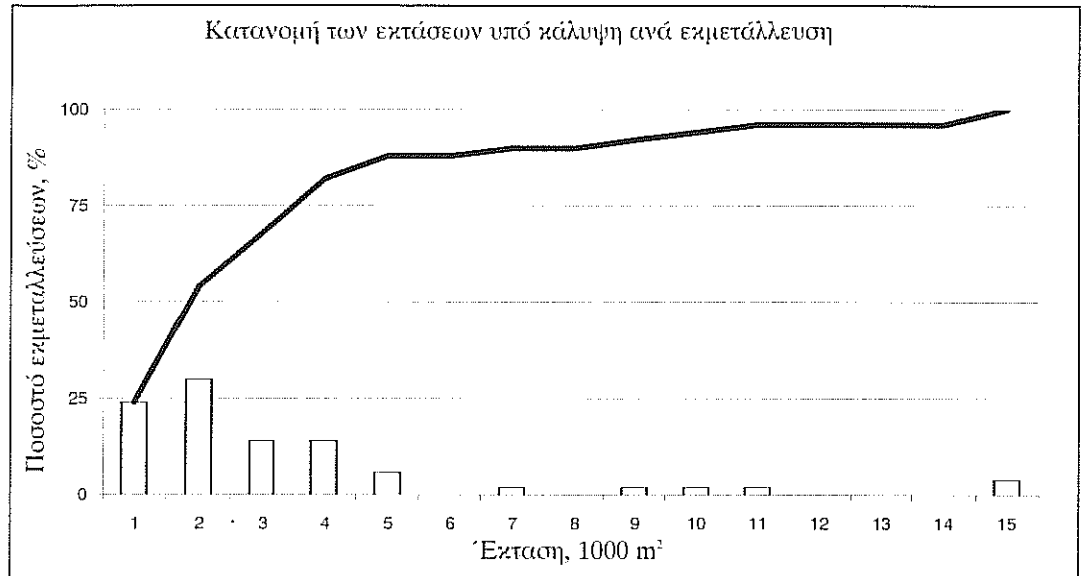
Η πραγματική απόλυτη εξοικονόμηση ενέργειας για κάθε θερμοκήπιο και είδος επέμβασης εκτιμήθηκε πολλαπλασιάζοντας την αντίστοιχη ποσοστιαία θεωρητική εξοικονόμηση προς την πραγματική σημερινή κατανάλωση ενέργειας του θερμοκηπίου.

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Η κατάσταση των θερμοκηπιακών μονάδων στη Μαγνησία

Αριθμός εκμεταλλεύσεων-Εκτάσεις-Καλλιεργούμενα Είδη

Αυτή τη στιγμή στο νομό Μαγνησίας υπάρχουν 50 γεωργικές εκμεταλλεύσεις που διαθέτουν 165 θερμοκήπια (μονάδες) συνολικής έκτασης 159.300 m². Στο 94% των εκτάσεων καλλιεργούνται ανθοκομικά γλαστρικά φυτά. Η αποκλειστική καλλιέργεια της γαρδένιας καταλαμβάνει το 40% των εκτάσεων, ενώ στο 14% αυτή συγκαλλιεργείται με άλλα γλαστρικά είδη. Η πλειοψηφία των θερμοκηπίων συγκεντρώνεται στις περιοχές Βόλου, Αγριάς, Λεχωνίων, Αλιμρού και Βελεστίου.



Σχήμα 1. Κατανομή των εκτάσεων των θερμοκηπίων της Μαγνησίας ανά γεωργική εκμετάλλευση

Η μέση έκταση των θερμοκηπίων ανά εκμετάλλευση που υπολογίζεται διαιρώντας την συνολική έκταση προς τον αριθμό των εκμεταλλεύσεων είναι 3.190 m² ανά εκμετάλλευση. Στο σχήμα 1 όμως βλέπουμε ότι η κατανομή των εκτάσεων ανά εκμετάλλευση ακολουθεί μια συνάρτηση τύπου γ, δηλαδή οι περισσότερες εκμεταλλεύσεις διαθέτουν μικρής έκτασης θερμοκήπια. Το 50% των εκμεταλλεύσεων διαθέτει θερμοκήπια μικρότερα από 2.000 m² και το 80% μικρότερα από 5.000 m².

Τύποι και υλικά σκελετού και κάλυψης.

Το 88% της έκτασης των θερμοκηπίων της Μαγνησίας αφορά μεταλλικά (83% γαλβανισμένος σίδηρος και 5% αλουμίνιο) και το 12% ξύλινα.

Το 71,1% της έκτασης των μεταλλικών θερμοκηπίων είναι αμφίροικτα (απλά 8,9% και πολλαπλά 91,1%), το 18,8% τοξωτά και το 10,1% απλά και πολλαπλά τροποποιημένα τοξωτά. Τα αμφίροικτα μεταλλικά θερμοκήπια είναι στην πλειοψηφία τους (84% της έκτασης) καλυμμένα με γυαλί στα πλαϊνά και στην οροφή. Στα υπόλοιπα (16%) χρησιμοποιείται μονό πολυαιθυλένιο. Τα τροποποιημένα τοξωτά και τα τοξωτά είναι καλυμμένα ως επί το πλείστον με μονό πολυαιθυλένιο εκτός από 2 σύγχρονα τροποποιημένα τοξωτά (3000 m² το καθένα) που είναι και τα δύο καλυμμένα με γυαλί στα πλαϊνά, ενώ στην οροφή το ένα έχει μονό και το άλλο διπλό πολυαιθυλένιο.

Τα ξύλινα θερμοκήπια είναι αμφίροικτα (απλά 58%, πολλαπλά 42%) και είναι όλα καλυμμένα με μονό πολυαιθυλένιο.

Πίνακας 1. Τύποι και υλικά κάλυψης των θερμαινόμενων θερμοκηπίων

| Τύπος Θερμοκηπίου | Υλικό Κάλυψης | | Μονάδες | | Έκταση | | |
|----------------------|---------------|--------|------------|------------|----------------|------------|-----|
| | Πλαινών | Οροφής | Αριθμός | % | m ² | % | |
| Ξύλινα | | | 6 | 5,5 | 7.200 | 5,6 | |
| Αμφίρροικτα απλά | PE | PE | 5 | 4,6 | 2.200 | 1,7 | |
| Αμφίρροικτα πολλαπλά | PE | PE | 1 | 0,9 | 5.000 | 3,9 | |
| Μεταλλικά | | | 102 | 94,5 | 121.200 | 94,4 | |
| Τοξωτά | PE | PE | 32 | 29,6 | 12.300 | 9,6 | |
| Τροποποιημένα τοξωτά | | | 24 | 22,2 | 12.700 | 9,9 | |
| Απλά | PE | PE | 21 | 19,5 | 4.200 | 3,3 | |
| Πολλαπλά | PE | PE | 1 | 0,9 | 2.500 | 2,0 | |
| | Γυαλί | PE | 1 | 0,9 | 3.000 | 2,3 | |
| | Γυαλί | PE2 | 1 | 0,9 | 3.000 | 2,3 | |
| Αμφίρροικτα | | | 46 | 42,7 | 96.200 | 74,9 | |
| Απλά | PE | PE | 5 | 4,7 | 3.100 | 2,4 | |
| | Γυαλί | Γυαλί | 4 | 3,7 | 2.300 | 1,8 | |
| | Πολλαπλά | PE | PE | 4 | 3,7 | 8.900 | 6,9 |
| | Γυαλί | Γυαλί | 33 | 30,6 | 82.900 | 63,8 | |
| ΣΥΝΟΛΟ | | | 108 | 100 | 129.400 | 100 | |

Τύποι και εξοπλισμός θερμαινόμενων θερμοκηπίων

Από τα 159.300 m² που καταλαμβάνουν τα θερμοκήπια στη Μαγνησία, θερμαίνονται τα 129.400 m² (81%). Τα μεταλλικά αμφίρροικτα γυάλινα θερμοκήπια αντιπροσωπεύουν το 65,6 % των θερμαινόμενων εκτάσεων (Πίνακας 1). Τα θερμαινόμενα θερμοκήπια με κάλυψη πολυαιθυλενίου αντιπροσωπεύουν το 39% των θερμαινόμενων εκτάσεων.

Τα συστήματα θέρμανσης χρησιμοποιούν για την μετάδοση της θερμότητας στο θερμοκήπιο διατάξεις μετάδοσης:

στον αέρα και στην καλλιέργεια, με συνδυασμό φαινομένων συναγωγής (βεβιασμένης ή ελεύθερης) και ακτινοβολίας (αερόθερμα, εναέριες σωληνώσεις και θερμάστρες),

ή στο έδαφος με αγωγή από την επιφάνεια και στην καλλιέργεια με συναγωγή και ακτινοβολία (επιδαπέδια)

ή και τα δύο προηγούμενα (αερόθερμα+επιδαπέδια και εναέριες σωληνώσεις+επιδαπέδια).

Η μετάδοση-διανομή της θερμότητας με το επιδαπέδιο σύστημα εφαρμόζεται στο 77% των θερμαινόμενων εκτάσεων (55% κατά αποκλειστικότητα και 22% σε συνδυασμό με σύστημα θέρμανσης του αέρα) (Πίνακας 2).

Πίνακας 2. Συστήματα διανομής θερμότητας στο θερμοκήπιο που χρησιμοποιούνται στα θερμαινόμενα θερμοκήπια της Μαγνησίας.

| Σύστημα Διανομής Θερμότητας | Έκταση m ² | Ποσοστό Θερμαινόμενων Εκτάσεων % |
|---------------------------------|--------------------------|-------------------------------------|
| Θέρμανση Αέρα | 29.700 | 22,9 |
| <i>Αερόθερμο</i> | <i>11.600</i> | <i>8,9</i> |
| <i>Εναέριες σωληνώσεις</i> | <i>13.500</i> | <i>10,4</i> |
| <i>Θερμάστρες</i> | <i>4.600</i> | <i>3,5</i> |
| Θέρμανση Εδάφους | 70.900 | 54,8 |
| <i>Επιδαπέδια</i> | <i>70.900</i> | <i>54,8</i> |
| Θέρμανση Αέρα-Εδάφους | 28.800 | 22,3 |
| <i>Αερόθερμο+Επιδαπέδια</i> | <i>10.800</i> | <i>8,4</i> |
| <i>Εναέριες σωλ.+Επιδαπέδια</i> | <i>18.000</i> | <i>13,9</i> |

Ενεργειακή αξιολόγηση

Από τις δηλώσεις των παραγωγών προκύπτει ότι στη Μαγνησία καταναλώνονται για τη θέρμανση των θερμοκηπίων περίπου 42.202 GJ ανά έτος (στοιχεία 1996). Το 84% αυτής της ενέργειας προέρχεται από ορυκτά υγρά καύσιμα (πετρέλαιο και μαζούτ), το 13% από ανανεώσιμη πηγή ενέργειας (πυρηνόξυλο) και το υπόλοιπο (3%) από υγραέριο. Η μεγαλύτερη, αναλογικά, κατανάλωση ενέργειας πραγματοποιείται στα μεταλλικά αμφίροικτα γυάλινα θερμοκήπια (69,6%, Πίνακας 3). Αυτό ήταν αναμενόμενο εφόσον αυτό ο τύπος αντιπροσωπεύει μεγάλο ποσοστό των θερμαινόμενων εκτάσεων (Πίνακας 2).

Πραγματική και θεωρητική ενεργειακή κατανάλωση

Η συνολική κατανάλωση ενέργειας των θερμαινόμενων θερμοκηπίων που προκύπτει από τα δεδομένα των παραγωγών είναι κατά 43% μικρότερη από αυτή που υπολογίζεται θεωρητικά (HORTICERN, διατήρηση της θερμοκρασίας της νύκτας στους 15 °C). Η υπερεκτίμηση των πραγματικών καταναλώσεων είναι υπερβολική ειδικότερα στην περίπτωση του ξύλινου πολλαπλού αμφίροικτου θερμοκηπίου (93%), στα τοξωτά (83%) και στα απλά μεταλλικά αμφίροικτα με πολυαιθυλένιο (69%). Η πραγματική μέση ειδική κατανάλωση ενέργειας για θέρμανση από όλα τα θερμαινόμενα θερμοκηπία της Μαγνησίας είναι 346±211 MJ m⁻², ενώ η θεωρητική είναι 631±89 MJ m⁻² (Πίνακας 3).

Τα θερμοκήπια με θέρμανση μόνο του εδάφους έχουν χαμηλότερη μέση ειδική κατανάλωση (288 ±187 MJ m⁻²) από τα θερμοκήπια με θέρμανση μόνο του αέρα (392 ±216 MJ m⁻²) ή του αέρα και του εδάφους (498 ±188 MJ m⁻²) (Πίνακας 4). Τα θερμοκήπια που θερμαίνονται μόνο με αερόθερμο ή εναέριες σωλίνες ζεστού νερού έχουν παρόμοιες ειδικές καταναλώσεις (205 ±161 και 235 ± 84 MJ m⁻² αντίστοιχα) με αυτά που θερμαίνονται με μόνο επιδαπέδια θέρμανση (288 ±187 MJ m⁻²).

Πίνακας 3. Προσχηματική και θεωρητική κατανομή ενέργειας για θέρμανση των θερμοκηπίων.

| Τύπος Θερμοκηπίου | Υλικό Κάλυψης | Ετήσια Κατανάλωση Ενέργειας στη Θέρμανση | | | | Μέση Ετήσια Ειδική Κατανάλωση | | | |
|----------------------|---------------|--|--------------------|--------------------|-------------|------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|
| | | Προσχηματική | Οροφή | Εκτίμηση | % | Προσχηματική | Μέση Τιμή ± σ | Προσχηματική | Εκτίμηση |
| Πλανών | Οροφής | GJ y ⁻¹ | GJ y ⁻¹ | GJ y ⁻¹ | % | MJ m ⁻² y ⁻¹ | MJ m ⁻² y ⁻¹ | MJ m ⁻² y ⁻¹ | MJ m ⁻² y ⁻¹ |
| Ξύλινα | | 1226 | 2,9 | 4070 | 5,5 | 410±230 | | 679±96 | |
| Αμφίροικτα απλά | PE | 1025 | 2,4 | 1175 | 1,6 | 373±213 | | 729±94 | |
| Αμφίροικτα πολλαπλά | PE | 201 | 0,5 | 2895 | 3,9 | - | | - | 224 |
| Μεταλλικά | | 40976 | 97,1 | 70488 | 94,5 | 348±206 | | 627±89 | |
| Τοξοτά | PE | 1443 | 3,4 | 8323 | 11,1 | 184±170 | | 678±14 | |
| Τροποποιημένα τοξοτά | | 4380 | 10,4 | 8320 | 11,1 | 324±99 | | 746±219 | |
| Απλά | PE | 1580 | 3,8 | 3879 | 5,2 | - | | - | - |
| Πολλαπλά | PE | 560 | 1,3 | 1513 | 2,0 | - | | - | - |
| | Γυαλί | 840 | 2,0 | 1407 | 1,9 | - | | - | - |
| | Γυαλί | 1400 | 3,3 | 1521 | 2,0 | - | | - | - |
| Αμφίροικτα | | 35154 | 83,3 | 53845 | 72,3 | 391±211 | | 639±89 | |
| Απλά | PE | 674 | 1,6 | 2217 | 3,0 | 254±116 | | 712±37 | |
| | Γυαλί | 708 | 1,7 | 1547 | 2,1 | 331±180 | | 672±3 | |
| Πολλαπλά | PE | 4393 | 10,4 | 5520 | 7,4 | 499±247 | | 625±18 | |
| | Γυαλί | 29378 | 69,6 | 44561 | 59,8 | 396±228 | | 547±20 | |
| ΣΥΝΟΛΟ | | 42202 | 100 | 74557 | 100 | 346±211 | | 631±89 | |

Η παραλλακτικότητα των πραγματικών ειδικών ενεργειακών καταναλώσεων είναι πολύ μεγαλύτερη από αυτή των θεωρητικών είτε ομαδοποιήσουμε τα αποτελέσματα κατά τύπο θερμοκηπίου είτε κατά είδος συστήματος θέρμανσης. Αυτό καθιστά μεν αδύνατη οποιαδήποτε στατιστική σύγκριση μέσων, αλλά δείχνει επίσης ότι οι διαφορές στην ενεργειακή κατανάλωση από το ένα θερμοκήπιο στο άλλο δεν οφείλονται ούτε στα διαφορετικά κατασκευαστικά χαρακτηριστικά (Πίνακας 3) ούτε στα διαφορετικά συστήματα θέρμανσης-διανομής της θερμότητας (Πίνακας 4).

Πίνακας 4. Πραγματική και θεωρητική μέση ετήσια ειδική κατανάλωση ενέργειας ανά είδος συστήματος θέρμανσης-μετάδοσης.

| Σύστημα Διανομής Θερμότητας | Μέση Ετήσια Ειδική Κατανάλωση | | | |
|------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|
| | Πραγματική | | Εκτίμηση | |
| | Μέση Τιμή ± σ | | Μέση Τιμή ± σ | |
| | MJ m ⁻² y ⁻¹ | MJ m ⁻² y ⁻¹ | MJ m ⁻² y ⁻¹ | MJ m ⁻² y ⁻¹ |
| Θέρμανση Αέρα | 392 ± 216 | | 648 ± 74 | |
| Αερόθερμο | 205 ± 161 | | 688 ± 21 | |
| Εναέριες σωληνώσεις | 235 ± 84 | | 560 ± 28 | |
| Θερμιάστρες | 591 ± 173 | | 643 ± 90 | |
| Θέρμανση Εδάφους | 288 ± 187 | | 612 ± 99 | |
| Επιδαπέδια | 288 ± 187 | | 612 ± 99 | |
| Θέρμανση Αέρα-Εδάφους | 498 ± 188 | | 666 ± 79 | |
| Αερόθερμο + Επιδαπέδια | 461 ± 210 | | 691 ± 85 | |
| Εναέριες σωλ. + Επιδαπέδια | 626 ± 90 | | 579 ± 8 | |

Αποδοτικότητα της ενέργειας

Η αποδοτικότητα της θερμικής ενέργειας που παρέχεται στο σύστημα παραγωγής, υπολογίστηκε σε ετήσια βάση και βρέθηκε ίση με 49 ± 14 kg GJ⁻¹ στην περίπτωση των κηπευτικών και 65 ± 66 φυτά GJ⁻¹ στην περίπτωση των ανθοκομικών. Ειδικότερα για την γαρδένια είναι ίση με 135 ± 102 φυτά GJ⁻¹. Οι μικρότερες τιμές ενεργειακής αποδοτικότητας καταγράφηκαν για καλλιέργεια φίκου (7 φυτά GJ⁻¹) και για καλλιέργεια κέντιας (9 φυτά GJ⁻¹). Οι υψηλότερες τιμές αφορούν καλλιέργεια βολβιδιών ειδών σε θερμαινόμενο τροποποιημένο τοξωτό 1000 m² (361 φυτά GJ⁻¹) και ετήσια καλλιέργεια γαρδένιας σε μεταλλικό αμφίρριζο πολλαπλό γυάλινο θερμοκήπιο 10000 m² με επιδαπέδια θέρμανση (373 φυτά GJ⁻¹).

