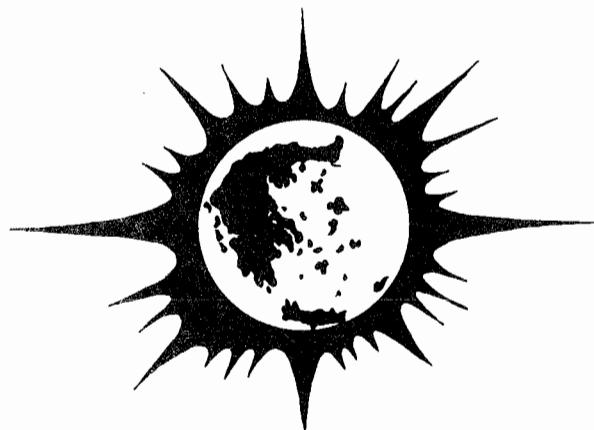


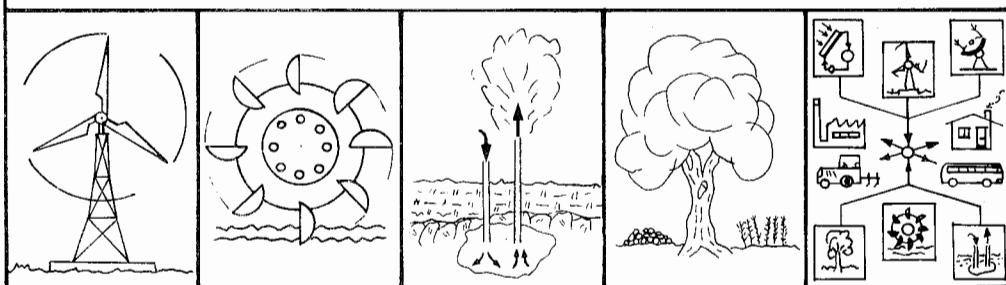
**ΠΡΩΤΟ ΕΘΝΙΚΟ ΣΥΝΕΔΡΙΟ
ΗΠΙΕΣ ΜΟΡΦΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ**

20-22 ΟΚΤ. 1982 , ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ



ΠΡΑΚΤΙΚΑ

**ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ ΗΛΙΑΚΗΣ ΤΕΧΝΙΚΗΣ
ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ**



ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Με την έκδοση αυτή συμπληρωνεται το υλικό του πρώτου Εθνικού Συνεδρίου σε Ήπιες Μορφές Ενέργειας. Θεωρήθηκε σκόπιμο να μην περιληφθούν τα Συμπεράσματα τα οποία κυκλοφόρησαν την επομένη εβδομάδα του συνεδρίου σε 1.500 αντίτυπα σε ιδιαίτερο τεύχος.

Ο τόμος αυτός αρχικά είχε στόχο την παρουσίαση της κριτικής και των συζητήσεων κατά την διάρκεια του συνεδρίου, ήταν όμως τόσο μεγάλη η ύλη που θα έπρεπε να επεξεργαστεί η οργανωτική επιτροπή, ώστε αντικειμενικά ο χρόνος και το κόστος της δουλειάς αυτής να θεωρηθούν αντιπαραγωγική επένδυση.

Αποφασίστηκε τελικά, οι ταυτόχρονες συζητήσεις αλλά και οι εισηγήσεις στις τρεις αίθουσες όλες τις ημέρες του συνεδρίου να κυκλοφορήσουν σε μορφή τυποποιημένης κασέτας κοινού κασετόφωνου. Έτσι διατίθενται από την γραμματεία του ΙΗΤ – υπάρχει δελτίο παραγγελίας – 52 κασέτες ομαδοποιημένες σε 10 ομάδες που καθεμιά καλύπτει μια αίθουσα για μια μέρα. Λεπτομέρειες αναφέρονται στην σελίδα 55.

Από την παραπάνω αντιμετώπιση εξαιρέθηκαν η τελετή ενάρξεως του συνεδρίου. Επίσης οι εισηγήσεις που δεν περιέχονται στους τόμους Α και Β των εισηγήσεων, διότι δεν έφτασαν έγκαιρα στην οργανωτική επιτροπή. Οι εισηγήσεις αυτές δημοσιεύονται στο παράρτημα.

Ο τόμος των πρακτικών αποστέλλεται δωρεάν σε όλους τους συνέδρους και δύο σε παρήγγειλαν και έλαβαν μετά το συνέδριο τους τόμους των εισηγήσεων.

Ήδη κυκλοφόρησε σε δεύτερη έκδοση όλο το υλικό του πρώτου Εθνικού Συνεδρίου σε Ήπιες Μορφές Ενέργειας – 1.800 σελίδες – ενοποιημένο σε δυο τόμους και διατίθεται από την γραμματεία του ΙΗΤ σε κάθε ενδιαφερόμενο – υπάρχει δελτίο παραγγελίας.

Με τις παραπάνω εκδόσεις ολοκληρώθηκε η πληροφόρηση γύρω από το πρώτο Εθνικό Συνέδριο σε Ήπιες Μορφές Ενέργειας, που κατά γενική ομολογία αποτέλεσε σημαντική δραστηριότητα ενημέρωσης και καταγραφής της δουλειάς που συντελείται στον Ελληνικό χώρο στην ειδική αυτή ενεργειακή περιοχή.

Η επιστημονική και οργανωτική επιτροπή εκφράζουν τις ευχαριστίες τους σε όλους τους συντελεστές της οργάνωσης και παρουσίασης ενός τόσο σημαντικού έργου.

Θεσσαλονίκη, 22.3.1983
Ο Πρόεδρος του ΙΗΤ
Κ. Ν. Πάττας

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ	3
Πίνακας Περιεχομένων	5
Τελετή Ενάρξεως Συνεδρίου	7
Χαιρετισμός Υπουργού Ενέργειας & Φυσικών Πόρων κ. Ευάγγελου Κουλουμπή	9
Κήρυξη έναρξης Συνεδρίου από τον Πρύτανη του ΑΠΘ Σεβασμιώτατο Παντελεήμονα Ροδόπουλο, Μητροπολίτη Σερεντίου και Τυρολόης	10
Εναρκτήρια ομιλία του καθ. κ. Κ. Πάττα, Προέδρου του ΙΗΤ	11
Εισηγητικές ομιλίες	17
'Ηπειρ Μορφές Ενέργειας – Παρούσα Κατάσταση – Προοπτικές	
Ρ. Ρηγόπουλος	19
Συστηματική Θεώρηση Ενεργειακής Πολιτικής	
I. Σαμουηλίδης	29
Κατασκευαστικές Δυνατότητες και Προοπτικές για Ηλιακά Συστήματα στην Ελλάδα	
I. Παπαδημητρίου	47
Πρακτικά Εργασιών Συνεδρίου	53
Πρακτικά Εργασιών Συνέδριου	55
Περιεχόμενα Πρακτικών	57
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ	67
Εισηγήσεις που δεν περιλαμβάνονται στους τόμους Α και Β	69
Πρόβλεψη των Χαρακτηριστικών Ροής Γεωθερμικών Ρευστών στον Σωλήνα της Γεωτρήσεως	
Α. Καράμπελας – Ν. Ζαχαρούλης	71
Μικρά Υδροηλεκτρικά Έργα στην Ελλάδα	
I. Στεφανάκος – Κ. Νικητόπουλος	89
Αιολική Ενέργεια στην Ελλάδα – Αιολικό Πάρκο Κύθνου	
I. Χατζηβασιλειάδης	103
Ηλιακός Σταθμός Αγίας Ρούμελης με Φωτοβολταϊκή μετατροπή	
I. Χατζηβασιλειάδης	119
Δυνατότητες Παραγωγής Ύδρογονονθράκων από το Λατεκ των Euhorbiaceae	
N. Μάργαρης	129
Χρησιμοποίηση των Maquis για Παραγωγή Βιομάζας στην Ελλάδα	
N. Μάργαρης	133
Περιλήψεις Παρεμβάσεων	139
Ανάλυση της Απόσθεσης του Φωτορεύματος για τη Μέτρηση του Χρόνου Ζωής των Φορέων Μειοψηφίας στα Φωτοβολταϊκά στοιχεία	
Δ. Ιωάννου	141
Σύστημα Ακριθούς Εντοπισμού και Παρακολούθησης Κίνησης Ήλιου για Μεγιστοποίηση Δέσμευσης Ηλιακής Ακτινοβολίας από Συλλέκτες Ηλιακής Ενέργειας	
Π. Στεφανίδης	143

ΤΕΛΕΤΗ ΕΝΑΡΞΕΩΣ

ΧΑΙΡΕΤΙΣΜΟΣ ΤΟΥ ΥΠΟΥΡΓΟΥ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΚΑΙ ΦΥΣΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ

Κ. ΕΥΑΓΓΕΛΟΥ ΚΟΥΛΟΥΜΠΗ

ΣΤΟ ΣΥΝΕΔΡΙΟ ΓΙΑ ΤΙΣ ΗΠΙΕΣ ΜΟΡΦΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Κύριοι Σύνεδροι και Αγαπητοί Συνάδελφοι,

Μέ μεγάλη μου χαρά χαιρετίζω τό συνέδριο σας για τις "Ηπιες Μορφές Ενέργειας, πού διοργανώνεται άπό τό Ινστιτούτο Ήλιακής Τεχνικής.

"Αν καιί από μακριά, γιατί εκτακτη άπασχόληση δέν μού έπιτρέπει νά άνταποκριθῶ στήν εύγενική πρόσκληση τῆς όργανωτικής έπιτροπής, θά παρακολουθήσω τις έργασίες τοῦ συνεδρίου σας καιί θά άναμένω μέξεχωριστό ένδιαφέρον τά πορίσματά σας.

Γνωρίζετε ότι οι "Ηπιες Μορφές Ενέργειας βρίσκονται ψηλά στίς προτεραιότητες τῆς ένεργειακής μας πολιτικής. Καί τούτο

- δχι μόνο γιατί μειώνουν τό βαθμό έξαρτησης μας από ξένες πηγές
- δχι μόνο γιατί μειώνουν τήν συναλλαγματική αίμοραγία
- δχι μόνο γιατί δέν ρυπαίνουν τό περιβάλλον
- δχι μόνο γιατί είναι οίκονομικότερες σέ δρισμένες περιπτώσεις
- δχι μόνο γιατί υπό δρισμένες συνθήκες είναι μικρής αλίμανας καιί συμβάλλουν στήν λήψη άποκεντρωμένων άποφάσεων,

άλλα καιί γιατί άποτελοῦν έναν τομέα πού τό πολύ άξιόλογο έπιστημονικό καιί τεχνικό δυναμικό διάστημα τῆς χώρας μας μπορεῖ νά άναπτύξει σημαντικές πρωτοβουλίες.

Πραγματικά στά τελευταῖα χρόνια παρατηρεῖται τόσο στά ΑΕΙ δόσο καιί σέ φορεῖς έρευνας καιί τεχνολογίας, μιά δραστηριότητα γύρω από τις "Ηπιες Μορφές μέξειρετική ένταση.

"Η Πολιτεία προσδοκά νά άξιοποιήσει τά άποτελέσματα τῆς δραστηριότητας καιί νά είστε βέβαιοι ότι θά κάνει κάθε τι τό δυνατό πρός τό σκοπό αύτό.

Εύχομαι κάθε έπιτυχία στό συνέδριό σας.

**ΕΥΑΓΓΕΛΟΣ ΚΟΥΛΟΥΜΠΗΣ
ΥΠΟΥΡΓΟΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΚΑΙ ΦΥΣΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ**

ΚΗΡΥΞΗ ΕΝΑΡΞΗΣ ΣΥΝΕΔΡΙΟΥ ΑΠΟ ΤΟΝ ΠΡΥΤΑΝΗ ΤΟΥ Α.Π.Θ.

ΣΕΒΑΣΜΙΩΤΑΤΟ ΠΑΝΤΕΛΕΗΜΟΝΑ ΡΟΔΟΠΟΥΛΟ ΜΗΤΡΟΠΟΛΙΤΗ ΣΕΡΕΝΤΙΟΥ & ΤΥΡΟΛΟΗΣ

Μέχαρά καί τιμή ύποδεχόμεθα στό Α.Π.Θ τούς συνέδρους τοῦ Ιου 'Εθνικού Συνεδρίου για την "Ηπιες Μορφές 'Ενέργειας".

Τό πρόγραμμα τοῦ συνεδρίου περιέχει πολλές είσηγήσεις έπιν σπουδαίων θεμάτων.

Ό μεγάλος άριθμός τῶν είσηγήσεων, σε διάφορες περιοχές πού σχετίζονται με ηπιες μορφές ενέργειας, δείχνει άναμφισβητήτως

1) Τήν μεγάλη σπουδαιότητα πού ἔχει τό αντικείμενο τοῦ συνεδρίου καί

2) "Οτι το συνέδριο αύτο κατόρθωσε να προσελκύσει τούς "Ελληνες έπιστήμονες πού έργαζονται σε συναφεῖς περιοχές καί έπομένως εἶναι πραγματικά ΠΑΝΕΛΛΗΝΙΟ.

"Οπως βλέπετε δύ υποφαίνομενος δέν ανήκει στίς θετικές έπιστημες.

"Ομως τή σπουδαιότητα τοῦ συνεδρίου μποροῦν νά έντοπίσουν δλοι καί οι μή ανήκοντες στίς θετικές έπιστημες. Τά προβλήματα πού δημιουργεῖ στήν έποχή μας ή έξαντληση τῶν ένεργειακῶν πηγῶν δέν εἶναι μόνο τεχνικά καί οικονομικά. Εἶναι προβλήματα πού καθυστεροῦν τήν πρόοδο πολλῶν κοινωνιῶν, πού δηλητηριάζουν τίς σχέσεις μεταξύ κρατῶν καί ανθρώπων καί πού δυστυχῶς διαταράσσουν τή διεθνή είρήνη.

Οι θετικές έπιστημες καλούνται νά συμβάλλουν ἀποφασιστικά στήν έπίλυση ή τουλάχιστον στή μείωση τής κρισιμότητας αύτῶν τῶν προβλημάτων. Οι ήπιες μορφές ένέργειας φαίνεται δτι προσφέρονται σάν μία έλπιδοφόρα καί μακροπρόθεσμα πολύ ἀποδοτική διέξοδος πρός τήν κατεύθυνση αύτή, ίδιαίτερως γιά τήν πατρίδα μας πού δέν εἶναι προικισμένη μέ δλλα σημαντικά ἀποδέματα ένεργειακῶν πηγῶν.

Περιμένουμε λοιπόν δλοι μέ πολύ ένδιαφέρον τά αποτελέσματα αύτοῦ τοῦ συνεδρίου τά βραχυπρόθεσμα καί τά μακροπρόθεσμα.

Χαιρόμεθα καί ύπερηφανεύμεθα διότι τό Α.Π.Θ. συμβάλλει ούσιαστικῶς στήν προσπάθεια πού προαναφέραμε. Τό 'Ινστιτούτο 'Ηλιακῆς Τεχνικῆς πού όργανώνει τό συνέδριο αύτό παρά τό δτι εἶναι άνεξάρτητο έπιστημονικό σωματεῖο γιά τήν διευκόλυνση τής λειτουργίας του βρήκε πρόσφορο ξδαφος καί αναπτύχθηκε σε σημαντικό βαθμό μέσα στό Α.Π.Θ.

Συγχαίρουμε τόν πρόεδρο καί τά μέλη τοῦ Διοικητικοῦ Συμβουλίου ώς καί τούς έπιστημονικούς συνεργάτες του γιά τό σπουδαῖο έργο πού έπιτελοῦν.

Μέ τίς δλίγες αύτές σκέψεις κηρύσσω τήν ξναρέξη τοῦ συνεδρίου γιά την "Ηπιες Μορφές 'Ενέργειας" καί εύχομαι καλή έπιτυχία.

ΕΝΑΡΚΤΗΡΙΑ ΟΜΙΛΙΑ ΤΟΥ ΚΑΘΗΓΗΤΗ Κ. Κ. ΠΑΤΤΑ, ΠΡΟΕΔΡΟΥ ΤΟΥ ΙΗΤ,
ΣΤΟ ΠΡΩΤΟ ΕΘΝΙΚΟ ΣΥΝΕΔΡΙΟ ΣΕ ΗΠΙΕΣ ΜΟΡΦΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑ

Κύριοι σύνεδροι,

Τό ΙΗΤ ίδρυθηκε τήν 22α 'Ιουλίου 1981 μέ τήν πράξη 2587 τού Πολυμελούς Πρωτοδικείου Θεσ/νίκης άπό 20 Διευθυντές ισάριθμων έργαστηρών καί πιό συγκεκριμένα 16 τού 'Αριστοτέλειου Πανεπι- στήμιου καί 4 τού Δημοκρίτειου Πανεπιστήμιου.

Οι καταστατικοί στόχοι τού ΙΗΤ είναι:

1. 'Η άναπτυξη μεθόδων καί τεχνολογίας χρησιμοποίησης τής 'Ηλιακής ένέργειας.
2. 'Ενημέρωση μέ σεμινάρια, διαλέξεις, δημόσιες εκδηλώσεις, συνέδρια τῶν μελετητῶν καί καταναλωτῶν σέ θέματα χρήσης τής ήλιακής ένέργειας.
3. 'Επεξεργασία έπιλογών ένεργειακής πολιτικής μέ στόχο τή χρη- σιμοποίηση άναγεννόμενων μορφών ένέργειας σέ δσο τό δυνατό μεγαλύτερη αλίμανα.
4. Διεθνής διασύνδεση καί μεταφορά τεχνολογίας στόν τομέα τής ήλιακής ένέργειας.

Τό ΙΗΤ είναι έπιστημονική έταιρεία, διοικεῖται άπό 12-μελές Δ.Σ. καί είναι άνοικτό στήν είσοδο νέων μελῶν, πού έργαζονται στήν περιοχή τῶν "Ηπιων Μορφών" Ένέργειας. Τό ΙΗΤ "υιοθετήθηκε" άπό τό 'Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο. "Ετεί τά πρώτα του βήματα υπήρξαν σίγουρα καί άποτελεσματικά.

'Αμέσως μετά τήν ίδρυση δργανώνει τήν πρώτη δημόσια έκδήλωση τόν Νοέμβριο τού 1981, όπου παρουσιάζονται οι έρευνητικές δραστηριότητες πού δηγούνται άπό τά ίδρυτικά μέλη. 'Η άπηχηση καί τό ένδιαφέρον συμμετοχής στήν ζωή τού ίνστιτούτου ήταν τέτοια, ώστε σήμερα νά άριθμεύει περί τά 100 προσωπικά καί συλλογικά μέλη, πού καλύπτουν μεγάλο φάσμα δραστηριοτήτων στόν τομέα τής 'Ηλιακής Τεχνικής καί γενικάτερα τῶν "Ηπιων Μορφών" Ένέργειας.

Τό "γεγονός" στήν δραστηριότητα τού ΙΗΤ στό 1982 είναι ή δργάνωση τού Πρώτου Εθνικού Συνέδριου σέ "Ηπιες Μορφές" Ένέργειας, τήν έναρξη τού δποίου γιορτάζουμε σήμερα.

Στό Συνέδριο πέρουν μέρος 400 έπιστημονες καί είδικοί άπό όλη τή χώρα. 'Αποστάλησαν 130 είσηγησεις άπό 160 είσηγητές, άπό τίς δποίες 101 έγιναν άποδεκτές καί παρουσιάζονται σήμερα, αύριο καί μεθαύριο σέ τρεις αίθουσες ταυτόχρονα. Οι τόμοι τῶν είσηγησεων - άριθμούν περίπου 1600 σελίδες - είναι στή διάθεση τῶν συνέδρων πρίν άπό τό συνέδριο, πρόγμα πού έπιτρέπει τήν έπιλογή τῶν άκροάσεων καί τήν ούσιαστική συμμετοχή στίς συζητήσεις άφού θά υπάρχει δυνατότητα προηγούμενης ένημέρωσης γιά ούσιαστικότερη κριτική καί παρέμβαση.

Βέβαια στόχος μου αύτή τή στιγμή, δέν είναι νά προκαταλάβω τούς συνέδρους στήν παρουσίαση τῶν είσηγησών τους. "Ομως δέν μπορώ νά άντιπαρέλθω τή σκιαγράφηση τής περιοχής πού καλύπτει τό συνέδριο.

Βασικό χαρακτηριστικό τῶν ήπιων μορφών ένέργειας είναι ή άνανεω- σιμότητά τους σέ άντιθεση μέ τίς έξαντλήσιμες, σκληρές πηγές, πού είναι τό πετρέλαιο, δ άνθρακας καί τά πυρηνικά καύσιμα. Καί

οι τρεῖς αύτές μορφές είσαγονται στήν χώρα μας. "Απαιτεῖται για
τήν είσαγωγή τους συνάλλαγμα, τό διοτο πρέπει νά προσπορισθεῖ ή
χώρα άπό έξαγωγικές δραστηριότητες ή άδηλους πόρους καί προκα-
λεῖται άρνητική έπιβάρυνση τού ίσοζυγίου έξωτερικῶν πληρωμῶν.
Αύτό δέ πιτείνεται άπό τήν έποχή τῆς ένεργειακῆς κρίσης.

"Εκτός αύτού ή παραγωγή καί μετατροπή τών έξαντλήσιμων μορφών
ένέργειας διεξάγεται κεντρικά γιά νά διανεμηθεῖ στούς τελικούς
καταναλωτές πού είναι σέ τελευταία άναλυση διανεμημένοι. "Ετσι
τό δέ ένεργειακό σύστημα είναι εύλατο - λόγω τῆς συγκέντρωσης του -
σέ καταστροφές, διολιοφθορές, ύπεξαιρέσεις, καταβυναστεύσεις,
πράγμα πού μπορεῖ νά διδηγήσει σέ στέρηση καί έπομένως έξάρτηση
σέ άναλογη έξάρτηση διδηγεῖ καί ή άναγκη είσαγωγῆς τῆς ένέργειας.

Οι ήπιες μορφές ένέργειας άντιθετα είναι διανεμημένες σέ μεγάλες
έπιφανειες, άξιοποιούνται άμεσως έπι τόπου άπό τούς καταναλωτές
καί δέν υπόκεινται στούς αινδύνους συγκέντρωσης. Είναι έπίσης
πολύ καταράτερες μορφές άπό άποψεως μόδινυνσης τού περιβάλλοντος.

Γενικά διακρίνουμε τίς ήπιες άνανεώσιμες μορφές ένέργειας σέ
άμεσα καί έμμεσα ήλιαιακές.

Στίς άμεσα ήλιαιακές συμπεριλαμβάνουμε τά ένεργητικά συστήματα,
όπου ή ήλιαική άκτινοβολία (συνολική) χρησιμοποιεῖται γιά νά θερ-
μάνει μέ τή βοήθεια συσκευῶν (ήλιοθέρμων) νερό ή άέρα πού στή
συνέχεια χρησιμοποιεῖται ως θερμική ένέργεια γιά τήν θέρμανση
χώρων ή νερού χρήσης. "Επίσης γιά τήν μετατροπή της σέ ήλεκτρική
ένέργειας μέσω θερμικής, θερμιονικής φωτοχημικής ή φωτοβολταϊκής
μετατροπής καί τήν παραγωγή άνδριγόνου.

Στήν έμμεσα ήλιαιακή συμπεριλαμβάνουμε τήν αίολική καί τήν ύδραυλική,
τήν ένέργεια άπό καύση βιομάζας καί τήν άξιοποίηση τῆς θερμότητας
τού περιβάλλοντος. "Εδώ περιλαμβάνεται καί ή Γεωθερμία.

Τό ίσοζύγιο καταναλώσεως πρωτογενούς ένέργειας τό 1980 στή χώρα
μας μέ βάση τίς μορφές πού άναφέρθηκαν έχει ως έξής:

Έξαντλήσιμες (μή άνανεώσιμες) μορφές

Λιγνίτης	36.000 GWh	δηλ.	19%	
Ανθρακας	5.000 "	"	3%	σύνολο 91%
Πετρέλαιο	133.000 "	"	69%	

Άνανεώσιμες μορφές

· Ηλιαική	123 GWh	δηλ.	0,06%	
· Αίολική	14 "	"	0,007%	
· Υδραυλική	4.000 "	"	2,3 %	σύνολο 9%
· Βιομάζα	11.000 "	"	6,1 %	

Σύνολο ένέργειας πού καταναλώθηκε (πτρωτογενούς) τό 1980 190.000 GWh.

"Η πρώτη παρατήρηση είναι ότι η άμεσα ήλιαική καί η αίολική ένέργεια
πού άξιοποιούνται σήμερα άποτελούν άσημαντες ποσότητες. Οι άνανεώ-
σιμες μορφές μόλις καλύπτουν τό 9% τής πρωτογενούς ένέργειας πού
καταναλώνεται. Στήν παραγωγή ήλεκτρισμού τό πετρέλαιο προβλέπεται
νά άντικατασταθεῖ άπό τόν λιγνίτη, πού είναι έχχωρια πηγή, ζημια-

συληρή, ένω τό πενταετές πρόγραμμα πού έτοιμάζει ή ΔΕΗ - άπό δτι γνωρίζουμε - δέν διακρίνεται για κάποια άποφασιστική στροφή στίς άνανεώσιμες μορφές.

Βέβαια μέ τίς σημερινές δομές για τήν κατοικία καί τίς μεταφορές τό πετρέλαιο θά είναι στό άμεσο μέλλον ή κύρια πηγή ένέργειας.

Πρώτος καταστατικός στόχος τού ΙΗΤ είναι ή φροντίδα για άναπτυξη μεθόδων καί τεχνολογίας χρησιμοποίησης τής ήλιακής ένέργειας.

Φυσικά δέν πρόκειται για δογματική θέση. Ή Φιλοσοφία τού στόχου υποστηρίζεται στίς έξι θέσεις:

1. Θά ύπάρξει έκφρασμένη θέληση για νέες έπιλογές στόν τομέα τής κατοικίας. Πράγματι άπό τίς 133.000 GWh πού άντιστοιχούν στήν πρωτογενή ένέργεια πού προέρχεται άπό τό πετρέλαιο καί καλύπτουν τό 69% τής κατανάλωσης, διατίθενται για τήν θέρμανση τῶν κατοικιῶν (έμπορική κατανάλωση) 32.000 GWh - πού άντιστοιχεῖ σέ 24% τής πρωτογενούς άπό πετρέλαιο.

Είναι γνωστό τό σύνθημα δτι ή έξοικονόμηση ένέργειας άπό τήν τεχνολογία καί βελτίωση τῶν ένεργειακῶν μας συστημάτων είναι πηγή ένέργειας. Έδω έχει ή έξοικονόμηση πράγματι κεφαλαιώδη σημασία. Μέ καλύτερη μόνωση τῶν κατοικιῶν καί μόνο, θά μπορούσαμε νά έξοικονομήσουμε τά 2/3 τής ένέργειας πού καταναλώνεται δηλ. 22.000 GWh πού άντιστοιχεῖ σέ 16% τής πρωτογενούς άπό πετρέλαιο. Τό ποσό αύτό συγκρινόμενο μέ έκείνο πού άποφέρουν περί τίς 100.000 m² ήλιακῶν συλλεκτῶν, πού ύπήρχαν σέ λειτουργία τό 1980 στή χώρα μας καί άπέφεραν 123 GWh μόνο, είναι τεράστιο.

Πέρα από τήν έξοικονόμηση ή πιό κατάλληλη διαμόρφωση τῶν χώρων, ή άναπτυξη τῶν λεγόμενων παθητικῶν συστημάτων θέρμανσης καί δ συνδυασμός τους μέ κατάλληλα ένεργητικά, μπορούν άνετα νά μειώνουν τήν κατανάλωση στό μισό περίπου (όπως έδειξε μελέτη τού έργαστηρίου Έφαρμοσμένης Θερμοδυναμικής) δηλ. μπορούν νά έξοικονομήσουν άκομη 6.000 GWh πού άντιστοιχούν σέ 5% τής πρωτογενούς άπό πετρέλαιο.

2. Η δεύτερη θέση άφορά έκφρασμένη θέληση για άντικατάσταση μέρους τής ένέργειας πού καταναλώνεται στήν βιομηχανία άπό άμεση ήλιακή. Τούτο καί μόνο πέρα άπό κάθε δυνατότητα έξοικονόμησης, ύπολογίσθηκε μέ βάση τήν ύπαρχουσα κατάσταση στή χώρα μας καί τό θερμοκρασιακό φάσμα τής θερμικής ένέργειας γιά βιομηχανία καί χρήση σέ 17% (μελέτη τής έδρας Έφηρμοσμένης Θερμοδυναμικής). Δηλαδή πρόκειται έδω για άντικατάσταση μέ ήλιακή ένέργεια 9.000 GWh, πού άντιστοιχούν περίπου στό 7% τής πρωτογενούς άπό πετρέλαιο.

Μέ άλλα λόγια: δάν ύπάρξει ή κυβερνητική έπιλογή για έφαρμογή μόνο τής άμεσης ήλιακής στήν κατοικία καί τήν βιομηχανία, ή χώρα θά μπορέσει νά έξοικονομήσει περίπου τό 30% τού συναλλάγματος πού πληρώνει για άγορά πετρελαίου.

Είναι φανερό άπό τό τελευταῖο αύτό στοιχεῖο σύγκρισης καί μόνο, πόσο οι έπιλογές γιά χρήση τής ήλιακής ένέργειας στήν κατοικία καί τή βιομηχανία βελτιώνουν τήν οίκονομική κατάσταση τής χώρας καί σέ τή βαθμό είναι δυνατό νά έξυπηρετηθούν άπό τόν πρώτο καταστατικό στόχο τού ΙΗΤ.

Τό 6^ο έπισης έντυπωσιακά είναι τά συμπεράσματα άπό τήν έπιλογή γιά άναπτυξη αίσιοικῶν συστημάτων, βιομάζας, γεωθερμίας, μικρῶν ύδροηλεκτρικῶν καί άλλων ήπιων μορφῶν ένέργειας. Δέν είναι σημούσιος μου νά παρουσιάσω αύτή τή στιγμή τής έναρξης τού συνεδρίου τά συμπεράσματα στά δύο ηπιά θά καταλήξει. Έπισης δέν θά σταθῶ στίς οίκολογικές καί έργασιακές έπιπτώσεις άπό τήν χρήση ήπιων μορφῶν ένέργειας (πού είναι τολύ εύνοϊκές).

Θά σταθῷ πιστό διεξοδικά στήν διαπίστωση ὅτι ή πολιτική βούληση για άναπτυξη και χρήση ήπιων μορφών ένέργειας αποτελεῖ ἀφετηρία γιά ολες ἐκεῖνες τις δραστηριότητες, πού θά προωθήσουν τά πράγματα ώστε τό δραμα, ὁ σκοπός νά γίνει πράξη. Μερικές από αύτές εἶναι:

- Δημιουργία στελεχών κατάλληλα ἐκπαιδευμένων, ίκανων νά ἀνταποκριθοῦν στίς νέες άνάγκες προσωπικού πού θά δημιουργηθοῦν.
- Δημιουργία τοῦ νομοθετικοῦ πλαισίου πού θά διδηγήσει στήν άναπτυξη νέων μεθόδων, συσκευών και μηχανῶν. Αύτό εἶναι ἀπαραίτητο, διότι η χώρα μας δέν ἔχει ιλειστά σύνορα, Δέν μπορεῖ νά στηρίζεται σέ κεντρικό προγραμματισμό, λειτουργεῖ στήν οἰκονομική ζωή ὁ νόμος τῆς προσφορᾶς και ζήτησης σέ βάρος ένεργειαών συστημάτων ήπιων μορφών πού αύτή τή στιγμή φαίνεται ὅπό ὅσα εἶναι γνωστά, ὑπάρχει πρόβλημα ἀνταγωνιστικότητας.
- Δημιουργία ἐρευνητικῆς ὑποδομῆς και είδικότερα τῆς ἐφαρμοσμένης ἐρευνας και τεχνολογίας.

Τέλος θά άναφερθῶ στήν καθοδήγηση τῆς πλατειᾶς κατανάλωσης στή χρήση μέ διαφώτιση, κίνητρα και ἀπαγορεύσεις, ώστε ή πολιτική βούληση νά γίνει πραγματικότητα. Δηλαδή ἐπέμβαση στήν λειτουργία τῆς προσφορᾶς και ζήτησης. Ἐπίσης παράλληλη μείωση τῆς διαστρέβλωσης τοῦ πραγματικοῦ κόστους.

Θά ξεχωρίσω ἕδω, ἀπό ολες τις δραστηριότητες πού ἀνέφερα, αύτή τῆς δημιουργίας ἐρευνητικῆς ὑποδομῆς, γιά νά φωτίσω ἀπό τήν δύπτική γωνία τοῦ δάσκαλου, τοῦ ἐρευνητή, τοῦ κατασκευαστή μηχανικοῦ, τοῦ πρώτου πενθύμουνο μέλους τοῦ ΙΗΤ ἐκεῖνες τις δράσεις ή παραλέψεις δράσεως, πού δημιουργοῦν ἀναστολές και σέ πάρα πολλές περιπτώσεις τροχοπέδη στήν πραγμάτωση τῆς ὅποιας πολιτικῆς βούλησης γιά άναπτυξη στήν περιοχή πού ἐνδιαφέρει.

‘Η άναπτυξη τῶν ήπιων μορφών ένέργειας δέν ὑπῆρξε μόνο προεκλογική ἐπαγγελία τῆς σημερινῆς κυβέρνησης. ‘Υπῆρξε και προγραμματική δήλωση τοῦ πρωθυπουργοῦ στή Βουλή τῶν Ἐλλήνων. ‘Ἐπομένως ή πολιτική βούληση ἕδω εἶναι πιά ἐκφρασμένη. Γιά λόγους ἀντικείμενης κόστης θά πρέπει νά θυμήσω ὅτι και οἱ προηγούμενες κυβερνήσεις μετά τήν μεταπολίτευση δημιουργησαν τό ‘Ἐθνικό Συμβούλιο ‘Ἐνέργειας και ἀργότερα τό ‘Ἐθνικό Πρόγραμμα ‘Ἐρευνας και Τεχνολογίας στίς ἐπιδιώξεις τῶν ὅποιων ή άναπτυξη ήπιων μορφών ένέργειας εἶχε προτεραιότητα (ίσως παράλληλα μέ τήν πυρηνική ή ὅποια σήμερα σωστά ἐγκαταλείπεται). ‘Ἐπομένως ή βούληση μπορούμε νά δεχτούμε ὅτι πάντοτε ὑπῆρχε.

“Ομως εἶναι γενική ή διαπίστωση ὅτι ή ἐρευνα δέν προωθήθηκε. Νέα Τεχνολογία δέν δημιουργήθηκε, ἐνῶ ἀντίθετα ἀρχίζει νά κινεῖται ἔνα κύκλωμα εἰσαγωγῆς συσκευῶν ἀπό τό ἔξωτερο πού ἔχουν ἐνσωματωμένη τήν νεώτερη τεχνολογία ἀξιοποίησης τῶν ήπιων μορφών ένέργειας, ἐν πάσει περιπτώσει αύτῆς τῆς τεχνολογίας πού σήμερα εἶναι γνωστή. Τό κύκλωμα αύτό ἀρχίζει νά δημιουργεῖ νέες ἔξαρτησεις. Βλέπουμε δηλ. πάλι νά χάνεται μιά σπουδαία εύκαιρια άναπτυξης βιοτεχνίας, βιομηχανίας και ἀπασχόλησης (δημιουργία νέων θέσεων) διότι ἐμεῖς δέν καταφέραμε νά άναπτύξουμε και νά δημιουργήσουμε τά μέσα ἀξιοποίησης τῆς ένεργειακῆς αύτῆς περιοχῆς.

‘Εδω δέν πρέπει νά μᾶς διαφεύγει ὅτι πρόκειται γιά χιλιάδες συσκευῶν πού θά χρησιμοποιηθοῦν ὅπό τά 3 ἐκατομμύρια ‘Ελληνικῶν νοικοκυριῶν.

Τί φταείει λοιπόν;

Κατά τή γνώμη μας τά α'τια αύτης τής κακοδαιμονίας συνοψίζονται στά παρακάτω:

1. Μέ τήν ἔκφραση τής πολιτικής βιούλησης καί τήν υἱοθέτηση τής κατάλληλης ἐπιλογῆς δέν ἔγκρινεται παράλληλα καί δι προϋπολογισμός πού θά καλύψει τό κόστος αύτης τής ἐπιλογῆς.
2. Δέν ὑπάρχει δι κατάλληλος μηχανισμός - ἔξω ἀπό τό δημόσιο λογιστικό - πού νά ρυθμίζει χωρίς τήν παρέμβαση χρονοβόρων καί ἀναστατικῶν γραφειοκρατικῶν διαδικασιῶν καί ἀναχρονιστικής νομοθεσίας τήν λογιστική τακτοποίηση τῶν ἀναλώσεων.
3. 'Υπάρχει ἀσυγχώρητη χρονική καθυστέρηση ἀπό τή στιγμή πού λαμβάνεται μιά ἀπόφαση μέχρι τή στιγμή πού ἔχουν τακτοποιηθεῖ ὅλες οι προϋποθέσεις, ὡστε οι ὑπεύθυνοι κάποιου ἐρευνητικοῦ προγράμματος τοῦ διοίσου ἔχει ἀποφασισθεῖ ἢ οίκονομική ἐνίσχυση νά μπορέσουν νά κάνουν τήν πρώτη ἀνάλωση. 'Αποτέλεσμα είναι η διάλυση τής ἐρευνητικής διμάδας, η ἀπογοήτευση, η μετανάστευση καί στήν καλύτερη περίπτωση η σημαντική καθυστέρηση τοῦ προϊόντος τής ἔρευνας.

Νομίζω ἔνα σωρό ἀλλοι λόγοι κακοδαιμονίας πού θά μποροῦσαν νά παρατεθοῦν ὥχριοῦν μπροστά στούς τρεῖς βασικούς πού ἀναφέρω καί ἐν πάσει περιπτώσει ἔντάσσονται σ' αὐτούς.

Σχολιάζοντας θά σταθῷ μέ ἔμφαση στούς δύο τελευταίους. Σέ σχέση πρῶτα μέ τήν ἀνυπαρξία τοῦ κατάλληλου μηχανισμοῦ πρέπει νά παραδεχθῶ ὅτι σέ μερικά μόνο ΑΕΙ λειτουργεῖ μέ σχετική ἐπιτυχία διείδικός λογαριασμός τοῦ ΠΔ 432/81 πού ἐπιτρέπει ἀναλώσεις ἔξω ἀπό τό δημόσιο λογιστικό μέ ἔλεγχο ἀπό δρικωτούς λογιστές κατά τό πρότυπο τῶν 'Ανωνύμων 'Εταιρειῶν. "Ομως καί αύτή η δυνατότητα μπλοκάρεται ἀπό τήν δυσπιστεία μέ τήν διοίση ἔχει μπολιάσει τήν Δημόσια Διοίκηση η ἀναχρονιστική νομοθεσία τής χώρας μας, η διοίση θεωρεῖ τόν πολίτη ἀναξιοπρεπή καί τό χειρότερο ἀκόμη: τό βάρος τής ἀπόδειξης- δτι δέν εἶναι- τό ἔχει διδικούς δι πολίτης.

'Επίσης ἐπικρατεῖ ἔνας παραλογισμός, ἔτσι ὥστε διέλεγχος τοῦ δημόσιου λογιστικοῦ νά είναι ἐπιφανειακός, διότι ἀναλίσκεται σέ τυπικές λεπτομέρειες, χωρίς νόημα, καί διχι σέ θέματα ούσιας καί κάνει ἀπαγορευτικές ἀναλώσεις γιά λόγους ἐπουσιώδεις.

Σέ σχέση μέ τήν χρονική καθυστέρηση οίκονομικής καί ούσιαστικής ἔξελιξης τῶν ἐρευνητικῶν προγραμμάτων ὄφείλω νά διαπιστώσω ὅτι ὑπάρχει σημαντική ἀδράνεια στίς ἀρμόδιες ὑπηρεσίες. Διακρίνονται ἀπό ἀνευθυνότητα. Τό χειρότερο διμως κατά τήν γνώμη μου είναι ὅτι δέν θεωροῦν τόν ἐαυτό τους ἔνοχο γιατί τους τήν ἀνευθυνότητα.

'Αποτέλεσμα δύσυνηρό δλων τῶν ἀναστατικῶν δράσεων είναι η ἔλλειψη τοῦ ἐρευνητικοῦ προϊόντος καί στήν πιό καλή περίπτωση η ἐπίτευξή του τόσο ἀργά, ὥστε νά μήν είναι πιά ἀξιοποίησιμο. Συνήθως ἔχουν προιλάβει ἀλλοι στό ἔξωτερο τόν ἀγώνα δρόμου, ἔξασφαλίζοντας ἔτσι τήν ἐπιστροφή τοῦ κόστους τής ἔρευνας σ' αὐτούς.

Πιστεύω ὅτι ἔδω θά πρέπει πρῶτα νά μπεῖ δι μοχλός τής ἀνανέωσης, τής ἀλλαγῆς, πού περιμένουν οι ἔρευνητές ἐπιστήμονες καί τό τεχνικό προσωπικό πού δραστηριοποιοῦνται στήν ἔρευνα καί είδικότερα στήν ἐφαρμοσμένη ἔρευνα.

Κατά τή γνώμη μου δέν ὠφελεῖ η ἀναζήτηση ἐπιστημόνων στίς ΗΠΑ γιά νά μεταφυτευθοῦν στόν Ἑλληνικό χώρο, νά ροκανίσουν γιά μερικά χρόνια δι, τι κερδίζει μέ διρώτα δι Ἑλληνικός λαός καί νά ξαναφύγουν, διότι

τό πλαίσιο καί τό περιβάλλον στό δποζο καλούνται νά δραστηριοποιηθούν δέν εύνοεῖ τήν άναπτυξη.

Πιστεύω πώς δλοι συμφωνοῦμε στήν πρόταξη τοῦ πλαισίου καί στήν έπανδρωση ἐκείνων τῶν μηχανισμῶν πού θά διευκολύνουν τό έρευνητικό έργο. Στή συνέχεια θά μπορούσαμε νά δοῦμε ποιούς ἔχουμε καί ἐνδεχομένως ποιούς χρειαζόμαστε νά φέρουμε ἀπό δλον τόν κόσμο, δπου δραστηριοποιούνται "Ελληνες".

Προσωπικά είμαι βέβαιος δτι τό "Εθνικό δυναμικό είναι πολύ καλό καί ἀξιόλογο καί ἔχει τήν δυνατότητα νά άναπαράγεται. Αύτό τό ἔχω διαπιστώσει ἀπό πάρα πολλές εἰσηγήσεις καί θά φανεῖ ἐλπίζω ἀρκετά καθαρά στή διάφορεια τοῦ συνέδριου σέ "ήπιες μορφές ἐνέργειας" πού σήμερα ἀρχίζει καί τοῦ δποζου εύχομαι καλή ἔκβαση.

Εύχαριστῶ

ΕΙΣΗΓΗΤΙΚΕΣ ΟΜΙΛΙΕΣ

ΗΠΙΕΣ ΜΟΡΦΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ – ΠΑΡΟΥΣΑ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ – ΠΡΟΟΠΤΙΚΕΣ

Ρ.Ρηγόπουλος Καθ. Φυσικής του Παν/μέου Πατρών.

‘Η επιλογή τούς άντικειμένους τής όμιλίας αύτής, κατοπτρίζει μιά άρχική έκτιμηση πού έχει έπιβεβαιωθεί άπό μελέτη γιά τό πενταετές πρόγραμμα πού έγινε άπό όμαδα τού Παν/μέου τής Πάτρας ότι οι ήπιες μορφές ένέργειας μπορούν νά συμβάλουν στήν καλύψη τῶν ενεργειακῶν μας άναγκῶν κατά συνεχῶς αύξανόμενο ποσοστό, τίς έπόμενες δεκαετίες.

‘Ο στόχος αύτός είναι έπιθυμητός έπειδή ή άναπτυξη τῶν ήπιων μορφῶν ένέργειας:

- δέν προκαλεῖ ρύπανση
- μειώνει τήν ένεργειακή έξαρτηση άπό τό έξωτερικό
- μείωνει τή συναλλαγματική αίμορραγία τής χώρας
- ένισχύει τήν ‘Ελληνική βιομηχανική δραστηριότητα, δεδομένου ότι τά συστήματα γιά τήν έκμετάλλευση τῶν πηγῶν αύτῶν είναι (δλόκληρα ή κατά μεγάλο ποσοστό) κατασκευάζουμα στήν ‘Ελλάδα.

‘Επίσης ή αύξημένη συμβολή τῶν ήπιων μορφῶν ένέργειας είναι ενας έφικτός στόχος έπειδή:

- ‘Υπάρχουν (έκτός τής Βιομάζας) ίδιαίτερα εύνοϊκές Φυσικές συνθήκες.’ Ής πρός αύτό ή ‘Ελλάδα ύπερέχει άπό τίς περισσότερες βιομηχανοποιημένες χώρες.
- ‘Υπάρχει μή άμελητέα ύποδομή άπό πλευρᾶς έμψυχου ύλικού καί γιά τίς περισσότερες έφαρμογές, ή άπαιτούμενη τεχνολογία είναι προσιτή στίς ‘Ελληνικές δυνατότητες. ’ Ής πρός αύτό ή ‘Ελλάδα ύπερέχει άπό τίς άναπτυσσόμενες χώρες.
- Δέν ύπάρχουν ίσχυρά ‘Ελληνικά συμφέροντα έπενδεδυμένα: σέ δλλες μορφές ένέργειας (πυρηνικά, πετρέλαιο, κ.λ.π.) τά δποία νά παρακαλύουν τήν ύλοποίηση τής κυβερνητικής βούλησης.

Όσυνδυασμός τῶν παραπάνω καί ἡ ἐν γένει θέση (γεωγραφική, πολιτική, οἰκονομική) τῆς χώρας μας, κάνουν την Ἑλλάδα μιά ἀπό τίς πιο εύνοημένες χώρες στον κόσμο για τὴν αξιοποίηση τῶν ἥπιων πηγῶν ἐνέργειας καί την ἀνάπτυξη τῆς σχετικῆς τεχνολογίας για ἔγχωρια χρήση καί ἐξαγωγή. Οι συνθήκες αὐτές δικαιολογοῦν είδικό Ἑλληνικό ἐνδιαφέρον για τὴν ἀνάπτυξη τῶν ἥπιων μορφῶν ενέργειας, πού θά μποροῦσε νά ἀποτελέσει ἔνα στόχο ὑψηλῆς προτεραιότητας καί ἔνα ἀπό τούς κύριους ἀξιούς στούς διοίσους πρέπει νά ἐστιαστεῖ ἡ Ἑλληνική προσπάθεια ἕρευνας καί τεχνολογικής ἀνάπτυξης.

Θά ἀναφερθοῦν ἔδω, κατά κατηγορία, τά κυριώτερα συμπεράσματα καί τα μέτρα πού πρέπει να παρθοῦν μέσα στο πενταετές πρόγραμμα 83-87 ὅστε στο συντομότερο δυνατό χρονικό διάστημα νά ἔχουμε τη μεγίστη διεύσδυση των ἥπιων μορφῶν ἐνέργειας στην Ἑλλάδα.

Ἐγινε μεγάλη προσπάθεια τά μέτρα νά εἶναι ρεαλιστικά χωρίς δύμας νά καταντοῦν ἀπαισιόδοξα*. Δόθηκε μεγάλη βαρύτητα στὴν ἐλαχιστοποίηση τῆς τεχνολογικῆς ἐξάρτησης ἀπό τὸ ἐξωτερικό καί στὴν κατανάλωση τοῦ μικροτέρου δυνατοῦ ποσοῦ συναλλάγματος.

Ἐπειδὴ τά μέτρα αύτά προτείνονται ἀνεξάρτητα για κάθε ἐνέργειακή κατηγορία, ἵσως θά πρέπει νά ἀκολουθήσει μελέτη πού νά συσχετίζει τίς δραστηριότητες τίς σχετικές μέ κάθε κατηγορία ὡστε νά γίνει βελτιστοποίηση τοῦ τελικοῦ ἀποτελέσματος.

ΗΛΙΑΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ

Η μόνη χρήση τῆς ήλιακῆς ἐνέργειας πού ἔχει ήδη περάσει σέ εμπορική ἐφαρμογή, εἶναι ἡ θέρμανση νεροῦ για οἰκιακή χρήση.

Αν στό 80% τῶν νέων κατοικιῶν πού θά χτιστοῦν ἀπό τώρα ὡς

* Ὁπαδήποτε δύμας νά μήν ξεπερνοῦν τίς δυνατότητες τῆς χώρας. Τόσο τίς οἰκονομικές ὅσπεις καί ἐκείνες σέ ἀνθρώπινο δυναμικό.

τό 1987, (200.000 το χρόνο) καί στό 10% τῶν κατοικιῶν πού
τίδη σήμερα υπάρχουν, έγκατασταθοῦν ἡλιακοί θερμοσίφωνες
($4m^2$ ἀνά κατοικία) ή ἡλεκτρική ἐνέργεια πού θα εξοικονο-
μηθεῖ τό 1987 θά είναι περίπου ೯ση με ~0.8 MTEP δηλ. 4%
τῆς προβλεπόμενης συνολικῆς κατανάλωσης ἐνέργειας το χρόνο
ἔκεινο.

Γιά νά ἐπιτευχθεῖ ὁ στόχος αύτός, χρειάζονται μιά σειρά
ἀπό μέτρα πού θα αύξήσουν δραστικά τήν παραγωγή καί θά
ὑποβοηθήσουν τή διάδοση τῶν ἡλιακῶν συλλεκτῶν. Τά μέτρα
αύτά είναι:

- 'Η δαπάνη 9 δισ. δρχ. σέ 5 χρόνια γιά τήν ἐπιχορήγηση
τοῦ 20% τῆς ἀξίας τῶν συλλεκτῶν πού θα έγκατασταθοῦν.
- 'Η χορήγηση κρατικῶν δανείων γιά τό ύπόλοιπο 80% τῆς
ἀξίας τῶν συλλεκτῶν.
- 'Η ύποχρεωτική ἐγκατάσταση ἡλιακῶν συστημάτων στίς νεό-
κτιστες κατοικίες στίς ἀγροτικές καί ἡμιαστικές περιοχές.
- 'Η ύποχρεωτική ἐγκατάσταση κεντρικοῦ συστήματος διανομῆς
ζεστοῦ νεροῦ στίς νέες πολυκατοικίες, ὥστε νά είναι δυ-
νατή ἡ κεντρική ἐγκατάσταση ἡλιακῶν θερμοσιφώνων.
- 'Η δημιουργία κέντρου ἐλέγχου ἡλιακῶν συλλεκτῶν καί
συστημάτων.
- 'Η ἑκατόδευση τοῦ ἀπαραίτητου τεχνικοῦ δυναμικοῦ δια-
φόρων ἐπιπέδων.
- 'Ο προγραμματισμός τῆς ἀνάπτυξης τῆς ἀναγκαίας βιομη-
χανίας συλλεκτῶν μέ τόν κατάλληλο δανεισμό (περίπου 5
δισ. δρχ.).
- 'Η δημιουργία τμημάτων ποιοτικοῦ ἐλέγχου στίς βιομηχα-
νικές μονάδες.
- 'Η ἀνάπτυξη προγράμματος κατοικιῶν ἐπίδειξης με παθη-
τική θέρμανση.

Παράλληλα πρέπει νά δοθεῖ μεγάλη σημασία στήν ἐξοικονό-
μηση ἐνέργειας στίς κατοικίες.

"Ετσι θά μποροῦσε νά ἐξοικονομηθεῖ τό 50-60% καί μαζί μέ
ἡλιακή θέρμανση τό 60-75% τῆς ἀναγκαίας σήμερα ἐνέργειας
γιά θέρμανση τῶν χώρων.

Για ένεργητική ήλιακή θέρμανση οι δυνατότητες είναι μικρές και προτείνεται η κατασκευή 100 περίπου κατοικιών έπιδειξης πού νά συνδυάζουν ένεργητική και παθητική ήλιακή θέρμανση και ή έγκατάσταση ΕΗΘ σε δημόσια κτίρια.

Έπισης πρέπει άμεσως νά υποβοηθηθεῖ η σχετική έρευνητική προσπάθεια.

Παραγωγή ήλεκτροισμού άπό τήν ήλιακή ένέργεια

Τό κόστος τής ήλεκτροπαραγωγῆς άπό ήλιακή ένέργεια μέ τά συστήματα πού υπάρχουν σήμερα είναι πολύ μεγάλο και δέ συμφέρει η έφαρμογή τους παρά μόνο σέ ειδικές περιπτώσεις. Η προτείνεται:

- Νά χρηματοδοτηθεῖ η έρευνα γιά τά φωτοβολταϊκά μέ ποσό 50 έκατ. γιά νά διερευνηθεῖ η δυνατότητα άναπτυξης τής τεχνολογίας των.
- Νά χρηματοδοτηθεῖ η έρευνα μέ ποσό 50 έκ. γιά τήν άναπτυξη θερμικών ήλεκτροπαραγωγικών ήλιακών συστημάτων κατά προτίμηση σέ συνδυασιό μέ τήν παραγωγή θερμού νερού.

ΒΙΟΜΑΖΑ

Οι μέχρι σήμερα άναπτυγμένες τεχνολογίες μετατροπῆς τής βιομάζας άναφέρονται στήν παραγωγή: ύγρων καυσίμων (αιθανόλης, μεθανόλης) στερεών και άερών καυσίμων και ήλεκτροισμού.

Η έρευνητική προσπάθεια γιά τήν βελτίωση τῶν μεθόδων και τήν άναπτυξη νέων, συνεχίζεται μέ έντατικό ρυθμό σέ πολλές χώρες.

Τό δυναμικό τής χώρας μας σέ βιομάζα είναι άξιόλογο. Μπορεῖ νά χωριστεῖ στίς έπόμενες κατηγορίες.

Φυτεῖες γιά παραγωγή ένέργειας και υπάρχοντα δάση

Ειδικές Φυτεῖες δέν υπάρχουν σήμερα στήν Έλλάδα. Είναι

όμως δυνατό μέ κατάλληλο σχεδιασμό νά διαπιτυχθούν στά έποδ-
μενα 20-30 χρόνια, φυτεῖες τής τάξεως τῶν 2000 km².

Τά υπάρχοντα δάση μποροῦν νά δώσουν θερμική ένέργεια τής
τάξεως τῶν 2×10^{12} kcal τό χρόνο. Μέ συστηματική έκμετάλ-
λευση αύτό τό ποσό μπορεῖ να διπλασιαστεῖ χωρίς ύποβάθμιση
τοῦ δασικοῦ πλούτου.

Φυτικά ύπολείμματα (παραγωγή βιοαερίου καί αίθανόλης).

Τά φυτικά μας ύπολείμματα πού μποροῦν νά χρησιμοποιηθοῦν
γιά τήν παραγωγή βιοαερίου ή αίθανόλης ύπολογίζονται σέ
 5.4×10^6 τόνους τό χρόνο, πού δίνουν 4×10^{12} kcal τό χρόνο
θερμική ένέργεια. Αν έπίσης χρησιμοποιηθεῖ μέρος μόνο τής
άχυροκυτταρίνης τής θεσσαλικῆς πεδιάδας (580 χιλ. τόνοι τόν χρόνο),
μποροῦν νά παραχθοῦν 140 έκατομμύρια λίτρα αίθανόλης τό χρόνο
μέ κόστος 15.5 δρχ/λίτρο. Γιά τό σκοπό αύτό προτείνεται νά
κατασκευαστοῦν τέσσερα έργοστάσια στά έπόμενα 15 χρόνια μέ
ρυθμό δαπάνης 1 δισεκ. δρχ. τό χρόνο. Κάθε τέτοιο έργοστά-
σιο χρειάζεται τρία χρόνια γιά νά κατασκευαστεῖ. Είναι ίσμας
προηγουμένως άναγκαῖα δύο χρόνια γιά μελέτες καί κατασκευή
pilot plants.

Παραγωγή αίθανόλης από ζαχαρότευτλα

Τά ύγρα καύσιμα είναι άπαραίτητα καί γιά τά έπόμενα χρόνια,
άναντικατάστατα στίς μεταφορές.

Παρ'όλι πού, μέ αύστηρά οίκονομικά κριτήρια, ή παραγωγή αί-
θανόλης από ζαχαρότευτλα δέν είναι ουμφέρουσα (30,7 δρχ/
λίτρο), πρότείνεται ή ΐδρυση 14 έργοστασίων, παραγωγῆς, τό
καθένα, 100.000 λίτρων αίθανόλης τήν ήμέρα. Ο χρόνος γιά τήν
κατασκευή ένός έργοστασίου είναι τρία χρόνια. Προτείνεται
ή κατασκευή τοῦ πρώτου νά άρχισει τό 1984 καί ή κατασκευή
τῶν άλλων νά άλοκληρωθεῖ σέ 15 χρόνια. Από τό κόστος τῶν
30,7 δρχ/λίτρο, μόνο τό 10% άντιστοιχεῖ σέ συνάλλαγμα (κυρίως
άξια μηχανημάτων). Μέρος τοῦ προγράμματος αύτοῦ μπορεῖ νά χρη-
ματοδοτηθεῖ από τίς Εύρωπαικές κοινότητες.

Έκμετάλλευση σκουπιδιών, ύπονόμων, ζωϊκῶν περιττωμάτων.

Οι 0,6 έκατ. τόνοι σκουπιδιών, μέ καύση, μποροῦν νά δώσουν 2. 2.34×10^{12} kcal το χρόνο. Συμφερότερο όμως είναι, τά σκουπίδια νά άνακυκλώνονται καί άντι καψίματος, μέ τή μέθοδο τής πυρόλυσης, νά παράγονται καύσιμα (άέρια, ύγρα, στερεά). Στά έπομενα 5 χρόνια πρέπει νά κατασκευαστοῦν τά άπαραίτητα pilot plants.