Δυνατότητες εξοικονόμησης ενέργειας

Στον πίνακα 1 φαίνεται ότι η πλειοψηφία των θερμαινόμενων θερμοκηπίων είναι μεταλλικά πολλαπλά αμφίρριζα με κάλυψη από γυαλί. Σε αυτά πραγματοποιείται και η μεγαλύτερη κατανάλωση ενέργειας για θέρμανση.

Αυτού του είδους τα θερμοκήπια δεν επιδέχονται περαιτέρω κατασκευαστικές βελτιώσεις που να μπορούν να επιφέρουν σημαντική μείωση της κατανάλωσης ενέργειας για θέρμανση. Αντίθετα, η μεγάλη παραλλακτικότητα των ειδικών καταναλώσεων ενέργειας αυτών των θερμοκηπίων (396 ± 228 , Πίνακας 3) δείχνει ότι υπάρχουν σημαντικά περιθώρια μείωσης της καταναλισκόμενης ενέργειας με επεμβάσεις που αφορούν περισσότερο την ορθολογική διαχείριση του κλίματος και την κατάλληλη επιλογή και προγραμματισμό της καλλιέργειας.

Οι θερμοκουρτίνες θα μπορούσαν να εγκατασταθούν μόνο στα μεταλλικά τροποποιημένα τοξοτά και στα αμφίροικτα θερμοκήπια που δεν διαθέτουν ήδη θερμοκουρτίνες, δηλαδή σε έκταση 80.900 m². Χρησιμοποιώντας το θεωρητικό μοντέλο εκτιμήθηκε για κάθε τύπο θερμοκηπίου που μπορεί να δεχθεί θερμοκουρτίνα η ποσοστιαία εξοικονόμηση ενέργειας που μπορεί να επιτευχθεί με θερμοκουρτίνα διπλά επιμεταλλωμένη. Εφαρμόζοντας την ποσοστιαία εξοικονόμηση στις πραγματικές καταναλώσεις ενέργειας των θερμοκηπίων υπολογίστηκε ότι με τις θερμοκουρτίνες μπορούν να εξοικονομηθούν συνολικά 6.093 GJ ανά έτος, δηλαδή 142,7 τόννοι πετρελαίου. Η πραγματική μέση ειδική εξοικονόμηση ενέργειας ανέρχεται σε 75,3 MJ m⁻² ανά έτος.

ΣΥΖΗΤΗΣΗ - ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Τα θερμοκήπια της Μαγνησίας έχουν κατασκευαστεί κυρίως για την καλλιέργεια ανθοκομικών προϊόντων ιδιαίτερα ωπαιτητικών σε θερμοκρασία. Στην πλειοψηφία τους είναι μεταλλικά με κάλυψη γυαλιού θερμοιανόμενα.

Οι πραγματικές ενεργειακές καταναλώσεις διαφέρουν σημαντικά από τις θεωρητικά υπολογιζόμενες για τη διατήρηση 15 °C το θερμοκήπιο όλο το χειμώνα κατά τη διάρκεια της νύκτας. Είναι πολύ πιθανόν συνεπώς οι παραγωγοί να διατηρούν θερμοκρασίες χαμηλότερες από 15 °C το χειμώνα ή να καθυστερούν την έναρξη της θέρμανσης τον χειμώνα. Ελάχιστα θερμοκήπια διαθέτουν προηγμένα συστήματα ελέγχου και καταγραφής του κλίματος. Είναι αδύνατον συνεπώς να γνωρίζουμε με ακριβεία τις θερμοκρασίες του αέρα στο εσωτερικό του θερμοκηπίου. Για να δικαιολογηθούν όμως οι διαφορές μεταξύ εκτιμώμενης και θεωρητικής κατανάλωσης ενέργειας της τάξεως του 70-90% που παρατηρούνται πρέπει οι θερμοκρασίες του αέρα στα θερμοκήπια να είναι κατά 6-7 βαθμούς χαμηλότερες από τους 15 °C, δηλαδή 8-9 °C. Σε αυτές τις συνθήκες η ανάπτυξη των φυτών είναι πολύ αργή με αποτέλεσμα αυτά απλά να διατηρούνται στο θερμοκήπιο το χειμώνα περιμένοντας την άνοιξη (Μάρτιο-Απρίλιο) για να αρχίσουν να αναπτύσσονται.

Οι ειδικές ενεργειακές καταναλώσεις της θέρμανσης παρουσιάζουν πολύ μεγάλη παραλλακτικότητα τόσο με την ομαδοποίηση κατά τύπο θερμοκηπίου (Πίνακας 3) όσο και κατά είδος συστήματος θέρμανσης (Πίνακας 4). Αντίθετα η παραλλακτικότητα των θεωρητικών τιμών είναι πολύ μικρότερη. Αυτό σημαίνει ότι η μόνο η επίδραση των κατασκευαστικών διαφορών των θερμοκηπίων όπως αυτή λαμβάνεται υπόψη από το θεωρητικό μοντέλο δεν αρκεί για να εξηγηθούν οι τόσο υψηλές διαφορές στην κατανάλωση ενέργειας που καταγράφηκαν μεταξύ των θερμοκηπίων.

Βασίζόμενοι στις θεωρητικές εκτιμήσεις της ειδικής κατανάλωσης, οδηγούμαστε στο συμπέρασμα ότι για τις κλιματικές συνθήκες της Μαγνησίας η μικρότερη κατανάλωση ενέργειας επιτυγχάνεται με μεταλλικό πολλαπλό αμφίροικτο γυάλινο θερμοκήπιο (547 ± 20 MJ m⁻², Πίνακας 3) που φέρει εναέριες σωληνώσεις ζεστού νερού (559 ± 28 MJ m⁻², Πίνακας 4).

Οι δυνατότητες εξοικονόμησης ενέργειας από τη θέρμανση των θερμοκηπίων στη Μαγνησία επεμβαίνοντας στα κατασκευαστικά χαρακτηριστικά των υπαρχόντων θερμοκηπίων είναι ελάχιστες.

Η πλειοψηφία των θερμαινόμενων θερμοκηπίων είναι μεταλλικά γυάλινα πολλαπλά αμφίρροικτα με πολύ καλή ενεργειακή συμπεριφορά για το κλίμα της περιοχής.

Τα τροποποιημένα τοξωτά και αμφίρροικτα θερμοκήπια στα οποία θα μορούσαν να εγκατασταθούν θερμοκουρτίνες αντιπροσωπεύουν 80.900 m². Με αυτό τον τρόπο θα μπορούσαν να εξοικονομηθούν συνολικά 6.093 GJ ανά έτος, δηλαδή 142,7 τόνοι πετρελαίου. Για αυτό το σκοπό θα πρέπει να επενδυθούν συνολικά 242,7 εκατομμύρια δραχμές (κόστος διπλά επιμεταλλωμένης θερμοκουρτίνας = 3.000 δρχ m²) τα οποία με την σημερινή τιμή του πετρελαίου (100 δρχ ανά λίτρο) θα αποσβεσθούν σε 17 χρόνια (!!!) Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι λόγω των χαμηλών σημερινών καταναλώσεων ενέργειας για θέρμανση στα υφιστάμενα θερμοκήπια, η μέση ειδική εξοικονόμηση ενέργειας που επιτυγχάνεται με τις θερμοκουρτίνες είναι πολύ χαμηλή (75,3 MJ m⁻² ανά έτος). Ανάλογα με την κατανάλωση ενέργειας και τον τύπο του θερμοκηπίου αυτή κυμαίνεται από 11,5 έως 317,7 MJ m⁻² ανά έτος. Η υπολογιζόμενη ποσοστιαία εξοικονόμηση ενέργειας είναι πολύ μικρότερη από το 30-40% που συναντάται στη βιβλιογραφία [3, 4].

Με τα σημερινά οικονομικά δεδομένα και αν η διάρκεια ζωής μιας θερμοκουρτίνας είναι 7 χρόνια, τότε θα πρέπει η ειδική εξοικονόμηση ενέργειας μετά την εγκατάστασή της να είναι τουλάχιστον ίση με 160 MJ m⁻² ανά έτος. Από τα στοιχεία της μελέτης προκύπτει ότι αυτό ισχύει για υφιστάμενα θερμοκήπια συνολικής έκτασης 6.300 m² μόνο (!!!), δηλαδή μόνο 8% των θεωρητικά κατάλληλων 80.900 m² για αυτού του είδους την επέμβαση.

Θα πρέπει να σημειώσουμε εδώ ότι η σχετικά χαμηλή πραγματική ενεργειακή κατανάλωση των θερμοκηπίων ίσως είναι και συνάρτηση της ενεργειακής τους κατανάλωσης. Δηλαδή, ο κάθε παραγωγός ρυθμίζει την κατανάλωση ενέργειας και την παραγωγή σε χαμηλά επίπεδα ανάλογα με τις οικονομικές του δυνατότητες και το κόστος παραγωγής που θέλει να πετύχει. Σε αυτή την περίπτωση η εγκατάσταση θερμοκουρτίνας ίσως να μην επιφέρει εξοικονόμηση ενέργειας αλλά με τα ίδια έξοδα ο παραγωγός θα μπορεί να πετύχει υψηλότερες θερμοκρασίες και να αυξήσει έτσι την παραγωγή του και ποσοτικά και ποιοτικά και με αυτό τον τρόπο να αποσβεσει την θερμοκουρτίνα. Η μελέτη όμως αυτού του σεναρίου προϋποθέτει την ύπαρξη βιολογικών μοντέλων ανάπτυξης των φυτών σε συνάρτηση τουλάχιστον με την θερμοκρασία.

Θα παραμείνουμε συνεπώς στο συμπέρασμα ότι για να επενδύσει κάποιος παραγωγός της Μαγνησίας στην εξοικονόμηση ενέργειας στο θερμοκήπιο θα πρέπει:

- να έχει πολύ υψηλή πραγματική κατανάλωση ενέργειας,
- να αυξηθεί η τιμή του πετρελαίου,
- να υπάρχουν κίνητρα στους υποψήφιους επενδυτές για τη μείωση του χρόνου απόσβεσης της επένδυσης,

Ο εντοπισμός όλων των παραμέτρων που διαμορφώνουν την πραγματική ενεργειακή κατανάλωση των συστημάτων θέρμανσης των θερμοκηπίων αποτελεί μια ενδιαφέρουσα κατεύθυνση για τη συνέχεια και συμπλήρωση αυτής μελέτης. Επίσης ενδιαφέρουσα θα ήταν και η μελέτη των δυνατοτήτων προώθησης της χρήσης των ήπιων και ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στη θέρμανση των θερμοκηπίων της Μαγνησίας και η αξιολόγηση του περιβαλλοντικού οφέλους που μπορούν να επιφέρουν.

Ευχαριστίες: Θα θέλαμε εδώ να ευχαριστήσουμε θερμά όλους όσους βοήθησαν στην καταγραφή των θερμοκηπίων της Μαγνησίας και ειδικότερα τους υπευθύνους του Συλλόγου Ανθοπαραγωγών Μαγνησίας, του Συλλόγου Παραγωγών Γαρδένιας Μαγνησίας και τους συναδέλ-

φους της Διεύθυνσης Γεωργικής Ανάπτυξης της Ν.Α. Μαγνησίας καθώς επίσης και τους υπευθύνους του Περιφερειακού Ενεργειακού Κέντρου Θεσσαλίας που μας παρείχαν στατιστικά κλιματικά στοιχεία για την Μαγνησία.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Jolliet O., Lereshe F., 1989. HORTICERN user guide. A programm for calculating greenhouse energy consumption EPFL, Laboratory de Energie Solaire et de Physique du Batiment Lausanne.
2. Pelizzi, G., 1992. Use of energy and labour in italian agriculture. *Journal of Agricultural Engineering Research*, 52:111-119.
3. Bailey B.J., 1981. The Reduction of thermal Radiation in Glasshouse by Thermal Screens. *Journal of Agricultural Engineering Research*, 26:215-226.
4. Amsen M.G, 1986. Thermal screens in Greenhouses. Diurnal Variations in Heat Consupcion. *Journal of Agricultural Engineering Research*, 33:79-82.

ΘΕΡΜΑΝΣΗ ΚΑΙ ΔΡΟΣΙΣΜΟΣ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΩΝ ΜΕ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΣΥΝΔΥΑΣΜΟΥ ΓΕΩΤΡΗΣΗΣ/ΑΝΤΛΙΑΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΟΣ

Καρύτσας Κων/νος (Δρ. Γεωλόγος - Γεωθερμικός)

*Υπεύθυνος Τμήματος Γεωθερμίας ΚΑΠΕ
ΚΕΝΤΡΟ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΩΝ ΠΗΓΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ, ΠΙΚΕΡΜΙ*

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Μια μονάδα αποτελούμενη από αντλία θερμότητας η οποία είναι συνδεδεμένη και τροφοδοτείται είτε από σύστημα άντλησης υπόγειου νερού από γεώτρηση ή πηγάδι (Ground Water Heat Pump system - GWHPs) που εκμεταλλεύεται την αβαθή υπεδραφική ενέργεια των υπογείων νερών ή με γήινο εναλλάκτη θερμότητας (Ground Coupled Heat Pump system - GCHPs) που εκμεταλλεύεται την αβαθή υπεδραφική ενέργεια των πετρωμάτων μπορεί να προσφέρει σε ένα θερμοκήπιο, σε οποιοδήποτε γεωγραφικό σημείο και αν βρίσκεται, φθηνή και περιβαλλοντικά καθαρή ενέργεια για θέρμανση και δροσισμό. Στην ουσία προσλαμβάνεται η υπεδραφική θερμότητα και με ένα κατάλληλα υπολογισμένο μηχανισμό (ρυθμός άντλησης, μήκος σωληνώσεων κλπ.) προσφέρεται στον εξατμιστή ή τον συμπυκνωτή μίας αντλίας θερμότητας.

ABSTRACT

A heat pump unit coupled either with a borehole or well (Ground Water Heat Pump system - GWHPs) which subtracts thermal energy from the shallow groundwater or with an earth heat exchanger (Ground Coupled Heat Pump system - GCHPs) which subtracts thermal energy from the rocks of the upper geological formations, can offer cheap and environmentally clean energy for heating and cooling to a geothermal greenhouse wherever it may be situated. The thermal energy is retained from the earth's subsurface and with an optimal manner is given to the evaporator or the condenser of a heat pump.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η ανάπτυξη και η απόδοση των φυτών εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από την ρύθμιση των παραγόντων του περιβάλλοντος, που δύναται να διασφαλισθεί από την ανάπτυξη ενός φυτού μέσα σε ένα θερμοκήπιο. Αν θεωρηθεί μάλιστα ότι ο φωτισμός είναι επαρκής σε ένα θερμοκήπιο τότε η θερμοκρασία είναι ο κυριότερος κλιματολογικός παράγοντας που επηρεάζει τον ρυθμό ανάπτυξης των καλλιεργειών και πολλές άλλες λειτουργίες, όπως την φωτοσύνθεση, την διαπνοή, την απορρόφηση του νερού και των θρεπτικών συστατικών κλπ.

Για να αποδώσει όμως η καλλιέργεια του θερμοκηπίου το μέγιστο δυνατό απαιτεί μία ωρισμένη θερμοκρασία, λαμβάνοντας υπ' όψη ότι ακόμα και μικρές αποκλίσεις από την άριστη θερμοκρασία, επηρεάζουν ακόμη και την ποιότητα των προϊόντων. Γι' αυτό τον λόγο φροντίζουμε στο θερμοκήπιό μας να παρέχουμε πάντα την βέλτιστη θερμοκρασία. Παραδείγματος χάριν για καλλιέργεια τριανταφυλλιάς έχουμε βέλτιστη θερμοκρασία αέρα κατά την νύκτα 16-17 °C, κατά την ημέρα 21-24 °C, και θερμοκρασία εδάφους 13-15 °C, και αντίστοιχα για την γαρουφαλιά έχουμε βέλτιστη θερμοκρασία αέρα κατά την νύκτα 10-12 °C, κατά την ημέρα 10-18 °C, και θερμοκρασία εδάφους 10-13 °C.

Μεγάλη σημασία έχει να υλοποιείται η θέρμανση ή ο δροσισμός του θερμοκηπίου με ένα σύστημα θέρμανσης ή δροσισμού που μπορεί αφ' ενός μεν να έχει ακρίβεια και ποιότητα ως προς την σταθερότητα του θερμοκρασιακού επιπέδου αφ' ετέρου να είναι οικονομικό και περιβαλλοντικά ασφαλές [4 και 5].

Ένα τέτοιο σύστημα είναι και το προτεινόμενο, αυτό της γεωθερμικής αντλίας θερμότητας συνδεδεμένης με σύστημα άντλησης είτε υπόγειου νερού από γεώτρηση/πηγάδι είτε με γήινους εναλλάκτες θερμότητας (Ground Source Heat Pump system - GSHPs) [1,2, 3 και 6], που μπορεί να προσφέρει στο θερμοκήπιο μας, σε οποιοδήποτε γεωγραφικό σημείο και αν βρίσκεται, φθηνή και περιβαλλοντικά καθαρή ενέργεια για θέρμανση και δροσισμό (ΣΧΗΜΑ 1).

Η αξιοποίηση της ενέργειας του υπεδάφους (ομαλής γεωθερμικής ενέργειας) επιτυγχάνεται με την σύζευξη αντλιών θερμότητας νερού - νερού με το υπέδαφος. Οι αντλίες θερμότητας νερού-νερού παρουσιάζουν μικρό σχετικά όγκο, λόγω της μεγάλης θερμοχωρητικότητας του νερού και μετά από κατάλληλη διαστασιολόγηση μόνιμη απόδοση διπλάσια της μέσης απόδοσης της αντλίας θερμότητας αέρα - νερού. Για την επίτευξη του παραπάνω απαραίτητη προϋπόθεση είναι η κατάλληλη επιλογή του γεωθερμικού εναλλάκτη (είτε υδρογεώτρηση είτε γήινος εναλλάκτης θερμότητας) ώστε να προκύπτει ο βέλτιστος συνδυασμός των θερμικών χαρακτηριστικών.

Το υπέδαφος έχει το εξής ιδιόμορφο χαρακτηριστικό ότι κάτω από το βάθος των 7-8 m η θερμοκρασία των πετρωμάτων και των ταμειυτήρων μέσα στους οποίους υπάρχουν υπεδαφικά νερά είναι σταθερή και μάλιστα είναι ένα συγκεκριμένο και απολύτως προσδιοριζόμενο φυσικό μέγεθος αυξανόμενο μάλιστα με το βάθος [1 και 2]. Η θερμοκρασία του ρευστού ή των πετρωμάτων εξαρτώνται από συγκεκριμένες παραμέτρους όπως από την γεωθερμική ροή, την ηλιακή ακτινοβολία (που αποτελεί κυρίαρχο παράγοντα μέχρι του βάθους των 40-50 m) την γεωθερμική βαθμίδα στην περιοχή, την θερμική αγωγιμότητα των πετρωμάτων κλπ.

Το σημαντικότερο γεγονός είναι ότι η προσφερόμενη αυτή ενέργεια είναι περιβαλλοντικά καθαρή, απεριόριστα ανανεώσιμη και εξοικονομεί το 40 έως 60% της ενέργειας, που θα καταλάωνε η μονάδα για τη λειτουργία και τη συντήρησή της, εάν χρησιμοποιούντο μόνο συμβατικά μέσα θέρμανσης (όπως πετρέλαιο, υγραέριο, ηλεκτρισμός κλπ.).