‘Από τίς όργανικές υλες τῶν ύπονόμων, μπορεῖ νά παραχθεῖ βιο-αέριο. Σχετικές μελέτες πρέπει νά άρχισουν άμεσως. ‘Η τεχνολογία μετατροπῆς είναι εύκολη και γνωστή. Σάν παραπροϊόν λαμβάνεται λίπασμα. Τέλος τά ζωϊκά περιττώματα είναι 5616 χιλ. τόνοι το χρόνο μέ ένεργειακή άξια σέ βιοαέριο 4×10^{12} kcal το χρόνο. Μιά μικρή ποσότητα άπο αύτά (τό 30%) είναι άμεσως έκμεταλλεύσιμη. ‘Η μετατροπή αύτή έχει τό πλεονέκτημα ότι λύνει τό πρόβλημα μόλυνσης πού παρουσιάζεται άπο τήν απορριψή της καί δίνει σάν παραπροϊόν λίπασμα μεγάλης άξιας. Προτείνουμε τήν άμεση διεξαγωγή μελετῶν, κατασκευή προτύπων διαφόρων με-γεθῶν, καί οικονομική ένίσχυση μέ μορφή δανείων γιά δύο σε-έγκαθιστούν παρόμοιες μονάδες.

ΑΙΟΛΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΤΙΔΑ

Τό τεχνικά έκμεταλλεύσιμο αιολικό δυναμικό τής ‘Ελλάδας για τά έτη 1982, 1986 καί 1990 δίνεται άπο τόν πίνακα:

Τεχνικῆς έκμεταλλεύσιμο αιολικό δυναμικό
τής ‘Ελλάδας:

$$1,2 \times 10^{10} \text{ kWh} < E_{1982} < 11 \times 10^{10} \text{ kWh}$$

$$2,9 \times 10^{10} \text{ kWh} < E_{1986} < 19 \times 10^{10} \text{ kWh}$$

$$5,6 \times 10^{10} \text{ kWh} < E_{1990} < 29 \times 10^{10} \text{ kWh}$$

Λύτες οι τιμές πρέπει νά συγκριθοῦν μέ δλόκληρη τήν ήλεκ-τροικαργωγή τής ‘Ελλάδας πού τό 1980 ήταν 2×10^{10} kWh.

καί τό 1990 προβλέπεται νά μήν υπερβεῖ τά $5,4 \times 10^{10}$ kwh. Σημαντικό δεδομένο έπίσης είναι τό γεγονός ότι οι δαπάνες γιά τά αἰολικά έργα παραγωγής είναι περίπου 6% του ύψους μέτις δαπάνες γιά την άποληψη ήσης ενέργειας από άλλες πηγές.

Γενικό συμπέρασμα έποιμένως είναι ότι διάφοροι στήν "Ελλάδα πρέπει νά θεωρηθεῖ μαζί μέ τά υδροηλεκτρικά και τό λιγνίτη ή βασική πηγή ένέργειας γιά ήλεκτροπαραγωγή από τά τέλη της δεκαετίας τοῦ 80.

Στή μελέτη προτείνονται μέτρα γιά τήν λεπτομερειακή μέτρηση τοῦ αἰολικοῦ δυναμικοῦ της χώρας, τήν έγκατάσταση αἰολικῶν γεννητριῶν άγορασμένων από τό έξωτερού διανάπτυξη της έρευνας καί της διάτιστοιχης τεχνολογίας γιά τήν παραγωγή "Ελληνικῶν αἰολικῶν μηχανῶν.

Τό 1983 προτείνεται νά άρχισουν τά έργα:

- Μέτρηση ταχυτήτων άνεμου καί έντοπισμός άνεμων περιοχῶν της χώρας.
- Μελέτη, κατασκευή καί δοκιμή από "Ελληνικές έρευνη-τικές δημάρδες 3-4 μικρῶν αἰολικῶν μηχανῶν τῶν 10-20kw.
- Μελέτη μικτῶν έργων ήλεκτροπαραγωγῆς (αἰολικά-ηλεκτρικά υδροηλεκτρικά).

"Έγκατάσταση συγκριτημάτων αἰολικῶν μηχανῶν διαφόρων ξένων κατασκευαστῶν γιά νέα άποκτηθεῖ πείρα στήν λειτουργία μηχανῶν διαφόρων τύπων.

Τό 1984 προτείνεται νά άρχισουν τά έργα:

- "Έγκατάσταση μικρῶν μηχανῶν κατασκευασμένων στήν "Ελλάδα.
- Κατασκευαστικός φορέας νά διαλέξει τήν παραγωγή τους.
- Σχεδιασμός μηχανῶν ηεγαίνου μεγέθους ~ 100 kw.
- Κατασκευή μεικτοῦ (αἰολικοῦ-ηλεκτρικοῦ υδροηλεκτρικοῦ) έργου μέ τήν έγκατάσταση ξένων αἰολικῶν μηχανῶν μετρίου ή καί μεγάλου μεγέθους.

Τό 1987 προτείνεται νά άρχισουν τά έργα:

- Μηχανές μετρίου μεγέθους ~100 kw παρασκευασμένες στήν 'Ελλάδα, νά έγκατασταθούν καί νά λειτουργήσουν παράλληλα μέ εξένες παρόμοιες.
- Νά άρχισει ή παραγωγή μετρίου μεγέθους μηχανῶν.
- Νά έγκατασταθούν μερικές "μεγάλες" (~2 MW). Μηχανές ξένων κατασκευαστῶν.
- Νά άρχισει έρευνα καί κατασκευή στην 'Ελλάδα πρότυπου μεγάλης μηχανῆς.

Τό 1990 προτείνεται νά άρχισουν τά έργα:

- 'Ελληνική μεγάλη μηχανή νά έγκατασταθῇ δοκιμαστικά καί νά λειτουργήσει παράλληλα μέ το διασυνδεδεμένο δίκτυο.
- Κατασκευαστικός φορέας νά άναλάβει τη μαζική παραγωγή μεγάλων μηχανῶν.

ΓΕΩΘΕΡΜΙΑ

'Η 'Ελλάδα είναι μιά άπό τίς πλουσιότερες χώρες τῆς Εύρωπης καί τῆς Μεσογείου σέ γεωθερμικό δυναμικό καί ιδιαίτερα ύψηλής ένθαλπίας, κατάλληλο γιά τήν παραγωγή ήλεκτρικῆς ένέργειας.
Έκτιμαται ότι τό δυναμικό αύτό είναι γύρω στά 700 MWe.

Σχετικές έρευνες έχουν γίνει στήν 'Ελλάδα, στήν Μήλο καί στή Νίσυρο καί προβλέπεται ότι άπό τή Μήλο θά παραχθούν 100 MW καί άπό τή Νίσυρο 50 MW ήλεκτρικά.

Προτείνεται μέχρι τό 1990 νά τεθούν σέ λειτουργία οι σταθμοί Μήλου καί Νισύρου.

ΜΙΚΡΑ ΥΔΡΟΗΛΕΚΤΡΙΚΑ

Στήν 'Ελλάδα δέν άρχισε άκομη ή έκμετάλλευση τῶν μικρῶν ύδροηλεκτρικῶν σταθμῶν δάν καί υπολογίζεται ότι στή χώρα πυποροῦν νά κατασκευαστούν γύρω στούς 1000 σταθμούς μέσης ίσχυος 2 MW ή καθένας. Γενικώτερα ή έκμετάλλευση τοῦ ήδρο-

δυναμικού της χώρας είναι πολύ μεγαλύτερη καὶ ὁ ρυθμός της άνα-
πτυξης είναι έπισης μεγάρδος.

Γι' αύτό ποοτείνεται:

- Τά νέα ΥΗΕ πρέπει νά σχεδιαστοῦν ετσι $\ddot{\omega}$ στε
 ὅτι έτησιος συντελεστής έκμετάλλευσης της θύρως ιεντρικής
 ένέργειας πρέπει συνολικά νά αύξηθη στά 0,30 τουλάχιστον.
- Νά αύξηθεται η θύρωση λειτρική ίσχυς από τά 2139 MW πού θά είναι
 στό τέλος τού 1982 στά 5460 MW τό έτος 1990. Δηλ. αύξηση
 3321 MW ή 6,7 TWh/έτος.

Οι μεγαλύτεροι σταθμοί κάτω τῶν 20 MW θά καλύψουν
ισχύ περίπου 700 MW θά κοστίσουν 41,4 δισεκ. δρχ. Ήαί θά
παράγουν 1.4 TWh/έτος. Μποροῦν νά κατασκευάζονται 85 MW τό
χρόνο από τό 1983 έως τό 1990.

Έτησια δαπάνη 5.1 δισ. δρχ.

ΣΥΣΤΗΜΙΚΗ ΘΕΩΡΗΣΗ ΤΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΠΟΛΙΤΙΚΗΣ

Ι. - Εμμανουήλ Σαμουηλίδης
 Δέκτωρ, Τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών
 Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο

Περιεχόμενα

Περίληψη

1. Εισαγωγή
2. Συστημική Ανάλυση
3. Το ενεργειακό σύστημα: αναλυτική απεικόνιση
4. Το Ενεργειακό σύστημα των αποφάσεων
5. Αξιολόγηση των αποφάσεων, ανάλυση περιπτώσεων
6. Η συστημική ανάλυση στην αποκέντρωση των αποφάσεων
7. Αξιολόγηση των ήπιων μορφών
8. Συμπεράσματα

ΠΕΡΙΔΗΨΗ

Τα προβλήματα που συνδέονται με τη χάραξη της ενεργειακής πολιτικής είναι προβλήματα συστημικά. Σκοπός της εργασίας είναι να διερευνήσει τη συσχέτιση μεταξύ της χάραξης της ενεργειακής πολιτικής και της συστημικής Ανάλυσης, και να παρουσιάσει τη συμβολή που μπορεί να έχει η μεθοδολογία της τελευταίας στη διαδικασία της χάραξης της ενεργειακής πολιτικής. Δίνεται μια συνοπτική εικόνα της ταυτότητας της συστημικής Ανάλυσης. Το ενεργειακό σύστημα αναλύεται διαδοχικά σαν σύστημα, ενεργειακών ροών, αποφασιζόντων και στόχων. Εξετάζεται έτσι η συνεργασία μεταξύ των διαφόρων φορέων που έχουν την ευθύνη για τη λήψη των ενεργειακών αποφάσεων, και αναλύονται συγκεκριμένες περιπτώσεις αποφάσεων. Εντοπίζονται τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά που παρουσιάζει η αξιολόγηση των ήπιων μορφών ενέργειας. Τέλος επισημαίνεται η θετική συμβολή της συστημικής Ανάλυσης στις διαδικασίες χάραξης ενεργειακής πολιτικής, στις οποίες αναμένεται αυξημένη συμμετοχή των κοινωνικών ομάδων και αποκέντρωση στη λήψη των αποφάσεων.

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Τα προβλήματα που συνδέονται με τη χάραξη της ενεργειακής πολιτικής της χώρας, και γενικότερα με την παραγωγή και τη χρήση της ενέργειας σε εθνικό επίπεδο, είναι πολύπλοκα, αλληλένδετα, πολυκριτηριακά, διεπιστημονικά, και τέλος επιδέχονται πολλές λύσεις, αντίθετες ίσως μεταξύ τους, και διμος διλες "օρθές". Είναι, με άλλα λόγια, τα προβλήματα αυτά συστηματικά, δηλαδή προβλήματα που η αντιμετωπισή τους μπορεί να υποβοηθηθεί με τη Συστηματική Ανάλυση.

Σκοπός της εισγήσης που ακολουθεί είναι να διερευνήσει την συσχέτιση μεταξύ της χάραξης της ενεργειακής πολιτικής και της Συστηματικής Ανάλυσης, και να περιγράψει τη συμβολή που μπορεί να έχει η μεθοδολογία της τελευταίας στη διαδικασία της χάραξης της ενεργειακής πολιτικής.

2. Η ΣΥΣΤΗΜΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ

Θα μου επιτρέψετε καταρχή να αναφερθώ πιού συνοπτικά στη Συστηματική Ανάλυση και τα κύρια χαρακτηριστικά της.

Ο δρός Συστηματική Ανάλυση /1,2,3/ που έχει προέλευση μάλλον αμαρτωλή και οπωδήποτε πολεμοχαρή, δεν είναι απόλυτα καθιερωμένος. Συχνά χρησιμοποιούνται και οι δρόις "Επιστήμη των Συστημάτων" /4/ ή ακόμη και Επιστήμη των Αποφάσεων /2/. Άλλοτε πάλι ο δρός εναλλάσσεται με "την Επιχειρησιακή 'Ερευνα" αν και η τελευταία έχει φροντίσει αρκετά καλά να περιχαρακώσει τα χωράφια της και να προστατεύσει το εμπορικό της σήμα.

Προσπαθώντας κανείς να ορίσει τη Συστηματική Ανάλυση, θα μπορούσε να δώσει δύο ακραίες ερμηνείες και να τοποθετήσει δλούς τους ορισμούς ανάμεσα σ' αυτές: (α) Η Συστηματική Ανάλυση μπορεί να συμβάλλει στην αντιμετώπιση (σχεδόν) κάθε προβλήματος με τη βοήθεια των εννοιών του Συστήματος. (β) Η Συστηματική Ανάλυση διαθέτει περιορισμένο αριθμό τεχνικών για την αντιμετώπιση προβλημάτων μιάς ορισμένης κατηγορίας /4/.

Η Συστηματική Ανάλυση βασίζεται σε μιά ενιαία μεθοδολογία που διακρίνεται για τα εξής χαρακτηριστικά:

1. Χρησιμοποιεί την Συστηματική Προσέγγιση.

Αυτό σημαίνει ότι αντιμετωπίζει ένα σύνολο ως σύστημα που το περιχαρώνει και το ξεχωρίζει με δρια από το περιβάλλον. Το σύστημα περιέχει υποσυστήματα που βρίσκονται σε αλληλεπιδραση. Η συμπεριφορά του συνόλου μπορεί να ερμηνευθεί μόνον εάν είναι γνωστές οι αλληλεπιδράσεις δλων των υποσυστημάτων. Η Συστηματική Ανάλυση έχει σαν αντικείμενο την επιλογή του συστήματος, τον ορισμό των ορίων του, την επισήμανση των υποσυστημάτων του και σε συνέχεια την περιγραφή των αλληλεπιδράσεων τους. Ότιμος στόχος είναι νά έρμηνευθεῖ ή συμπεριφορά τού συστήματος· καί ο τελικός σκοπός νά έπιπτε υποθέτη διάλογος του, μέ άλλα λόγια νά προδιοριστούν έκεννες οι παράμετρες έλεγχου που θά προσάρσουν στό σύστημα τήν έπιθυμητή συμπεριφορά /3/.

2. Έχει χαρακτήρα διεπιστημονικό.

Δηλαδή, χρησιμοποιεί γνώσεις που προέρχονται από πολλές επιστήμες (μαθηματικά, φυσική, μηχανική, οικονομικά, ψυχολογία, κοινωνιολογία). Τα προβλήματα δεν αντιμετωπίζονται με επιστημονικές προκαταλήψεις ως προβλήματα μαθηματικών, ή προβλήματα φυσικής αντιμετωπίζονται απλά ως προβλήματα· μέσα από την ανάλυση θα προκύψει ποιά ή ποιές επιστήμες θα συμβάλλουν στην αντιμετωπισή τους.

3. Χρησιμοποιεί την Επιστημονική Μέθοδο.

Ακολουθεί δηλαδή την γνωστή διαδικασία των φυσικών επιστημών, παρατήρηση, υπόθεση, μετρήσεις και πείραμα, γενίκευση θεωρία. Εδώ ακριβώς, στο στάδιο των μετρήσεων και του πειράματος, συμπεριλαμβάνεται η χρήση αναλυτικών εργαλείων, των γνωστών μαθηματικών μοντέλων, που περιγράφουν τη συμπεριφορά των συστημάτων /2/.

Η παράθεση των χαρακτηριστικών αυτών δείχνει καθαρά την άμεση συσχέτιση των προβλημάτων της ενεργειακής πολιτικής με την Συστημική Ανάλυση. Πράγματι κακό το ενεργειακό σύστημα μιάς χώρας, είτε το δεί κανείς ως σύστημα ενεργειακών ροών /5/, είτε ως σύστημα αποφάσεων /6/ έχει δλεγ τις ιδιότητες ενός οργανωμένου συστήματος. Η συστημική συμπεριφορά των αποφάσεων είναι επίσης, κατά συνέπεια, προφανής: η απόφαση της νοικοκυράς για τη χρησιμοποίηση αερίου για το μαγείρευμα αντί της ηλεκτρισμού, θα επηρεάσει την απόφαση της βιομηχανίας που σκέπτεται να υποκαταστήσει το μαζούτ με ηλεκτρισμό σε μιά θερμική κατεργασία. 'Όσο για το διεπιστημονικό χαρακτήρα των προβλημάτων, η υπόμνηση και μόνο του διλήμματος της χρήσης πυρογενών ενέργειας για την παραγωγή ηλεκτρισμού, αρκεί. Και τέλος, είναι γνωστό πόσο η πολυπλοκότητα των ενεργειακών προβλημάτων κάνει επιθυμητή αλλά και δύσκολη την αναλυτική αντιμετωπισή τους.

3. ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ: ΑΝΑΛΥΤΙΚΗ ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗ

Το Εθνικό Ενεργειακό Σύστημα μιάς χώρας μπορεί να το θεωρήσει κανείς από πολλές σκοπιές. Θα ήθελα να σας προτείνω, στην εισήγηση αυτή, να το δούμε διαδοχικά ως

- . Σύστημα Ενεργειακών Ροών
- . Σύστημα Αποφάσεων
- . Σύστημα Στόχων

Η πρώτη θεώρηση, του Συστήματος Ενεργειακών Ροών, μας επιτρέπει να διατυπώσουμε με μαθηματικές σχέσεις την παρούσα διομή και την μελλοντική εξέλιξη του Εθνικού Ενεργειακού Συστήματος. Και τούτο είναι σημαντικό, γιατί προσφέρει το πλαίσιο για τη ποσοτική αξιολόγηση κάθε απόφασης που επηρεάζει τη δομή του συστήματος. Και, δπως είναι γνωστό, δλεγ οι σημαντικές αποφάσεις γύρω από το ενεργειακό μεταβάλλουν τη δομή του συστήματος.

Στο Σχήμα 1 εμφανίζεται το Εθνικό Ενεργειακό Σύστημα, στη πιο απλοποιημένη μορφή. Το σύστημα δέχεται σαν είσοδο τους ενεργειακούς πόρους, που μέσα από μιά σειρά διαδοχικών μετασχηματισμών μετατρέπονται στις ενεργειακές υπηρεσίες που αποτελούν την έξοδο του συστήματος. Παραδείγματα ενεργειακών πόρων είναι, ο λιγνίτης στα λιγνιτωρυχεία, το αργό πετρέλαιο στη γή, η ηλιακή ενέργεια* ενεργειακές υπηρεσίες αποτελούν οι υπηρεσίες που προσφέρει το ενεργειακό σύστημα στην οικονομία* μπορούν να μετρηθούν σε ενεργειακές μονάδες (θέρμανση χωρών, επιβατοχιλιόμετρα σε ιδιωτικά οχήματα ή σε φυσικές μονάδες π.χ. τόννοι παραγδμενού αλουμινίου).

Το Ενεργειακό σύστημα αποτελείται από τα εξής στοιχεία:

- . Ενεργειακές ροές (πρωτογενείς τελικές μορφές κ.λ.π.)
- . Εγκαταστάσεις μετασχηματισμού μιάς ενεργειακής ροής σε άλλη (σταθμού παραγωγής ηλεκτρού ενέργειας, διεύ-

λιστήρια, συσκευές χρήσεως κ.λ.π.)

Οι ενεργειακές ροές είναι φυσικά πεπερασμένου αριθμού δημοσιών και οι εγκαταστάσεις μετασχηματισμού. Οι τελευταίες αυτές θα πρέπει να ομαδοποιηθούν κατάλληλα. Η ομαδοποίηση θα εξαρτηθεί από την απόφαση που θέλουμε να αξιολογήσουμε και φυσικά θα επηρρεάσει το μέγεθος του μαθηματικού μοντέλου στο οποίο θα καταλήξουμε. Οι λιγνιτικοί σταθμοί ηλεκτροπαραγωγής αποτελούν μιά ομάδα τα οποία θα συστήματα θέρμανσης κατοικιών με πετρέλαιο αποτελούν μιά διαφορετική ομάδα τα οποία θα συστήματα θέρμανσης κατοικιών με υποκατηγορίες ακολουθώντας την διαίρεση της χώρας σε τρεις θερμοκρασιακές ζώνες.

Αυτή η ανάλυση μας επιτρέπει να διακρίνουμε δύο μεταβλητές που προσδιορίζουν το ενεργειακό σύστημα. Και οι δύο αναφέρονται στο έτος:

- . Η δυναμικότητα κάθε εγκατάστασης (π.χ. σε μονάδες ισχύος) x_j
- . Η ένταση της ενεργειακής ροής (π.χ. σε μονάδες ενέργειας) y_i

Αντιστοιχίζοντας τις εγκαταστάσεις μετασχηματισμού με τους κόμβους ενός ηλεκτρικού υπολόγιματος και τις ενεργειακές ροές με τις εντάσεις των κλάδων, μπορεί να διατυπώσει το παρακάτω σύστημα γραμμικών σχέσεων:

Για κάθε συσκευή j το άθροισμα των εισερχομένων ενέργειακών ροών ισούται με το άθροισμα των εξερχομένων

$$(1) \quad n_j \sum_i Y_{i(I,j)} = \sum_i Y_{i(o,j)} \quad i(I,j): \text{εισερχόμενες ροές στον κόμβο } j \\ i(o,j): \text{εξερχόμενες ροές στον κόμβο } j$$

Για κάθε συσκευή Παραγωγής και Χρησιμοποίησης Ενέργειας ισχύουν οι σχέσεις

$$(2) \quad n_j \sum_i R_{i(I,j)} = \sum_i Y_{i(o,j)} \quad \text{για κάθε κόμβο παραγωγής}$$

$$(3) \quad n_j \sum_i Y_{i(I,j)} = \sum_i D_{i(o,j)} \quad \text{για κάθε κόμβο που παριστάνει συσκευή χρησιμοποίησεως}$$

όπου:

R: ποσότητες ενεργειακών πόρων

D: ζήτηση ενεργειακών εισροών

n_j : συντελεστής απόδοσης της εγκατάστασης

Τέλος για κάθε συσκευή το άθροισμα των εξερχόμενων ενέργειακών ροών σχετίζεται με τη δυναμικότητα της συσκευής και φυσικά τη διαθεσιμότητα

$$(4) \quad \sum_i Y_{i(o,j)} = a_j x_i$$

όπου:

α_j: συντελεστής διαθεσιμότητας

Το ούστημα αυτό, εφόσον και το R (δηλαδή οι ποσότητες των ενεργειακών πόρων είναι άγνωστη ενεργειακή ροή) επιδέχεται άπειρες λύσεις. Μονοσήμαντη λύση είναι δυνατή σε ορισμένες περιπτώσεις εάν ζητηθεί η μεγιστοποίηση ή ελαχιστοποίηση μιάς συνάρτησης που είναι συνήθως το κόστος, τόσο των επενδύσεων όσο και των ενεργειακών ροών και έχει τη μορφή

$$(5) \min z = \sum_j c_j x_j + \sum_i c_i y_i$$

Μπορούμε έτσι να προσδιορίσουμε τη βέλτιστη δομή και λειτουργία του ενεργειακού συστήματος που ικανοποιεί μιά δεδομένη ζήτηση και ελαχιστοποιεί το κόστος /7/.

'Ενα τέτοιο μοντέλο δίνει τη δυνατότητα να αξιολογηθεί ως προς ένα κριτήριο που δεν είναι αναγκαστικά το κόστος, οι-αδήποτε επενδύσιες απόφαση για την παραγωγή ή χρήση της ενέρ-γειας:

- . Η ένταξη πυρηνικού σταθμού για ηλεκτροπαραγωγή
- . Η εισαγωγή φυσικού αερίου στο ενεργειακό μας σύστημα
- . Η υποκατάσταση του μαζούτ από άνθρακα στη βιομηχανία
- . Η αυξημένη μόνωση των κατοικιών

Τέλος με τη βοήθεια του μοντέλου αυτού μπορούν να αξιολογηθούν πολλές εναλλακτικές εικόνες, πολλά εναλλακτικά σενάρια, εξέλιξης του ενεργειακού συστήματος, μέσα σ' ένα χρονικό ορίζοντα που μπορεί να κυμαίνεται από 5 έως 50 χρόνια. Σαν κριτήρια μπορύν να χρησιμοποιηθούν όχι μόνο το κόστος αλλά ο, τιδήποτε είναι δυνατό να ποστικοποιηθεί:

- . Ποσότητα πρωτογενούς ενέργειας
- . Ποσότητα εισαγομένης ενέργειας
- . Αξία εισαγομένης ενέργειας
- . Ρύπανση (εδώ με κάποια ερωτηματικά)

Είναι δυνατόν να υπάρχει και συνδυασμός περισσοτέρων κρι-τηρίων. Μιά τέτοια αναλυτική απεικόνιση του ενεργειακού συ-στήματος έχει πολλές αδυναμίες /6/. Ίσως δύως είναι η λιγό-τερο καινή από τις χειρότερες λύσεις.

Ως εδώ αναφερθήκαμε στην αναλυτική απεικόνιση του ενερ-γειακού συστήματος θεωρώντας δτι οι μόνες αλληλεπιδράσεις του με το περιβάλλον γίνονται μέσα από ενεργειακές εισροές και εκροές. Αυτό είναι δύως μία σημαντική απλοποίηση. Στην πραγματικότητα το ενεργειακό σύστημα συνδέεται με το περιβάλ-λον του, οικονομικό - κοινωνικό - πολιτικό - φυσικό, με ένα μεγάλο αριθμό μεταβλητών /8/. Μιά προσπάθεια ένταξης του ενεργειακού συστήματος στο περιβάλλον του δίνεται στο Σχήμα 2. Στο Σχήμα αυτό φαίνεται ακόμη και η διαδικασία αναλυτικού σχεδιασμού του ενεργειακού συστήματος, στην οποία λαβαίνονται υπόψη οι αλληλεπιδράσεις με το περιβάλλον του.

4. ΤΟ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΤΩΝ ΑΠΟΦΑΣΕΩΝ

Μέχρις εδώ είδαμε το Ενεργειακό Σύστημα σαν ένα σύστημα ροών. Όμως το ενεργειακό σύστημα είναι ακόμη και ένα σύστημα αποφάσεων, και ένα σύστημα αποφασιζόντων, που φυσικά μπο-

ρει να αντιστοιχισθεί και με ένα σύστημα (ιεραρχημένων) στόχων.

Στο Σχήμα 3 φαίνονται οι αποφασίζοντες που διαμορφώνουν το εθνικό ενεργειακό σύστημα. Προτού αναλυθεί το Σχήμα πρέπει να τονισθεί ότι το θέμα σχετίζεται με το θεσμικό πλαίσιο του ενεργειακού τομέα. Γιατρό στο σημείο αυτό θα μιλήσουμε γενικά, και ότι θα επανέλθουμε στη συνέχεια.

Το σύστημα των αποφασιζόντων περιλαμβάνει:

- . Τους καταναλωτές της ενέργειας
- . Τους παραγωγούς της ενέργειας
- . Τον φορέα του ενεργειακού προγραμματισμού
- . Τον φορέα του προγράμματος ανάπτυξης
- . Την πολιτική ηγεσία

Από τους παραπάνω αποφασιζόντες οι δύο φορείς του ενεργειακού προγραμματισμού και του προγράμματος ανάπτυξης δεν υπάρχουν σήμερα στο ελληνικό θεσμικό πλαίσιο. Η παρουσία τους εξυπηρετεί σκοπούς που ακολουθούν.

Οι Καταναλωτές Ενέργειας έχουν στόχο την εξυπηρέτηση των κοινωνικών αναγκών τους, δημοσίευσης έχουν στόχο την ενέργειακές υπηρεσίες. Οι αποφάσεις που παίρνουν αναφέρονται: (α) Επιλογή τελικής μορφής ενέργειας, (β) Επιλογή συσκευής χρήσεως, (γ) Βαθμός χρησιμοποίησης της συσκευής χρήσης. Παράγοντες που επηρεάζουν τις αποφάσεις τους: το εισδόημά τους, οι τιμές της ενέργειας, οι πολιτιστικοί και παραδοσιακοί παράγοντες. Έχει αποδειχθεί ότι τα κριτήρια των αποφάσεών τους δεν είναι πάντα οικονομικά. Και αυτός είναι ο λόγος που τα μέτρα για εξοικονόμηση σε πολλές χώρες δεν ήταν τόσο αποτελεσματικά, δύο ανέμεναν σχεδιαστές της ενέργειακής πολιτικής.