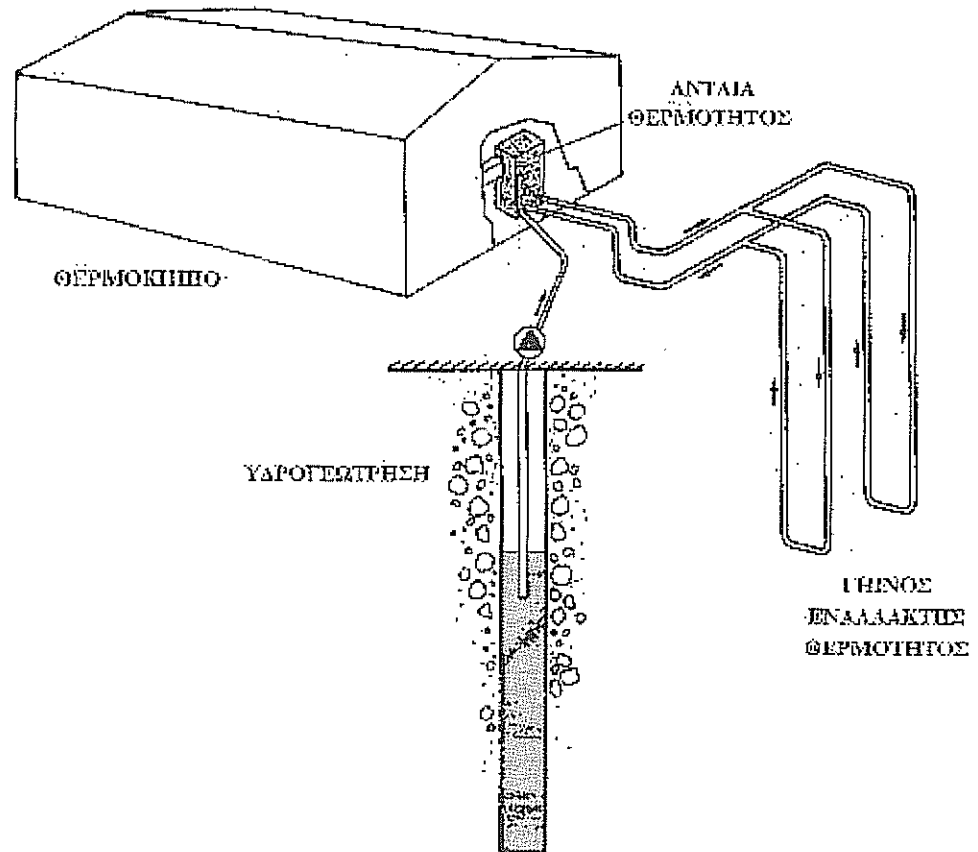
Με την εφαρμογή αυτής της τεχνολογίας και την διάδοσή της στον ευρύτερο ελληνικό χώρο θα δυνάμεθα να προβούμε σε θερμάνσεις θερμοκηπίων με οικονομικότερο και περιβαλλοντικά καθαρό τρόπο σε όλες εκείνες τις περιοχές όπου δύνανται να αναπτυχθούν θερμοκήπια.

ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟ

Σκοπός του μελετητού είναι η εισαγωγή και προώθηση της τεχνολογίας της χρήσης γεωθερμικών αντλιών θερμότητας στον αγροτικό τομέα και παράλληλα η αποδοτικότερη σχεδίαση των γεωθερμικών αντλιών θερμότητας νερού-νερού (ή νερού-αέρα) εξασφαλίζοντας αφ' ενός μεν μεγαλύτερη απόδοση και οικονομικότητα με την βέλτιστη απαίτηση σε υπεδαφικά ρευστά, αφ' ετέρου δε η προστασία του περιβάλλοντος.

Για την επίτευξη του παραπάνω στόχου μελετάται η περίπτωση δημιουργίας γυάλινων θερμοκηπίων με καλλιέργεια λουλουδιών ή πρώιμων σπυρολαχανικών (τριαντάφυλλα, ζέρμπερες, τομάτα, αγγούρι, πεπόνι κλπ) σε οποιαδήποτε περιοχή της Κεντρικής Ελλάδος (Ηπειρος, Θεσσαλία, και Στερεά Ελλάδα).

Η θέρμανση και ο δροσισμός των θερμοκηπίων αυτών επιτυγχάνεται με την σύζευξη της αντλίας θερμότητας με υδρογεώτρηση ή πηγάδι. Στην περίπτωση που δεν υπάρχει επαρκής ποσότητα



Σχήμα 1: Συνδυασμός Υδρογεώτρησης ή/και Γήινου Εναλλάκτη Θερμότητας με Αντλία Θερμότητας για Θέρμανση/Ψύξη Θερμοκηπίων.

νερού στο υπέδαφος η απομάστευση της γήινης θερμικής ενέργειας επιτυγχάνεται με σύστημα γήινου εναλλάκτη θερμότητας (κατακορύφου ή οριζοντίου). Το νερό του κλειστού κυκλώματος που θα λαμβάνει την ενέργεια από τον συμπυκνωτή θα οδηγείται στο σύστημα θέρμανσης των θερμοκηπίων. Το γεωθερμικό (υπεδαφικό) νερό μετά την θέρμανση (εναλλάκτης εξατμιστή) οδηγείται είτε προς άρδευση ή αποθήκευση ή αόμνη και επανεισαγωγή. Τονίζεται ότι το γήινο περιβάλλον αποτελεί έναν μόνιμο χώρο άντλησης ή απόρριψης θερμικής ενέργειας με σταθερή θερμοκρασιακή στάθμη που για τις πεδινές περιοχές της Κεντρικής Ελλάδος κυμαίνεται από τους 12 έως τους 16°C.

Μεταξύ άλλων περιπτώσεων ενδιαφέρον παρουσιάζει μία παρεμφερής εφαρμογή του εφαρμόστηκε με επιτυχία στην Ολλανδία. Πιο συγκεκριμένα, στην Ολλανδία στα πλαίσια ενός ερευνητικού προγράμματος (ΕΕ/040/87/ΝΝ), έγινε χρήση αντλίας θερμότητας για την θέρμανση τμήματος θερμοκηπίου συνολικής έκτασης 19.000 m², με γιούκας. Η αντλία θερμότητας ήταν νερού - νερού με ψυκτική ικανότητα 200 kW ηλεκτρική κατανάλωση 80 kW, και συνολική θερμική ισχύ

280 kW. Το ζεστό νερό από την έξοδο της αντλίας θερμότητας τροφοδοτούσε το σύστημα θέρμανσης του θερμοκηπίου. Υπολογίστηκε ότι ο χρόνος αποπληρωμής του συστήματος ήταν 4,1 χρόνια.

ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

Η εγκατάσταση του γεωθερμικού συστήματος θέρμανσης και δροσισμού περιλαμβάνει:

I) την υδρογεώτρηση ή το πηγάδι που θα πρέπει να παρέχουν τουλάχιστον 12-15 m³/h ανά στρέμμα γεωθερμικού θερμοκηπίου με νερό θερμοκρασίας 10-18oC στον εξατμιστή της αντλίας θερμότητας (GWHPs).

Σε περίπτωση μη ανεύρεσης ικανής ποσότητας υπεδαφικού νερού το πρωτεύον σύστημα μεταφοράς της γήινης θερμότητας αποτελούν οι Γήινοι Εναλλάκτες Θερμότητας. Οι Γήινοι Εναλλάκτες Θερμότητας αποτελούνται από συστήματα αβαθών γεωτρήσεων (μέχρι τα 120 m) ή τάφρους (σε βάθη 2-3 m) όπου μέσα τους τοποθετούνται πλαστικοί σωλήνες πολυαιθυλενίου μέσης πυκνότητας (MDPE), οι οποίοι έχουν την ικανότητα να μεταφέρουν με άμεση θερμοεναλλαγή την γήινη θερμότητα μέσω κλειστού κυκλώματος νερού στον εξατμιστή της αντλίας θερμότητας (GCHPs).

Εννοείται ότι υβριδικά συστήματα GWHPs με GCHPs παρουσιάζουν παρόμοιο τεχνολογικό και οικονομικό ενδιαφέρον, ώστε σε περιπτώσεις μερικής κάλυψης της ποσότητας του απαιτούμενου νερού από γεώτρηση το υπόλοιπο φορτίο να καλύπτεται με γήινο εναλλάκτη [1, 2 και 6].

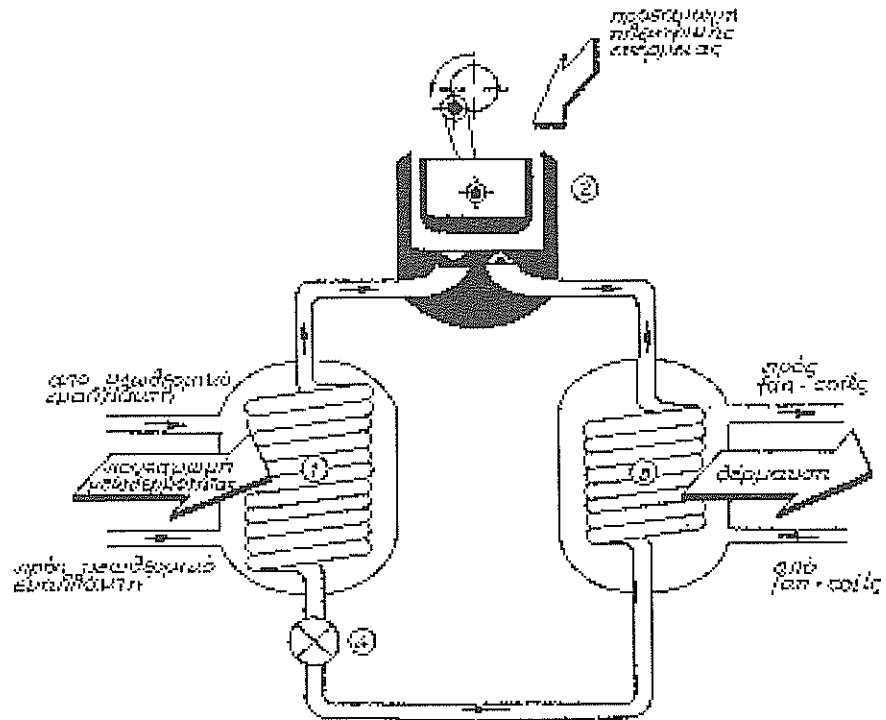
II) την αντλία θερμότητας νερού-νερού ή νερού-αέρα, που λειτουργεί με ένα COP = 3.6 - 4.2, και παράγει απ' ενός μεν θερμό νερό 45-50oC για την θέρμανση τον χειμώνα και απ' ετέρου δε, με αντιστροφή του κύκλου, ψυχρό νερό 7-8 oC για δροσισμό το καλοκαίρι.

Η αντλία θερμότητας νερού-νερού ή νερού-αέρα αποτελείται από τον εξατμιστή, τον συμπιεστή, τον συμπυκνωτή και το στοιχείο εκτόνωσης, η λειτουργία της εξασφαλίζεται από την κυκλοφορία ειδικών ψυκτικών υγρών όπως τα R134a ή R22, τα οποία εκτός των άλλων είναι και φιλικά προς το περιβάλλον (ΣΧΗΜΑ 2) [1,2 και 6].

Η αντλία θερμότητας είναι συσκευή που έχει τη δυνατότητα επέμβασης στον κύκλο ψύξης ενός συστήματος, έτσι ώστε να δίνει άλλοτε ζεστό και άλλοτε κρύο νερό ή αέρα, ανάλογα πάντα με τις κλιματιστικές ανάγκες του χώρου.

Είναι γνωστό, ότι η θερμότητα έχει φυσική ροή από καταστάσεις υψηλότερων θερμοκρασιών σε αντίστοιχες χαμηλότερων. Η αντλία θερμότητας όμως έχει την ικανότητα να μεταφέρει τη θερμότητα αντίθετα προς τη φυσική της ροή. Αντλεί δηλαδή θερμότητα (για αυτό ονομάζεται έτσι) από χαμηλότερη στάθμη θερμοκρασίας προς μια υψηλότερη. Την ίδια εξ' άλλου ικανότητα έχει και ένα ψυγείο, μόνο που εδώ το ενδιαφέρον παρουσιάζεται άλλοτε για τη θερμότητα και άλλοτε για την ψύξη.

Συχνά αναφέρεται ότι η αντλία θερμότητας "αντιστρέφει" ή "αναστρέφει" τον κύκλο του ψυκτικού ρευστού και ανάλογα με την περίπτωση ακολουθεί "ψυκτικό κύκλο" το καλοκαίρι ή "θερμαντικό" το χειμώνα. Πρέπει να τονιστεί ότι η αντλία θερμότητας εκτελεί πάντα ψυκτικό κύκλο και ποτέ θερμικό γιατί τέτοιος κύκλος δεν υφίσταται [3]. Το μόνο που αντιστρέφεται είναι ο ρόλος του συμπυκνωτή με το ρόλο του εξατμιστή. Το καλοκαίρι ο εξατμιστής είναι τοποθετημένος μέσα στον ψυχρόμενο χώρο και τον ψύχει, ενώ το χειμώνα ο εξατμιστής είναι τοποθετημένος στο περιβάλλον και το ψύχει εφόσον αντλεί θερμότητα από αυτό. Η αντλία θερμότητας με τη χρήση της τετραόδης βαλβίδας αντιστρέφει τη ροή του ψυκτικού μέσου διατηρώντας φυσικά τον ψυκτικό κύκλο.



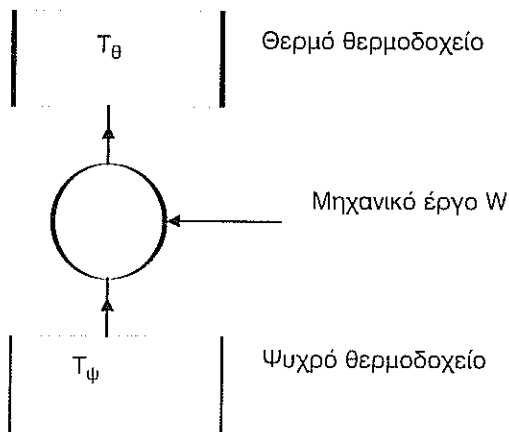
Σχήμα 2: Σχεδιάγραμμα μίας αντλίας θερμότητας.

1: Εξατμιστής, 2: Συμπιεστής 3: Συμπυκνωτής, 4: Στοιχείο Εκτόνωσης

Ο κύκλος θέρμανσης (ΣΧΗΜΑ 3) περιλαμβάνει τα ίδια στάδια με τον κύκλο ψύξης. Μόνο που στην περίπτωση αυτή το στοιχείο που εκτελούσε ατμοποίηση εκτελεί συμπύκνωση και το αντίστροφο. Η μετατροπή του ψυκτικού κύκλου σε "θερμαντικό", γίνεται με τη βοήθεια τετράοδης βαλβίδας, όπως προαναφέρθηκε, που οδηγεί το ψυκτικό ρευστό μετά την έξοδό του από το συμπιεστή και την εκτονωτική διάταξη στους εναλλάκτες θερμότητας ψυκτικού μέσου - αέρα (ή νερού), ανάλογα με την επιλογή των απαιτήσεων μέσω διακόπτη.

Χαρακτηριστικός αριθμός που καθορίζει την ποιότητα και την αποδοτικότητα της λειτουργίας της αντλίας θερμότητας είναι ο συντελεστής συμπεριφοράς COP (Coefficient of Performance). Η τιμή του συντελεστή συμπεριφοράς εξαρτάται από:

1. Την θερμοκρασιακή διαφορά $T_0 - T_{\psi}$ "βελτιώνεται όσο μικρότερη είναι η θερμοκρασιακή διαφορά ($T_0 - T_{\psi}$)".
2. Από το είδος και την ποιότητα της συσκευής παραγωγής ψυκτικής ισχύος και την αποδοτικότητα του ψυκτικού μέσου.



Σχήμα 3. Κύκλος θέρμανσης αντλίας θερμότητας.

III) τα θερμαντικά σώματα που είναι όμοια με τα χρησιμοποιούμενα για τα συμβατικά συστήματα (επιδαπέδιο σύστημα θέρμανσης, αερόθερμα κ.ο.κ.) (και δροσισμού), που λειτουργούν με την κυκλοφορία θερμού (ή και αντίστοιχα ψυχρού νερού). Οι θερμοκρασίες λειτουργίας των συστημάτων αυτών θα είναι 35/45°C για το σύστημα θέρμανσης και 12/8 °C για το σύστημα δροσισμού.

IV) τον εφεδρικό λέβητα που καλείται να καλύψει είτε τα φορτία αιχμής ή τις ανάγκες θέρμανσης/ψύξης σε περίπτωση μη λειτουργίας του γεωθερμικού κυκλώματος λόγω βλάβης.

Πιο συγκεκριμένα μέσα στο μηχανοστάσιο, που θα είναι ένας χώρος στο πλάι του θερμοκηπίου ή και μέσα στο ίδιο το θερμοκήπιο θα τοποθετηθεί εκτός από την αντλία θερμότητας και το σύστημα του εφεδρικού λέβητα και καυστήρα. Το εφεδρικό αυτό σύστημα σχεδιασμένο να λειτουργεί για την κάλυψη των φορτίων αιχμής θα συνδέεται με σύστημα αερόθερμων. Το σύστημα αυτό καλείται να καλύψει εκτός από τα φορτία αιχμής και τις ανάγκες θέρμανσης σε περίπτωση μη λειτουργίας λόγω βλάβης του κυκλώματος της γεωθερμίας/αντλίας θερμότητας.

Η θερμοκρασία εισόδου του αέρα στα αερόθερμα αυτά υπολογίζεται να είναι

10 °C ενώ η θερμοκρασία εξόδου του αέρα θα είναι 38-39 °C, η παροχή αέρα θα είναι 3.1 m³/h, στις 1400 rpm με ένα οριζόντιο βεληνεκές 20 m. Η θερμοκρασία του νερού από το καυστήρα, για να λειτουργεί με αυτές τις προδιαγραφές το αερόθερμο, πρέπει να είναι 80/70 °C (ΔT=10 °C).

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ - ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Εξετάζονται δύο περιπτώσεις (Σ1 και Σ2) και τα αποτελέσματα της σύγκρισής τους αναλύονται παρακάτω. Πιο συγκεκριμένα η περίπτωση Σ1 (Σενάριο 1) θεωρεί ότι το σύνολο των θερμικών αναγκών των θερμοκηπίων καλύπτονται από κάποιο συμβατικό σύστημα θέρμανσης (λέβητας/καυστήρας), ενώ η περίπτωση Σ2 (Σενάριο 2) θεωρεί ότι η κάλυψη του 75% των θερμικών αναγκών του θερμοκηπίου επιτυγχάνεται με το σύστημα του συνδυασμού υπεδαφικής ενέργειας/αντλίας θερμότητας.