Οι Παραγωγοί της Ενέργειας, ή ακριβέστερα οι Παραγωγοί των Τελικών Μορφών Ενέργειας, έχουν σκοπό να ικανοποιήσουν τις ανάγκες των καταναλωτών σε μια συγκεκριμένη μορφή τελικής ενέργειας, δημοσίευσης, από τέσσερις παρουσιάζονται τώρα και αναμένεται ότι θα εξελιχθούν δυναμικά μέσα στο χρόνο. Οι βασικές τους στρατηγικές αποφάσεις είναι η επιλογή του εξοπλισμού τους, με άλλα λόγια το πρόγραμμα των επενδύσεων και λειτουργικές του αποφάσεις είναι η τιμολογιακή πολιτική και η αξιοποίηση των εγκαταστάσεων. Επειδή υπάρχουν πολλοί παραγωγοί ενέργειας, ένας για κάθε τελική μορφή, υπάρχει ανάγκη συντονισμού τους. Με άλλα λόγια, που ίσως φανούν κυνικά αλλά βασίζονται στις γνωστές αρχές για την επιβίωση των συστημάτων /9/, επειδή ο παραγωγός του ηλεκτρισμού θέλει να μεγιστοποιήσει το μερίδιο του ηλεκτρισμού στην αγορά των τελικών μορφών, θα πρέπει να υπάρχει κάποιος που θα κατανείμει την αγορά των τελικών μορφών σε κάθε μορφή. Αυτός ο κάποιος είναι στο Σχήμα 3, ο φορέας του Ενεργειακού Προγράμματος.

Ο Φορέας Ενεργειακού Προγράμματος έχει λειτουργία συντονιστική. Σκοπός του είναι να ικανοποιήσουν οι ανάγκες των καταναλωτών σε τελικές μορφές ενέργειας γενικά, και δχλι μερικά για κάθε μορφή. Οι στόχοι του είναι γενικότεροι, σε ανώτερο επίπεδο από τους στόχους των παραγωγών της ενέργειας. Το θέμα δημοσίευσης της κατανομής, του μοιράσματος, δεν τίθεται μόνο μεταξύ των τελικών μορφών της ενέργειας. Τίθεται και σε ένα πιο ψηλό επίπεδο, μεταξύ του ενεργειακού τομέα και των άλλων τομέων της οικονομίας. Χαρακτηριστικό παράδειγμα οι επενδύσεις (που; για κατασκευή ενεργειακών έργων, ή έργων οδοποιησίας, ή έργων βιομηχανικών;) αλλά και το πρόβλημα της Τύρφης:

συμφέρει η έκταση των Φιλίππων να κατανεμηθεί για την παραγωγή ηλεκτρισμού ή για γεωργική εκμετάλλευση;

Αυτός ο Συντονιστικός ρόλος μεταξύ τομέων της οικονομίας επιφυλάσσεται στον φορέα του Προγράμματος Ανάπτυξης, του Σχήματος 3. Ο φορέας αυτός και οι σκοποί του δεν εντάσσονται στο ενεργειακό σύστημα¹ εντάσσονται σε ένα σύστημα ευρύτερο που είναι το κοινωνιοκοινομικό σύστημα. Σκοπός του είναι η ικανοποίηση των κοινωνικών αναγκών και σήμερα και σε μιά μακροχρόνια προοπτική. Οι στόχοι του και τα κριτήρια είναι οι οικονομικές, κοινωνικές, εθνικές. Η αξιοποίηση των εγχώριων πόρων, δχι μόνο των ενεργειακών αλλά και των φυσικών γενικότερα, αποτελεί στόχο εθνικό (μειώνει την εξάρτηση) και οικονομικό (στο μέτρο που ανακουφίζει το ισοζύγιο εξωτερικών πληρωμών), δημοκρατικές και η προστασία του περιβάλλοντος αποτελεί στόχο κοινωνικό (βελτιώνει την ποιότητα ζωής). Οι στόχοι αυτοί αποτελούν στόχους του φορέα του Προγράμματος της Ανάπτυξης.

Όμως η ύπαρξη πολλών στόχων, δχι μόνο στο επίπεδο του φορέα του Προγράμματος Ανάπτυξης, αλλά σε κάθε επίπεδο, δημιουργεί την ανάγκη μιάς σύνθεσης. Επειδή η σύγκριση μεταξύ δύο αποφάσεων μπορεί να γίνει μόνο μονοδιάστατα, επάνω σε ένα και μοναδικό άξονα, υπάρχει ανάγκη βαθμολόγησης κάθε στόχου με ένα συντελεστή βαρύτητας, και στη συνέχεια σύνθεσης των βαθμολογημένων πιά στόχων, σε ένα σύνθετο στόχο. Και αυτή την πολύπλοκη και υπεύθυνη δουλειά θα κάνει η Πολιτική¹ Ηγεσία στο Σχήμα 3. Οι στόχοι αυτοί μπορεί να συνδέονται και να ταυτίζονται με διαφορετικές κοινωνικές ομάδες, π.χ. αξιοποίηση της τύρφης των Φιλίππων με τον αγροτικό πληθυσμό της περιοχής. 'Ετσι πολλές φορές η σύνθεση των στόχων ενέχει πολιτική διαδικασία. Επίσης στο επίπεδο αυτό τίθενται και πολύ βασικά διλήμματα δημοκρατίας: κατανομή πόρων μεταξύ της σημερινής και των μελλοντικών γεννιών, μεγαλύτερο ιδροτος με μικρότερη εξάρτηση ή αντιστροφα η.λ.π. Διλήμματα που μόνο η πολιτική αρχή μπορεί να ξεκαθαρίσει.

Το σύστημα αυτό των Αποφάσεων που αναλύθηκε προηγούμενα μπορεί να αντιστοιχισθεί και με ένα σύστημα στόχων καθόσο για κάθε αποφάσιζοντα υπάρχει και ένα σύνολο στόχων. Την αντιστοιχία αυτή, που φαίνεται στο Σχήμα 4, θα συζητήσουμε αναφεύομενοι σε συγκεκριμένο παράδειγμα.

5. ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΑΠΟΦΑΣΕΩΝ: ΑΝΑΛΥΣΗ ΠΕΡΙΠΤΩΣΕΩΝ

Ερχόμαστε τώρα να εξετάσουμε συγκεκριμένες περιπτώσεις αποφάσεων για να δούμε πώς η Συστημική Ανάλυση μπορεί να βοηθήσει. Θα ξεκινήσουμε με την αξιοποίηση της Τύρφης των Φιλίππων.

Οι αποφάσεις που σχετίζονται με την αξιοποίηση της Τύρφης είναι πολλές και αλληλοσχετισμένες. Ενδεικτικά θα μπορούσαν να αναφερθούν μερικές:

1: Η λέξη "πολιτική" στη γλώσσα μας αποτελεί αντικείμενο σύχισης. Χρησιμοποιείται σαν επίθετο (*political*) χρησιμοποιείται σαν ουσιαστικό για να περιγράψει τον χώρο των πολιτικών ιδεών· τέλος χρησιμοποιείται σαν ουσιαστικό πάλι για να περιγράψει το σύνολο των αποφάσεων που χαράσσουν ένα πλαίσιο σε ένα συγκεκριμένο τομέα (*policy*).

- . Αξιοποίηση του κοιτάσματος
- . Βάθος και έκταση του ορυχείου
- . Τεχνολογία απόληψης της τύρφης
- . Τεχνολογία καύσης της τύρφης
- . Χώρα προέλευσης της τεχνολογίας
- . Ισχύς σταθμών ηλεκτροπαραγωγής
- .κ.λ.π.

Ας ξεκινήσουμε από έναν αποφασίζοντα που είναι η Δημόσια Επιχείρηση Ηλεκτρισμού. Το πρώτο βήμα για τη ΔΕΗ, στη διαδικασία του προγραμματισμού των έργων της είναι, φυσικά, διασύνδεση γνωρίζουμε, η προβλέψη για τις ανάγκες της οικονομίας σε ηλεκτρική ενέργεια, στο μέλλον. Και εδώ τίθεται ένα πρώτο πρόβλημα, που ήδη μνημονεύθηκε παραπάνω. Για την εκτίμηση των μελλοντικών αναγκών, θα πρέπει να παρέμβει ο Φορέας του Προγράμματος Κοινωνικής και Οικονομικής Ανάπτυξης, υπεύθυνος για να δώσει την εικόνα της μελλοντικής πορείας της οικονομίας σαν συνόλου, αλλά και κάθε τομέα χωριστά. Θα πρέπει να παρέμβει δύμας και η Αρχή του Ενεργειακού Προγράμματος για να προβλέψει τη συμμετοχή κάθε τελικής μορφής ενέργειας. Ως κινάρι έτσι η ΔΕΗ, ή οποιαδήποτε ΔΕΗ, από μία, ή ίσως και περισσότερες εναλλακτικές εικόνες για τις τις μελλοντικές εξελίξεις στη ζήτηση της ηλεκτρικής ενέργειας.

Σε ένα δεύτερο στάδιο, αντιστοιχίζει σε κάθε εικόνα της ζήτησης και ένα σύνολο έργων που ικανοποιούν τη ζήτηση. Για αυτή την αντιστοιχία υπάρχουν προηγμένες μαθηματικές τεχνικές-γραμμικού και δυναμικού προγραμματισμού και προσδομούσας που μάλιστα χρησιμοποιούνται από τη δική μας Δημόσια Επιχείρηση Ηλεκτρισμού. Για να προσδιορισθεί ένα "βέλτιστο" τέτοιο πρόγραμμα σταθμών ηλεκτροπαραγωγής θα πρέπει να ορισθεί και ένα κριτήριο που θα ανταποκρίνεται σε ένα στόχο της ΔΕΗ. Και το πρώτο κριτήριο που τίθεται για μια επιχείρηση που θέλει να επιβιώσει αυτοδύναμα σε μακροχρόνια προοπτική είναι η μεγιστοποίηση του κέρδους της ή η ελαχιστοποίηση του κόστους. Και ας υποθέσουμε ότι ο σταθμός που θα χρησιμοποιεί Τύρφη περιλαμβάνεται στο Πρόγραμμα Ελάχιστου κόστους, με άλλα λόγια ο σταθμός της Τύρφης είναι πράγματι οικονομικός. Αυτό δύμας δεν αρκεί για να προχωρήσει η κατασκευή του. Υπάρχουν και άλλοι στόχοι, και άλλα κριτήρια αξιολόγησης, είντε στο επίπεδο του ηλεκτρικού υποσυστήματος είτε στο επίπεδο των υπερκειμένων συστημάτων.

Για να εκτιμηθεί η οικονομικότητα ή μη της Μονάδας της Τύρφης, θα πρέπει να γίνει η απόπειρα υπόθεση σχετικά με το κόστος της τύρφης. Και ο μόνιμος φορέας που μπορεί να προσδιορίσει το κόστος της τύρφης, το κοινωνικό κόστος κατά τους οικονομολόγους, είναι ο Φορέας του Προγράμματος Ανάπτυξης. Στο κόστος αυτό δεν περιλαμβάνονται μόνο το άμεσο χρηματικό κόστος εξόρυξης της τύρφης αλλά και δλεγκ οι συνιστώσες που αντιπροσωπεύουν τις επιπτώσεις αυτής της δραστηριότητας στην ανάπτυξη - περιβάλλον, οικοσύστημα, γεωργικός τομέας.

Και στο σημείο αυτό διαφαίνονται δύο εναλλακτικές διαδικασίες λήψης των αποφάσεων που καθορίζουν και τις σχέσεις του Υποσυστήματος του ηλεκτρισμού με το ανώτερο ενεργειακό σύστημα.

Πρώτη Εναλλακτική Διαδικασία. Ο Φορέας του Προγραμματισμού Αναπτύξεως καθορίζει την κοινωνική τιμή που η ΔΕΗ πρέπει να καταβάλλει για την τύρφη, και αφήνεται έτσι μόνη της η ΔΕΗ να αποφασίσει για τη μονάδα. Αυτή είναι η διαδικασία της

αποκεντρωμένης λήψης των αποφάσεων, όπου η ΔΕΗ είναι αυτόνομο κέντρο αποφάσεων.

Δεύτερη Εγαλλιαντική Διαδικασία. Η ΔΕΗ θεωρεί ως ιδιαίτερη της τύρφης μόνο το χρηματικό. Τότε το γεγονός και μόνο δια το σταθμός της τύρφης είναι οικονομικός δεν αρκεί για την ένταξή του. Η απόφαση της ΔΕΗ πρέπει να αξιολογηθεί και από τον Φορέα του Προγράμματος Αναπτύξεως ως προς οικονομικούς και κοινωνικούς στόχους. Αυτή η διαδικασία των αποφάσεων είναι εκείνη που απολογείται σήμερα και στη χώρα μας και σε πολλές άλλες χώρες.

Οι οικονομικοί και κοινωνικοί στόχοι ως προς τους οποίους πρέπει να αξιολογηθεί η απόφαση είναι, δημοσίευση και προηγούμενα αναφέρθηκε:

- Συμβολή στην ανάπτυξη
- Συμβολή στην ανάπτυξη της περιφέρειας
- Επίπτωση στο συναλλαγματικό ισοζύγιο
- Επιπτώσεις στο περιβάλλον
- Επιπτώσεις στην ισορροπία του οικοσυστήματος

Για να αναφέρουμε μόνο μερικούς. Και ας υποθέσουμε δια της αξιολόγησης ως προς δύο από τους στόχους είναι θετική. Και ο Φορέας του Προγράμματος ανάπτυξης δίνει το πράσινο φως για την μονάδα της τύρφης. Η διαδικασία δεν τελειώνει εδώ. Υπάρχει και η Κοινότητα των Φιλίππων, που οι κάτοικοι της καλλιεργούν τον τυρφώνα. Οι κάτοικοι της Κοινότητας, παρόλο που τους έχει εξηγηθεί δια το έργο περνάει δλα τα τέστ της Αρχής Προγραμματισμού, δεν δέχονται να εγκαταλείψουν τα χωράφια του. Είτε διότι θεωρούν δια της οικονομικά δεν συμφέρει σε μερικούς απ' αυτούς, είτε γιατί προτιμούν τη ζωή του αγρότη από τη ζωή του τεχνίτη σε ένα εργοστάσιο ηλεκτροπαραγωγής, είτε κ.λ.π. Και εδώ παρεμβαίνει η Πολιτική Ηγεσία, που θα ζυγίασει δύο από τους στόχους, αλλά και τις απόφεις της Κοινότητας Φιλίππων για να πάρει την τελική απόφαση. Και μάλιστα η Πολιτική Ηγεσία μπορεί να πει τελικά ναι στην τύρφη, όχι δύναται τεχνολογία από τον προμηθευτή των μηχανημάτων Α, που προτείνει η ΔΕΗ γιατί είναι ο φθηνότερος. επιλέγεται ο προμηθευτής Β, μιά άλλη χώρα, γιατί η συνεργασία μας με αυτή τη χώρα αναμένεται να έχει τα χαρακτηριστικά οφέλη.

Βλέπουμε λοιπόν πως σε μία απόφαση του Ηλεκτρικού Υποσυστήματος παρεμβαίνουν κριτήρια - στόχοι ανωτέρων υποσυστημάτων:

- Του ενεργειακού
- Του οικονομικού - κοινωνικού
- Του πολιτικού

Πολλές φορές κατακρίνονται οι Κυβερνήσεις γιατί παρεμβαίνουν στο έργο ανεξάρτητων δημόσιων επιχειρήσεων. Κατά τη γνώμη μας, η παρέμβαση της Πολιτείας κατά τον τρόπο που αναπτύχθηκε προηγούμενα είναι επιβεβλημένη. Μόνο που πρέπει να είναι παρέμβαση ξεκαθαρισμένη: που επεμβαίνει, για ποιό σκοπό, ποιές θα επωφεληθεί, ποιός θα ζημιώσει, ποιό το ιδιότος. Παρέμβαση με ξεκαθαρους λογαριασμούς. Μόνον έτσι θα μπορεί να αξιολογηθεί η λειτουργία μιάς οποιασδήποτε δημόσιας επιχείρησης. μόνο έτσι θα υπάρχει διοικητική ευθύνη, που χωρίς αυτή δεν μπορεί να υπάρξει αποτελεσματικό management και άρα ούτε βελτίωση της παραγωγικότητας.

Οι αποφάσεις που σχετίζονται με εξοικονόμηση αποτελούν επίσης παράδειγμα στο οποίο φαίνεται η χρησιμότητα της διαστη-

μικής Ανάλυσης. Είναι φανερό ότι η απόφαση για εξοικονόμηση μπορεί να αξιολογηθεί στο επίπεδο πολλαπλών συστημάτων με διαφορετικούς στόχους /10/:

- Στο επίπεδο του καταναλωτή με κριτήριο το ιδιωτικού ικανομικό κόστος
- Στο επίπεδο του ενεργειακού συστήματος - του εθνικού της χώρας με κριτήρια το μακροοικονομικό κόστος, ή την κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας
- Στο κοινωνιοκονομικό επίπεδο με κριτήρια εξάρτησης, ρύπανσης, συναλλάγματος, επιπτώσεων στην οικονομική δραστηριότητα
- Στο πολιτικό επίπεδο με κριτήρια βασικές έννοιες επιλογές για την ανάπτυξη

6. Η ΣΥΣΤΗΜΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΣΤΗΝ ΑΠΟΚΕΝΤΡΩΣΗ ΤΩΝ ΑΠΟΦΑΣΕΩΝ

Με τα παραδείγματα που αναφέρθηκαν, γίνεται φανερό πως η Συστημική Ανάλυση αποτελεί ένα άριστο μέσο επικοινωνίας μεταξύ των διαφόρων ομάδων αποφασιζόντων, συμβάλλοντας έτσι αποφασιστικά στην βελτίωση της διαδικασίας για τη χάραξη της ενεργειακής πολιτικής. Αυτό είναι ιδιαίτερα σημαντικό, σήμερα που παρατηρείται σε δλεγκτικές χώρες μια αυξανόμενη συμμετοχή κοινωνικών ομάδων στην διαδικασία χάραξης πολιτικής.

Ο πρώτος βασικός λόγος αυτού του φαινόμενου, της διευρυμένης δηλαδή συμμετοχής κοινωνικών ομάδων στη λήψη των αποφάσεων γύρω από το ενεργειακό, θα μπορούσε να αναζητηθεί στο γεγονός ότι η προηγμένη ενεργειακή τεχνολογία έχει πιά σημαντικές επιπτώσεις στο περιβάλλον και στην ποιότητα της ζωής μας, βλ. εγκατάσταση πυρηνικού αντιδραστήρα.

Ο δεύτερος λόγος συνδέεται πάλι με την τεχνολογία. Οι αποφάσεις για την εξοικονόμηση είναι αποκεντρωμένες* επίσης και η ανάπτυξη των ήπιων μορφών, στο βαθμό που συνδυάζεται με τεχνολογία μικρής κλίμακας, βοηθάει στην αποκέντρωση των αποφάσεων.

Τέλος υπάρχει και ένας τρίτος λόγος, και αυτός είναι η διοικητική αποκέντρωση που επιχειρείται σήμερα στη χώρα μας, και σε δλεγκτικές χώρες. Η ύπαρξη ενός ενεργειακού προγράμματος ανά δήμο ή ανά περιφέρεια, με βασικές επιλογές στο επίπεδο αυτό, ίσως να φαίνεται κάπως μακρυνή για τη χώρα μας, όπου η ενεργειακή δομή των αποφάσεων ήταν και εξακολουθεί να είναι απόλυτα συγκεντρωτική. Πάντως ας σημειωθεί ότι σε χώρες δημοκρατίας η Δανία, η Μ. Βρετανία και οι Ηνωμένες Πολιτείες, σε διαφορετικό βαθμό για κάθε μιά, αυτό αποτελεί σημερινή πραγματικότητα.

7. ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΩΝ ΗΠΙΩΝ ΜΟΡΦΩΝ

Και ερχόμαστε τώρα στην αξιολόγηση των ήπιων μορφών της ενέργειας. Τα συστήματα με ήπιες μορφές έχουν μερικά χαρακτηριστικά που ενδιαφέρουν ιδιαίτερα στην διαδικασία αξιολόγησης. Αυτά είναι:

- Αβεβαιότητα
- Μέγεθος
- Στόχοι ανωτέρων κλίμακών

Πραγματικά η τεχνολογία για τις ήπιες μορφές παρουσιάζει σε πολλές περιπτώσεις αβεβαιότητα ως προς τις εξελίξεις. Το

γεγονός αυτό καθιστά τις τεχνικές της ποσοτικής αξιολόγησης εξαιρετικά αδύναμες ακόμη και σε περιπτώσεις που χρησιμοποιεί ούνται μεθοδολογίες πιθανοθεωρίας και στατιστικής.

Τα ενεργειακά συστήματα των ήπιων μορφών ενέργειας είναι συνήθως μικρά μπροστά στο εθνικό ενεργειακό σύστημα. Έτσι είναι δύσκολή η ένταξη τους σε καθολικά μοντέλα αξιολόγησης που αναφέρονται στο εθνικό ενεργειακό σύστημα. Μιά τέτοια ένταξη θα κατέληγε στην κατασκευή ενός μαθηματικού μοντέλου με τεράστιες διαστάσεις, που ο χειρισμός του θα ήταν σχεδόν αδύνατος. Το μέγεθος εξάλλου των συστημάτων των ήπιων μορφών ενέργειας είναι εκείνο που θέτει και κάποιες οργανωτικές προδιαγραφές για την αξιοποίησή τους.

Το τρίτο χαρατηριστικό για την αξιολόγηση των ήπιων μορφών είναι ότι πέρα από το κριτήριο της οικονομικότητας, το οποίο άλλωτε ικανοποιείται, άλλωτε όχι, οι ήπιες μορφές συνήθως τεραρχούνται πολύ ψηλά ως προς άλλα κριτήρια: περιβάλλοντος, συναλλαγματικά, ενεργειακής ανεξαρτησίας, με άλλα λόγια κριτήρια που ανταποκρίνονται σε στόχους του κοινωνικού και οικονομικού συστήματος και όχι του ενεργειακού.

Τα τρία αυτά χαρατηριστικά, που συνδέονται με την αξιολόγηση των ήπιων μορφών της ενέργειας, δίνουν και ορισμένες κατευθύνσεις για το θεμικό πλαίσιο που απαιτεί η ανάπτυξη των ήπιων μορφών της ενέργειας:

- Πρώτο δεν θα πρέπει οι ήπιες μορφές να περιορισθούν σε μιά γωνία - ή με κάποια ελευθερία έκφρασης να στρέψουν - ενδέκονταίσιαν οργανισμού για τον οποίο οι ήπιες μορφές δεν είναι παρά ένα ποσοστό το πολύ 10% του ενεργειακού του ισοζύγιου, και αυτό μετά 20 ή 50 χρόνια.
- Δεύτερο οι ήπιες μορφές πρέπει να δεθούν με στόχους μακροχρόνιους και εξωενεργειακούς μαζί με ενεργειακούς

Οι παρατηρήσεις αυτές οδήγουν στο συμπέρασμα ότι η ίδρυση ενός Φορέα Ήπιων Μορφών, θα ήταν σκόπιμη για την ανάπτυξή τους. Βέβαια δύο γνωρίζουμε ότι η ίδρυση νέων οργανισμών στην Ελλάδα, ακολουθεί τον νόμο του Parkinson και ακόμη γνωρίζουμε ότι πολλές φορές ιδρύονται νέους οργανισμούς για να υπερπηδήσουμε την δυσκαμψία των υπαρχόντων δεν κάνουμε τίποτε άλλο παρά να δημιουργούμε νέες εστίες γραφειοκρατίας και χαμηλής απόδοσης. Παρόλα αυτά νομίζω ότι για την περίπτωση των ήπιων μορφών ένα τέτοιο μέτρο είναι σκόπιμο.

8. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

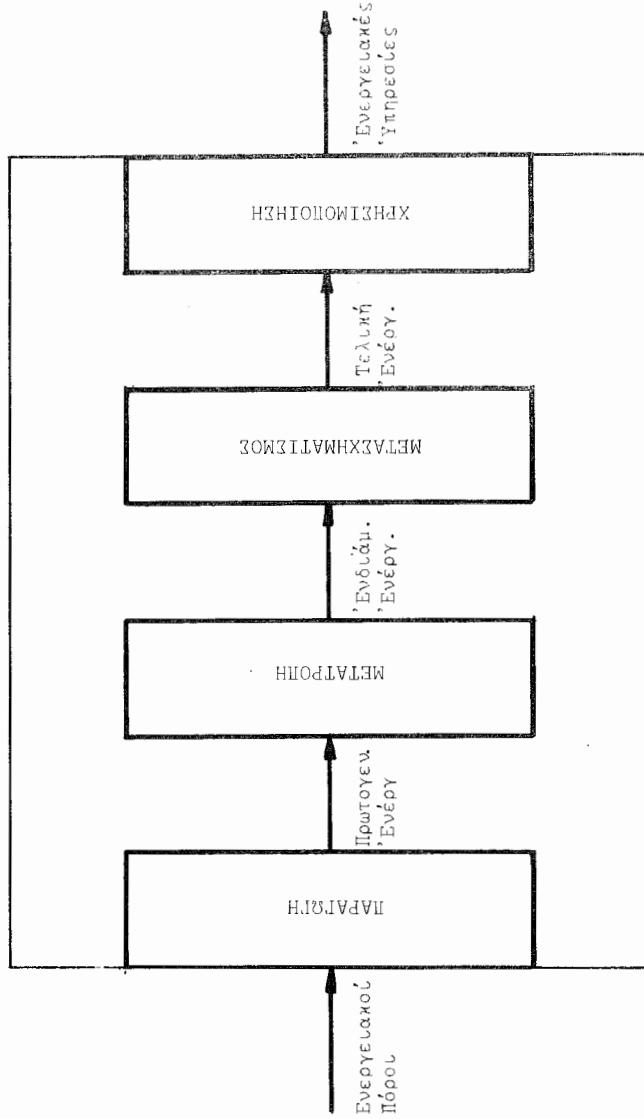
- 8.1. Η συστηματική Ανάλυση είναι μία συγκεκριμένη πειραματική επιστήμη που μπορεί να συμβάλλει στη βελτίωση των αποφάσεων γενικά, και ειδικά, των αποφάσεων της ενέργειας πολιτικής. Ειδικότερα η συμβολή της μπορεί να αναλυθεί σε τρεις συνιστώσες.
- 8.2. Πρώτα η συστηματική Ανάλυση βοηθάει στην διατύπωση του προβλήματος. Ποιδ είναι το σύστημα, τα όριά του, οι αλληλεπιδράσεις μεταξύ των καθοριστικών παραγόντων, οι αποφάσεις, οι στόχοι τους πραγματικοί και πλασματικοί.
- 8.3. Δεύτερο βοηθάει στην παραγωγή εναλλακτικών λύσεων, αποφάσεων, και στην ποσοτική εκτίμηση των επιπτώσεων τους, με την χρήση των αναλυτικών μοντέλων.
- 8.4. Τρίτο, που είναι συνδυασμός των προηγουμένων, διευκολύ-

νει την επικοινωνία μεταξύ των αποφασιζόντων και βελτιώνει έτσι τη διαδικασία χάραξης πολιτικής.