Εφόσον η μέγιστη απαιτούμενη θερμική ισχύς για την θέρμανση ενός στρέμματος γυάλινου θερμοκηπίου με βάση τις μέσες κλιματολογικές συνθήκες της Κεντρικής Ελλάδος εκτιμάται ότι ανέρχεται σε 200 KW τότε με την λειτουργία του συστήματός μας επί 1750 ώρες τον χρόνο (Load Factor = 20%) επιτυγχάνεται ετήσιο οικονομικό όφελος της τάξεως των 1.840.000 δρχ ανά στρέμμα, εξοικονόμηση μέσω υποκατάστασης 28.3 ΤΙΠ (1 ΤΙΠ = 8.000.000 kcal και 100.000 δρχ/ΤΙΠ) και παράλληλα μη έκλυση CO₂ της τάξεως 90.6 τόννων (υποκατάσταση συμβατικών καυσίμων 48.9%, που προκύπτει αφού αφαιρέσουμε από την υποκατάσταση καυσίμων την απαιτούμενη για την λειτουργία του συστήματός μας ηλεκτρική ενέργεια και τα καύσιμα για τον εφεδρικό λέβητα).

Σημειώνεται ότι από τις απαιτήσεις αυτές των 200 KW ανά στρέμμα το 75% ή 150 KW σχεδιάζεται να καλύπτονται από το σύστημα γεωθερμίας-αντλίας θερμότητας ενώ το υπόλοιπο 25% ή 50 KW από το σύστημα του εφεδρικού λέβητα (μάλυψη περιόδων αιχμής ή σε περιπτώσεις μη λειτουργίας του γεωθερμικού κυκλώματος). Συνεπώς, το σύστημα των γεωπρήσεων συνδεδεμένων με την αντλία θερμότητας μπορεί να προσδώσει στο σύστημά μας από το υπέδαφος, με ένα COP ίσο με 4, 112KW ανά στρέμμα και από τον συμπιεστή παίρνουμε τα άλλα 38 KW ανά στρέμμα (από το ηλεκτρικό ρεύμα).

Στον παρακάτω πίνακα παρατηρούμε ότι η απόσβεση του αρχικού κεφαλαίου (λαμβάνοντας υπ' όψη μόνον την θέρμανση των θερμοκηπίων) επιτυγχάνεται σε 4,1 έτη, παρ' όλο που η διάρκεια ζωής της μονάδος είναι τουλάχιστον 20 έτη (βλέπε κατωτέρω Πίνακα 1).

Πίνακας 1: Ετήσια Παραγωγή Ενέργειας - Κόστος - Εξοικονόμηση Ενέργειας και Κεφαλαίου - Ανά Στρέμμα Γεωθερμικού Θερμοκηπίου.

| | | |
|--|---|---------------------------------|
| Σ1 - Συμβατικό Σύστημα Ωρες Λειτουργίας = 1750 h | Ενέργεια σε Πετρέλαιο = 37.6 ΤΙΠ | Κόστος Ενεργ.= 3.760.000 Δρχ |
| Σ2 - Γεωθερμικό Κύκλωμα Ωρες Λειτουργίας = 1750 h | Ενέργεια σε Ηλ. Ρεύμα = 120 MWh | Κόστος Ενεργ.= 1.920.000 Δρχ |
| Κόστ. Μονάδος = 7.500.000 Δρχ | Εξοικον. ανά έτος = 1.840.000 Δρχ ή 48.9 % | Απόσβεση Κεφαλαίου 4,1 έτη |

Στον παραπάνω υπολογισμό ελήφθησαν υπ' όψη οι εξής παραδοχές:

- α) Οι ώρες αιχμής υπολογίζονται στο 10% του συνόλου λειτουργίας του θερμοκηπίου.
- β) Ο Τόννος Ισοδύναμου Πετρελαίου (ΤΙΠ) λαμβάνεται ίσος με 8.000.000 Kcal, η δε τιμή στις 100.000 δρχ (ή 83,3 δρχ/λίτρο).
- γ) Η τιμή του αγροτικού ρεύματος είναι ίση με 16 Δρχ/KWh.
- δ) Θεωρούμε ότι το κόστος της αγοράς και της εγκατάστασης του συνόλου του συστήματος γεωθερμικής αντλίας θερμότητας ανέρχεται σε 50.000 δρχ ανά KW εγκατεστημένης ισχύος.

Ένα ξεχωριστό σημείο που πρέπει να εξετασθεί είναι το άμεσο όφελος που θα προκύψει από την λειτουργία του συστήματος στον κύκλο του δροσισμού.

Η βελτίωση που θα προκύψει στην απόδοση των καλλιιεργειών κατά την θερινή περίοδο δροσισμού υπολογίζεται ότι θα υπερκαλύψει το κόστος λειτουργίας της μονάδος (ηλεκτρισμός) κατά 50% προσδίδοντας άλλες 300.000 δρχ/στρέμμα ως καθαρό όφελος.

Τονίζουμε ότι στην μελέτη αυτή όπου εξετάζουμε την οικονομικότητα ανάπτυξης γεωθερμοκηπίων με αντλίες θερμότητας λαμβάνονται υπόψη μόνον το ύψος της επένδυσης που αφορά την εκμετάλλευση της γεωθερμίας για την θέρμανση του θερμοκηπίου και το λειτουργικό κόστος. Αντιθέτως δεν λαμβάνεται υπόψη το κόστος αγοράς και εγκατάστασης του θερμοκηπίου και του συστήματος άρδευσης μια και το ζητούμενο είναι να αποδειχτεί ότι το προτεινόμενο γεωθερμικό σύστημα θέρμανσης των θερμοκηπίων παρέχει φθηνότερη θερμική ενέργεια από τα συμβατικά καύσιμα και ότι η επένδυση αποσβένεται σε μικρό χρονικό διάστημα.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. ASHRAE 1995 Chapter 29 Geothermal Energy ASHRAE Handbook - Applications American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Eng., Inc.
2. ASHRAE 1995 Commercial Groundsource Heat Pump Systems - ASHRAE Special Issue American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Eng., Inc.
3. Καρύτσας, Κ., Περόγλου, Γ., Χουσουλάκης, Π., Καναβιάκης, Γ., και Καράγιωργας, Μ., (1997) Χρήση Γεωθερμικής Αντλίας Θερμότητας σε Θέρμανση Θερμοκηπίων - Τελική Έκθεση ΓΓΕΤ - ΠΕΠΕΡ - 95
4. Καρύτσας, Κ., (1997) Δυνατότητες Αξιοποίησης Γεωθερμικής Ενέργειας σε Γεωργικές Εφαρμογές, Διημερίδα ΕΘΙΑΓΕ/ΓΓΕΤ, Λάρισα
5. Μαυρογιαννόπουλος, Γ., (1990) Θερμοκηπία, Περιβάλλον - Υλικά - Κατασκευή - Εξοπλισμός - Εκδόσεις Σταμούλη.
6. Parker, J.D., Kavanaugh, S., and Ramanathan, R., (1984) Performance comparison of air- and ground-coupled heat pump systems. EM-3408, Final Report to the Electric Power Research Institute, Palo Alto, CA

ΤΕΧΝΙΚΗ ΚΑΙ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΑΝΤΛΗΤΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΜΕ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΑ

Α. Καλλιβρούσης, Δ. Μανωλάκος, Γ. Παπαδάκης

ΓΕΩΠΟΝΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ
Εργαστήριο Γεωργικής Μηχανολογίας, Αθήνα

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Τα συστήματα άντλησης με φωτοβολταϊκά θεωρούνται ως μια από τις πιο αξιόπιστες λύσεις για εφαρμογές ύδρευσης και άρδευσης σε απομακρυσμένες περιοχές όταν μια συμβατική πηγή ενέργειας δεν είναι διαθέσιμη. Πολλά συστήματα φωτοβολταϊκών χρησιμοποιούν αντλίες θετικής μετατόπισης. Μια αντλία συνεχούς ρεύματος, θετικής μετατόπισης δοκιμάστηκε στο Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών με στόχο την αξιολόγησή της, όταν αυτή τροφοδοτείται από φωτοβολταϊκά, στις περιπτώσεις που η αντλία συνδέεται απ' ευθείας με τον κινητήρα συνεχούς ή δια μέσω ενός ενισχυτή ρεύματος. Οι δοκιμές και στις δύο περιπτώσεις έγινε υπό παρόμοιες συνθήκες ακτινοβολίας και στατικού ύψους. Το ενδιαφέρον του πειράματος εστιάστηκε κυρίως στο βαθμό απόδοσης και τον ημερήσιο αντλούμενο όγκο νερού. Τα αποτελέσματα δείχνουν ότι η χρήση ενός Γραμμικού Ενισχυτή Ρεύματος ή συσσωρευτή, βελτιώνει σημαντικά την απόδοση ενός φωτοβολταϊκού συστήματος για άντληση με χρήση αντλίας θετικής μετατόπισης.

ABSTRACT

Photovoltaic (PV) powered pumping systems are considered a reliable solution for pumping water for people, irrigation or livestock in remote areas, when a conventional source is not easily available. Many PV pumping systems utilise rotary positive displacement pumps, which seal water in cavities and force it forward. Such systems using a DC-driven rotary positive displacement pump were installed and tested at the Agricultural University of Athens in order to evaluate their performance. The pump was coupled with the photovoltaic generator (A) directly, (B) through a Linear Current Buster and (C) through a battery. The systems were tested under similar operating conditions of solar irradiation and total static head. The major items of interest were the overall efficiency and the daily pumped volume of water. Additionally, the economic performance of each system was evaluated and the unit cost of the pumped water was estimated taking into consideration economic and operational parameters. The results and the experiences obtained indicate that the system equipped with the battery outperformed economically to other systems.

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Μια από τις πιο σημαντικές εφαρμογές των φωτοβολταϊκών συστημάτων είναι η άντληση νερού, για άρδευση. Ειδικά στην περίπτωση όπου υπάρχει αξιόλογο ηλιακό δυναμικό η άρδευση εκτάσεων γίνεται αποδοτική. Τα φωτοβολταϊκά συστήματα για άντληση είναι σήμερα μια τεχνολογία που κατέχει μεγάλη αξιοπιστία. Επιπρόσθετα, εμφανίζει το πλεονέκτημα του μικρού κόστους λειτουργίας και συντήρησης. Απαιτεί όμως ένα υψηλότερο κόστος επένδυσης από τα συμβατικά συστήματα, ειδικά στην περίπτωση που υπάρχει αποθήκευση ενέργειας σε συσσωρευτές, όπου χρησιμοποιούνται φορτιστές και άλλες ρυθμιστικές διατάξεις.

Πολλά συστήματα φωτοβολταϊκών για άντληση χρησιμοποιούν αντλίες θετικής μετατόπισης, ειδικά στην περίπτωση όπου απαιτείται άντληση από μεσαίο και μεγάλο ύψος. Οι αντλίες αυτές συγκεντρώνουν νερό στις κοιλότητες τους και το καταθλίβουν διατηρώντας το ύψος σταθερό ακόμη και στην περίπτωση κατά την οποία η αντλία περιστρέφεται με μικρότερη ταχύτητα περιστροφής της ονομαστικής. Αυτή η ιδιότητα διαφοροποιεί τις αντλίες αυτές από τις φυγόκεντρες οι οποίες παρουσιάζουν μεγάλη διακύμανση στην απόδοσή τους όταν μεταβάλλεται η ταχύτητα περιστροφής. Το γεγονός ότι οι αντλίες θετικής μετατόπισης προσφέρουν καλό βαθμό απόδοσης σε μερικό φορτίο τις κάνει ελκυστικές για χρήση σε συστήματα φωτοβολταϊκών για άντληση.

Το παρόν άρθρο ασχολείται με την τεχνολογία των φωτοβολταϊκών συστημάτων για άντληση με χρήση κινητήρα συνεχούς ρεύματος και περιστροφική αντλία θετικής μετατόπισης.

2. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

Το υπό δοκιμή φωτοβολταϊκό σύστημα για άντληση χρησιμοποιεί κινητήρα συνεχούς ρεύματος, χαμηλής κατανάλωσης το οποίο συνδέεται είτε απ' ευθείας με το φωτοβολταϊκό, είτε δια μέσω ενός Γραμμικού Ενισχυτή Ρεύματος, (διάγραμμα 1). Η αντλία που χρησιμοποιείται είναι ονομαστικής ισχύος 0.5 HP και λειτουργεί στα 12 V DC, (διάγραμμα 1). Οι μέγιστες τιμές λειτουργίας για την ένταση και την τάση είναι 16 A και 18 V αντιστοίχως. Το μέγιστο ύψος αναρρόφησης της αντλίας είναι 6 m ενώ της κατάθλιψης είναι 85 m. Στο Διάγραμμα 2 παρουσιάζεται η επίδραση της τάσης λειτουργίας και του ύψους στην ισχύ εισόδου και εξόδου της αντλίας. Από το διάγραμμα φαίνεται ότι η απαιτούμενη ηλεκτρική ισχύς για τη λειτουργία της αντλίας σε καθορισμένο ύψος αυξάνει καθώς αυξάνεται η τάση λειτουργίας. Η παροχή επίσης αυξάνεται αναλογικά αλλά μειώνεται ελαφρώς με τη αύξηση του ύψους.

Στο διάγραμμα 3 παρουσιάζεται η απόδοση του συστήματος κινητήρα-αντλίας σε σχέση με την ισχύ εισόδου, σε συνάρτηση με το ολικό ύψος. Η απόδοση δεν είναι σταθερή και εξαρτάται από από το ύψος και την ισχύ εισόδου. Αυξάνεται όταν το συνολικό ύψος αυξάνεται. Στο ίδιο διάγραμμα φαίνεται η καλή λειτουργία του συστήματος σε μερικό φορτίο αφού ο βαθμός απόδοσης δεν εμφανίζει σημαντική μείωση ως συνάρτηση της ισχύος εισόδου. Στο διάγραμμα 4 παρουσιάζονται οι χαρακτηριστικές I-V της φωτοβολταϊκής συστοιχίας των δυο φωτοβολταϊκών στοιχείων. Κάθε στοιχείο είναι ονομαστικής ισχύος 48 Wp στους 25 οC. Στο ίδιο διάγραμμα φαίνεται επίσης η χαρακτηριστική I-V της περιστροφικής αντλίας θετικής μετατόπισης σε διάφορα ύψη και ακτινοβολίες. Από το διάγραμμα αυτό μπορεί να γίνει αντιληπτό σε ποιές τιμές ακτινοβολίας είναι δυνατόν το σύστημα να αντλεί.

Η αντλία συνδέθηκε με δύο και τρία φωτοβολταϊκά στοιχεία εν παραλλήλω, (διάγραμμα 1). Επίσης συνδέθηκε ένας γραμμικός ενισχυτής ρεύματος και ένας συσσωρευτής. Η χρήση ενός γραμμικού ενισχυτή ρεύματος, βοηθά στη μετάδοση της ισχύος από τη φωτοβολταϊκή συστοιχία στο σύστημα κινητήρα-αντλίας. Η συσκευή αυτή μειώνει την τάση με ανάλογη αύξηση του ρεύματος. Το όριο λειτουργίας του είναι τα 20 A ρεύμα εισόδου και 50 V DC τάση ανοιχτού κυκλώματος. Το ρεύμα εξόδου μπορεί να φτάσει τα 45 A ενώ η τάση εισόδου έχει ρυθμιστεί μεταξύ 12 και 36 V.

3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Οι τρεις τρόποι σύνδεσης της αντλίας με το φωτοβολταϊκό δοκιμάστηκαν στο Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, υπό παρόμοιες συνθήκες ακτινοβολίας και υδραυλικού ύψους. Κατά τη διάρκεια των δοκιμών η αντλία αντλούσε νερό από υπόγεια δεξαμενή (στατικό ύψος αναρρόφησης

σης 2 m) το οποίο κατάθλιβε σε δεξαμενή τοποθετημένη σε ύψος 15 m. Με τη βοήθεια ψηφιακού καταγραφικού συστήματος μετρούντο διάφορα μεγέθη όπως, η ηλιακή ακτινοβολία, η τάση και η ένταση της συστοιχίας, η θερμοκρασία της συστοιχίας, η τάση και το ρεύμα του κινητήρα και η παροχή. Για να συγκριθούν οι τρεις διαφορετικοί τρόποι σύνδεσης της αντλίας με το φωτοβολταϊκό, υπολογιζόταν ο συνολικός βαθμός απόδοσης του συστήματος.

3.1 Αντλία απ' ευθείας συνδεδεμένη με τη φωτοβολταϊκή συστοιχία

Στον Πίνακα 1 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα των μετρήσεων όταν η αντλία είναι απ' ευθείας συνδεδεμένη με δύο ή τρία φωτοβολταϊκά στοιχεία. Είναι φανερό ότι και στις δυο περιπτώσεις η απόδοση του συστήματος είναι χαμηλή. Η απόδοση όμως σε αντλούμενο νερό αυξάνεται κατά περίπου 52% όταν τρία στοιχεία συνδέονται παράλληλα. Τα διαγράμματα 5 και 6 δείχνουν τη συσχέτιση μεταξύ ηλιακής ακτινοβολίας, παροχής νερού και τάσης, όταν η αντλία συνδέθηκε με δύο και τρία στοιχεία αντίστοιχα. Η μεταβολή της ακτινοβολίας και της παροχής της αντλίας συνδεδεμένης με δύο και τρία φωτοβολταϊκά στοιχεία, σε δύο ημέρες δοκιμών φαίνεται στα διαγράμματα 7 και 8. Στα διαγράμματα 7 και 8 φαίνεται επίσης ότι η ακτινοβολία στην οποία ξεκινά η άντληση διαφέρει σημαντικά στις δύο συνδέσεις. Με δυο φωτοβολταϊκά στοιχεία η αντλία ξεκινά να αντλεί όταν η ηλιακή ακτινοβολία φτάσει τα 540 W/m² και σταματά να αντλεί όταν η ακτινοβολία είναι μικρότερη των 450 W/m². Η παροχή μεταβάλλεται ελαφρώς από 340 l/h σε 375 l/h. Με δύο φωτοβολταϊκά στοιχεία παράλληλα, η αντλία ξεκινά να αντλεί όταν η ακτινοβολία φτάσει τα 800 W/m² και σταματά όταν η ακτινοβολία φτάσει τα 520 W/m². Η ακτινοβολία επίσης μεταβάλλεται ελάχιστα από τα 335 l/h σε 350 l/h καθώς η ακτινοβολία αυξάνει.

Όταν η αντλία είναι απ' ευθείας συνδεδεμένη με τα φωτοβολταϊκά η ακτινοβολία εκκίνησης της αντλίας εξαρτάται κυρίως από τον αριθμό των στοιχείων που συνδέονται εν παράλληλω. Αύξηση των στοιχείων συνδεδεμένων εν παράλληλω αυξάνει το ρεύμα και συνεπώς μειώνει την ακτινοβολία εκκίνησης, αυξάνοντας ταυτόχρονα το χρόνο λειτουργίας. Επίσης η αύξηση της τάσης λειτουργίας κάνει απαραίτητη την προστασία του κινητήρα από υπερτάσεις. Επίσης όταν η αντλία συνδέθηκε με τρία φωτοβολταϊκά και επειδή ξεκίνησε νωρίτερα και λειτουργήσει σε μεγαλύτερη ταχύτητα εμφάνισε μεγαλύτερη παραγωγή σε αντλούμενο νερό.

Η υπολογισμένη αποδιδόμενη ισχύς στο μέγιστο σημείο ισχύος των φωτοβολταϊκών, η ισχύς εισόδου στον κινητήρα και η ισχύς εξόδου παρουσιάζονται στα διαγράμματα 9 και 10. Φαίνεται καθαρά ότι η ισχύς για την αντλία αυξάνεται όσο αυξάνεται η ακτινοβολία. Η αντλία λειτουργεί σε σχετικά χαμηλό βαθμό απόδοσης γεγονός που δικαιολογείται επειδή η αντλία έχει μεγαλύτερο ονομαστικό ύψος από αυτό στο οποίο δοκιμάστηκε. Η απόδοση μειώνεται περαιτέρω καθώς η ακτινοβολία αυξάνεται.