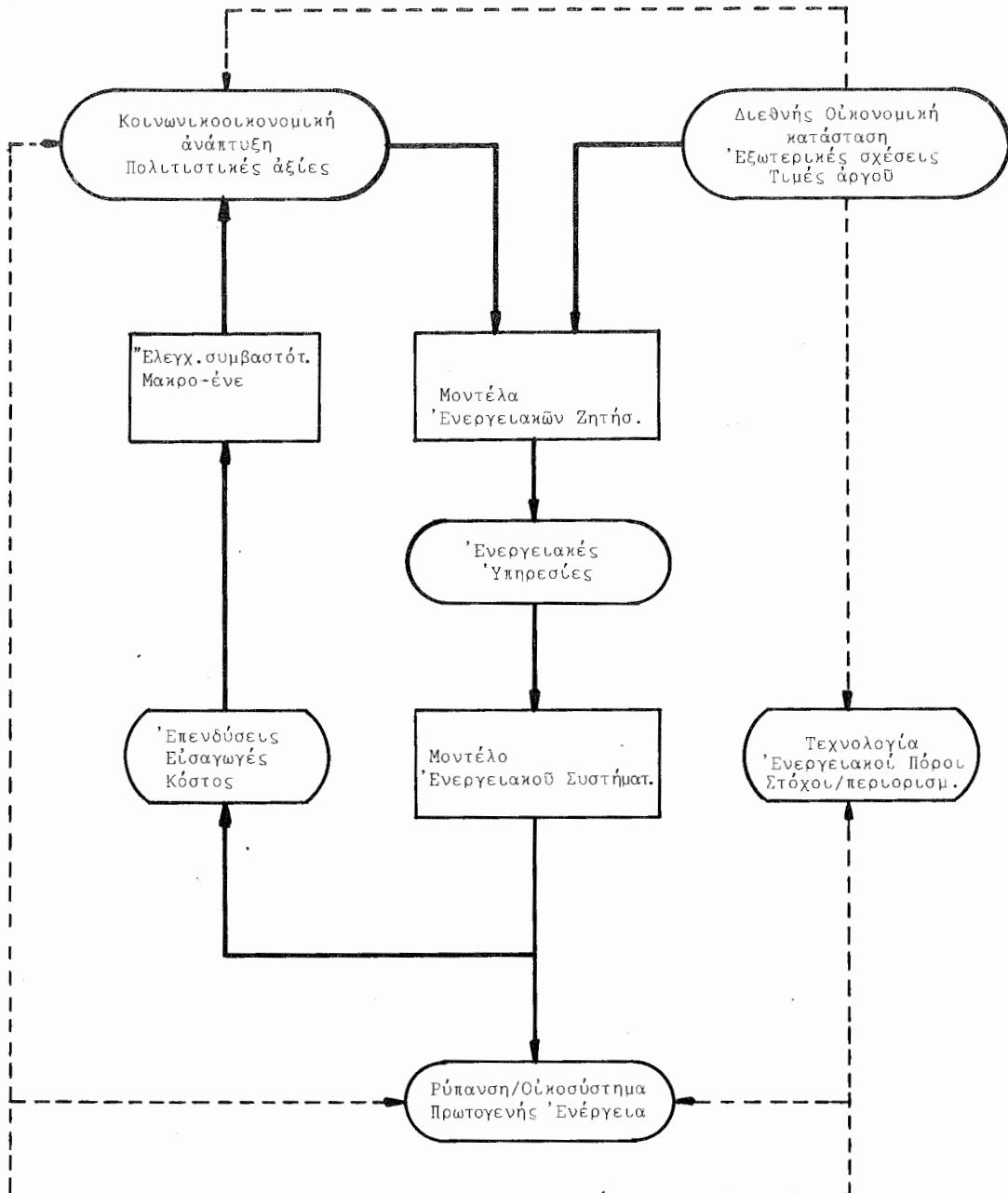
- 8.5. Το τελευταίο αυτό είναι σημαντικότατο, στη φάση της αναπτύξεως που βρισκόμαστε σήμερα, και που χαρακτηρίζεται από συνεχώς διευρυνόμενη συμμετοχή κοινωνιών ομάδων στη διαδικασία χάραξης της ενεργειακής πολιτικής.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

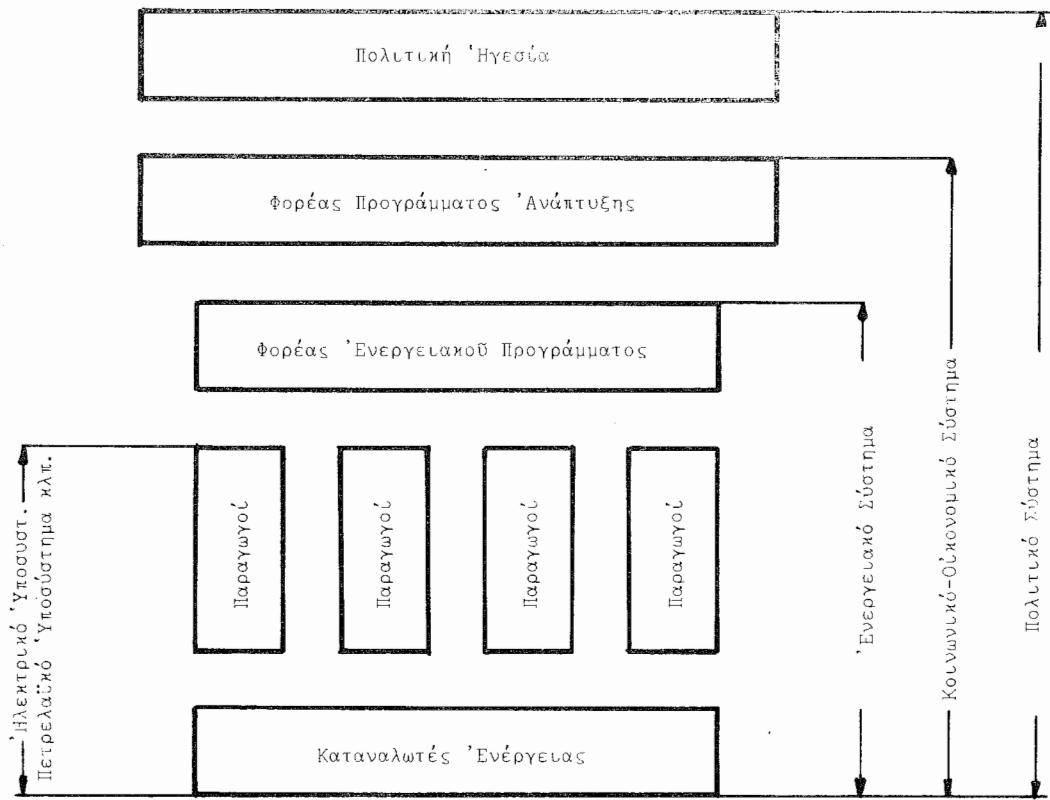
- /1/ LESOURNE J. (1982) From Operations Research to Systems Analysis: A Change in Vocabulary or a New Conceptual Framework. Proceedings of the 9th IFORS Conference, IB Brans (ed) Northholland, pp 953-956.
- /2/ BOARD ON SCIENCE AND TECHNOLOGY FOR INTERNATIONAL DEVELOPMENT (1976), Systems Analysis and Operations Research: A tool for Policy and Program Planning for Developing Countries. National Academy of Sciences, Washington DC.
- /3/ INSTITUTE FOR APPLIED SYSTEMS ANALYSIS (1980). Applied Systems Analysis: From Problem through Research to Use IIASA Conference, Laxenburg, Austria.
- /4/ BAYRAKTAR B.A. et al (1978), Education in Systems Science. Report of the Advanced Research Institute, Redwood Burn Ltd.
- /5/ SAMOYILIDIS J.E., KONTOROUPIS G., KOYMOYTSIS N. (1981), Methods for Evaluating Energy Conservation. In "Beyond the Energy Crisis: Opportunity and Challenge", Fazzolare, Smith (eds), Pergamon Press, N. York.
- /6/ SAMOUILIDIS J.E. (1980), Energy Modelling: A New Challenge for Management Science, OMEGA, The Int. Jl of Mgmt. Sci. Vol. 8, No 6, pp 609 to 621.
- /7/ SAMOUILIDIS J.E., ARABADZI-LADIA A. (1982), A Model for the Greek Energy System, European Journal of Operational Research, 9 (1982), 144-160.
- /8/ SAMOUILIDIS J.E., MITROPOULOS C.A. (1982), Energy - Economy Models: a Survey. European Journal of Operational Research, November 1982, forthcoming.
- /9/ EMERY J.C. (1969), Organizational Planning and Control Systems: Theory and Technology, The McMillan Company, London.
- /10/ ΣΑΜΟΥΗΛΙΔΗΣ Ι.Ε., ΨΑΡΡΑΣ Ι.Ε., ΓΚΟΥΜΑΣ Θ., (1982), Συστηματική Θεώρηση στην Αξιολόγηση Οικιακών Ηλιακών Συστημάτων. Πρακτικά Πρώτου Εθνικού Συνεδρίου για τις Ήπιες Μορφές Ενέργειας. Ινστιτούτο Ηλιακής Τεχνικής, Θεσσαλονίκη 20-22 Οκτ. 1982.



Σχήμα 1. Τό 'Ενεργειακό Σύστημα Ροῆν κατ' Εγκαταστάσεων.



Σχήμα 2. "Ενταξη του Ένεργειακού Συστήματος στό Περιβάλλον του.



Σχήμα 3. Θεώρηση της 'Ενεργειακής Πολιτικής ως Συστήματος
 'Αποφασιζόντων.

ΕΠΙΛΕΓΟ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ	ΑΠΟΣΤΟΛΗ/ΣΥΓΚΛΟΣ	ΣΤΟΚΟΙ/ΚΡΙΤΗΡΙΑ	ΑΠΟΦΑΣΕΙΣ
<u>Πολυτελέ</u>			
<u>Ολιανομελέ-κοινωνιανό</u>	'Ηγανοπούληση' ένεργειακών διαγνωστικών δραστηριοτήτων • ούλονομελέτην δραστηριοτήτων • καταναλωτέων για μακροχρόνια ηοικιανά και ουσική άναπτυξη	'Ανάπτυξη ΑΕΠ' 'Εξαρτηση/Άξιοποίηση έγχρωμων πόρων • περιφερειακή άναπτυξη • άποκεντρωση • Ισοδύναμο • περιβαλλον/ποιότητα ζωής	• Σύνθετη αριθηρίαν, πολυτελέων ομάδων • Κατανοή την πρέων (έπεισδος- σεις, άνθρωπων δυναμικό)
<u>Ένεργειακό</u>	'Ηγανοπούληση' ένεργειακών διαγνωστικών δραστηριοτήτων • ούλονομελέτην δραστηριοτήτων • καταναλωτέων για την μακροχρόνια ηοικιανά και ουσική άναπτυξη	'Ούλονομελέτης' • καταναλωτή πρωτογενούς ένέργειας	• Βέλτιστη σύνθεση ένεργειακού ίσοργυρου • Βέλτιστο σύστημα ένεργειακών μορφών
<u>Ηγανοπούληση</u>	'Ηγανοπούληση' την άναγκην σε ή- λεκτρισμό, • ούλονομελέτην δραστηριοτήτων • καταναλωτών για την μακροχρόνια ηοικιανά και ουσική άναπτυξη	'Ούλονομελέτης' • καταναλωτή πρωτογενούς ένέργειας	• Επιλογή έξοπλισμού-έκπτωσης • Αξιοποίηση έξοπλισμού • Τυπολογισμός πολιτική • Πολιτική έρευνας
<u>Καταναλωτές</u>	'Ηγανοπούληση' την ηοικιανά και ουσική άναπτυξη της ένεργειακής βιοπορείας	'Κόστος' • ποιότητα ένεργειακών υπηρε- σιών • πολιτιστικές καλ' παραδοσια- κές άναπτκες	• Επιλογή τελεκτής μορφής ένέρ- γειας • Επιλογή συσκευής χρήσεων • Βαθμός χρήσης πολιτικής ηοικιανών συκευών (Μόνωση)

ΠΙΝΑΚΑΣ 4. Ένεργειακό Σύστημα : Σκοπό-Στόχων/Κριτηρίων - Αποφάσεων.

**ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΕΣ ΔΥΝΑΤΟΤΗΤΕΣ ΚΑΙ ΠΡΟΟΠΤΙΚΕΣ ΓΙΑ ΗΛΙΑΚΑ
ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ**

‘Αθανάσιος-’ Ιωάννης Κ.ΠΑΠΑΔΗΜΗΤΡΙΟΥ
Διπλ.Μηχανολόγος-’Ηλεκτρολόγος Μηχανικός, ΕΜΠ
Πρόεδρος Ε.Κ.Σ.Ε.Η.Ε.

Κυρίες και Κύριοι Σύνεδροι,

Θά άνοιξα σήμερα τήν πρώτη ήμέρα τοῦ συνεδρίου μέ τήν ίδιατητα τοῦ Προέδρου τῆς “Ενωσης Κατασκευαστῶν Συστημάτων ‘Εκμετάλλευσης τῆς Ηλιακῆς ‘Ενέργειας”.

Τό θέμα μου είναι οι κατασκευαστικές δυνατότητες τῆς ήλιανικῆς βιομηχανίας στούς διάφορους τομεῖς έφαρμογῆς τῆς ηλιακῆς ένέργειας και ἀφορᾶ κύρια τά ένεργητικά συστήματα πού είναι άντικείμενα βιομηχανικῆς παραγωγῆς σέ άντιθεση μέ τά παθητικά πού είναι άντικείμενα κυρίως ἀρχιτεκτονικῆς σχεδίασης.

“Οπως είναι γνωστό οι κατευθύνσεις έφαρμοσμένης ήλιοτεχνίας πού ἔχουν άκινηθεῖ στό διεθνή χώρο είναι τρεῖς:

- α) ἀμεση μετατροπή τῆς ηλιακῆς ένέργειας σέ ήλεκτρική μέ τά φωτοβολταϊκά κύτταρα
- β) ἀμεση μετατροπή τῆς ηλιακῆς ένέργειας σέ θερμική χαμηλῆς ή μέσης θερμοκρασίας
- γ) μετατροπή τῆς ηλιακῆς ένέργειας σέ θερμική ύψηλῆς θερμοκρασίας και στή συνέχεια μετατροπής της σέ ήλεκτρική μέ έναν θερμοδυναμικό κύκλο.

Μέ τήν έναρξη τῆς ένεργειακῆς κρίσης, σχεδόν πρίν δέκα χρόνια, ή στροφή σέ παγκόσμιο έπίπεδο ἔγινε ἔντονη δεύτερη κατεύθυνση, δόπου ὑπῆρχε ήδη μιά πολύ καλή τεχνολογία στούς έπίπεδους κυρίως συλλέκτες και μιά σχετική έμπειρία στά προβλήματα τῆς έφαρμογῆς, γιά τά δόποια θά μιλήσουμε παρακάτω.

Ταυτόχρονα διατέθηκαν σημαντικά ποσά στήν ጀρευνα ἀπό τίς μεγάλες διεθνικές ἐταιρεῖες πάνω στήν πρώτη κατεύθυνση τῶν φωτοβολταϊκῶν στοιχείων καθώς και χρηματοδοτήθηκαν μεγάλα πειραματικά προγράμματα πάνω στήν τρίτη κατεύθυνση ἀπό ικανούς ή διεθνικούς φορεῖς.

Στή δεύτερη κατεύθυνση τῶν έφαρμογῶν χαμηλῶν θερμοκρασιῶν παρατηρήθηκε τό ἐξῆς φαινόμενο:

Στήν άρχη έμφαντηκαν στήν άγορά πολλές μεγάλες διεθνικές ἐταιρίες τοῦ τομέα ένέργειας και τοῦ τομέα τῶν ήλεκτρικῶν βιομηχανιῶν, πού ἐπένδυσαν μεγάλα ποσά γιά υπερφίαλα προγράμματα παραγωγῆς έπιπεδων συλλεκτῶν ἐλπίζοντας νά κατατήσουν τήν παγκόσμια ἀγορά.

“Ομως ή πράξη ἀπέδειξε δτι τά προβλήματα έφαρμογῆς δέν τούς ήταν ἀρκετά γνωστά, ἐνῶ παράλληλα ή κατασκευή τῶν έπιπεδων συλλεκτῶν δέν ἀπαιτούσε τεχνολογία τέτοια πού νό διαμορφώσει μονοπωλειακές καταστάσεις σέ ὥφελος τῶν μεγάλων κατασκευαστῶν. Τό ἀποτέλεσμα ήταν δτι μέσα σέ λίγα χρόνια οι ἐταιρίες αύτές είτε πούλησαν τίς παραγωγικές μονάδες τους, είτε τίς διέλυσαν. Βασική αίτια ήταν δτι είχαν νά άνταγωνιστούν πολλούς μικρομεσαίους κατασκευαστές σέ δλες τίς χώρες και ἀπευθύνοντας σέ ἔνα καταναλωτικό κοινό ἀποτελούμενο ἀπό πλήθος μικρῶν ἀγοραστῶν. Ή ταυτόχρονη διεθνής δύσκολη οίκονομική συγκυρία δέν ὅφησε τίς κυβερνήσεις νά ἐκταθούν σέ μεγάλα προγράμματα ικανούς έργων, δόπου ἐλπίζαν νά κατατήσουν μεγάλες δημοπρασίες. “Ετσι χάσαν τό συγκριτικό πλεονέκτημα τῶν μεγάλων διεθνικῶν δταν συναλλάσσονται μέ ικανούς φορεῖς, δόπου δύσκολα είσδούουν οι μικρομεσαίοι κατασκευαστές.

“Υστερα άπό αύτό, δημιουργία των μοιραίων, ή άγιορά σέ δλο τόν κόδιμο μοιράστηκε στούς μικρομεσαίους κατασκευαστές (μικρομεσαίους βέβαια μέ τα μέτρα τά διεθνή, δχι τά δικά μας).

“Ετσι πολλοί μεγάλοι φτράφηκαν πρός τόν τομέα τών φωτοβιολταινών, όπου ή διάδοσή τους ήταν καθαρά θέμα άναπτυξης έρευνας καί νέας τεχνολογίας. Πραγματικά ή πρόδος έκει ήταν καταπληκτική καί ή μελώση τού κόδιμους παραγωγής αφάνταστη. Φυσικά ούτε στόν τομέα αύτό φτάσαμε στό τέλος τής έξαλιξης. Αντίθετα πιστεύεται ότι τό πέρασμα στό λεγόμενο άμορφο πυρίτιο θά δώσει νέα διάσημη για άπότομη πτώση τής τιμής τών φωτοβιολταινών για νά μας διδηγήσει καποτε σέ έμπορικα συμφέρουσες τιμές άνά κωνικός άνταγωνισμες πρός τίς παραδοσιακές πηγές ήλεκτρικής ένέργειας. Στόν τομέα τών φωτοβιολταινών οί μικρομεσαίες έπιχειρήσεις δέν μπορούν νά κινηθούν παρά μόνον σάν διανομεῖς-έγκαταστάτες τού ίδιωτικού τομέα τής άγοράς. Ένω οί κρατικές συμβάσεις μοιραία θά μείνουν στά χέρια τών μεγάλων έταιρειών.

Στήν ‘Ελλάδα είδικα στά Φ/Β δέν υπάρχει ίδιωτικός τομέας τής άγοράς γιατί ή ΔΕΗ καλύπτει όλη τήν έπικράτεια καί ό πληθυσμός πού στερείται ήλεκτρικής παροχής δέν είναι ούτε 1%. Αντίθετα τό κόδιμος παραγωγής ρεύματος άπό τίς παραδοσιακές πηγές, για τήν ΔΕΗ, στά νησιά όπου κατοικει τό 15% τού πληθυσμού είναι τόσο υψηλό πού κάνει έλκυστική τήν ίδια έφαρμογής φωτοβιολταινών συμπληρωματικών πηγών. Φυσικά οί έγχωριες βιομηχανέις δέν μπορούν νά διακινδυνεύσουν έπεινδυσις σέ ένα καθεστώς μονοπωλίου τής ΔΕΗ. Ο μόνος δρόμος είναι είτε ή άγορά έτοιμων συστημάτων, δημιουργίας για τήν Κύθνο καί για τήν ‘Αγία Ρούμελη στήν Κρήτη, είτε ή συγκρότηση μιᾶς κατασκευαστικής μονάδας τής ΔΕΗ για τήν συναρμολόγηση τέτοιων συστημάτων άγοράζοντας τά βασικά φωτοβιολταινά στοιχεία άπό τούς λίγους κατασκευαστές πού υπάρχουν στήν διεθνή άγορά.

‘Από τούς δύο αύτούς φωτοβιολταινούς σταθμούς τής ΔΕΗ πρέπει πρώτα νά συναχθούν οί έξης έμπειρειές:

1. άπό τόν Φ/Β σταθμό τής Κύθνου: ποιά θά είναι ή έξοικονδμηση καυσίμων στόν τοπικό ήλεκτροπαραγωγικό σταθμό μετά τή διασύνδεση τών φωτοβιολταινών καί ποιός ό χρόνος άπόσβεσή των.
2. άπό τόν Φ/Β σταθμό τής ‘Αγίας Ρούμελης στήν Νότια Κρήτη, πού δέν είναι συνδεδεμένος μέ τό δίκτυο τού νησιού, περιμένουμε σημαντικότερες έμπειριες. Κατά πόσο δηλαδή θά άρκεστούν οί κάποιοι τής κοινότητας στήν ίσχυ καί ένέργεια πού θά τούς προμηθεύει ό Φ/Β σταθμός ή θά αύξησουν τίς καταναλώσεις τους σέ σημείο πού θά έξαναγκάσουν τήν ΔΕΗ νά τοποθετήσει καί ντηλεζογεννήτρια ή νά συνδεθει τελικά μέ τό δίκτυο τού νησιού.

‘Ενας παρόμοιος Φ/Β σταθμός πού τοποθετήθηκε πρίν μερινά χρόνια σέ μιά άπομονωμένη όρεινή κοινότητα ίνδιάνων Ναβάχο στίς ΗΠΑ είχε έξαιρετική έπιτυχία χάρη στήν άριστη κοινωνική συμπεριφορά τών κατοίκων τής κοινότητας πού προσάρμοσαν τίς άναγκες τους στήν διαθεσιμότητα ένέργειας τού σταθμού. ‘Αν στήν περίπτωση τής ‘Αγίας Ρούμελης δέν έχουμε ίδια άποτελέσματα τότε θά πρέπει νά στραφούμε σέ κατασκευές όχι κεντρικές άλλα άνεξάρτητες κατά άγροινά, δηπότε θά είναι δυνατή ή άναπτυξη τής έγχωριας βιομηχανίας συναρμολογήσεως μονάδων, για ίδιωτική χρήση έστω καί μέ κάποια κρατική βοήθεια καί προγραμματισμό.

Γιά τήν τρίτη κατεύθυνση τών μεγάλων Θ/Η σταθμών παραγωγής ύπαρχουν δύο ύποψήφια συμβαλλόμενα μέρη: τό μονοπώλιο τής ΔΕΗ καί τά διεθνή όλι γιοπώλια τών μεγάλων έταιριών πού θά έχουν άποκτησει πεῖρα άπό τά

προγράμματα πού ጀχουν χρηματοδοτηθεῖ ἀπό κρατικούς ή διεθνεῖς φορεῖς. Ἡ ἐλληνική βιομηχανία μόνον σάν ὑπεργολάβος θά μπορέσει νά πάρει κάποια δευτερεύουσα θέση.

Μέτα τήν ὑφεση τῆς ἐνεργειακῆς κρίσης εἶναι προβληματική πλέον ἡ ἀνταγωνιστικότητα τῶν συστημάτων αύτῶν σέ σχέση μέ τίς παραδοσιακές πηγές, ἀλλά πρέπει νά συνεχιστεῖ ἡ ἔρευνα τῶν δυνατοτήτων τους προπαντός ἀν χρηματοδοτηθοῦν ἀπό διεθνεῖς πηγές. Ἐξάλλου ποτέ δέν μπορεῖ νά εἶναι κανείς βέβαιος ὅτι τό ἐνεργειακό πρόβλημα θά συνεχίσει νά εἶναι σέ ὑφεση γιά πολύ καιρό ἀκόμα.

Ἄφοῦ ἔξετάσαμε τίς προοπτικές τῆς ἐλληνικῆς βιομηχανίας στά Φ/Β καί στά Θ/Η κεντρικά συστήματα ἡλεκτροπαραγωγῆς, θά ἐπανέλθω στίς πιό διαδεδομένες μορφές τῆς ἐκμετάλλευσης τῆς ἡλιακῆς ἐνέργειας μέ τούς ἐπίπεδους καί συγκεντρωτικούς γραμμικούς συλλέκτες χαμηλῶν καί μέσων θερμοκρασιῶν.

Οἱ συγκεντρωτικοὶ γραμμικοὶ συλλέκτες ἐφαρμόστηκαν ἐκτός Ἐλλάδος σέ περιπτώσεις κλιματισμοῦ μέ μονάδες ἀπορρόφησης (absorption) καί σέ περιπτώσεις βιομηχανιῶν ἐφαρμογῶν μέσης θερμοκρασίας ἀλλά σέ μικρή ἀλίμανα γενικά, γιατί δέν εἶναι οἰκονομικά ἀνταγωνιστικοί μέ τά κλασικά συστήματα παραγωγῆς ἐνέργειας.

Γιά τίς χαμηλές θερμοκρασίες κάτω ἀπό 65°C οἱ ἐπίπεδοι συλλέκτες εἶναι γενικά ἀνυπέρβλητοι καί πλεονεκτοῦν ἀπέναντι καί στούς συγκεντρωτικούς πού δέν πιάνουν τήν διάχυτη ἀκτινοβολία (10 - 30% τοῦ .συνόλου).

Οἱ ἐπίπεδοι συλλέκτες χρησιμοποιοῦνται γενικά γιά τή θέρμανση νεροῦ οἰκιακῆς χρήσης καθώς καί σέ ξενοδοχεῖα, ακινήτων καί βιοτεχνικές χρήσεις.

Μποροῦμε νά πούμε ὅτι μέχρι σήμερα ἀποτελοῦν τήν πιό διαδεδομένη πρακτική ἐφαρμογή ἐκμετάλλευσης τῆς ἡλιακῆς ἐνέργειας μέ ἀνταγωνιστική ίκανότητα πρός τίς παραδοσιακές πηγές ἐνέργειας. Στόν τομέα αύτό ἔχει ἀναπτυχθεῖ στήν Ἐλλάδα μιά εύρεια βιομηχανίκη καί βιοτεχνική δραστηριότητα πού δέξει νά ἀσχοληθοῦμε περισσότερο μαζί της.

Οἱ πρώτες κατασκευαστικές δραστηριότητες στόν τομέα τῶν ἡλιακῶν συστημάτων ζεστοῦ νεροῦ δρχισαν ἀπό τό 1975. Τότε τό ἀγοραστικό κοινό ἤταν πολύ ἐπιφυλακτικό ὅσο ἀφοροῦσε τίς πραγματικές δυνατότητες τῶν ἡλιακῶν συστημάτων. Οἱ ἐπιφυλάξεις ἀφοροῦσαν μόνο τό κατά πόσο πραγματικά μποροῦσε ἔνα τέτοιο σύστημα νά καλύψει τίς βασικές ἀνάγκες μιᾶς οἰκογένειας μέ ζεστό νερό καί γιά πόσο διάστημα τοῦ ἔτους.

Αύτές οἱ ἐπιφυλάξεις ξεπεράστηκαν μετά ἀπό τά δύο ή τρία πρῶτα χρόνια.

Τότε ὅμως ἐμφανίστηκαν καί τά πρῶτα προβλήματα, βασικά δευτερογενῆ, πού προέρχονταν ἀπό τά φαινόμενα διάβρωσης πού προκαλεῖ τό νερό στά μεταλλικά μέρη τῶν ἡλιακῶν θερμοσιφώνων.

Φυσικά ὅμοια προβλήματα ὑπήρχαν καί στούς ἡλεκτρικούς θερμοσίφωνες, ὅμως ὁ καταναλωτής εἶχε ἀποδεχτεῖ ὅτι ἔνας ἥλ.θερμοσίφωνας δέν ζοῦσε πολλά χρόνια. Κάνοντας ὅμως σύγκριση τιμῆς ἐνός ἥλ.θερμοσίφωνα τῶν 80 lt πρός τήν πολλαπλή σέ ὑψος τιμής ἐνός ἡλιακοῦ Θ/Σ τῶν 140 lt εἶχε αύτόματα τήν ἀπαίτηση καί ἡ διάρκεια ζωῆς τοῦ ἡλιακοῦ νά εἶναι πολλαπλάσια κατά τόν 1δισι συντελεστή.

"Ομως τά προβλήματα διαβρώσεως ήταν περισσότερο έντονα στούς ήλιακούς θερμοσίφωνες άπ' ότι στούς ήλεκτρικούς γιατί οι θερμοκρασίες ήταν πολύ πιο ύψηλότερες στούς ήλιακούς. "Ετσι ή έλληνική βιομηχανία τῶν ήλιακῶν βρέθηκε μπροστά σέ σημαντικά τεχνικά προβλήματα πού έως τότε δέγκει είχαν γίνει άντικείμενο έρευνας.

Οι πρωτοπόρες βιομηχανίες ήλιακῶν συστημάτων πού δημιουργήσαν καί τήν ΕΚΣΕΗΕ είχαν σάν καταστατικό όρο γιά τήν είσοδο χρήσης μέλους τήν μόνιμη άπασχόληση στήν παραγωγή ένός διπλωματούχου μηχανολόγου δύοποιος καί θά άποτελούσε τόν φορέα άνταλγαγής καί άξιοποίησης τεχνολογιών πληροφοριών μεταξύ τῶν μελών τής "Ενωσης. Αύτό πραγματικά βοήθησε πολύ τά μέλη στήν άντιμετώπιση τῶν τεχνικῶν προβλημάτων.

Οι κατασκευαστικές δυνατότητες τῶν μελών τής ΕΚΣΕΗΕ στό σύνολο τους σήμερα είναι 220.000 m² έτησίων ένων ή ζήτηση τής άγορᾶς δέν ύπερβαίνει τό 1/3. Πέρα από τά μέλη τής ΕΚΣΕΗΕ υπάρχουν καί άλλοι μικροί άλλα καί σημαντικοί κατασκευαστές μέ δύγνωστη παραγωγική ίκανότητα καί άγνωστες πωλήσεις.

Τό νά μιλάμε γιά έντονη συνένδυση νέων έπενδυσεων στόν τομέα αύτό είναι λάθος γιατί άλλοι πρέπει νά στρέψουμε τήν προσοχή μας.

Τό άνοιγμα τής άγορᾶς τῶν ήλιακῶν θερμοσιφώνων καί ή ταυτόχρονη πτώση τής ζήτησης άλλων μεταλλουργικῶν προϊόντων γύρω από τήν οίκοδομή έξαιτιας τής ιδιομητικής δραστηριότητας, προκάλεσε τήν έμφαντη στάση δεκάδες νέων κατασκευαστῶν, άνθρωπων πού ίσως - ίσως ήταν καλοί ήλεκτροροικολητές άλλα από έκειν καί πέρα είχαν δύγνοια τῶν ήλεκτροροικομητῶν προβλημάτων. Μέ τό θάρρος αύτής τής δύνοιας έπέλασαν στόν χώρο τῶν ήλιακῶν καί προκάλεσαν γενική σύγχυση. Από κοντά έμφαντηκαν καί οι είσαγωγεῖς τοῦ είδους πού σπεύσαν νά έπωφεληθοῦν πλασάροντας ξενικά προϊόντα πού δέν ήταν καθόλου άποδοτικότερα ή άνθεκτικότερα από τά καλά έγχωρια.

*Ακόμα μεγαλύτερη ήταν ή σύγχυση γύρω από τήν σωστή τιμή καί από τά κριτήρια ποιοτικής έπιλογής.

Περιττό βέβαια νά έπαναλάβουμε ότι δέν ύπηρε ένα κρατικό έπίσημο έργαστήριο έλέγχου. Πρόσφατα μόνο τά Πανεπιστήμια Θράκης καί Πάτρας πήραν τήν πρωτοβουλία νά Βοηθήσουν τούς έλληνες κατασκευαστές κάνοντας γιά λογαριάσμό τους μετρήσεις τοῦ βαθμοῦ άποδόσεως τῶν συλλεκτῶν τους σύμφωνα μέ τό πρότυπο τοῦ ΕΛΟΤ. Αύτό είναι μιά πολύ μεγάλη πρόδοιος πρός τήν κατεύθυνση τής βελτίωσης τής παραγωγής καί ή ΕΚΣΕΗΕ έκανε σύσταση στά μέλη της νά στελλούν στά δύο πανεπιστήμια συλλέκτες κατασκευής τους γιά νά έλεγχουν τήν άποδοσή τους. Πέρα από αύτό υπάρχει καί ένα έτοιμο πλέον σχέδιο προτύπου τοῦ ΕΛΟΤ γιά τόν έλεγχο θερμοσιφωνικῶν μονάδων συλλεκτῶν-δοχείου πού ζημιές προϋποθέτει έργαστήριο μέ τεχνητό ήλιο. *Ας έλπισουμε ότι σύντομα θά χρηματοδοτηθεῖ ήποιο έργαστήριο κρατικού φορέα ώστε νά άποκτησει τόν άναγκαιό έξοπλισμό γιά τόν έλεγχο αύτό.

*Η άναγκαιότητα συγκρότησης τέτοιου έργαστηρίου φαίνεται από τά παρακάτω:

Σύμφωνα μέ μιά έρευνα πού έγινε πέρυσι τόν *Ιούνιο γιά τούς λόγους πού κάνουν τό μέσο άγοραστή νά προτιμήσει μιά κάποια μάρκα ήλιακού θερμοσίφωνα από τίς άλλες τοῦ άνταγωνισμοῦ:

- μόνο 6% έξελεξε κάποια μάρκα μέ κριτήριο ότι είναι πιο προηγμένη τεχνικά
- έπισης μόνον 11%, διότι πίστευε ότι έχουν καλλίτερη άποδοση

ένω 18% είχαν σάν κριτήριο ότι ήταν γνωστή μάρκα και άλλο 25% είχαν τήν αύτογνωσία νά πούν ότι θά άγοράσουν αύτή τή μάρκα γιατί διαφημίζεται περισσότερο.

Δηλαδή τό 43% σύρεται εύθέως άπό τή διαφήμιση είτε συνειδητά είτε άσυνείδητα, ένω γιά τό 11% πού πίστευε ότι έχουν καλλίτερη άπόδοση πιθανώς ένα μέρος νά έχει έπιηρεαστεῖ άπό μιά καλοστημένη διαφήμιση, δεδομένου ότι δέν άπαρχουν άντικειμενικά κριτήρια τά δπούα θά δώσουν τήν έννοια τής καλλίτερης άπόδοσης.

"Ετσι λοιπόν οι έλληνικές βιομηχανίες (και δχι μόνον αύτές γιατί και σέ άλλες χώρες συμβαίνουν όμοια φαινόμενα) καλούνται νά έπιλεξουν δύο δρόμους: ή τήν συνέχιση τής δαπανηρής τεχνολογικής άναπτυξης μέ στόχο τό 6% τής άγορᾶς ή τήν διάθεση δαπανών στήν διαφήμιση μέ στόχο τό 43% τής άγορᾶς. 'Εσείς τί θά διαλέγατε;

'Ο πρώτος δρόμος είναι ό δύσκολος δρόμος πού ίπόσχεται ένα στέφανο δάφνης και ένα καλό δνομα στό νικητή. 'Ο δεύτερος δρόμος θά άμοιψει τούς νικητές μέ ποιό ούσιαστικά έπαθλα, μέ χρηματικά κέρδη σήμερα, και δχι μονοπάλιο ή άνυπαρξία στό μέλλον.

"Αν θέλουμε ή ήλιακή ένέργεια νά συνεχίσει μιά σωστή πορεία γιά κοινό άφελος πρέπει νά βρούμε τρόπο νά βοηθήσουμε τίς έλληνικές κατασκευαστικές βιομηχανίες και βιοτεχνίες νά στραφούν πρός τόν πρώτο δύσκολο μέν άλλά μέ προοπτικές, δρόμο τής τεχνολογικής έξέλιξης και ποιοτικής προόδου. 'Η σωστή βοήθεια θά ήταν ή έξαλειψη τῶν παραγόντων πού εύνούν τήν άναπτυξη τῶν παρασιτικῶν δραστηριοτήτων ψευτοκατασκευαστῶν, μέ προϊόντα άνεύθυνα κακής ποιότητας, γιατί δέν πρέπει ποτέ νά ξεχνούμε τήν παμπάλαιη άρχη ότι τό κακό νόμισμα διώχνει τό καλό νόμισμα, και διά συνεχιστεῖ γιά πολύ καιρό ή κατάσταση αύτή, ή έκμετάλλευση τής ήλιακής ένέργειας θά έχει γίνει ίστορίες νά τίς διηγούμαστε στά συνέδρια ψάχνοντας νά βρούμε γιατί κατάρρευσε ή βιομηχανία κατασκευαστής ήλιακῶν συστημάτων.

ΠΡΑΚΤΙΚΑ ΕΡΓΑΣΙΩΝ ΣΥΝΕΔΡΙΟΥ

ΠΡΑΚΤΙΚΑ ΕΡΓΑΣΙΩΝ ΣΥΝΕΔΡΙΟΥ

Οι έργασίες τού Πρώτου Εθνικού Συνέδριου γιά τίς "Ηπιες Μορφές Ένέργειας" έχουν ήχογραφηθεῖ καί διατίθενται στούς ένδιαφερόμενους σέ κασέτες.

Υπάρχουν 10 όμαδες κασετών (βλ. παρακάτω). Κάθε όμάδα καλύπτει μία αίθουσα γιά μιά μέρα.

Παραγγελίες μποροῦν νά γίνουν γιά όμαδες καί δχι γιά χωριστές κασέτες.

ΟΜΑΔΑ	ΑΙΘΟΥΣΑ	ΗΜΕΡΑ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΚΑΣΕΤΩΝ
00	Τελετή έναρξης - Συμπεράσματα	1η	2
11	Α	2η	6
12	Α	3η	8
13	Α	1η	8
21	Β	2η	5
22	Β	3η	6
23	Β	1η	4
31	Γ	2η	4
32	Γ	3η	5
33	Γ		4

Κάθε κασέτα είναι άριθμημένη μέ ἕνα τρψήφιο άριθμό (π.χ. 232) πού δηλώνει:

αίθουσα — αύξων άριθμός κασέτας
232 τήν ημέρα αύτη



Πρός τό Ινστιτούτο 'Ηλιακής Τεχνικής
'Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης
Τηλ (031) 9912649

Έπιθυμῶ νά προμηθευτῶ πρακτικά τού Πρώτου Συνέδριου γιά τίς "Ηπιες Μορφές Ένέργειας"

ΟΝΟΜΑΤΕΠΩΝΥΜΟ:

ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ:

ΠΟΛΗ:

T.T.

Τηλ.

όμαδες πού έπιθυμῶ
(σημειώστε άντιστοιχα)

00	11	12	13	21
22	23	31	32	33

Κάθε κασέτα χρεώνεται 250 δρχ. Τό ποσό θά υπολογιστεῖ
άπό τό σύνολο τῶν κασετῶν. Η άποστολή θά γίνει μέ
άντικαταβολή.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ ΠΡΑΚΤΙΚΩΝ

Αριθμός κασέτας	Περιεχόμενο κασέτας	Θρίσκεται στον τόμο
001	<ul style="list-style-type: none">– Κήρυξη έναρξης Συνέδριου από τον Πρύτανη του Α.Π.Θ.– Χαιρετισμός Υπουργού Εργασίας και Φυσικών Πόρων κ. Ευάγγελο Κουλουμπή– Εναρκτήρια ομιλία του καθ. κ. Κ. Πάττα, πρόεδρου του ΙΗΤ– Συμπεράσματα Συνεδρίου	Πρακτικά σ. 10
	<ul style="list-style-type: none">– Συμπεράσματα Συνεδρίου (συνέχεια)– Συζήτηση– Προτάσεις	Πρακτικά σ. 9
002		Πρακτικά σ. 11
		Συμπεράσματα

Αριθμός κασέτας	Περιεχόμενο κασέτας	Συγγραφέας	Βρίσκεται στον τόμο
111	<ul style="list-style-type: none"> – Κατασκευαστικές δυνατότητες και προ-οπτικές για ηλιακά συστήματα στην Ελλάδα – Συζήτηση – Πρότυπο ηλιακό κτίριο της Εθνικής Μετεωρολογικής Υπηρεσίας στα Σούρμενα Αττικής 	I. Παπαδημητρίου	Πρακτικά σ. 47
112	<ul style="list-style-type: none"> * συνέχεια της προηγούμενης ομιλίας – Σχεδιασμός παθητικών ηλιακών κατοικιών σε οικιστικές περιοχές μεγάλης πυκνότητος – Το ηλιακό χωριό στη Λυκόθρυση. Η αρχιτεκτονική του, παθητικά συστήματα θέρμανσης. – Εξοχική κατοικία στα Πουλίθρα Αρκαδίας - Παθητικά συστήματα θέρμανσης, δροσισμού του κτιρίου 	Θ. Παπαγιάννης και Συνεργάτες	A ΗΕΠ 17 – 34
113	<ul style="list-style-type: none"> – Κατοικία με ηλιακά παθητικά συστήματα στο ακρωτήρι Χανίων – Συζήτηση 	G. Καρνούτσος Κ. Βασίλα	A ΗΕΠ 51 – 81
114	<ul style="list-style-type: none"> – Μηχανισμοί απορρόφησης της ηλιακής ακτινοβολίας από την ατμόσφαιρα – Πρόβλεψη της προσπίπτουσας ολικής ηλιακής ενέργειας στις διάφορες περιοχές της Ελλάδας σαν συνάρτηση μόνο της ηλιοφάνειας και των γεωμετρικών παραμέτρων της τροχιάς του ήλου – Η επίδραση της ατμοσφαιρικής ρύπανσης της Αθήνας στην φωτοβολταϊκή μετατροπή της ηλιακής ακτινοβολίας – Συζήτηση – Διερεύνηση μεθόδων επιλύσεως θερμοκρασιακών πεδίων και εφαρμογές των για εξοικονόμηση ενέργειας 	A. Τομπάζης Γ. Κοντορούπης M. Μαΐστρος A. Συριόπουλος I. Καλλιγέρης A. Τσιούμης A. Τσιούμης A. Καγκαράκης K. Καγκαράκης A. Κατσανίκος X. Φίσκας B. Σωτηρόπουλος	A ΗΕΠ 45 – 50 A ΗΕΠ 35 – 44 A ΗΕΠ 1 – 16 A MET 1 – 18 A MET 19 – 32 A MET 33 – 40 A ΗΕΧ 17 – 34

Αριθμός κασέτας	Περιεχόμενο κασέτας	Συγγραφέας	Βρίσκεται στον τόμο
115	<ul style="list-style-type: none"> * συνέχεια της προηγούμενης ομιλίας - Αξιολόγηση διαφανών πλαστικών καλυμμάτων για επίπεδους ηλιακούς συλλέκτες - Η επίδραση του ανέμου πάνω στην απόδοση του επίπεδου ηλιακού συλλέκτη - Μελέτη των θερμικών ιδιοτήτων του Fino Glass 	I. Τριανταφύλλης A HAE 47 – 56	
116	<ul style="list-style-type: none"> * συνέχεια της προηγούμενης ομιλίας - Συζήτηση - 'Ηπιες Μορφές Ενέργειας - Παρούσα κατάσταση - Προοπτικές - Συζήτηση - Επίδραση της ηλιακής ακτινοβολίας στη θερμοκρασία εδάφους φυτοδοχείων διαφορετικού μεγέθους σε θερμοσπορεία 	N. Κουμούτσος A HEX 1 – 16 I. Παλυθός Γ. Θωμαΐδης X. Νικήτα - Μαρτζοπούλου B ΣΥΣ 193 – 208 Γ. Στεργιάδης	
121	<ul style="list-style-type: none"> * συνέχεια της ομιλίας «Μελέτη των θερμικών ιδιοτήτων του Fino Glass» - Συζήτηση - 'Ηπιες μορφές Ενέργειας - Παρούσα κατάσταση - Προοπτικές - Συζήτηση - Επίδραση της ηλιακής ακτινοβολίας στη θερμοκρασία εδάφους φυτοδοχείων διαφορετικού μεγέθους σε θερμοσπορεία 	X. Νικήτα - Μαρτζοπούλου A HEX 149 – 160	
122	<ul style="list-style-type: none"> * συνέχεια της προηγούμενης ομιλίας - Ανταλλαγές ενέργειας του θερμοκηπίου με το περιθάλλον - Δύο νέα συστήματα θέρμανσης θερμοκηπίων με ηλιακή ενέργεια - Συζήτηση - Συζήτηση 	G. Μαυρογιαννόπουλος A HEX 161 – 176 M. Γραφιαδέλλης A HEX 177 – 196	
123	<ul style="list-style-type: none"> - Θέρμανση οικοδομών με ηλιακούς συλλέκτες αέρος και εφαρμογή αυτών στον Ελληνικό χώρο - Παραμετρική ανάλυση θερμάνσεως αέρα με ηλιακή ενέργεια. 	Θ. Κουτοπίδης A HEX 197 – 206 Γ. Ραουζαίος Ζ. Μαρούλης Γ. Σαραθάκος A HEX 207 – 224	

Αριθμός κασέτας	Περιεχόμενο κασέτας	Συγγραφέας	Θρίσκεται στον τόμο
124	<ul style="list-style-type: none"> – Επίπεδος ηλιακός συλλέκτης αέρος * συνέχεια της προηγούμενης ομιλίας – Ξήρανση ξυλείας με ηλιακή ενέργεια – Συζήτηση 	K. Ακριτίδης Γ. Μαρτζόπουλος Β. Εγγονόπουλος	A HEX 225 – 242
125	<ul style="list-style-type: none"> – Συζήτηση – Μερικές ιδέες επί των απλών ηλιακών λιμνών – Συζήτηση – Μελέτη οριζοντίου κυλινδρικού εναλλάκτη αέρα - γης – Μελέτη οριζοντίου κυλινδρικού εναλλάκτη αέρα - νερού - γης 	G. Τσουμής Κ. Πασιαλής	A HEX 243 – 248
126	<ul style="list-style-type: none"> – Ηλιακή θέρμανση χώρων με ετήσια αποθήκευση ενέργειας – Συζήτηση – Οι ηλιακές εγκαταστάσεις θέρμανσης και η αντλία θερμότητας 	A. Σπυρίδωνος M. Νοθάκοβιτς Γ. Αναγνωστάτος	A HEX 115 – 126
127	<ul style="list-style-type: none"> * συνέχεια της προηγούμενης ομιλίας – Συγκριτική μελέτη ανάμεσα στο κλασσικό Θ. Χατζηαναστασίου Α HEX 71 – 92 καλοριφέρ και την θέρμανση δαπέδου – Συλλογή ηλιακής ενέργειας σε μορφή θερμότητας (χαμηλών θερμοκρασιών) με σκοπό την θραχυχρόνια αποθήκευση θερμότητας σε νερό για την θέρμανση του κτιρίου και τη θέρμανση του νερού χρήσης – Μοντελοποίηση επίπεδου ηλιακού συλλέκτη και παραμετρικές επιδράσεις στη θερμική του απόδοση 	M. Σανταμούρης Θ. Γρηγοριάδης Θ. Ρηγόπουλος	A HEX 107 – 114
128	<ul style="list-style-type: none"> * συνέχεια της προηγούμενης ομιλίας – Συζήτηση – Συστημική Θεώρηση Ενεργειακών Θεμάτων 	I. Σαμουηλίδης	A HEX 57 – 70
131	<ul style="list-style-type: none"> * συνέχεια της ομιλίας «Μοντελοποίηση επίπεδου ηλιακού συλλέκτη και παραμετρικές επιδράσεις στη Θερμική του απόδοση» – Συζήτηση 	P. Αξαόπουλος	A HEX 35 – 46

Αριθμός κασέτας	Περιεχόμενο κασέτας	Συγγραφέας	Βρίσκεται στον τόμο
	<ul style="list-style-type: none"> – Συστηματική Θεώρηση Ενεργειακών θεμάτων 	I. Σαμουηλίδης	Πρακτικά σ. 29
132	<ul style="list-style-type: none"> * συνέχεια της προηγούμενης ομιλίας – Μοντέλο υπολογισμού μεταβατικής θέρμανσης κτιρίων – Μέθοδος υπολογισμού ενεργητικών συστημάτων θέρμανσης και ζεστού νερού με χρήση HY 	K. Παπακώστας B. Σωτηρόπουλος	A HEX 287 – 306
133	<ul style="list-style-type: none"> * συνέχεια της προηγούμενης ομιλίας – Προσομοίωση με την θοήθεια HY ηλιακού θερμοσίφωνα φυσικής κυκλοφορίας με εναλλάκτη θερμότητας και σύγκριση με πειραματικά δεδομένα – Συζήτηση – Χρησιμοποίηση HY για την τεχνοοικονομική ανάλυση συστημάτων ηλιακής ενέργειας 	E. Βαζαίος A. Βαρδαλάκου	A HEX 307 – 324
134	<ul style="list-style-type: none"> * συνέχεια της προηγούμενης ομιλίας – Στρατηγικές θελτιστοποίησης αυτομάτου ελέγχου ηλιακών θερμικών συστημάτων – Βιομηχανία ηλιακών θερμοσίφωνων στην Ελλάδα. Μια στατιστική και οικονομική ανάλυση της δραστηριότητας του κλάδου – Θέρμανση και δροσισμός κτηρίου γραφείων στη Χαλκίδα με παθητικά και μικτά ηλιακά συστήματα 	E. Βαζαίος K. Ρακόπουλος P. Κανελλόπουλος Γ. Καμμένος	A HEX 325 – 342
135	<ul style="list-style-type: none"> * συνέχεια της προηγούμενης ομιλίας – Συζήτηση – Εφαρμογές ηλιακές στην αρχαία Ελλάδα 	N. Μυλωνάς K. Σταμπολής Π. Βασταρδής B. Gross Γ. Συτζανάκης	B ΣΥΣ 125 – 138
136	<ul style="list-style-type: none"> * συνέχεια της προηγούμενης ομιλίας – Ηλιακή Ελλάδα 2025 - Τεχνικές, οικονομικές, περιβαλλοντολογικές και κοινωνικές προοπτικές για την δημιουργία ενός ενεργειακού συστήματος για την Ελλάδα, με βάση την εξοικονόμηση και τις ήπιες μορφές ενέργειας – Συστηματική θεώρηση στην αξιολόγηση των οικιακών ηλιακών συστημάτων 	A. Χατζηκακίδης	A ΗΕΠ 82 – 96
		G. Ράλλης	B ΣΥΣ 11 – 76
		E. Σαμουηλίδης I. Ψαρρός Θ. Γκούμας	B ΣΥΣ 77 – 98

Αριθμός κασέτας	Περιεχόμενο κασέτας	Συγγραφέας -	Βρίσκεται στον τόμο
137	<ul style="list-style-type: none"> - Προϋποθέσεις και δυνατότητες για την ανάπτυξη εγχώριας τεχνολογίας στον τομέα των ήπιων μορφών ενέργειας - Δυνατότητες και προοπτικές ανάπτυξης του κλάδου παραγωγής ηλιακών συστημάτων στην Ελλάδα - Συζήτηση - Συζήτηση 	M. Μελισσαροπούλου B ΣΥΣ 99 – 110	
138	<ul style="list-style-type: none"> - Η συμβολή της αντλίας θερμότητας στην αποδοτικότερη χρησιμοποίηση της πρωτογενούς ενέργειας - Εφαρμογή συστήματος αντλίας θερμότητας στον σταθμό εξάτμισης εργοστασίου ζακχάρεως Πλατέος - Υπολογισμοί συστημάτων ηλεκτραντλίας θερμότητας και πρακτικές εφαρμογές 	I. Καλογήρου N. Κουμούτσος Σ. Λιθαδάς I. Μακατούρης Γ. Συντζανάκης	B ΣΥΣ 111 – 124
211	<ul style="list-style-type: none"> - Η συμβολή της αντλίας θερμότητας στην αποδοτικότερη χρησιμοποίηση της πρωτογενούς ενέργειας - Εφαρμογή συστήματος αντλίας θερμότητας στον σταθμό εξάτμισης εργοστασίου ζακχάρεως Πλατέος - Υπολογισμοί συστημάτων ηλεκτραντλίας θερμότητας και πρακτικές εφαρμογές 	P. Χριστοδούλου	B ΘΕΠ 1 – 22
212	<ul style="list-style-type: none"> * συνέχεια της προηγούμενης ομιλίας - Αντλίες θερμότητας - Συζήτηση - Τεκτονική βάθους και γεωθερμικές ζώνες στον ευρύτερο χώρο του Αιγαίου 	A. Τάκας Γ. Βασιλάτος	B ΘΕΠ 23 – 46
213	<ul style="list-style-type: none"> * συνέχεια της προηγούμενης ομιλίας - Γεωθερμική ενέργεια υψηλής και χαμηλής ενθαλπίας στην Ελλάδα - Παρατηρήσεις - Εκμετάλλευση της γεωθερμικής ενέργειας με σύστημα πηγαδιών για θέρμανση κατοικιών - Συζήτηση 	Θ. Καβουρίδης N. Κολιός Δ. Κουρής Γ. Σπηλιώτης M. Φυτίκας Γ. Παπαδόπουλος	B ΓΕΩ 1 – 14
214	<ul style="list-style-type: none"> - Συζήτηση - Οι εναλλακτικές χρήσεις της γεωθερμίας στη Μήλο. Δυνατότητες - Επιπτώσεις - Αξιοποίηση των γεωθερμικών ρευστών της Μήλου. Προοπτικές και προβλήματα - Η πρόθλεψη των χαρακτηριστικών ροής γεωθερμικών ρευστών στο σωλήνα της γεωτρήσεως 	I. Καλογήρου N. Κουμούτσος N. Συρμαλένιος P. Συρμαλένιος A. Καράμπελας A. Μουζά Σ. Παράς A. Καράμπελας N. Ζαχαρούλης	B ΓΕΩ 41 – 62 B ΓΕΩ 63 – 82 Πρακτικά σ. 71

<u>Αριθμός κασέτας</u>	<u>Περιεχόμενο κασέτας</u>	<u>Συγγραφέας</u>	<u>Βρίσκεται στον τόμο</u>
215	<ul style="list-style-type: none"> * συνέχεια της προηγούμενης ομιλίας – Ηχογράφηση της προθολής της ταινίας: «Αξιοποίηση της γεωθερμίας στην Ουγγαρία» – Συζήτηση 		
221	<ul style="list-style-type: none"> – Μονάδα παραγωγής υδρογόνου με χρήση ήπιων μορφών ενέργειας – Συμβολή των πολυπύρηνων ενώσεων μολυθδενίου και θολφραμίου στην αξιοποίηση της ηλιακής ενέργειας. Φωτογαλβανικά στοιχεία. Παραγωγή υδρογόνου – Νέοι φωτοευαισθητοποιητές για την φωτοκαταλυτική παραγωγή υδρογόνου από νερό – Συζήτηση 	<i>B. Λυγερού N. Κουμούτσος A. Κουκουθίνος</i>	<i>A HEH 1 – 20</i>
222	<ul style="list-style-type: none"> – Θεωρητική διερεύνηση πεδίου ακτινοβολίας ανακλαστικών επιφανειών – Μηχανισμός οδήγησης ηλιοστάτη ηλιακού θερμικού σταθμού – Συζήτηση 	<i>H. Παπακωνστανίου P. Αργείτης Δ. Δημοτίκαλη A. Ιωαννίδης</i>	<i>A HEH 21 – 36</i>
223	<ul style="list-style-type: none"> * συνέχεια της προηγούμενης ομιλίας – Η βελτιστοποίηση του πεδίου των ηλιοστατών ηλιακού σταθμού κεντρικού πύργου ισχύος 5 NW – Δυνατότητες εφαρμογής των αναγεννητικών θερμικών κινητήρων Stirling σε διανεμημένα ηλιακά συστήματα παραγωγής ενέργειας – Σύστημα ακριθούς εντοπισμού και παρακολούθησης κίνησης ήλιου για μεγιστοποίηση δέσμευσης ηλιακής ακτινοβολίας από συλλέκτες ηλιακής ενέργειας – Συζήτηση – Συζήτηση 	<i>E. Τσότσας A. Γωγούσης</i>	<i>A HEY 1 – 18</i>
		<i>P. Κικίδης K. Πάπτας</i>	<i>A HEY 19 – 32</i>
		<i>P. Στεφανίδης</i>	<i>A HEY 33 – 48</i>
			<i>A HEY 49 – 72</i>
			<i>Πρακτικά σ. 143</i>
224	<ul style="list-style-type: none"> – Μελέτη συμπεριφοράς συγκεντρωτικού CPC ηλιακού συλλέκτη για θέρμανση αέρα – Βελτιστοποίηση μονάδας εξάτμισης για παραγωγή πόσιμου νερού με ηλιακή ενέργεια – Μελέτη και επεξεργασία συστήματος αυτόματης παρακολούθησης της κίνησης του ήλιου 	<i>K. Καούρης M. Σανταμούρης Γ. Βαχτσεβάνος</i>	<i>A HEM 1 – 10</i>
		<i>Θ. Δέσσος K. Σακαλή B. Σωτηρόπουλος</i>	<i>A HEM 23 – 36</i>
		<i>Γ. Μπλιγούρας</i>	<i>A HEM 11 – 22</i>

Αριθμός κασέτας	Περιεχόμενο κασέτας	Συγγραφέας	Βρίσκεται στον τόμο
225	<ul style="list-style-type: none"> * συνέχεια της προηγούμενης ομιλίας – Συζήτηση – Πλωτός αυτοδύναμος ηλιακός αποστάτηρας 	D. Τσίτσης	A HEX 249 – 260
226	<ul style="list-style-type: none"> * συνέχεια της προηγούμενης ομιλίας – Μελέτη αριστοποίησης ενός εγχυτήρα θερμοσυμπίεσης – Μελέτη συνθηκών λειτουργίας ψυκτικού συστήματος θερμοσυμπίεσης – Συζήτηση 	A. Καρδοματέας N. Κουμούτσος A. Σπυρίδωνος X. Κορρέζ A. Σπυρίδωνος N. Κουμούτσος	A HEX 261 – 272 A HEX 273 – 286
231	<ul style="list-style-type: none"> – Η σημερινή κατάσταση της φωτοβολταϊκής μετατροπής της ηλιακής ενέργειας σε ηλεκτρική – Κατασκευή φωτοβολταϊκών στοιχείων από λεπτά υμένια πυρητίου – Φωτοβολταϊκές ιδιότητες της ετεροεπαφής CdO/Cu₂O – Ανάλυση της απόσθεσης του φωτορεύματος για τη μέτρηση του χρόνου ζωής των φορέων μειοψηφίας στα φωτοβολταϊκά στοιχεία 	A. Θαναηλάκης D. Γκιργκινούδης P. Αμπαριάν Δ. Ιωάννου A. Θαναηλάκης I. Αντωνόπουλος Λ. Παπαδημητρίου N. Οικονόμου D. Τρίβιτς Δ. Ιωάννου	A ΗΕΦ 1 – 38 A ΗΕΦ 39 – 54 A ΗΕΦ 55 – 64 Πρακτικά σ. 141
232	<ul style="list-style-type: none"> – Συζήτηση – Διασύνδεση φωτοβολταϊκών κυττάρων με το δίκτυο XT – Μελέτη γύρω από την ζεύξη φωτοβολταϊκής γεννήτριας με γεννήτρια υδρογόνου – Χρησιμοποίηση των ενώσεων συναρμογής στην εκμετάλλευση της ηλιακής ενέργειας. Παράγοντες που επηρεάζουν τα δυναμικά οξειδοαναγγής 	Γ. Καραμαντζάνης I. Αθαριτσιώτης P. Ρούσσος K. Καρούμπαλος P. Γιαννακούδακης X. Τσιάμης	A ΗΕΦ 65 – 72 A ΗΕΦ 73 – 84 A ΗΕΦ 85 – 98
233	<ul style="list-style-type: none"> * συνέχεια της προηγούμενης ομιλίας – Θερμιονικοί μετατροπείς ενέργειας με συναπόθεση CsO₂ σε επιφάνειες W(110) – Ηλιακός Σταθμός Αγίας Ρούμελης με Φωτοβολταϊκή Μετατροπή – Συζήτηση – Συζήτηση 	X. Παπαγεωργόπουλος I. Χ' Βασιλειάδης	A ΗΕΦ 99 – 110 Πρακτικά σ. 119