Ο βαθμός απόδοσης της συστοιχίας (διαγράμματα 9 και 10) είναι χαμηλός και γίνεται χαμηλότερος καθώς η ηλιακή ακτινοβολία αυξάνεται, λόγω της απομάκρυνσης από το σημείο μέγιστης ισχύος το οποίο συνεχώς μεταβάλλεται λόγω μεταβολής της ακτινοβολίας και της θερμοκρασίας. Ο χαμηλός βαθμός απόδοσης εξηγείται επίσης από το γεγονός ότι υπάρχουν μεγάλες απώλειες στο σύστημα λόγω του ότι η άντληση γίνεται μόνον όταν η ακτινοβολία υπερβαίνει μια καθορισμένη τιμή. Η χαμηλή απόδοση των φωτοβολταϊκών και του υποσυστήματος αντλίας-κινητήρα οδηγούν σε χαμηλή απόδοση όλο το σύστημα. Η μέγιστη υπολογιζόμενη ισχύς εξόδου P_a σε ακτινοβολία H_1 και θερμοκρασία στοιχείου T_1 , χωρίς να λαμβάνονται υπ' όψη οι απώλειες των εν παράλληλω συνδεδεμένων στοιχείων, υπολογίστηκε χρησιμοποιώντας την εξίσωση (1).

$$P_a = NP_{mo}[1 - \beta(T_1 - T_0)]H_1/H_0 \quad (1)$$

P_{mo} = Μέση μέγιστη ισχύς στοιχείου στην ηλιακή ακτινοβολία αναφοράς, H_0 ,

(1 kW/m²) και στη θερμοκρασία αναφοράς T_0 , (25 °C)

β = Συντελεστής θερμοκρασίας σε % ανά °C, (0.35%/°C)

N = Αριθμός στοιχείων συνδεδεμένων παράλληλα.

3.2 Αντλία συνδεδεμένη με τη Φ/Β συστοιχία μέσω Γραμμικού Ενισχυτή Ρεύματος, (ΓΕΡ)

Στον Πίνακα 1 φαίνονται τα στοιχεία που αφορούν τη λειτουργία του συστήματος φωτοβολταϊκού-αντλίας θετικής μετατόπισης όταν η σύνδεση γίνεται δια μέσω ΓΕΡ. Το σύστημα αποτελείται από δύο φωτοβολταϊκά στοιχεία εν παράλληλω. Η ύπαρξη ΓΕΡ επιτρέπει την αντλία να ξεκινά νωρίτερα το πρωί και να συνεχίζει τη λειτουργία της αργότερα το απόγευμα. Με τον τρόπο αυτό ο χρόνος λειτουργίας της αντλίας αυξάνεται κατά περίπου 80%. Το σύστημα εμφανίζει καλύτερο βαθμό απόδοσης και δυνατότητα άντλησης περισσότερου νερού, σε σχέση με την απ' ευθείας σύνδεση με 2 ή τρία φωτοβολταϊκά. Πιο συγκεκριμένα η αντλία συνδεδεμένη με ΓΕΡ παρουσιάζει 53% αύξηση στην παραγωγή νερού σε σχέση με την απ' ευθείας σύνδεση με δύο φωτοβολταϊκά και 3% σε σχέση με τα τρία φωτοβολταϊκά. Η χρήση του ΓΕΡ βελτιώνει το βαθμό απόδοσης του φωτοβολταϊκού γιατί προσαρμόζει καλύτερα τα ηλεκτρικά χαρακτηριστικά του φωτοβολταϊκού με αυτά του κινητήρα της αντλίας αυξάνοντας ταυτόχρονα το συντελεστή χρησιμοποίησης του φωτοβολταϊκού.

Πίνακας 1. Αποτελέσματα λειτουργίας.

| Είδος | 2 στοιχεία | 3 στοιχεία | 2 στοιχεία και ΓΕΡ |
|--|------------|------------|--------------------|
| Ηλιακή ακτινοβολία, (Wh/day m ²) | 7252 | 7335 | 7244 |
| Παραγωγή Φ/Β, (Wh/day) | 295 | 492 | 458 |
| Ενέργεια σε κινητήρα-αντλία, (Wh/day) | 280 | 460 | 449 |
| Όγκος νερού που αντλήθηκε, (l/day) | 1840 | 2805 | 2880 |
| Παραγωγικότητα στοιχείων, (kWh/day kWp) | 3.1 | 3.4 | 4.7 |
| Μέση απόδοση Φ/Β, (%) | 5.1 | 5.6 | 7.9 |
| Μέση απόδοση κινητήρα-αντλίας (%) | 30.7 | 28.7 | 30.1 |
| Συνολική απόδοση συστήματος, (%) | 1.5 | 1.7 | 2.3 |

Η σχέση μεταξύ ηλιακής ακτινοβολίας, παροχής και τάσης εισόδου φαίνεται στο διάγραμμα 11. Στο διάγραμμα 12 φαίνεται η μεταβολή της ακτινοβολίας και της παροχής ως συνάρτηση του χρόνου. Η αντλία ξεκινά όταν η ακτινοβολία υπερβεί τα 300 W/m². Καθώς η ακτινοβολία μεταβάλλεται από τα 300 W/m² στα 600 W/m² η παροχή αυξάνει με ταχύ ρυθμό. Κατόπιν, η παροχή αυξάνει ελαφρά σε σχέση με την ακτινοβολία και φτάνει περίπου στα 300 l/h. Η υπολογισμένη ισχύς εξόδου (εξίσωση 1) στο σημείο μέγιστης ισχύος, η ισχύς εισόδου στο σύστημα αντλίας-κινητήρα και η ισχύς εξόδου της αντλίας φαίνεται στο διάγραμμα 13.

Φαίνεται καθαρά ότι ο ρυθμός αύξησης της ισχύος εισόδου αντλίας-κινητήρα είναι μεγαλύτερος από αυτόν της ισχύος εξόδου της αντλίας, καθώς η ακτινοβολία αυξάνει. Αυτό συνεπάγεται μικρότερο βαθμό απόδοσης του συστήματος αντλίας-κινητήρα σε υψηλές ακτινοβολίες. Παρόλο που χρησιμοποιήθηκε ΓΕΡ οι απώλειες του φωτοβολταϊκού παραμένουν υψηλές λόγω του ότι το σύστημα εξακολουθεί να λειτουργεί μακριά από το σημείο μέγιστης ισχύος. Στο διάγραμμα 14 παρουσιάζεται το προφίλ ρεύματος της φωτοβολταϊκής συστοιχίας και του κινητήρα. Ο ΓΕΡ, που εξασφαλίζει περισσότερο αντλούμενο νερό, επίσης εξασφαλίζει το ρεύμα εκκίνησης του κινητήρα.

3.3 Σύστημα με συσσωρευτή

Τα δεδομένα για σύστημα άντλησης με φωτοβολταϊκά και συσσωρευτή φαίνονται στον Πίνακα 2. Η απόδοση του συστήματος φτάνει το 2,4%. Το κλάσμα επαναφόρτισης του συσσωρευτή είναι σχετικά υψηλό, 1,25. Αυτό δείχνει ότι ο συσσωρευτής φορτίζεται επαρκώς για το συγκεκριμένο φορτίο. Το διάγραμμα 15 δείχνει ότι σχεδόν όλη η παραγόμενη ενέργεια μπορεί να χρησιμοποιηθεί από το σύστημα κινητήρα-αντλίας και συσσωρευτή. Επιπροσθέτως, οι απώλειες λόγω λειτουργίας μακριά από το σημείο μέγιστης ισχύος, είναι μικρότερες σε σχέση με τα δύο προηγούμενα συστήματα. Στο διάγραμμα 16 παρουσιάζεται το προφίλ της παροχής και της τάσης για μια καλοκαιρινή ημέρα. Η ύπαρξη συσσωρευτή διασφαλίζει τη σταθερότητα στην τάση. Μεταβολές μεταξύ 12 και 14 V στην τάση λειτουργίας εμφανίζονται καθώς η ακτινοβολία αυξάνει. Επίσης, καθώς η τάση λειτουργίας αυξάνει, η παροχή αυξάνεται διότι η ταχύτητα περιστροφής αυξάνεται. Το σύστημα αυτό αποδίδει περίπου 3,5% περισσότερο σε σχέση με το σύστημα με ΓΕΡ.

Πίνακας 2. Αποτελέσματα λειτουργίας με συσσωρευτή.

| Είδος | 2 στοιχεία |
|--|------------|
| Ηλιακή ακτινοβολία, (Wh/day m ²) | 7167 |
| Παραγωγή Φ/Β, (Wh/day) | 497 |
| Ενέργεια σε κινητήρα-αντλία, (Wh/day) | 446 |
| Όγκος νερού που αντλήθηκε, (l/day) | 2985 |
| Παραγωγικότητα στοιχείων, (kWh/day kWp) | 5.2 |
| Μέση απόδοση Φ/Β, (%) | 8.7 |
| Μέση απόδοση κινητήρα-αντλίας, (%) | 31.3 |
| Συνολική απόδοση συστήματος, (%) | 2.4 |
| Κλάσμα επαναφόρτισης συσσωρευτή | 1.25 |

4. ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

Τα τρία συστήματα συγκρίθηκαν εφαρμόζοντας ανάλυση κύκλου λειτουργίας 20 ετών. Το αποτέλεσμα είναι η καθαρή παρούσα αξία και το ολικό και κόστος λειτουργίας των συστημάτων για την συγκεκριμένη περίοδο.

Για την οικονομική ανάλυση με τη μέθοδο του discounted cash θεωρήθηκαν τα παρακάτω δεδομένα:

- Χρόνος ζωής των συστημάτων
- Discount rate
- Ετήσιο κόστος λειτουργίας και συντήρησης
- Κόστος κεφαλαίων εξαρτημάτων
- Κόστος αντικατάστασης εξαρτημάτων

Επιπλέον, η συμπεριφορά του συστήματος προσομοιάσθηκε για ένα έτος ούτως ώστε να υπολογισθεί το κόστος ανά μονάδα αντλούμενου νερού. Το αποτέλεσμα ήταν ο όγκος του αντλούμενου νερού. Τα βασικά δεδομένα φαίνονται στον Πίνακα 3. Για ύψος άντλησης 17 m τα αποτελέσματα της ανάλυσης φαίνονται στον Πίνακα 4. Η ανάλυση δείχνει ότι το πιο οικονομικό σύστημα είναι αυτό με τον συσσωρευτή. Από το διάγραμμα 17 γίνεται φανερό ότι η προσδοκώμενη ελάττωση του κόστους των φωτοβολταϊκών επιδρά θετικά στο κόστος ανά μονάδα αντλούμενου νερού.

Πίνακας 3. Δεδομένα για οικονομική αξιολόγηση.

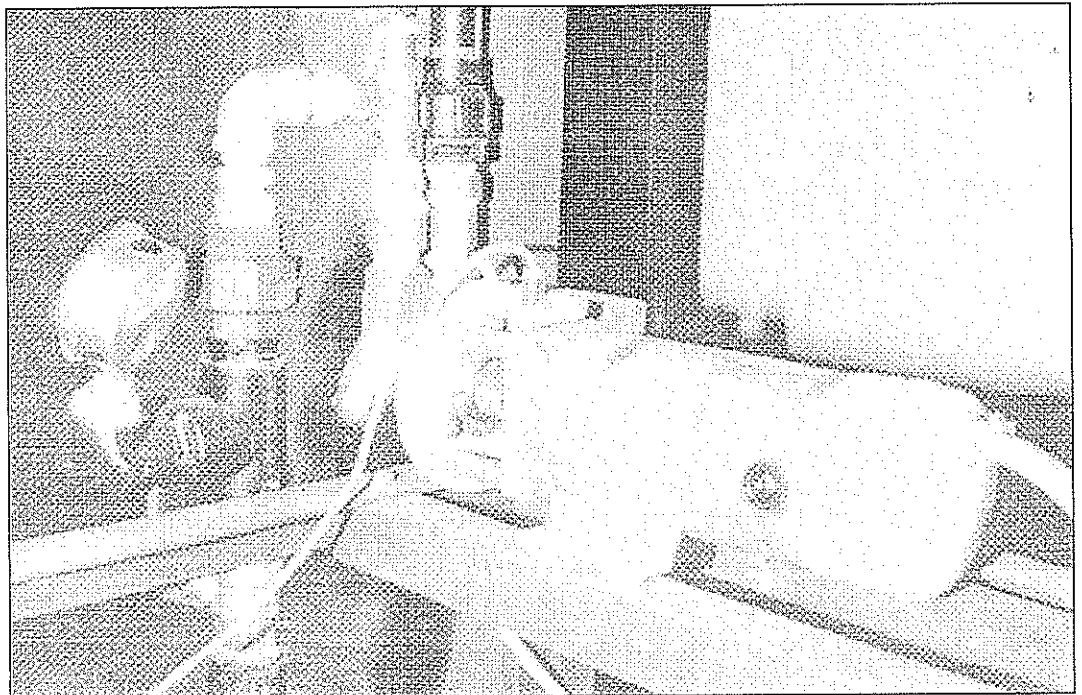
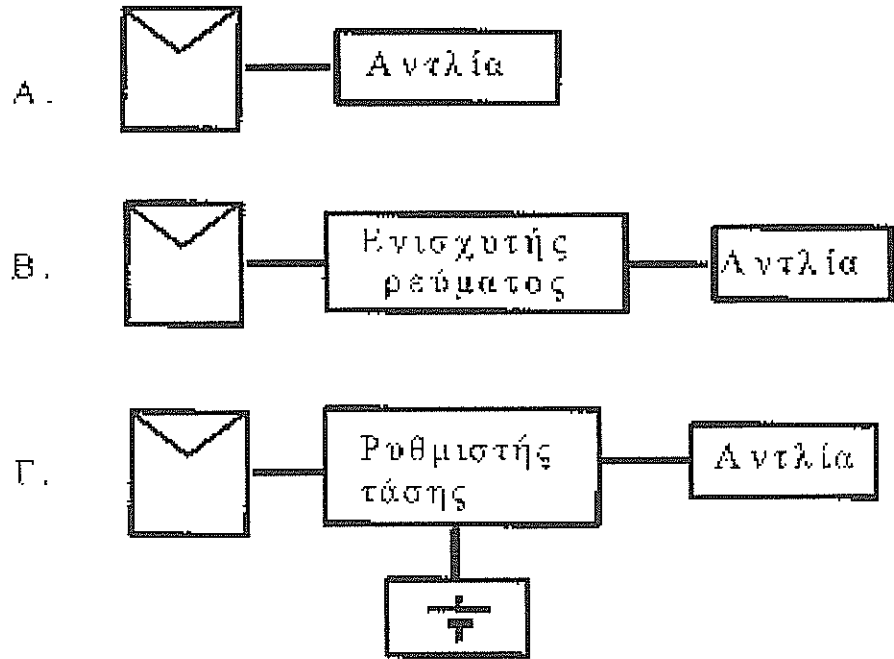
| | |
|-----------------------------------|-------------------------------|
| Οικονομική ζωή συστήματος | 20 χρόνια |
| Discount rate | 10 % |
| Κόστος λειτουργίας και συντήρησης | 2 % επί του κόστους επένδυσης |
| Αρχικό κόστος επένδυσης (Α) | 1050 ECU |
| Αρχικό κόστος επένδυσης (Β) | 1280 ECU |
| Αρχικό κόστος επένδυσης (Γ) | 1390 ECU |

Πίνακας 4. Οικονομική αξιολόγηση του συστήματος και κόστος νερού.

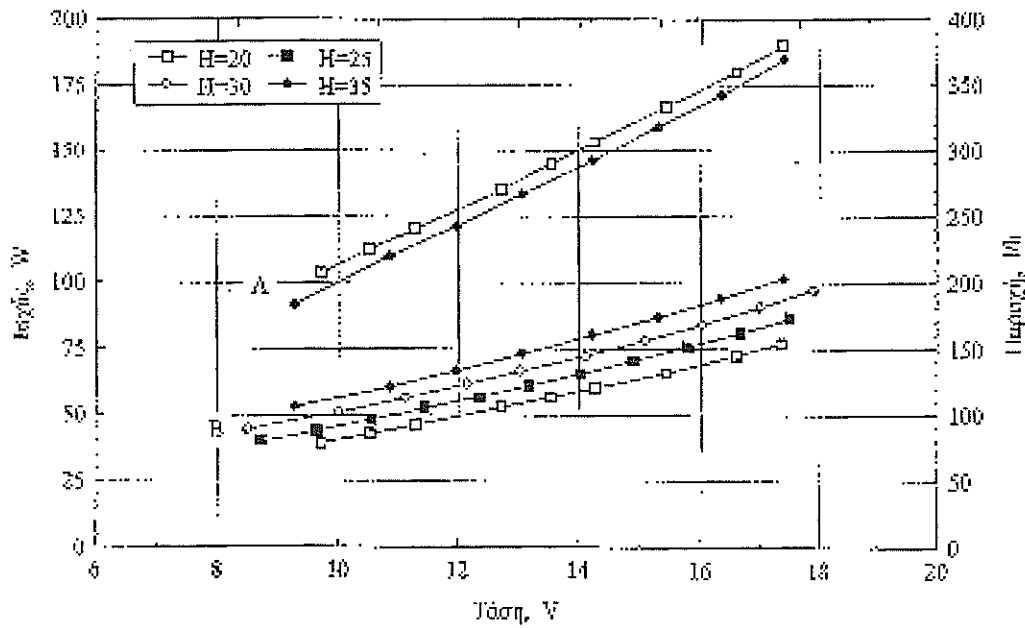
| Σύστημα | NVP_{20} | Ετήσιο κόστος (ECU) | Όγκος νερού ($m^3/year$) | Κόστος νερού (ECU/ m^3) |
|---------|------------|---------------------|----------------------------|----------------------------|
| (Α) | 1374 | 161 | 335 | 0.48 |
| (Β) | 1725 | 202 | 720 | 0.28 |
| (Γ) | 1931 | 227 | 910 | 0.25 |

5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

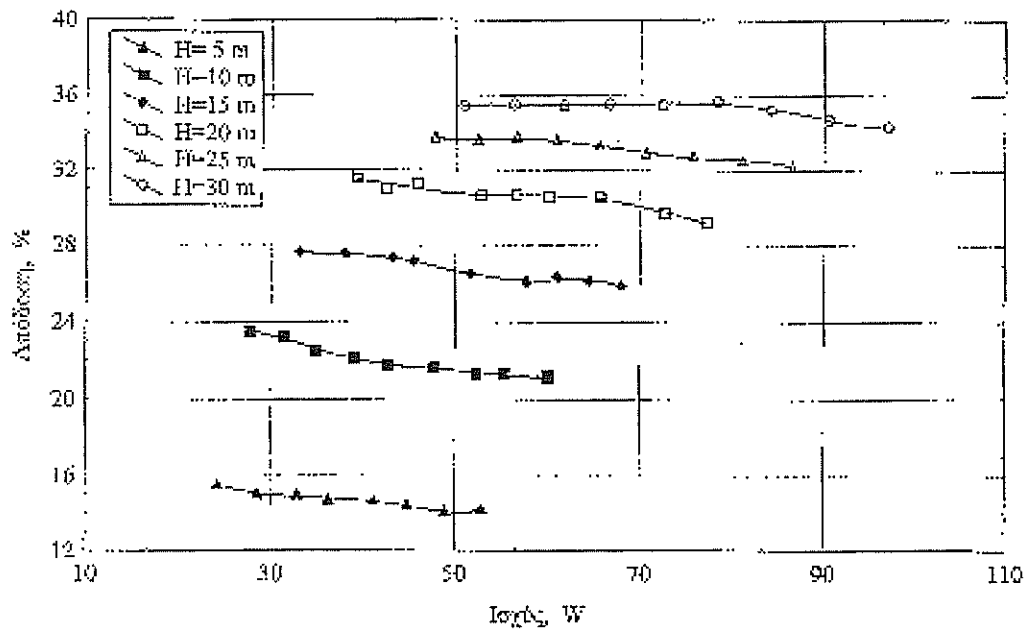
Η μέθοδος άντλησης με χρήση αντλίας θετικής μετατόπισης είναι αξιόπιστη και αποδοτική για χρήση άρδευσης. Η χρήση ΓΕΡ ή η αύξηση του αριθμού των φωτοβολταϊκών στοιχείων που συνδέονται εν παραλλήλω ή η χρήση συσσωρευτή, αυξάνουν δραστικά τον όγκο του αντλούμενου νερού. Η συμπεριφορά του συστήματος όμως φαίνεται να βελτιώνεται μόνον όταν στο σύστημα ανσωματώνεται ΓΕΡ ή συσσωρευτής, αφού αυξάνει την απόδοση του συστήματος.