Αριθμός κασέτας	Περιεχόμενο κασέτας	Συγγραφέας	Βρίσκεται στον τόμο
311	<ul style="list-style-type: none"> – Οι αιγαιοπελαγίτικοι ανεμόμυλοι – Αεροδυναμικός σχεδιασμός ανεμοκινητήρων οριζόντιου άξονα με την θεωρία δίνης – Υπολογισμός έλικας σε υποηχητικά διηχητικά πεδία ταχυτήτων – Επί του αριθμού και των θέσεων εγκατάστασης ανεμογεννήτριών μεσαίου μεγέθους στον ελληνικό χώρο – Θεωρητική μελέτη της συμπεριφοράς ανεμογεννήτριας 100 KW (1) 	<i>E. Λειμώνα - Τρεμπέλα</i> <i>Γ. Κολιγιάννης</i> <i>Δ. Παπανίκας</i> <i>N. Βλαχάκης</i> <i>Δ. Παπανίκας</i> <i>Γ. Μπεργελές</i> <i>N. Αθανασιάδης</i> <i>Γ. Μπεργελές</i> <i>N. Αθανασιάδης</i>	B AIO 1 – 14 B AIO 15 – 30 B AIO 31 – 48 B AIO 49 – 64 B AIO 65 – 82
312	<ul style="list-style-type: none"> * συνέχεια της προηγούμενης ομιλίας (1) – Συζήτηση (1) 		
313	<ul style="list-style-type: none"> – Πειραματική διερεύνηση της απόδοσης ανεμογεννήτριας κατακόρυφου άξονα τύπου Darrieux (1) – Συζήτηση (1) 	<i>A. Μίχος</i> <i>Γ. Μπεργελές</i> <i>N. Αθανασιάδης</i>	B AIO 83 – 96
314	<ul style="list-style-type: none"> – Αιολική ενέργεια στην Ελλάδα – Αιολικό πάρκο Κύθνου (100 KW) (1) – Συζήτηση 		I. Χατζηβασιλειάδης Πρακτικά σ. 103
321	<ul style="list-style-type: none"> – Χρησιμοποίηση των MAQUIS για παραγωγή βιομάζας στην Ελλάδα – Δυνατότητες Παραγωγής Υδρογονανθράκων από το LATEX των EUPHORBIACEAE – Μεγιστοποίηση παραγωγής βιομάζας από φυτείες δασοπονικών γαιών – Συζήτηση 	<i>N. Μάργαρης</i> <i>N. Μάργαρης</i> <i>K. Πανέτσος</i>	Πρακτικά σ. 133 Πρακτικά σ. 127 B ΣΥΣ 209 – 219
322	<ul style="list-style-type: none"> – Συζήτηση – Απόληψη βιομάζας από δασικά οικοστήματα. Δυνατότητες και όρια – Ενεργειακός προγραμματισμός σε περιφερειακό επίπεδο. Το παράδειγμα της βιομάζας 	<i>S. Ντάφης</i> <i>E. Κούκιος</i> <i>K. Χατζηγιαννάκης</i>	B BIO 1 – 14 B BIO 15 – 22
323	<ul style="list-style-type: none"> * συνέχεια της προηγούμενης ομιλίας – Το ξύλο ως ανανεώσιμη πηγή ενέργειας – Θερμαντική αξία διαφόρων ελληνικών ειδών δασικής βιομάζας 	<i>Γ. Τσουμής</i> <i>I. Φιλίππου</i> <i>I. Φιλίππου</i>	B BIO 31 – 40 B BIO 23 – 30

Αριθμός κασέτας	Περιεχόμενο κασέτας	Συγγραφέας	Βρίσκεται στον τόμο
324	<ul style="list-style-type: none"> – Συζήτηση – Το ενεργειακό δυναμικό των ζωικών αποθλήτων των ελληνικών κτηνοτροφικών μονάδων και οι δυνατότητες αξιοποίησής τους – Ενεργειακή αξιοποίηση ζωικών λυμάτων 	Δ. Γεωργακάκης	B BI0 41 – 59
325	<ul style="list-style-type: none"> * συνέχεια της προηγούμενης ομιλίας – Παραγωγή μεθανίου από θιομάζα – Συζήτηση 	Γ. Μαρτζόπουλος	B BI0 60 – 72
326	<ul style="list-style-type: none"> – Συζήτηση – Παραγωγή θιοαερίου από γεωργικές, αστικές και βιομηχανικές θιομάζες με αναερόβιο ζύμωση – Μελέτη παραγωγής ενεργειακού οινοπνεύματος με πρώτη ύλη ζακχαρότευτλα – Καύσμη αιθανόλη από γεωργικά παραπροϊόντα 	Π. Χαρώνης I. Σινιγαλιάς	B BI0 73 – 84 B BI0 85 – 104
327	<ul style="list-style-type: none"> * συνέχεια της προηγούμενης ομιλίας – Συζήτηση 	Δ. Καρακαλπάκης Π. Χριστοδούλου E. Κούκιος Δ. Οικονομίδης E. Τολέρης Δ. Κέκος Π. Ταούκης	B BI0 105 – 114 B BI0 115 – 122
331	<ul style="list-style-type: none"> – Ενέργεια από την καύση απορριμμάτων – Ενεργειακή συμπύκνωση θιομάζας – Συζήτηση 	E. Χαλκουτσάκη - Καλτσούλα E. Κούκιος I. Μαυροκουκουλάκης N. Αμπατζόγλου	B BI0 123 – 140 B BI0 141 – 150
332	– Συζήτηση	Γ. Διαμαντής	B ΥΔΡ 31 – 44
333	<ul style="list-style-type: none"> – Μηχανικές εφαρμογές της υδραυλικής ενέργειας στην Ελλάδα – Μικρά υδροηλεκτρικά έργα στην Ελλάδα – Οι ενέργειες της θάλασσας – Μέθοδος παραγωγής ηλιακής ενέργειας από την ορμή θαλάσσιων κυμάτων μετάδοσης – Συζήτηση 	I. Στεφανάκος K. Νικητόπουλος Σ. Περδίος K. Παπαδάκης	Πρακτικά σ. 89 B ΥΔΡ 1 – 16 B ΥΔΡ 25 – 30
334	– Συζήτηση		

(1) Οι υποσημειώσεις υποδηλούν τα σημεία όπου υπάρχουν τεχνικά προβλήματα

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

ΕΙΣΗΓΗΣΕΙΣ ΠΟΥ ΔΕΝ ΠΕΡΙΛΑΜΒΑΝΟΝΤΑΙ
ΣΤΟΥΣ ΤΟΜΟΥΣ Α και Β

ΠΡΟΒΛΕΨΗ ΤΩΝ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ ΡΟΗΣ
ΓΕΩΘΕΡΜΙΚΩΝ ΡΕΥΣΤΩΝ ΣΤΟ ΣΩΛΗΝΑ ΤΗΣ ΓΕΩΤΡΗΣΕΩΣ

Α.Ι.Καράμπελας και Ν.Δ.Ζαχαρούλης
'Εργαστήριο Τεχνολογίας Χημικών Εγκαταστάσεων
Τμήμα Χημικών Μηχανικών
Πολυτεχνική Σχολή Α.Π.Θ.

Περίληψη

Τά γεωθερμικά ρευστά, "μέσοις" κυρίως ένθαλπιας, βρίσκονται μέσα στό σωλήνα τής γεωτρήσεως σέ κατάσταση διφασικού μίγματος. Τό είδος ροής τού μίγματος αύτού έπηρεάζει τήν συνολική πτώση πιέσεως μεταξύ ταμιευτήρα και κεφαλής και φυσικά τήν άπόδοση τής γεωτρήσεως. Βασικοί παράγοντες πού καθορίζουν τή διαμόρφωση τής ροής είναι τά θερμοδυναμικά χαρακτηριστικά τού ρευστού στόν ταμιευτήρα, ή διάμετρος τής σωληνώσεως και οι άπωλειες θερμότητος τού έξερχομένου ρευστού.

Στήν είσογηση αύτή προτείνεται μέθοδος ύπολογισμού τῶν χαρακτηριστικών ροής πού χρειάζεται γιά τήν έπιλογή βελτίστων συνθηκών λειτουργίας μιᾶς γεωτρήσεως. Μέ τόν σχετικό άλγορίθμο πού βρίσκεται στό στάδιο τής άναπτυξεως, είναι δυνατή ή πρόβλεψη τού είδους τής ροής ("δακτυλιοειδής ροή", "διεσπαρμένη ροή" κ.λ.π.), τής μεταβολής τής θερμοκρασίας, πιέσεως και ποιότητος τού γεωθερμικού ρευστού κατά μήκος τού σωλήνα, δηλαδή άπ' τόν ταμιευτήρα μέχρι τήν κεφαλή. Συγκρίσεις τῶν ύπολογισμῶν μέ λίγα διαθέσιμα δεδομένα είναι ένθαρρυντικές και ποδείχνουν ότι ή μέθοδος, μέ ώρισμένες πιθανῶς βελτιώσεις, μπορεῖ νά διποτελέσει ένα δειριπούστο έργαλείο γιά πρόβλεψη τής άποδοσεως τῶν γεωτρήσεων.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η άπόδοση τῶν γεωτρήσεων, ίδια λίτερα στήν περίπτωση γεωθερμικῶν ρευστῶν "μέσης" καὶ ὑψηλῆς" ένθαλπίας, εἶναι δυνατόν νά̄ ἐπηρεάζεται σημαντικά ἀπ' τή διάμετρο τῆς σωληνώσεως (bore-hole) καὶ ἀπὸ τίς ἀπώλειες θερμότητος τοῦ ἔξερχομένου ρευστοῦ. Οἱ δύο αὐτοὶ παράγοντες καὶ φυσικά ἡ κατάσταση τοῦ ρευστοῦ στόν γεωθερμικό ταμιευτήρα (reservoir) καθορίζουν τή διαμόρφωση τῆς ροής καὶ τή συνολική πτώση πιέσεως στόν κατακόρυφο σωλήνα τῆς γεωτρήσεως, κατά συνέπεια δέ καὶ τίς συνθήκες ἔξιδου τοῦ ρευστοῦ στήν "κεφαλή" (well-head). Εἶναι προφανές ἐπομένως ὅτι ἡ δυνατότητα προβλέψεως τῶν χαρακτηριστικῶν μεγεθῶν τῆς ροής (γιά δεδομένες συνθήκες στόν ταμιευτήρα) ἐπιτρέπει, ἐκτός τῶν ἀλλων, τήν ἐπιλογή βελτίστων συνθηκῶν λειτουργίας τῆς γεωτρήσεως καὶ κατ' ἐπέκταση τήν βέλτιστη ἐκμετάλλευση τοῦ γεωθερμικοῦ πεδίου.

Τά γεωθερμικά ρευστά "μέσης" ένθαλπίας, πού μᾶς ἐνδιαφέρουν ίδια λίτερα στήν "Ελλάδα, βρίσκονται στόν σωλήνα τῆς γεωτρήσεως σχεδόν πάντοτε σέ κατάσταση διφασικοῦ μίγματος. Τό εἶδος τῆς ροής τοῦ μίγματος αὐτοῦ ("δακτυλιοειδής ροή", "διεσπαρμένη ροή", κ.λ.π.) ἐπηρεάζει τήν πτώση πιέσεως λόγω τριβῶν, τήν ὑδροστατική πίεση καὶ φυσικά τή συνολική πτώση πιέσεως μεταξύ ταμιευτήρα καὶ κεφαλῆς τῆς γεωτρήσεως. Ἡ πολύπλοκη ἀνάμικτη τῶν δύο φάσεων εἶναι ἐπίσης γνωστό ὅτι δημιουργεῖ σοβαρές δυσκολίες στούς ρευστοδυναμικούς ὑπολογισμούς.

Στά ἐπόμενα περιγράφονται δράχικά τά γενικά χαρακτηριστικά τῆς ροής γεωθερμικῶν ρευστῶν καὶ μετά παρουσιάζεται συνοπτικά ἔνας ἀλγόριθμος γιά ὑπολογισμούς δλων τῶν βασικῶν μεταβλητῶν καὶ παραμέτρων τῆς ροής ὅπως ἡ πτώση πιέσεως, ἡ "συγκράτηση" τοῦ ὑγροῦ στό σωλήνα, ἡ σύσταση τοῦ μίγματος σέ κάθε διατομή κ.λ.π.

ΔΙΦΑΣΙΚΗ ΡΟΗ ΓΕΩΘΕΡΜΙΚΩΝ ΡΕΥΣΤΩΝ

Γενικά χαρακτηριστικά

Τό κύριο χαρακτηριστικό τῆς διφασικῆς ροής ὑγροῦ/ἀερίου εἶναι οἱ διαφορετικοὶ τρόποι κατανομῆς τῆς μιᾶς φάσεως στήν ἄλλη, ἀνάλογα μέ τίς ἐπικρατοῦσες συνθήκες. Στήν περίπτωση κατακορύφου ἀγωγοῦ μέ κατεύθυνση ροής πρός τά πάνω, ὅπως στό σωλήνα τῆς γεωτρήσεως, εἶναι γνωστό (π.χ. Wallis, 1969) ὅτι ἐμφανίζονται οἱ ἀκόλουθες τέσσερες βασικές περιοχές ροής (Σχῆμα 1):

Ροή μέ φυσαλίδες (Bubble Flow), ὅπου ἡ ὑγρή φάση εἶναι συνεχής καὶ ἡ ἀέρια διεσπαρμένη ὑπό μορφή μικρῶν φυσαλίδων.

Ροή μέ slugs (Slug Flow). Τό μεγαλύτερο ποσοστό τοῦ ἀερίου κινεῖται πρός τά πάνω μέ μορφή μεγάλων φυσαλίδων σχήματος βλήματος πού ἔχει διάμετρο σχεδόν ἵση μέ τή διάμετρο τοῦ ἀγωγοῦ. Οἱ μεγάλες αὐτές φυσαλίδες χωρίζονται μεταξύ τους ἀπό μάζες ὑγρῆς φάσεως (liquid slugs) πού περιέχουν διεσπαρμένες μικρές φυσαλίδες ἀερίου.

"Άναμικτη" Ροή (Churn Flow). Ο τρόπος ἀναμίκτεως τῶν φάσεων εἶναι πολὺ ἀκατάστατος. Σχετικά μεγάλες καὶ ἀμορφες μάζες ἀερίου καταλαμβάνουν τό σωλήνα.

Δακτυλιοειδής Ροή (Annular Flow). Η ἀέρια φάση εἶναι συνεχής καὶ κινεῖται γύρω στό κέντρο τοῦ ἀγωγοῦ. Η ὑγρή φάση κινεῖται κατά ἔνα μέρος μέ μορφή δακτυλιοειδοῦς στοιβάδος προσκολλημένης στά ἐσωτερικά τοιχώματα τοῦ ἀγωγοῦ καὶ κατά ἔνα μέρος μέ μορφή σταγονιδίων διεσπαρμένων στήν ἀέρια φάση.

Όρισμοί - "Συγκράτηση"

Μέ τούς δεῖκτες ι καλ γ συμβολίζονται ή ύγρή καλ ή άέρια φάση, άντεστοιχα. Οι ρυθμοί ροής μάζας καλ δύκου τού ρευστού είναι

$$W = W_1 + W_g = \text{const} \quad (1)$$

$$Q = Q_1 + Q_g \quad (2)$$

Υπό μόνιμες συνθήκες λειτουργίας τού άγωγού μόνον θ δλικός ρυθμός ροής μάζας W είναι σταθερός σέ κάθε διατομή. Όλοι οι ρυθμοί μεταβάλλονται τόσο λόγω μεταβολής τής πιέσεως όλων καλ λόγω τής θερμοδυναμικής [σοροποίας μεταξύ τών δύο φάσεων. Επίσης μεταβλητή κατά μήκος τού άγωγού είναι καλ η ποιότητα τού μήγματος

$$X = W_g/W \quad (3)$$

Οι φαινομενικές ταχύτητες δρίζονται ως συνήθως

$$U_{1s} = Q_1/A, \quad U_{gs} = Q_g/A \quad (4)$$

δπότε ή μέση ταχύτητα τού μήγματος είναι

$$U_M = \frac{Q}{A} = \frac{Q_1 + Q_g}{A} = U_{1s} + U_{gs} \quad (5)$$

Α είναι ή διατομή τού άγωγού.

Οι δύο φάσεις δέν ρέουν συνήθως μέ τήν ΐδια μέση ταχύτητα, έξ αλτίας τής μεγάλης διαφορᾶς πυκνότητος καλ ΐεώδους. Γιά κατακόρυφη ροή πρός τά πάνω ή άέρια φάση κινείται ταχύτερα. Παρατηρείται έτσι τό φαινόμενο τής άποκαλούμενης "όλισθησης" (slip) τής μιάς φάσεως ως πρός τήν άλλη, μέ άποτέλεσμα ή συγκέντρωση τού ύγρου στόν σωλήνα νά είναι μεγαλύτερη άπ' τήν άντεστοιχη συγκέντρωση τού μήγματος τροφοδοσίας ύπό τίς ΐδιες συγκρήσεις. Τό φαινόμενο αύτό είναι έπισης γνωστό μέ τόν δρο συγκρήσεις. Τό φαινόμενο (hold-up) τής μιάς φάσεως ως πρός τήν άλλη. Η "συγκράτηση" (hold-up) τής μιάς φάσεως ως πρός τήν άλλη. Η "συγκράτηση" είναι βασική παράμετρος σέ υπολογισμούς διφασικής ροής, δρίζεται δέ παρακάτω.

Γιά τήν ύγρη φάση,

ϵ_1 : είναι ή τοπική in situ κατ' δύκου συγκέντρωση

$$E_1 = A_1/A = \frac{1}{A} \int_0^A \epsilon_1 dA \quad (6)$$

είναι τό μέσο in situ κλάσμα τής διατομής τού άγωγού πού καταλαμβάνει τό ύγρο καλ

$$\bar{E}_1 = \frac{1}{V} \int_0^V \epsilon_1 dV = \frac{1}{L} \int_0^L E_L dL \quad (7)$$

είναι τό μέσο in situ κατ' δύκου κλάσμα πού καταλαμβάνει ή ύγρη φάση σ' ένα τμήμα τού άγωγού μήκους L .

Άναλογα μέ τά παραπάνω δρίζεται καλ ή "συγκράτηση" τού αερίου E_g ή \bar{E}_g . Ισχύουν δέ οι σχέσεις

$$E_1 + E_g = 1 \text{ καλ } \bar{E}_1 + \bar{E}_g = 1 \quad (8)$$

Η χωρίς διαστηση συγκέντρωση τής κάθε φάσεως είναι

$$c_1 = \frac{Q_1}{Q}, \quad c_g = \frac{Q_g}{Q} \quad (9)$$

δπότε γιά κατακόρυφη ροή πρός τά πάνω

$$E_1 \geq c_1 \text{ καλ } E_g \leq c_g \quad (10)$$

Πτώση πιέσεως

Η πτώση πιέσεως σέ εύθυγραμμο τμήμα ένδικη κατακόρυφου

άγωγού διφεύλεται σέ τρεῖς παράγοντες, δηλαδή τήν πτώση πιέσεως λόγω τριβῶν, λόγω βαρύτητος καὶ λόγω έπιταχύνσεως, οπως δείχνει ἡ παρακάτω ἀπλοποιημένη μορφή τῆς έξισώσεως ιευθεως

$$\frac{dp}{dz} = \frac{dp_f}{dz} + \frac{\rho g}{g_c} + \frac{\rho u}{g_c} \frac{du}{dz} \quad (11)$$

ὅπου $\frac{dp_f}{dz}$ παριστά τήν πτώση πιέσεως λόγω τριβῶν.

Γιά ροή διφασικῶν μιγμάτων ἡ παραπάνω σχέση μπορεῖ νά πάρει τήν ἀκόλουθη μορφή έξισώσεως πεπερασμένων διαφορῶν

$$\frac{\Delta p}{\Delta z} = \frac{\Delta p_f}{\Delta z} + \frac{\rho_M g}{g_c} + \frac{\rho_M u_M}{g_c} \frac{\Delta u_M}{\Delta z} \quad (12)$$

ὅπου ρ_M καὶ u_M είναι μέσες τιμές τής πυκνότητος καὶ ταχύτητος τοῦ μίγματος, ἀντίστοιχα. Ο τελευταῖς δρος στήν έξισωση (12) ἀντιπροσωπεύει τήν πτώση πιέσεως λόγω έπιταχύνσεως καὶ είναι συνήθως ἀμελητέος, σέ σύγκριση μὲ τούς ἀλλούς, ἐκτός ἀπό μερικές περιπτώσεις στή "δακτυλιοειδή" περιοχή ροής.

Η μέση πυκνότητα τοῦ διφασικοῦ μίγματος σέ τμῆμα τοῦ άγωγοῦ μήκους Δz είναι

$$\rho_M = \rho_g \bar{E}_g + \rho_1 (1 - \bar{E}_g) \quad (13)$$

Είναι προφανές ὅτι ἡ μέση πυκνότητα μεταβάλλεται κατά μήκος τοῦ άγωγοῦ κυρίως λόγω τῆς έξαρτησεως της ἀπ' τήν ουγκράτηση E_g .

Απώλειες θερμότητος

Τά περιβάλλοντα τό σωλήνα τής γεωτήσεως πετρώματα είναι γενικά ψυχρότερα ἀπ' τό ρέον ρευστό μὲ ἀποτέλεσμα σημαντικές ἀπώλειες θερμότητος Q' . Μετά ἀπό ὡρισμένο χρόνο λειτουργίας τής γεωτήσεως ἀποταμιεύεται θερμότητα γύρω ἀπ' τόν ἄγωγό, μειώνεται ἡ διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ ρευστοῦ καὶ πετρωμάτων καὶ ἀποκαθίστανται σχεδόν μόνιμες συνθήκες ροής θερμότητος, χρονικά ἀμετάβλητες γιά κάθε διατομή τοῦ άγωγοῦ. Η ροή θερμότητος Q' είναι θμως μεταβλητή κατά μήκος τοῦ σωλήνα.

Γιά τόν ύπολογισμό τόν ἀπώλειῶν θερμότητος ἀπό τόν σωλήνα τής γεωτρήσεως ὑπό τής παραπάνω συνθήκες μπορεῖ νά χρησιμοποιηθεῖ τό 1σοζύγιο ἐνέργειας τό δόπον μπορεῖ νά γραφεῖ συναρτήσει τής ποιότητος ως έξης:

$$\frac{dQ'}{dz} = \frac{d}{dz} \left[x h_g + (1-x) h_1 \right] + \frac{d}{dz} \left[x \frac{u_g^2}{2} + (1-x) \frac{u_1^2}{2} \right] + g \quad (14)$$

Στό 1σοζύγιο αύτό θεωρεῖται ὅτι δέν ύπάρχει άνταλλαγή ἔργου μέ τό περιβάλλον.

ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΗ ΜΕΘΟΔΟΣ

Τό γεωθερμικό ρευστό εύρισκεται συνήθως σέ κατάσταση διφασική στό σωλήνα τής γεωτρήσεως. Γιά τόν ύπολογισμό τής πτώσεως πιέσεως ἀπαιτεῖται ἡ πρόβλεψη τής περιοχής ροής καὶ ὁ ύπολογισμός τής μέση πυκνότητος ρ_M . Η πυκνότητα θμως έξαρτάται ἀπ' τή "συγκράτηση" \bar{E} , καὶ τής πυκνότητες τής καθε φάσεως, πού μέ τή σειρά τους έξαρτῶνται ἀπ' τήν πιέση καὶ τή θερμοκρασία.

Παράλληλα γιά τόν καθορισμό τής περιοχής ροής ἀπαιτεῖται

ύπολογισμός τῶν φαινομενικῶν ταχυτήτων κάθε φάσεως. Οἱ τελευταῖς, δηλαδή, δύος φαίνεται ἀπ' τίς ἔξισώσεις (3) καὶ (4), ἔξαρτῶνται ἀπ' τὴν ποιότητα X καὶ τὴν πυκνότητα τῆς κάθε φάσεως, δηλαδή

$$U_{gs} = \frac{Wx}{\rho_g A}, \quad U_{ls} = \frac{W(1-x)}{\rho_l A} \quad (15)$$

Ἄλλα τόσο ἡ ποιότητα δύος καὶ ὅλη πυκνότητες ἔξαρτῶνται ἀπ' τὴν τοπική πλεονάσματα. Εἶναι φανερό λοιπόν ὅτι οὐ πάρχει ἵσχυρή ἀλληλεπίδραση μεταξύ τῶν μεταβλητῶν καὶ τῶν διαφόρων παραμέτρων τοῦ προβλήματος πού δυσχεραίνει τὴν ἐπίλυσή του. Ἐπομένως μόνο διαδοχικοὶ ύπολογισμοὶ (βῆμα πρός βῆμα) προσφέρονται γιὰ τὴν ἀντιμετώπιση τοῦ προβλήματος. Τό διχήμα 2 ἀπεικονίζεται τὸν τρόπο πού ύποδιαιρεῖται ὁ ἀγωγός γιὰ τέτοιους ύπολογισμούς.

Παρακάτω ἀναφέρονται περιληπτικά οἱ σχέσεις πού χρησιμοποιοῦνται γιὰ τὴν πρόβλεψη τῆς περιοχῆς ροῆς, καὶ γιὰ τούς ύπολογισμούς "συγκρατήσεως", πτώσεως πιέσεως καὶ ἀπωλειῶν θερμότητος. Ακολούθως συνοψίζεται ἡ ύπολογιστική διαδικασία καὶ γίνονται ὀρισμένες συγκρίσεις μὲν μετρήσεις.

Πρόβλεψη περιοχῶν ροῆς

Γιὰ τὴν πρόβλεψη τῶν περιοχῶν ροῆς ἔχουν προταθεῖ ἀρκετά ἐμπειρικά διαγράμματα (Govier and Aziz, 1972). Ἡ πρόσφατη δύμας σχετική ἔργασία τῶν Taitel, Bornea and Dukler (1980) φαίνεται ὅτι πλεονεκτεῖ ἔναντι τῶν ἀλλών διότι προτείνει γενικευμένες ἔξισώσεις, μὲν φυσικὸν περιεχόμενο καὶ κάποιο θεωρητικὸν ύποδειγμό, γιὰ πρόβλεψη τῆς μεταπτώσεως ἀπό μιὰ περιοχὴ ροῆς στὴν ἄλλη. Γιὰ παράδειγμα, ἡ καμπύλη πού δοιοθετεῖ τὴν μετάπτωση ἀπ' τὴν "ροή μὲν φυσαλίδες" σὲ "ροή μὲν slugs" βασίζεται στὴν παρακάτω σχέση μεταξύ φαινομενικῶν ταχυτήτων ύγρος (U_{ls}) καὶ ἀερίου (U_{gs})

$$U_{ls} = 3U_{gs} - 1.15 \left[\frac{g (\rho_1 - \rho_g) \sigma g_c}{\rho_1^2} \right]^{1/4} \quad (16)$$

Ἡ ἔξισωση αὐτή προέρχεται ἀπ' τὴν γνωστὴν θεωρία σχετικῆς ιγνήσεως μεγάλων φυσαλίδων σὲ ύγρα (π.χ. Harmathy, 1960).

Οἱ ἔξισώσεις προβλέψεως περιοχῶν ροῆς τῶν Taitel et al (1980) εἶναι σχετικὸν ἀπλές καὶ προσφέρονται γιὰ ἐνσωμάτωση σὲ γενικευμένο ἀλγόριθμο γιὰ ύπολογισμούς τῶν χαρακτηριστικῶν διφασικῆς ροῆς.

Ύπολογισμός συγκρατήσεως καὶ πτώσεως πιέσεως

Εἶναι γνωστό ὅτι στὴ διεύθυνὴ βιβλιογραφία ύπάρχει ἔνας μεγάλος ἀριθμός σχέσεων πού ἔχουν προταθεῖ γιὰ ύπολογισμούς συγκρατήσεως καὶ πτώσεως πιέσεως διφασικῶν μιγμάτων. Ἐδῶ θὰ συνοψίσουμε μόνο τὴν προέλευση τῶν σχέσεων πού χρησιμοποιήθηκαν στὴν ἔργασία μας. Περισσότερες λεπτομέρειες καὶ σχόλια δίδονται ἀλλοῦ (Zacharopoulos, 1982).

Ροή μὲν φυσαλίδες. Γιὰ ύπολογισμούς τῆς συγκρατήσεως ἔχουμε ἐπιλέξει τὴ σχέση πού προτείνουν οἱ Griffith καὶ Wallis (1969) καὶ ἡ δοπία βασίζεται στὴ διαφορὰ ταχυτήτων (ταχύτητα διασθήσεως) τῶν δύο φάσεων. Γιὰ ύπολογισμούς τῆς πτώσεως πιέσεως, ἐπειδὴ σ' αὐτὴ τὴν περίπτωση τὸ διφασικὸ μίγμα εἶναι περίπου δύογενές, χρησιμοποιεῖται ἡ σχέση (Govier and Aziz, 1972)

$$\frac{\Delta P}{\Delta z} = \rho_M \frac{g}{g_C} + \frac{2 f \rho_1 U_M^2}{g_C D} \quad (17)$$

* Ο συντελεστής τριβής f ύπολογίζεται, κατά τά γνωστά, για μονοφασική ροή τού ύγρου.