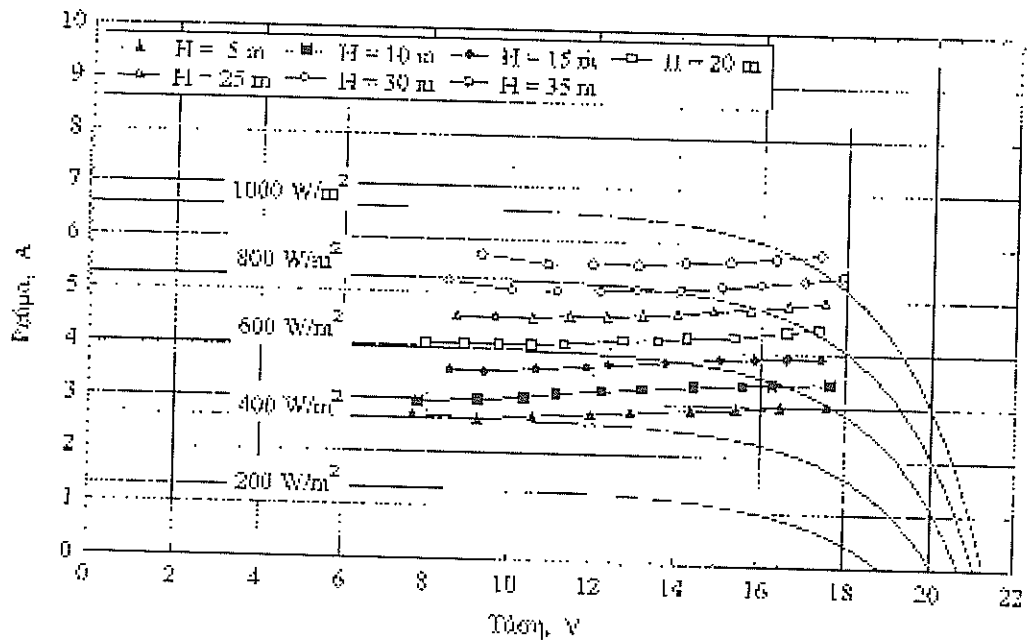
Διάγραμμα 1. Διατάξεις συστημάτων Α, Β, και Γ και φωτογραφία με τον κινητήρα και την αντλία.



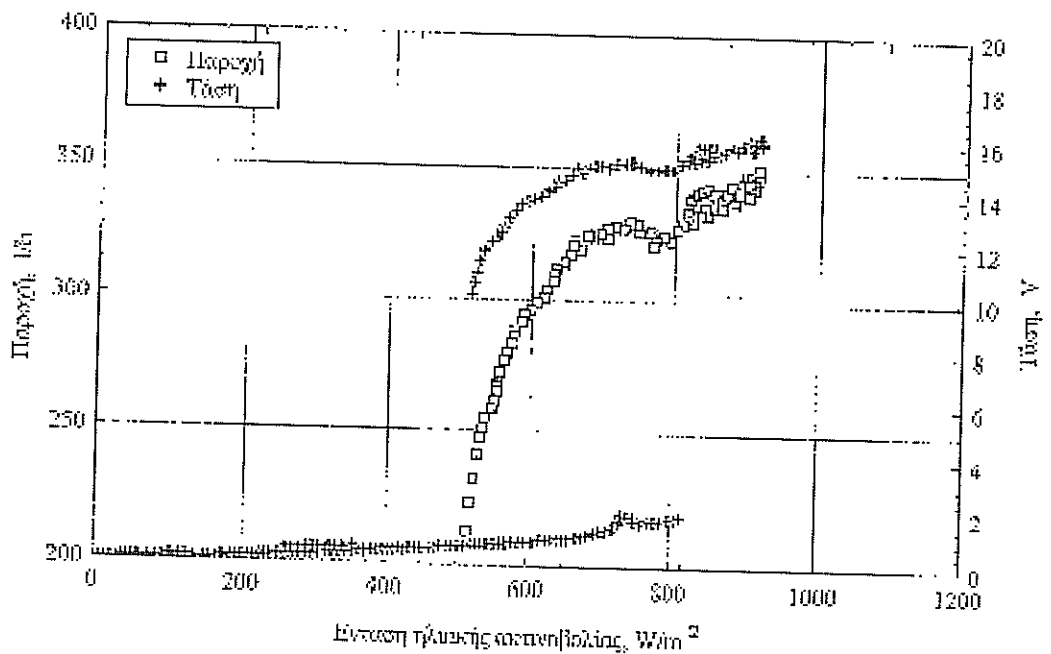
Διάγραμμα 2. Ισχύς εισόδου (Α) και εξόδου (Β) της αντλίας ως συνάρτηση της τάσης λειτουργίας και το συνολικό ύψος της αντλίας.



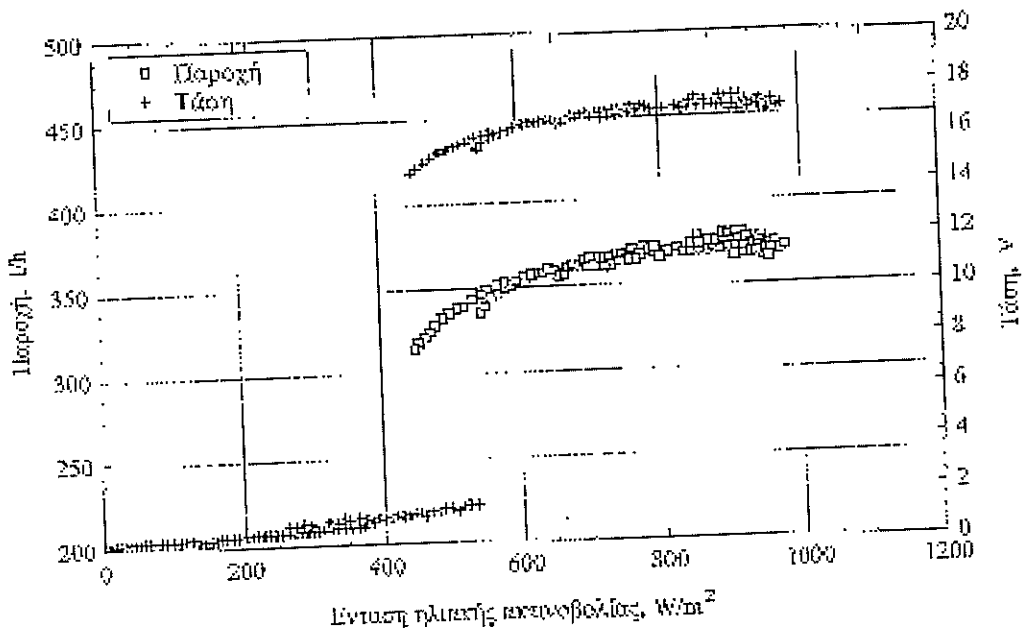
Διάγραμμα 3. Απόδοση του συστήματος ζινητήρα-αντλίας σε συνάρτηση με την ισχύ εισόδου για διάφορα ολικά ύψη αντλίας.



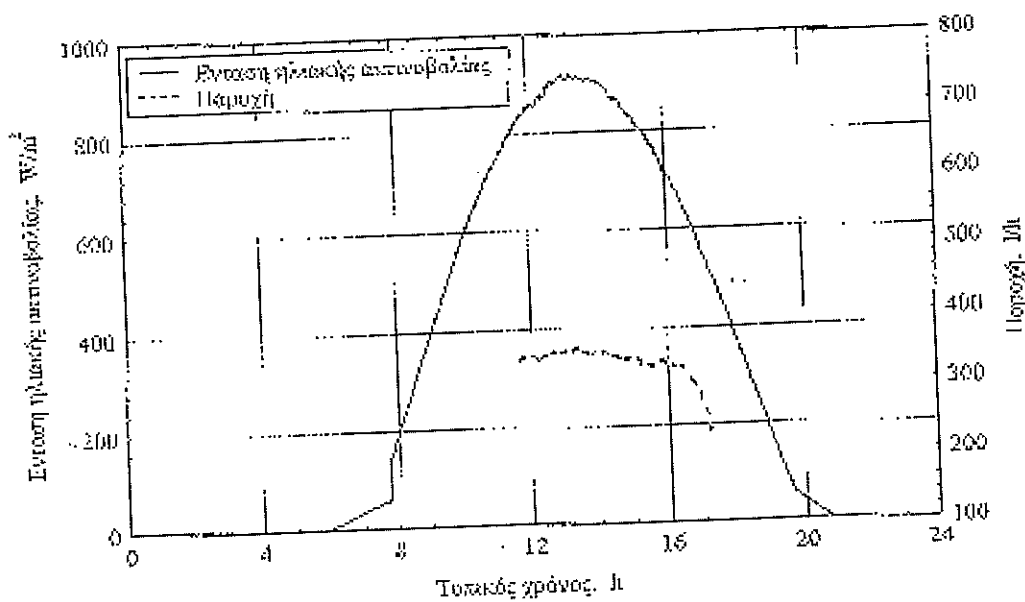
Διάγραμμα 4. Χαρακτηριστικές I-V της φωτοβολταϊκής συστοιχίας και του κινητήρα της αντλίας για διάφορα οριζαία ύψη αντλίας.



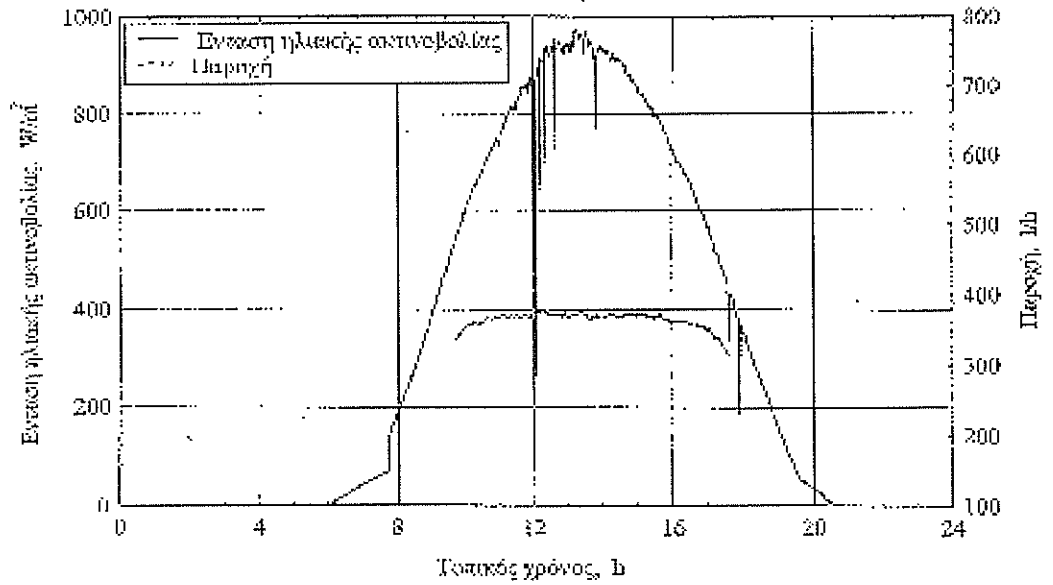
Διάγραμμα 5. Παροχή νερού και τάση εισόδου κινητήρα ως συνάρτηση της έντασης της ηλιακής ακτινοβολίας, για σύνδεση της αντλίας με δύο στοιχεία.



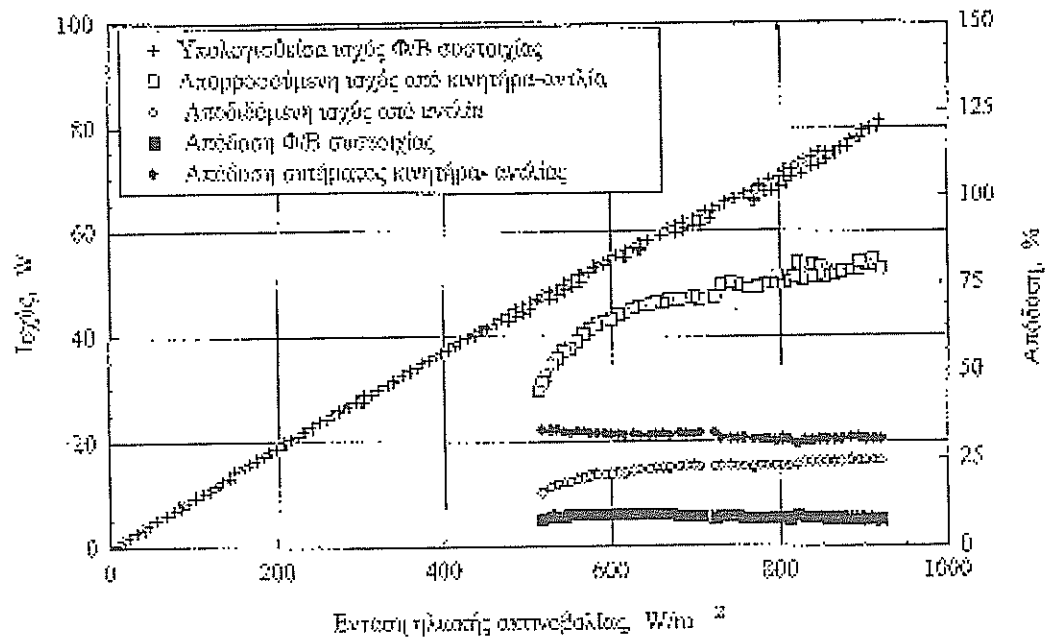
Διάγραμμα 6. Παροχή νερού και τάση εισόδου κινητήρα ως συνάρτηση της έντασης της ηλιακής ακτινοβολία για σύνδεση της αντλίας με τρία στοιχεία.



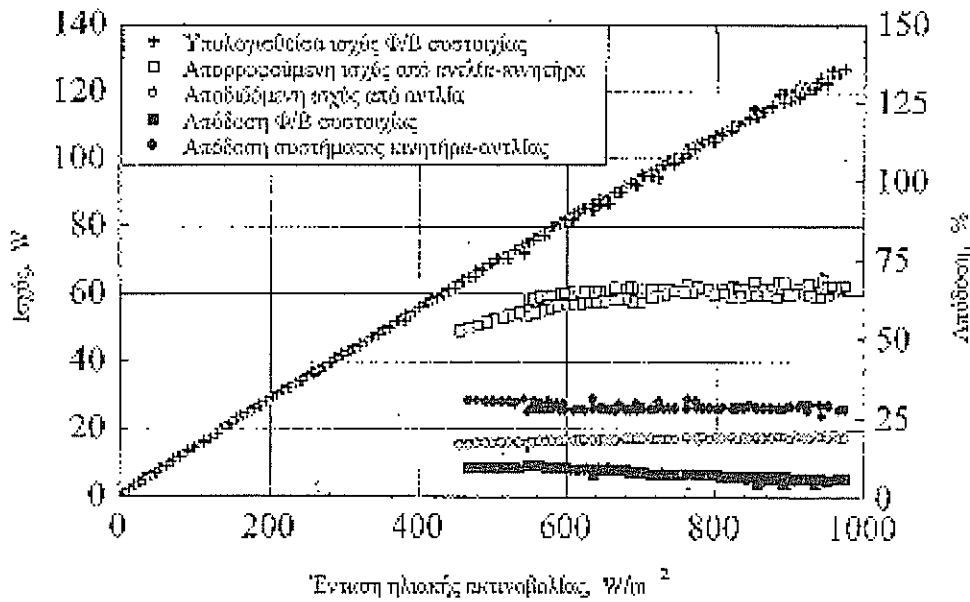
Διάγραμμα 7. Μεταβολή της έντασης της ηλιακής ακτινοβολίας και της παροχής νερού κατά τη διάρκεια της ημέρας για σύνδεση αντλίας με δύο στοιχεία.



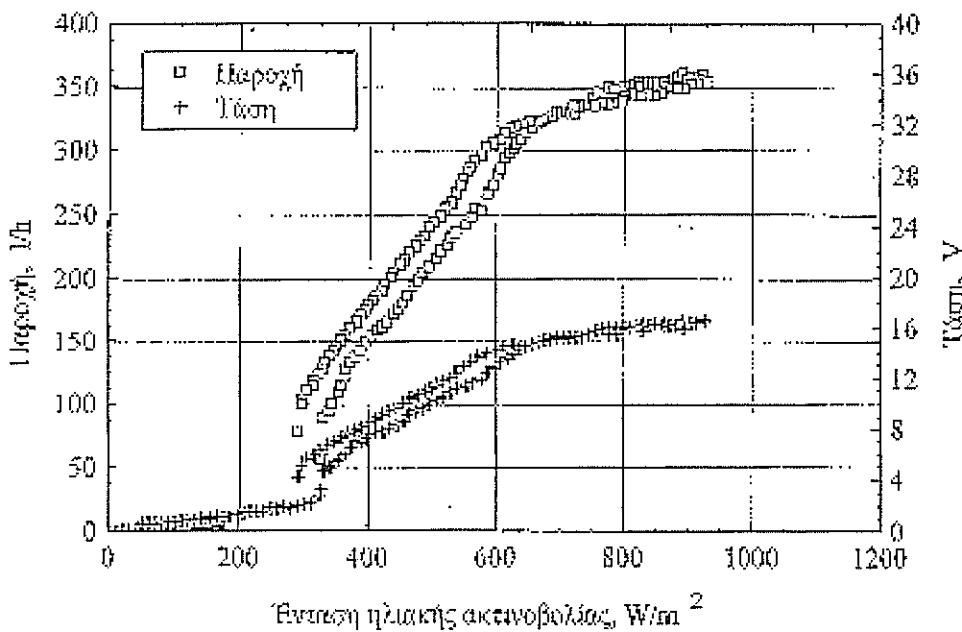
Διάγραμμα 8. Μεταβολή της έντασης της ηλιακής ακτινοβολίας και της παροχής νερού κατά τη διάρκεια της ημέρας για σύνδεση αντλίας με τρία στοιχεία.



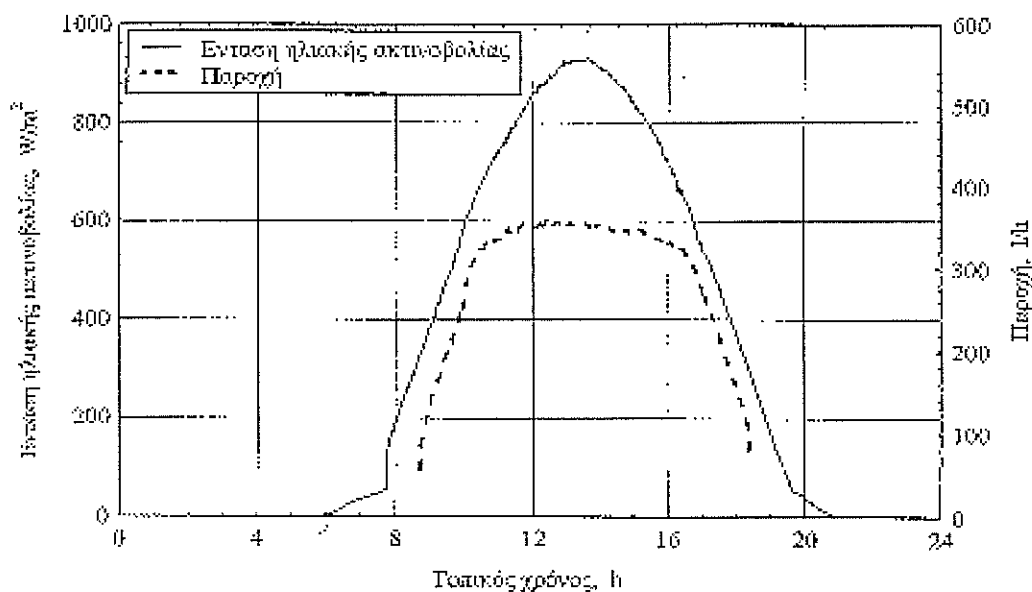
Διάγραμμα 9. Αποδόσεις και υπολογισμένη αποδιδόμενη ισχύς φωτοβολταϊκής συστοιχίας, ισχύς εισόδου κινητήρα-αντλίας και ισχύς εξόδου αντλίας ως συνάρτηση της έντασης της ηλιακής ακτινοβολίας στη συστοιχία για σύνδεση αντλίας με δύο στοιχεία.



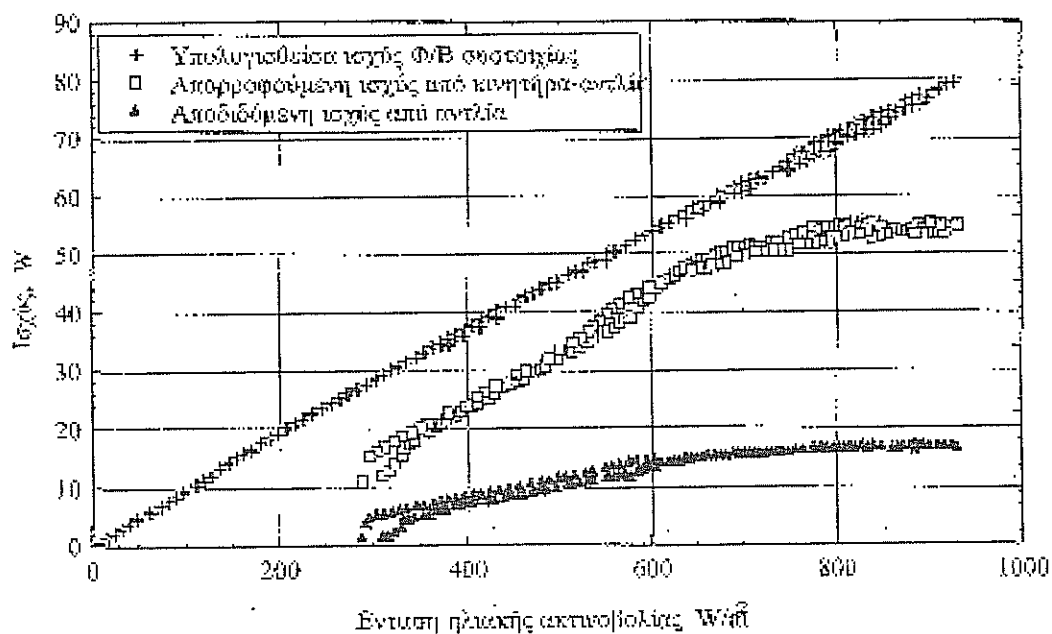
Διάγραμμα 10. Αποδόσεις και υπολογισμένη αποδιδόμενη ισχύς φωτοβολταϊκής συστοιχίας, ισχύς εισόδου κινητήρα-αντλίας και ισχύς εξόδου αντλίας ως συνάρτηση της έντασης της ηλιακής ακτινοβολίας στη συστοιχία για σύνδεση αντλίας με τρία στοιχεία.



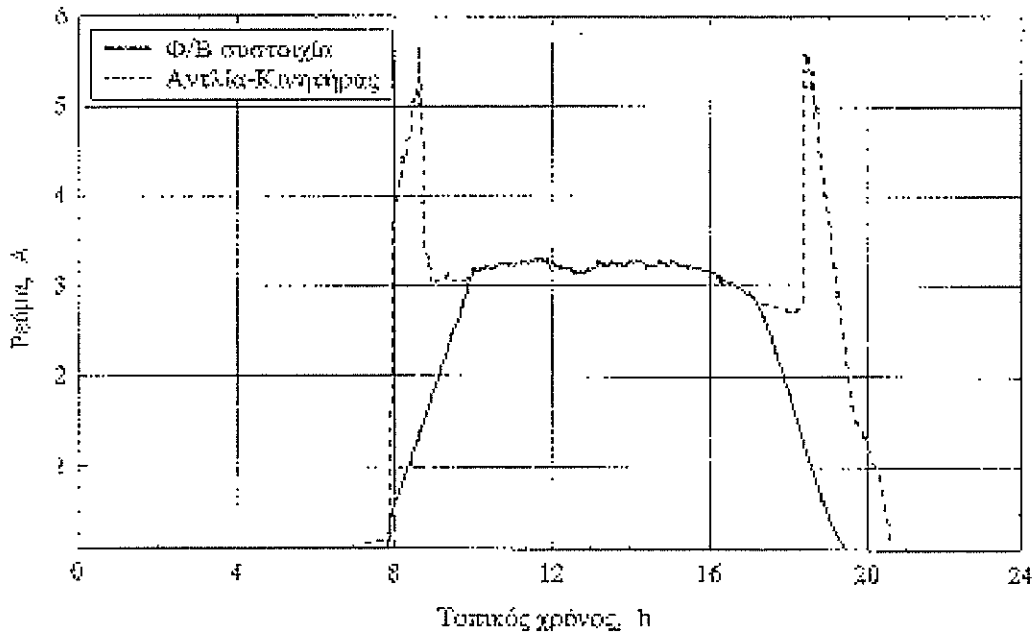
Διάγραμμα 11. Παροχή νερού και τάση εισόδου στον κινητήρα της αντλίας ως συνάρτηση της έντασης της ηλιακής ακτινοβολίας.



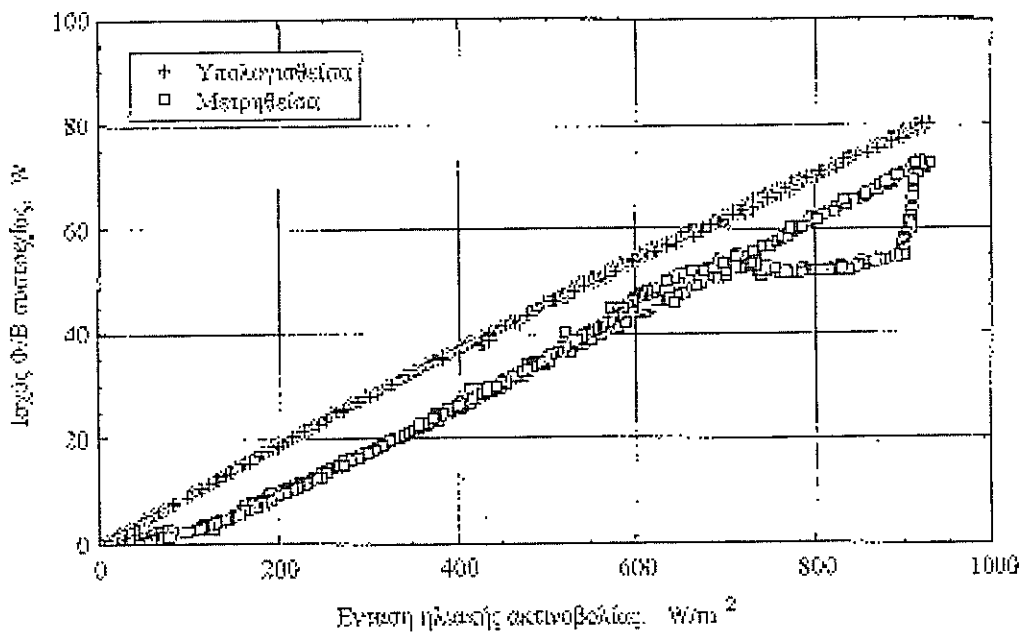
Διάγραμμα 12. Παροχή νερού και ένταση της ηλιακής ακτινοβολίας στη διάρκεια της ημέρας.



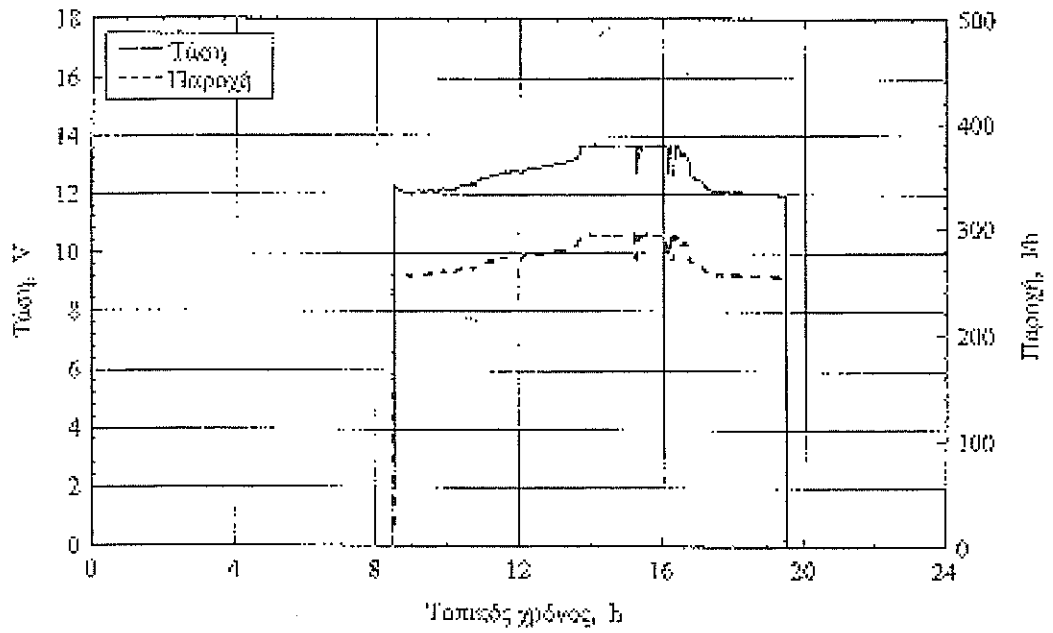
Διάγραμμα 13. Υπολογισμένη ισχύς εξόδου φωτοβολταϊκής συστοιχίας, ισχύς εισόδου κινητήρα αντλίας και ισχύς εξόδου αντλίας ως συνάρτηση της έντασης ηλιακής ακτινοβολίας στη συστοιχία.



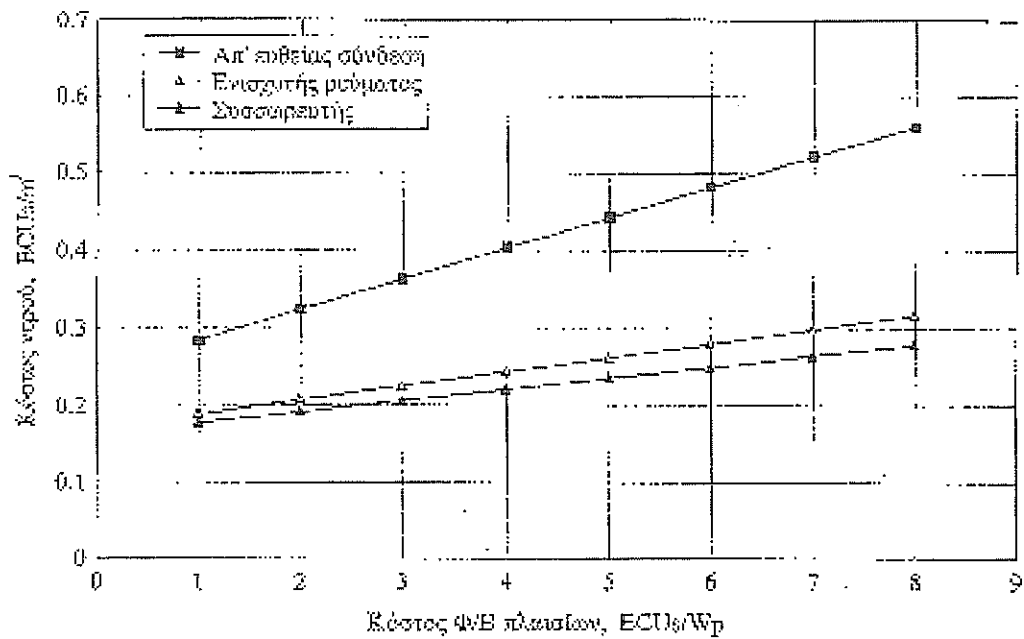
Διάγραμμα 14. Μεταβολή ρεύματος φωτοβολταϊκής συστοιχίας και κινητήρα κατά τη διάρκεια της ημέρας.



Διάγραμμα 15. Υπολογισμένη και μετρημένη ισχύς εξόδου φωτοβολταϊκής συστοιχίας ως συνάρτηση της έντασης της ηλιακής ακτινοβολίας.



Διάγραμμα 16. Μεταβολή της τάσης λειτουργίας του κινητήρα της αντλίας και της παροχής νερού κατά τη διάρκεια μιας καλοκαιρινής ημέρας.



Διάγραμμα 17. Επίδραση του κόστους των φωτοβολταϊκών στο κόστος ανά μονάδα όγκου αντλούμενου νερού.

ΤΥΠΟΠΟΙΗΣΗ ΚΑΙ ΣΥΝΑΦΕΙΣ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ

Γεώργιος Γκιθώνας

*Μηχανολόγος - Μηχανικός
Διεύθυνση Τυποποίησης ΕΛΟΤ*

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η ολοκλήρωση της εσωτερικής αγοράς προϋποθέτει ότι τα προϊόντα δύνανται να κυκλοφορούν ελεύθερα στο εσωτερικό της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Η αρχή αυτή διατυπώνεται στο κείμενο της συνθήκης της Ρώμης κι έχει εφαρμοσθεί ευρέως από το Δικαστήριο των Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων. Η αμοιβαία αναγνώριση των εθνικών κανόνων που ισχύουν για τα προϊόντα, έχει παρά ταύτα μια εξαίρεση, όταν μια βασική απαίτηση, όπως είναι η προστασία της υγείας του περιβάλλοντος ή των καταναλωτών δικαιολογεί εθνική νομοθετική ρύθμιση.

Στην περίπτωση αυτή επιδιώκεται η εναρμόνιση, σε κοινοτικό επίπεδο, αυτών των κανόνων και η νέα προσέγγιση που υιοθετήθηκε από την Ένωση κατά τα έτη 1984-85 στον τομέα της εναρμόνισης των τεχνικών προδιαγραφών βασίζεται στην εναρμόνιση των βασικών απαιτήσεων - με βάση ένα υψηλό επίπεδο προστασίας - και ρυθμίζεται από μια κοινοτική οδηγία που παραπέμπει στα πρότυπα για τις προδιαγραφές κατασκευής. Μια τέτοια παραπομπή στα πρότυπα δεν είναι προφανώς δυνατή παρά μόνον αν στον εν λόγω τομέα είναι δυνατή η τυποποίηση.

Η τεχνική τυποποίηση συνιστά λοιπόν ουσιώδη ενέργεια για την υλοποίηση της εσωτερικής αγοράς της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Η σημασία που έχει αποδοθεί σε αυτή από τις δημόσιες διοικήσεις είναι ένα πρόσφατο φαινόμενο σ' ένα μεγάλο αριθμό κρατών-μελών, αλλά η διακήρυξη των αρχηγών κρατών και κυβερνήσεων της Ένωσης τον Ιούνιο του 1987, με την οποία ο τομέας αυτός ορίζεται ως τομέας προτεραιότητας, αντικατοπτρίζει σαφώς το ζωτικό ρόλο της τυποποίησης στα πλαίσια της διαδικασίας ολοκλήρωσης της εσωτερικής αγοράς.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Μία από τις σημαντικότερες δραστηριότητες της Ευρωπαϊκής Ένωσης συνίσταται στην εξάλειψη των τεχνικών εμποδίων και στην εναρμόνιση των εθνικών νομοθεσιών. Τα πρότυπα είναι στενά συνδεδεμένα με αυτά τα δύο θέματα και, παράδοξως, εκ πρώτης όψεως, κατά τρόπο αντιφατικό: θεωρούνται, δηλαδή, ως πηγή των εμποδίων και ταυτόχρονα σαν μέσο εναρμόνισης.

Βέβαια, το παράδοξο αυτό υπάρχει μόνο επιφανειακά, αλλά βασίζεται στο γεγονός ότι τα πρότυπα θεωρήθηκαν κατά το αρχικό στάδιο, κυρίως σε κοινοτικό επίπεδο, σαν πηγή εμποδίων χρησιμοποιούμενα από τα κράτη μέλη για την προστασία των αγορών τους, αυτή δε η εικόνα είναι συνδεδεμένη με την ιδέα των προτύπων. Οι δημόσιες διοικήσεις δεν έχουν λοιπόν σκεφθεί εξαρχής να χρησιμοποιήσουν τα ευρωπαϊκά πρότυπα σαν μέσο ανταγωνιστικότητας και οικοδόμησης μιας ενιαίας εσωτερικής αγοράς, η οποία θεωρείται ότι αποτελεί τον ουσιώδη στόχο και σε εθνικό επίπεδο.

Η αντίληψη αυτή ότι τα πρότυπα αποτελούν τεχνικά εμπόδια έχει ευτυχώς μεταβληθεί τα τελευταία έτη, και αρκετά κείμενα και κοινοτικές αποφάσεις, από το έτος 1980, αναγνωρίζουν στα πρότυπα θετικό ρόλο στα πλαίσια της κοινοτικής δράσης. Κατά αυτόν τον τρόπο η τυποποίηση έ-

χει περάσει σε χρονικό διάστημα μερικών ετών από την σφαίρα του ελουσιώδους στο επίκεντρο της κοινοτικής μέριμνας, σαν όργανο για την δημιουργία μιας εσωτερικής αγοράς ανταγωνιστικής σε παγκόσμια κλίμακα και όχι περιορισμένης στα εδαφικά της όρια.

Έγγραφο εγκεκριμένο από έναν αρμόδιο ή αναγνωρισμένο οργανισμό

Ο αρμόδιος ή αναγνωρισμένος οργανισμός μπορεί να είναι εθνικός, περιφερειακός ή διεθνής. Αυτός είναι αναγνωρισμένος είτε από τις δημόσιες διοικήσεις (μέσω συνάφειας συμβάσεως ή συνθήκης, ή ενός κειμένου νομοθετικού ή κανονιστικού χαρακτήρα), είτε απλά μέσω συμφωνίας των οικονομικών εταιρών, με ή χωρίς επίσημη αναγνώριση, από τους οποίους δημιουργείται στις περισσότερες περιπτώσεις. Αυτός διαφοροποιείται από τους οργανισμούς των παραγωγών, για να διατηρεί την αναγκαία ουδετερότητα και ανεξαρτησία.

Οι οργανισμοί αυτοί είναι καταρχήν οι εθνικοί οργανισμοί τυποποίησης, μέλη του ISO. Ο διεθνής αυτός οργανισμός που ιδρύθηκε το 1947 και συμπεριλαμβάνει τους εθνικούς οργανισμούς τυποποίησης 88 χωρών (72 μέλη και 16 αντεπιστέλλοντα μέλη, ιδιότητα που αντιστοιχεί στο καθεστώς του παρατηρητή σε διεθνείς οργανισμούς, μέλη των οποίων είναι οι κυβερνήσεις των χωρών). Υπάρχει μόνο ένα μέλος από κάθε χώρα. Ο ISO έχει δημοσιεύσει, μέχρι σήμερα, περισσότερα από 8.000 διεθνή πρότυπα που έχουν καταρτιστεί από 2.100 περίπου φορείς τυποποίησης.

Διάφοροι τύποι προτύπων

- Διαρθρωτική τυπολογία: εδώ διακρίνονται πρότυπα μέσων και πρότυπα αποτελεσμάτων.

Το πρότυπο μέσων περιγράφει κατά τρόπο ακριβή τα χρησιμοποιούμενα μέσα για να εμφανίσει το αντικείμενο του τα απαιτούμενα χαρακτηριστικά. Τα πρότυπα αυτά είναι συνελώς πολύ λεπτομερή, δύνανται δε να καταλήγουν στη λεπτομερέστατη περιγραφή των διαφορετικών σταδίων παραγωγής, όλων των τεχνικών χαρακτηριστικών και των χρησιμοποιουμένων υλικών και συστατικών.

Το πρότυπο αποτελεσμάτων αρκείται στο να περιγράφει κατά τρόπο ακριβή τα απαιτούμενα χαρακτηριστικά του αντικειμένου του, χωρίς να ασχολείται με την εσωτερική σύσταση, ούτε και με μέσα τα οποία πρέπει να χρησιμοποιηθούν για να επιτευχθεί το επιθυμητό αποτέλεσμα.

- Διοικητική τυπολογία: πρόκειται για την διάκριση των προτύπων βάσει των διοικητικών τους ταξινομήσεων στις διάφορες εθνικές συλλογές προτύπων.
- Λειτουργική τυπολογία: πρόκειται για τη διάκριση των διαφορετικών τύπων των προτύπων βάσει του περιεχομένου των.

Κύρια Πρότυπα

Πρότυπα βάσης: πρότυπα με γενική εφαρμογή, τα οποία περιέχουν γενικές διατάξεις και τα οποία εφαρμόζονται είτε σε ιδιαίτερους τομείς, είτε γενικότερα (η κατηγορία αυτή περιέχει για παράδειγμα τα πρότυπα μέτρων).

Πρότυπα ορολογίας: πρότυπα που περιέχουν απογλειστικά όρους και συνοδεύονται συνήθως από τον προσδιορισμό τους, μερικές φορές δε από σύμβολα, επεξηγηματικές σημειώσεις, εικονογραφήματα, παραδείγματα.

Πρότυπα προϊόντων: πρότυπα που καθορίζουν το σύνολο ή μέρος των απαιτήσεων τις οποίες πρέπει να πληροί ένα προϊόν, ή μια ομάδα προϊόντων για να ανταποκρίνεται στο στόχο του.

Πρότυπα δοκιμών: πρότυπα περιέχοντα τις μεθόδους δοκιμών που στόχο έχουν να εξετάσουν την συμφωνία ενός προϊόντος ή ενός υλικού προς τα απαιτούμενα από αυτό χαρακτηριστικά. Τα πρότυπα δύνανται να περιλαμβάνουν επίσης τις σχετικές με την εν λόγω δοκιμή διατάξεις, όπως τη δειγματοληψία, τη χρήση, τις στατιστικές μεθόδους.

Πρότυπα ασφαλείας: πρότυπα περιέχοντα τις διατάξεις που αποσκοπούν στην εγγύηση της ασφαλείας των προσώπων, των ζώων και των αγαθών.

Πρότυπα υπηρεσίας: πρότυπα που καθορίζουν το σύνολο ή μέρος των απαιτήσεων με τις οποίες πρέπει να συμφωνεί μία υπηρεσία για την εκπλήρωση του σκοπού της.

Πρότυπα σχετικά με τον μηχανισμό ή τον προγραμματισμό.

Το πρότυπο στο πλαίσιο των ενδοβιομηχανικών και εμπορικών σχέσεων

Τα πρότυπα χρησιμοποιούνται σχεδόν σε όλες τις φάσεις της οικονομικής ζωής: όταν μια επιχείρηση δημοσιεύει πρόσκληση για υποβολή προσφορών ή αναζητεί προμηθευτές, ενεργεί βάσει προτύπων που καθορίζουν το προϊόν το οποίο επιθυμεί να αγοράσει, και τα οποία, ενδεχομένως, να συμπληρώνονται από πρόσθετες προδιαγραφές, που εξαρτώνται από ειδικές ανάγκες της. Αυτή θα ρυθμίσει το ποσό της παραγγελίας της μέσω τυποποιημένων διαδικασιών (επιταγές, μεταφορά σε λογαριασμό...). Η διαδικασία παραγωγής στο εσωτερικό της επιχείρησης, οι δοκιμές, τα μέτρα, ο έλεγχος ποιότητας είναι επίσης οργανωμένα βάσει προτύπων, χωρίς να αναφέρουμε την αλυσίδα της διανομής των εμπορευμάτων, τυποποιημένη από τη φάση της συσκευασίας τους έως την τοποθέτησή τους στα ανάλογα τμήματα των πολυκαταστημάτων, για παράδειγμα.

Η χρησιμοποίηση του προτύπου στις δημόσιες ρυθμίσεις

Για να αποφευχθεί η λεπτομερειακή περιγραφή στις διάφορες κανονιστικές διατάξεις των απαιτήσεων, τις οποίες πρέπει να πληροί η μία ή η άλλη κατηγορία προϊόντων, οι δημόσιες διοικήσεις, σε πολλές χώρες, βασίζονται πολύ συχνά στα πρότυπα. Αυτή η εφαρμογή της τυποποίησης σε κανονιστική διάταξη μπορεί να έχει πολλές μορφές:

- το πρότυπο καθίσταται υποχρεωτικό
- το πρότυπο συνίσταται ή προτείνεται μέσω της οδού της "αναφοράς" ή "παραπομπής" στα πρότυπα. Η τεχνική της αναφοράς παρουσιάζει διάφορες παραλλαγές αναλόγως των χωρών που αφορά και τους επιδιωκόμενους στόχους. Αυτή μπορεί να συνίσταται σε αναφορά σε συγκεκριμένο πρότυπο, χρονολογημένο, σ' αυτή δε την περίπτωση θα πρέπει, στην συνέχεια, να τροποποιήσουν το περιεχόμενο της κανονιστικής διάταξης, αν και όταν το πρότυπο αναθεωρηθεί, ή σε αναφορά που αφήνει περιθώρια παρεκλίσεων και τότε στη ρύθμιση αναφέρεται ο αριθμός που αντιστοιχεί στο ή στα πρότυπα, χωρίς την ένδειξη της ημερομηνίας. Τέλος, μπορεί να πρόκειται για γενική αναφορά στα πρότυπα υπό μορφή "αναγνωρισμένων τεχνικών προδιαγραφών", σύμφωνα με την ευχερώς χρησιμοποιούμενη έκφραση. Το σύνολο των προτύπων που αναφέρονται στο αντικείμενο που προβλέπεται από τη σχετική ρύθμιση θεωρείται ότι επιτρέπει στα προϊόντα που τηρούν τα πρότυπα αυτά να είναι σύμφωνα με την εν λόγω ρύθμιση.

Για να εξαντλήσουμε το θέμα μας πρέπει να αναφέρουμε ότι τα πρότυπα έχουν επίσης πολύ συχνά χρησιμοποιηθεί από δημόσιους οργανισμούς όταν προβαίνουν σε προμήθειες, είτε διότι αυτοί υποχρεούνται εκ του νόμου, είτε διότι προσφεύγουν στη μέθοδο αυτή εκούσια

Πρότυπα και πιστοποίηση

Η πιστοποίηση είναι η πράξη η οποία συνίσταται στην επιβεβαίωση του γεγονότος ότι ένα προϊόν, ή μία υπηρεσία, είναι σύμφωνο προς τις καθορισμένες τεχνικές προδιαγραφές (και συνεπώς, κατά κύριο λόγο, προς τα πρότυπα).

ΜΕΣΑ ΤΥΠΟΠΟΙΗΣΗΣ ΣΤΗΝ ΕΥΡΩΠΗ**Τα εθνικά μέσα**

Κοινά σημεία και διαφορές των συστημάτων τυποποίησης

Οι οργανισμοί τυποποίησης είναι τα κύρια όργανα εφαρμογής της πολιτικής της τυποποίησης στις χώρες της Ευρώπης. Οι περισσότεροι από αυτούς έχουν ιδρυθεί στις αρχές του 20ου αιώνα, κυρίως δε στο χρονικό διάστημα μεταξύ των δύο παγκοσμίων πολέμων.

Οι οργανισμοί αυτοί εμφανίζουν επιπλέον μεγάλες ομοιότητες, αφενός ως προς τη νομική μορφή τους, αφετέρου ως προς τους τρόπους λειτουργίας τους: σχεδόν πάντα πρόκειται για ενώσεις, οι οποίες προέρχονται από επαγγελματικές οργανώσεις και εκπονούν και δημοσιεύουν τα πρότυπα βάσει μιας διαδικασίας που εγγυάται τη δυνατότητα συμμετοχής όλων των ενδιαφερόμενων οικονομικών εταίρων. Οι δημόσιες διοικήσεις αναγνωρίζουν τα κατ' αυτόν τον τρόπο εκπονηθέντα πρότυπα σαν εθνικά πρότυπα, τα χρησιμοποιούν δε κατά προνομιούχο τρόπο σαν μέσα αναφοράς στις συγγραφές υποχρεώσεων των δημοσίων συμβάσεων, ή ακόμη σαν πρότυπα αναφοράς για την εφαρμογή των τεχνικών προδιαγραφών.

Αντίθετα προς το σύστημα που επικρατεί στις ΗΠΑ και στον Καναδά, όπου εκατοντάδες οργανισμοί δημοσιεύουν πρότυπα, καθένας στον τομέα του, οι χώρες της Ευρώπης ευνοούν συγκεντρωτικές δομές, με εξαίρεση όμως, και αυτό για ιστορικούς λόγους, του τομέα της ηλεκτροτεχνικής.

Η κατάσταση αυτή και η ομοιότητα με τους τρόπους λειτουργίας των εθνικών οργανισμών έχει επιτρέψει στην Ευρώπη να διαδραματίσει ένα "ρόλο-κλειδί" στα πλαίσια του διεθνούς συστήματος τυποποίησης εφαρμόζοντας, σε ευρωπαϊκό επίπεδο, τα εθνικά σχήματα:

- οι κατά τομέα "τεχνικές επιτροπές" στις οποίες συμμετέχουν εμπειρογνώμονες επί των εγγεγραμμένων στο πρόγραμμα εργασίας θεμάτων, με σκοπό την εκπόνηση σχεδίων προτύπου. Οι εν λόγω εμπειρογνώμονες δεν αμείβονται και αποστέλλονται κυρίως από τις βιομηχανίες για τις οποίες η τυποποίηση αποτελεί μια ζωτικής σημασίας επένδυση για την ανάπτυξη τους.
- ένα σύστημα δομών στήριξης, ευρέως αποκεντρωμένο, μεταξύ εθνικών οργανισμών, που εξασφαλίζει τα απαραίτητα μέσα διοικητικής μέριμνας και επιτηρεί μέσω ενός συστήματος δημόσιας έρευνας την υλοποίηση του σχεδίου.
- ένα σύστημα εμπορικών δημοσιεύσεων και διανομών των εκπονηθέντων προτύπων.

ΤΟ ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΤΥΠΟΠΟΙΗΣΗΣ**Η CEN/CENELEC**

Η Ευρωπαϊκή Επιτροπή Τυποποίησης (CEN) είναι μία διεθνής ένωση, συσταθείσα σύμφωνα με τις διατάξεις του βελγικού δικαίου, μη κερδοσκοπικού χαρακτήρα, οι δραστηριότητες της δε εκτείνονται στον επιστημονικό και τεχνικό τομέα. Το καταστατικό της δημοσιεύθηκε στις 29 Ιανουαρίου 1976 στο "Moniteur Belge". Η CEN ιδρύθηκε το έτος 1961, από το 1975 δε έχει την έδρα της στις Βρυξέλλες, όπου συστεγάζεται με τον οργανισμό CENELEC που έχει αντίστοιχες αρμοδιότητες. Οι δύο αυτοί οργανισμοί τυποποίησης αποτελούν αυτό που αποκαλείται "Κοινός Ευρωπαϊκός Οργανισμός Τυποποίησης".

Το εμφανές μέρος της CEN είναι η κεντρική γραμματεία της που αριθμεί τριάντα περίπου άτομα, με τάση διαρκούς αύξησης, λαμβανομένης υπόψη της ανάπτυξης της ευρωπαϊκής τυποποίησης. Εντούτοις πρέπει να υπογραμμίσουμε ότι η κεντρική της γραμματεία δεν αποτελεί παρά μόνο την "ορατή κορυφή του παγόβουνου CEN", το οποίο συντίθεται από δεκαέξι εθνικούς οργανισμούς τυποποίησης των κρατών μελών της Ευρωπαϊκής Ένωσης και της Ευρωπαϊκής Ένωσης Ελευθέρων Συναλλαγών (ΕΖΕΣ).

Η λειτουργία της Ευρωπαϊκής τυποποίησης

Η εσωτερική δομή της CEN είναι παρόμοια με της CENELEC, με την διαφορά ότι στην δεύτερη η γενική συνέλευση εκτελεί ταυτόχρονα και καθήκοντα διοικητικού συμβουλίου.

Η λειτουργία της ευρωπαϊκής τυποποίησης περιγράφεται στον κοινό εσωτερικό κανονισμό των CEN/CENELEC, ο οποίος έχει τεθεί σε ισχύ την 1η Ιανουαρίου 1987.

Τα κυριότερα τεχνικά χαρακτηριστικά της ευρωπαϊκής τυποποίησης αναπτύσσονται παρακάτω:

- Οι τεχνικές εργασίες διεξάγονται, κατά κανόνα, από τις τεχνικές επιτροπές των οποίων η γραμματεία έχει ανατεθεί σε κάποιο από τα μέλη της CEN/CENELEC, σύμφωνα με συγκεκριμένους κανόνες κατανομής αρμοδιοτήτων, αλλά πάντα σε εθελοντική βάση και, κατά το δυνατόν, βάσει της αρχής ότι η γραμματεία στην Ευρώπη έχει ανατεθεί στο μέλος που ασκεί, ταυτόχρονα, τα καθήκοντα γραμματείας του οργανισμού ISO και της CEI αντιπολίτως.
- Για να εξασφαλιστεί ο σχεδιασμός, ο προγραμματισμός και ο συντονισμός των δραστηριοτήτων της ευρωπαϊκής τυποποίησης σ' ένα δεδομένο τομέα, ο οργανισμός CEN/CENELEC μπορεί επίσης να συστήσει τις "επιτροπές προγραμματισμού", οι οποίες επιφορτίζονται με την εκπόνηση ενός προγράμματος ευρωπαϊκής τυποποίησης. Το σημείο αυτό αποτελεί μια καινοτομία εισαχθείσα από το νέο εσωτερικό κανονισμό και σκοπό έχει να λαμβάνει υπόψη, κατά τον καλύτερο τρόπο, τις προτεραιότητες που έχουν τεθεί στα πλαίσια της οικοδόμησης της Ευρώπης.
- Για να εξασφαλιστεί η μεγαλύτερη δυνατή αποτελεσματικότητα των ευρωπαϊκών προτύπων και να μην σπαταλάται άσκοπα το ανθρώπινο δυναμικό και οι οικονομικοί πόροι, τα μέλη των CEN/CENELEC υποχρεούνται να μην δημοσιεύουν εθνικά πρότυπα που αναφέρονται στο ίδιο αντικείμενο επί του οποίου ταυτόχρονα εργάζονται ευρωπαϊκοί οργανισμοί τυποποίησης.

Η μετατροπή σε εθνικά πρότυπα για την εφαρμογή στις συναλλαγές

Όπως αναφέραμε ανωτέρω, η ευρωπαϊκή τυποποίηση βασίζεται επί της αρχής του συντονισμού των εθνικών μηχανισμών. Χάρη λοιπόν σ' αυτούς τους τελευταίους, τα ευρωπαϊκά πρότυπα βρίσκουν την κύρια εφαρμογή τους σαν πρότυπα στα οποία εφαρμόζεται πλήρως το καθεστώς που ισχύει για τα εθνικά πρότυπα, από τα οποία δεν διακρίνονται παρά μόνο από την ονομασία και τον κωδικό αναφοράς: EN, BSI EN, ΕΛΟΤ EN ...

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑ

Μετά την γενική αυτή εξέταση της τυποποίησης στην Ευρώπη, όσον αφορά την έννοια που έχει, τους φορείς που την καθιέρωσαν και τον τρόπο με τον οποίο χρησιμοποιείται, θα είναι πλέον αντιληπτό ότι από την τυποποίηση αυτή εξαρτάται η επιτυχία της νέας μεθόδου προσέγγισης που εφαρμόζεται στην Ευρώπη για την τεχνική εναρμόνιση των νομοθεσιών. Εντούτοις, δεν πρέπει να νομίσουμε ότι το 1992, που συνδέθηκε με την ημερομηνία ολοκλήρωσης της "Μεγάλης

Εσωτερικής Αγοράς" στην Ευρώπη, σήμανε το τέλος των προσπαθειών στον τομέα της ευρωπαϊκής τυποποίησης. Η τυποποίηση αποτελεί κατ' εξοχήν δραστηριότητα που πρέπει να αναπροσαρμόζεται συνεχώς στην τρέχουσα κατάσταση. Η τυποποίηση είναι αποτελεσματική μόνο εάν συμβαδίζει με την εξέλιξη των τεχνολογιών και την οργάνωση της οικονομίας.