Ροή μέσης. Για τή συγκράτηση έχουν προτιμηθεί οι σχέσεις πού προτείνουν οι Nicklin (1962) καλ Hughmark (1962). Καλ οι δύο σχέσεις βασίζονται σε κάποια φυσική έρμηνεια τού φαινομένου. Για τήν πτώση πιέσεως έχουν χρησιμοποιηθεί στήν έργαστα μας ή σχέση τού Nicklin (1961) καλ η σχετικά πρόσφατα προταθείσα μεθόδος τῶν Kubie and Oates (1978). Η τελευταία μεθόδος είναι μιά παραλλαγή τῆς γνωστής μεθόδου τῶν Lockhart καλ Martinelli (1949).

* Ανάμικτη ροή. Χρησιμοποιούνται οι λέιες σχέσεις τῆς προηγουμένης περιπτώσεως.

Δακτυλιοειδής ροή. Για τή συγκράτηση χρησιμοποιείται ή έμπειρική σχέση τῶν Collier and Wallis (1969). Για τήν πτώση πιέσεως έχουν δοκιμασθεί οι συσχετισμοί τῶν Chisholm (1967), Baker (1961), Chen and Spedding (1980) καλ Kubie and Oates (1978). Στήν ούσια καλ οι τέσσερες παραπάνω συσχετισμοί είναι παραλλαγές τῆς μεθόδου Lockhart-Martinelli.

Υπολογισμοί απώλειῶν θερμότητος

Για μόνιμες συνθήκες [σχύει ή έξισωση (14) ή δποία μπορεί νά γραφεί σέ άπλοποιημένη μορφή έξισώσεως πεπερασμένων διαφορῶν για τό τμήμα Δz τού σωλήνα (Σχήμα 2) ώς έξής:

$$H_i = H_{i-1} - Q' + \frac{g}{g_C} \frac{\Delta z}{J} + \frac{\Delta U_M^2}{2 g_C J} \quad (18)$$

* Η δλική ένθαλπία τού μίγματος (H_i) σέ κάθε διατομή i , διδεται συναρτήσει τῶν ειδικῶν ένθαλπίων καλ τῆς ποιότητος

$$H_i = h_g X_i + h_l (1-X_i) \quad (19)$$

Για τής απώλειες Q' έχουμε κατά τά γνωστά

$$Q' = \frac{U \pi D \Delta z (T-T_g)}{W} \quad (20)$$

ὅπου T_g ή θερμοκρασία τῶν πετρωμάτων.

Για τόν δλικό συντελεστή μεταδόσεως θερμότητος [σχύει δτι]

$$\frac{1}{U} = \frac{1}{h_s} + \frac{1}{h_p} + \frac{1}{h_f} \quad (21)$$

ὅπου

$$h_s = \frac{2 k_s / D}{\ln(D_c / D)}, \quad h_p = \frac{2 k_p / D}{\ln(D_o / D)} \quad (22)$$

Τά k καλ k άντιστοιχούν στής θερμικές άγωγιμότητες τῶν πετρωμάτων καλ τού σωλήνα ή/καλ τού περιβλήματος άπό τσιμέντο ή πάροχει. * Ο συντελεστής h_f πού σχετίζεται μέ τή ροή είναι ώς συνήθως πολύ μεγαλύτερος σέ σχέση μέ τούς άλλους καλ παραλείπεται.

* Η άκτινα R (Σχήμα 2) δρίζει ένα κυκλικό τμήμα γύρω άπ' τόν άγωγό, πέρα απ' τό δποίο ή θερμότητα τῶν πετρωμάτων T θεωρεῖται δτι παραμένει σταθερή για μεγάλα χρονικά διαστήματα.

* Η παραδοχή αύτή διευκολύνει τούς υπολογισμούς, άλλα πιθανώς νά μήν είναι ρεαλιστική σέ άρκετές περιπτώσεις. Π.χ., δταν τό

πέτρωμα είναι διαπερατό καὶ κεκορεσμένο μὲν ύγρασία, φαινόμενα φυσικής συναγωγής μπορεῖ νά αύξησουν σημαντικά τίς ἀπώλειας θερμότητος. Γιά τήν ἀντιμετώπιση τέτοιων προβλημάτων ἀπαιτούνται ἀξιόπιστες γεωλογικές πληροφορίες.

Αλγόριθμος

Τά δεδομένα πού ἀπαιτούνται γιά κάθε ύπολογισμό είναι ὁ ρυθμός ροής μάζας (W), ή πίεση καὶ ή ἐνθαλπία τοῦ ρευστοῦ στόν πυθμένα τῆς γεωτρήσεως, ή διάμετρος τοῦ σωλήνα, τό βάθος τῆς γεωτρήσεως, ή τραχύτητα τοῦ σωλήνα καὶ ή κατανομή τῆς θερμοκρασίας καὶ τοῦ συντελεστοῦ θερμικῆς ἀγωγιμότητος τῶν πετρωμάτων πού περιβάλλουν τή γεώτρηση.

Τό Σχήμα 3 δείχνει συνοπτικά τή γενική ροή πληροφοριῶν καὶ τή διαδοχή ύπολογισμῶν τοῦ προτεινομένου ἀλγορίθμου. Βασικά γίνεται "ἀποσύνδεση" τῶν δύο ἔξισώσεων ύπολογισμού πτώσεως πιέσεως καὶ ἀπωλειῶν θερμότητος, οἱ δύο οἱ στή γενική μορφή τους ἀλληλοεξαρτώνται, ὅπως ἔχει προαναφερθεί. Γιαυτό ἀρχικά ἐκλέγεται μιά μικρή μεταβολή ή βήμα ΔΡ γιά τήν πίεση ώστε νά ἀρχίσει κάθε νέα σειρά ύπολογισμῶν. Ο καθορισμός τοῦ βήματος ΔΡ γιά τήν πίεση – καὶ δχι ἐνδέ βήματος ΔΖ γιά τό μήκος τοῦ σωλήνα – διευκολύνει τούς ύπολογισμούς γιατί, ἔχοντας γνωστή τήν πίεση σέ κάθε τμήμα τοῦ ἀγωγοῦ, μποροῦν νά ύπολογισθοῦν ή θερμοκρασία καθώς καὶ οἱ πυκνότητες καὶ εἰδικές ἐνθαλπίες κάθε φάσεως ἀπό πίνακες κεκορεσμένου ἀτμοῦ. Αύτό βέβαια προϋποθέτει τήν παραδοχή ὅτι ἀποκαθίσταται θερμοδυναμική ζιορροπία μεταξύ τῶν φάσεων σέ κάθε βήμα ύπολογισμῶν.

Η πορεία τῶν ύπολογισμῶν μετά τήν ἐκλογή τοῦ βήματος ΔΡ είναι συνοπτικά ή ἔξις:

- 'Υπολογισμός μέσης πιέσεως μεταξύ διατομῶν i καὶ i-1 (Σχήμα 3)
 - 'Από πίνακες ἀτμῶν δρίζεται ή μέση θερμοκρασία, οἱ εἰδικές ἐνθαλπίες καὶ οἱ εἰδικοὶ δύοι
 - 'Εκλέγεται μιά τιμή γιά τήν ἐνθαλπία (H') στήν διατομή i+1 καὶ ύπολογίζεται ή μέση τιμή της μεταξύ i καὶ i+1
 - 'Υπολογίζονται οἱ μέσες τιμές τῆς ποιείτητος, τῶν ρυθμῶν ροής, τῶν ταχυτήτων καὶ τῶν (διοτήτων τῶν φάσεων μεταξύ i καὶ i+1
 - Προσδιωρισμός περιοχῆς ροής
 - 'Υπολογισμός συγκρατήσεως καὶ πτώσεως πιέσεως λόγω τριβῶν
 - 'Υπολογισμός μέσης πυκνότητος ρ_M
 - 'Υπολογισμός βημάτος μήκους Δz_i (έξισωση 12)
 - 'Υπολογισμός ἀπωλειῶν θερμότητος Q (έξισωση 20)
 - 'Υπολογισμός ἐνθαλπίας στή διατομή i+1 (έξισωση 18)
 - "Ελεγχος συγκλίσεως ὡς πρός τήν ἐνθαλπία καὶ ἐπανάληψη ύπολογισμῶν μὲν νέο Η, διν δέν ύπάρχει σύγκλιση
 - 'Εκλογή νέου ΔΡ καὶ ἐπανάληψη τῆς παραπάνω διαδικασίας μέχρις ότου καλυφθεῖ τό συνολικό βάθος τῆς γεωτρήσεως.
- Περισσότερες σχετικές πληροφορίες ύπάρχουν σέ ἄλλη ἔργασία (Ζαχαρούλης, 1982).

Σύγκριση ύπολογισμῶν με μετρήσεις

Τά δημοσιευμένα δεδομένα πού ̄χουμε διαθέσιμα είναι δυστυχώς δύλιγα καὶ προέρχονται από τά γεωθερμικά πεδία τοῦ Wairakei καὶ Broadlands τῆς N. Ζηλανδίας. Οἱ μετρήσεις αύτές ̄χουν άναδημοσιευθεῖ ἀπό τὸν Gould (1974). Στόν Πίνακα 1 περιέχονται μερικά ἀπό τὰ βασικά δεδομένα. Περισσότερες συμπληρωματικές πληροφορίες καὶ σχόλια γιαυτά τὰ δεδομένα δύδουν οἱ Gould (1974) καὶ Ζαχαρούλης (1982). Γενικά οἱ μετρήσεις αύτές, πού ̄γιναν τό 1967, καὶ 1969, δέν θεωρούνται λιαλτερα ἀκριβεῖς καὶ πλήρεις. Π.χ. ὑπάρχει ἀσφεια ὡς πρός τὰ συνθήκες ροής ὑπό τὰς διαφορές ̄γιναν ἀρκετές μετρήσεις. Ἐπισης δεδομένα γιά τὴν κατανομή τῆς θερμοκρασίας καὶ τῆς θερμικῆς ἀγωγιμότητος τῶν πετρωμάτων δέν υπάρχουν. Ἐπομένως οἱ συγκρίσεις πού ̄γίνονται με ύπολογισμούς παρέχουν μόνον ἐνδειξεις γιά τὴν ἀρτιότητα καὶ τὴν διειποιητική τοῦ προτεινομένου ἀλγορίθμου.

Ἡ κατανομή τῆς θερμοκρασίας τῶν πετρωμάτων πού ̄περιβάλλουν τὴν γεώτρηση θεωρήθηκε ὅτι είναι γραμμική. Γιά τὸν ύπολογισμὸν τῆς θερμοκρασίας ἐπελέγη γεωθερμική βαθμίδα περίπου τέσσερες φορές μεγαλύτερη ἀπό τὴν κανονική, δηλαδὴ περίπου $0.06^{\circ}\text{F}/\text{ft}$. Ἐπειδὴ ἡ κατανομή τῆς θερμικῆς ἀγωγιμότητος τῶν πετρωμάτων στά συγκεκριμένα γεωθερμικά πεδία είναι ἀγνωστη, ἐκτιμήθηκε (Ζαχαρούλης, 1982) ὁ διλικός συντελεστὴς μεταδόσεως θερμότητος U μὲ βάση γεωμετρικά καὶ ἀλλα στοιχεῖα τῆς γεωτρήσεως. Βρέθηκε ὅτι ὁ συντελεστὴς U πρέπει νά κυμαίνεται μεταξύ 0.8 καὶ $\sim 7.5 \text{ Btu/hr ft}^{-2}^{\circ}\text{F}$. Σέ παρόμοια συμπεράσματα φαίνεται ὅτι καταλήγουν καὶ ἀλλοι ἔρευνητα (Gould, 1974) διποία γιαδ μόνιμες συνθήκες λειτουργίας τῆς γεωτρήσεως θεωρεῖται ρεαλιστική.

Γιά τὸν ύπολογισμὸν τῆς "συγκρατήσεως" καὶ τῆς πτώσεως πιέσεως λόγῳ τριβῶν, δοκιμάσθηκαν ὥρισμένοι συνδυασμοὶ τῶν συσχετισμῶν πού ̄άναφέρθηκαν παραπάνω. Οἱ πιέσεις ἐπιτυχεῖς είναι αὐτοὶ πού ̄άναφέρονται ὡς περιπτώσεις 3 καὶ 4. Οἱ συνδυασμοὶ τῶν συσχετισμῶν είναι οἱ ἑξῆς:

Περίπτωση 3

	<u>Poή μὲ slugs</u>	<u>Δακτυλιοειδής ροή</u>
"Συγκράτηση" ::	Hughmark (1962)	Collier and Wallis (1969)
Πτώση πιέσεως :	Nicklin (1961)	Chen and Spedding (1980)

Περίπτωση 4

	<u>Poή μὲ slugs</u>	<u>Δακτυλιοειδής ροή</u>
"Συγκράτηση" :	Nicklin (1962)	Collier and Wallis (1969)
Πτώση πιέσεως:	Kubie and Oates (1978)	Kubie and Oates (1978)

Οἱ συσχετισμοὶ γιά τὰς ἀλλες περιοχές ροής ἀναφέρθηκαν παραπάνω.

Τά ἀποτελέσματα τῶν ύπολογισμῶν συνοψίζονται στοὺς Πίνακας 2 καὶ 3. Γιά ὅλα τὰ δεδομένα προβλέψθηκε δακτυλιοειδής ροή (A-Annular) ἐκτός ἀπό ὥρισμένες περιπτώσεις πού ̄προβλέψθηκε ροή μὲ slugs (S), μὲ φυσαλίδες (B-Bubbles) καὶ μονοφασική ροή ὑπόφυκτοῦ ύγροῦ (L-Liquid), ὅπως σημειώνεται στὸν Πίνακα 3. Γιά τὰς δύο ἀπό αὐτές τὰς πρεῖς περιπτώσεις οἱ διαφορές μεταξύ μετρήσεων τῆς πιέσεως στόν πυθμένα καὶ ύπολογισμῶν είναι ἀδικαιολόγητα μεγάλες. Γιά τὰς περισσότερες ἀπό τὰς ἀλλες περιπτώσεις οἱ διαφορές διαίτησιν είναι σχετικά μικρές.

Στό Σχήμα 4 συγκρίνονται ώρισμένες μετρήσεις μεταβολής της θερμοκρασίας κατά μήκος του σωλήνα της γεωτρήσεως μέχρι της λογισμούς απ' τήν περίπτωση 4. Ή προσέγγιση είναι πολύ ικανοποιητική μέχρι 1000-1100 ft. Είναι πιθανόν ή απόκλιση για μεγαλύτερο βάθος να διφεύλεται σε μερική απόδραση του άγωγού, όπως άναφέρει δ Gould (1974).

ΣΧΟΛΙΑ

Τό προκαταρκτικό στάδιο στό δπού βρίσκεται ή ανάπτυξη του μοντέλου καί ή ανεπάρκεια τών πειραματικών δεδομένων δέν έπιτρέπουν λεπτομερέστερες συγκρίσεις πρός τό παρόν. Είναι βέβαια σαφές ότι θα χρειασθεῖ άρκετή δουλειά καί πρός τις δύο κατεύθυνσεις. Δηλαδή τόσο πρός τήν κατεύθυνση της συλλογής δεδομένων που νά χαρακτηρίζονται από ακρίβεια καί πληρότητα όσο καί πρός τήν κατεύθυνση μελέτης καί κατανοήσεως τών φαινομένων που έπιπεραίζουν τήν ροή τῶν γεωθερμικών ρευστῶν. Πρόσοδος πρός τήν κατεύθυνση αυτή θά έπιτρέψει τή δημιουργία πιστειστικών καί αξιόπιστων μοντέλων.

Μια άλλη περιοχή που θα μπαίτησε παράλληλη έρευνητική δραστηριότητα άφορα τήν έπιδραση τών διαλελυμένων συστατικών (στερεῶν καί διερίων) τόσο στις ζιζιθητες τών δύο φάσεων όσο καί στή διαμόρφωση της ροής.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Lockhart, R.W. and R.C. Martinelli, Chem. Eng. Progress, vol 45, p. 39, 1949.
2. Harmathy, T.Z. "Velocity of Large Drops and Bubbles in Media of Infinite or Restricted Extent", A.I.Ch.E.J., vol 6, p. 281, 1960.
3. Hughmark, G.A., "Holdup in Gas-Liquid Flow", Chem. Eng. Progr., 58, No 4, (1962).
4. Nicklin, D.J., "Two-Phase Bubble Flow", Chem. Eng. Science, 17, pp. 93-702 (1962).
5. Wallis, G.B., One-Dimensional Two-Phase Flow, McGraw-Hill Book Co., New York (1969).
6. Govier, G.W. and K. Aziz, The Flow of Complex Mixtures in Pipes, Van Nostrand Reinhold, Co., New York (1972).
7. Gould, T.L., "Vertical Two-Phase Steam-Water Flow in Geothermal Wells", J. Pet. Tech. pp. 833-842.
8. Kubie, J. and H.S. Oates, "Aspects of Two-Phase Frictional Pressure Drop in Pipes", TransIChemE, 56 (1978).
9. Chen, J.J.J. and Spedding, P.L., "An Extension of the Lockhart-Martinelli Theory of Two-Phase Pressure Drop and Holdup", Int. J. Multiphase Flow, 7, No 6, pp. 659-675, (1981).
10. Taitel, Y. et al, "Modelling Flow Pattern Transitions for Steady Upward Gas-Liquid Flow in Vertical Tubes", AIChE J., 26, No3 (1980).
11. Ζαχαρούλης, Ν.Δ., "Ηρόβλεψη χαρακτηριστικών ροής γεωθερμικῶν ρευστῶν στό σωλήνα της γεωτρήσης", Διπλωματική έργα, Τμήμα Χημικών Μηχανικών, Πολυτεχνική Σχολή, Α.Π.Θ., 1982.

ΠΙΝΑΚΑΣ ΣΥΜΒΟΛΩΝ

- A : διατομή τοῦ άγωγοῦ, ft^2
- C_g : κατ' δύκον συγκέντρωση τῆς άερίας φάσης
- C_1 : κατ' δύκον συγκέντρωση τῆς ύγρης φάσης
- D : έσωτερική διάμετρος τοῦ άγωγοῦ, ft
- f : συντελεστής τριβής κατά Fanning
- H : ένθαλπία ρευστού, Btu/lb_m
- h_g : είδική ένθαλπία άέριας φάσης, Btu/lb_m
- h_1 : είδική ένθαλπία ύγρης φάσης, Btu/lb_m
- \bar{P} : μέση πίεση τοῦ ρευστού σέ ἕνα μικρό τμήμα ΔΖ τοῦ άγωγού
psia
- Q' : άπώλειες θερμότητος, Btu/lb_m
- Q_g : δγκομετρικός ρυθμός ροής τῆς άέριας φάσης, ft^3/sec
- Q_1 : δγκομετρικός ρυθμός ροής τῆς ύγρης φάσης, ft^3/sec
- \bar{T}_F : μέση θερμοκρασία τοῦ ρευστού σέ ἕνα τμήμα ΔΖ τοῦ άγωγού
- U_{gs} : φαινομενική ταχύτητα άέριας φάσης, ft/sec
- U_{ls} : φαινομενική ταχύτητα ύγρης φάσης, ft/sec
- U_M : μέση ταχύτητα τοῦ μίγματος, ft/sec
- W : δλικός ρυθμός ροής μάζας τοῦ μίγματος, lb_m/sec
- W_g : ρυθμός ροής μάζας άέριας φάσης, lb_m/sec
- W_1 : ρυθμός ροής μάζας ύγρης φάσης, Lb_m/sec
- X : ποιότητα άτμου

ΠΙΝΑΚΑΣ 1: ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ ΑΙΓΑΙΟ ΠΕΡΙΟΧΕΣ BROADLANDS KAI WAIRAKEI, ΝΕΑ ΖΗΛΑΝΔΙΑ

	ΒΑΘΟΣ ΑΝΑΦΟΡΑΣ (ft)	ΒΑΘΟΣ ΔΙΑΤΡΗΤΟΥ ΤΜΗΜΑΤΟΣ (ft)	ΟΔΙΚΗ ΡΟΗ ΜΑΖΑΣ (1000 lb/m ³)	ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΚΕΦΑΛΗΣ	ΠΙΕΣΗ ΚΕΦΑΛΗΣ (psi)	ΠΙΕΣΗ ΠΟΥΘΜΕΝΑ (psiα)
BR-2	2486	1367	595	0.328	215	790
BR-3	2480	1538	370	0.324	160	490
BR-7	2504	1766	83	0.723	165	365
BR-8	2491	1458	395	0.481	170	735
BR-9	2500	1500	140*	0.314	170	335
BR-13	2450	1700*	290	0.241	160	490
WK-27A	1100	1390	610	0.139	180	375
WK-27B	1100	1390	558	0.104	260	425
WK-27C	1100	1390	460	0.076	335	485

(*) : *Υπολογισμένες τιμές

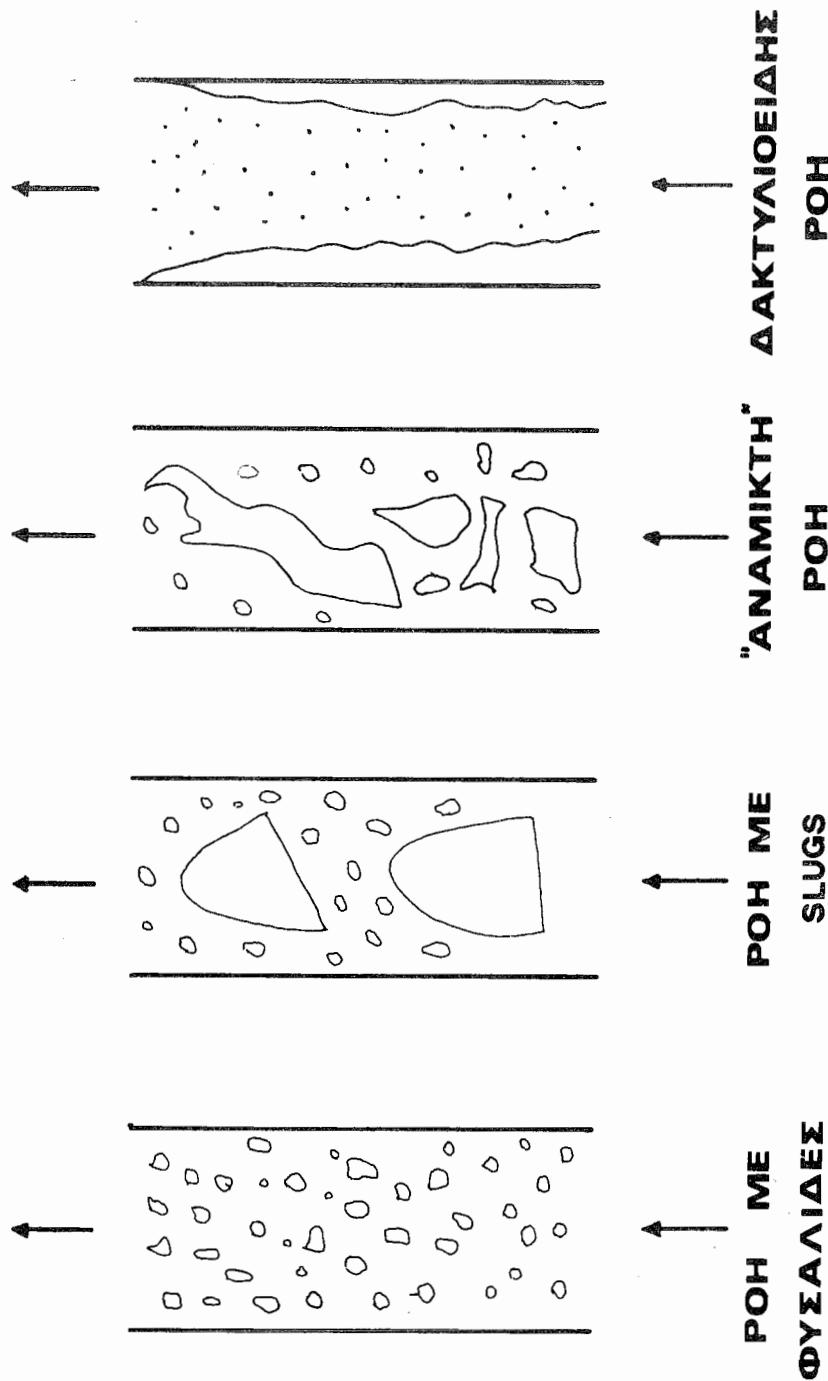
ΤΙΒΝΑΚΑΣ 2: ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ ΜΕ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΕΝΕΣ ΤΙΜΕΣ

	P_{mi}	ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ 3		ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ 4	
		P_{ci}	d_i	P_{ci}	d_i
BR-2	790	711	10.0	1014	28.4
BR-3	490	498	1.6	588	20.0
BR-7	365	250	-31.5	273	-25.2
BR-8	735	593	-19.3	793	7.9
BR-9	335	343	2.4	331	-1.2
BR-13	490	406	-17.1	422	-13.9
WK-27A	375	319	-14.9	350	-6.7
WK-27B	425	386	-9.2	421	-0.9
WK-27C	485	452	-6.8	473	-2.5

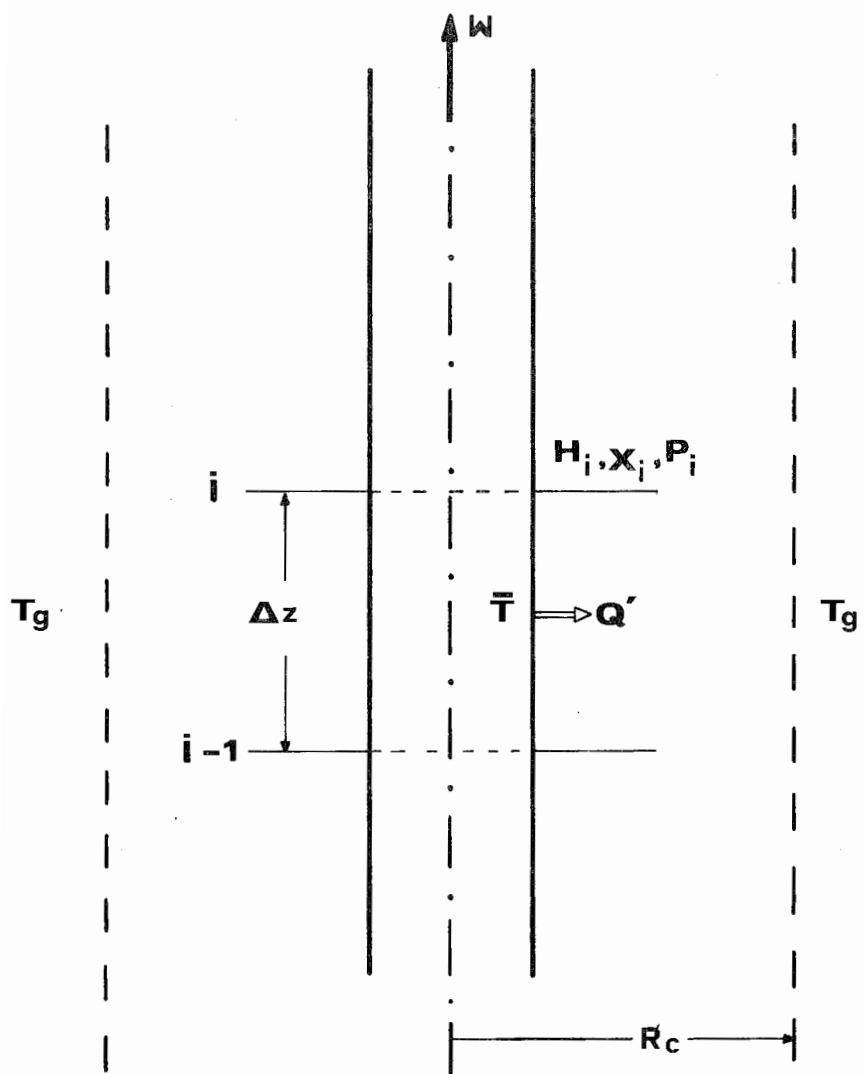
ΠΙΝΑΚΑΣ 3: ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ ΜΕ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΕΝΕΣ ΤΙΜΕΣ

		ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ 3		ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ 4	
	P_{mi}	P_{ci}	d_i	P_{ci}	d_i
11-1A	548	559	2.0	568	3.6
11-1B	613	626	2.1	655	6.9
11-2	590	604	2.4	661	12.0
11-3A*	540	894	65.6	897	66.1
11-3B*	656	1204	83.5	1182	80.2
11-4**	627	750	19.6	772	23.1
11-5	606	600	-1.0	629	3.8
11-6	592	570	-3.7	618	4.4
13-7	423	481	13.7	492	16.3
13-8	538	523	-2.8	530	-1.5
13-12A	472	479	1.5	480	1.7
13-12B	534	523	-2.1	530	-0.7

* S, B, L ** A, S, B, L

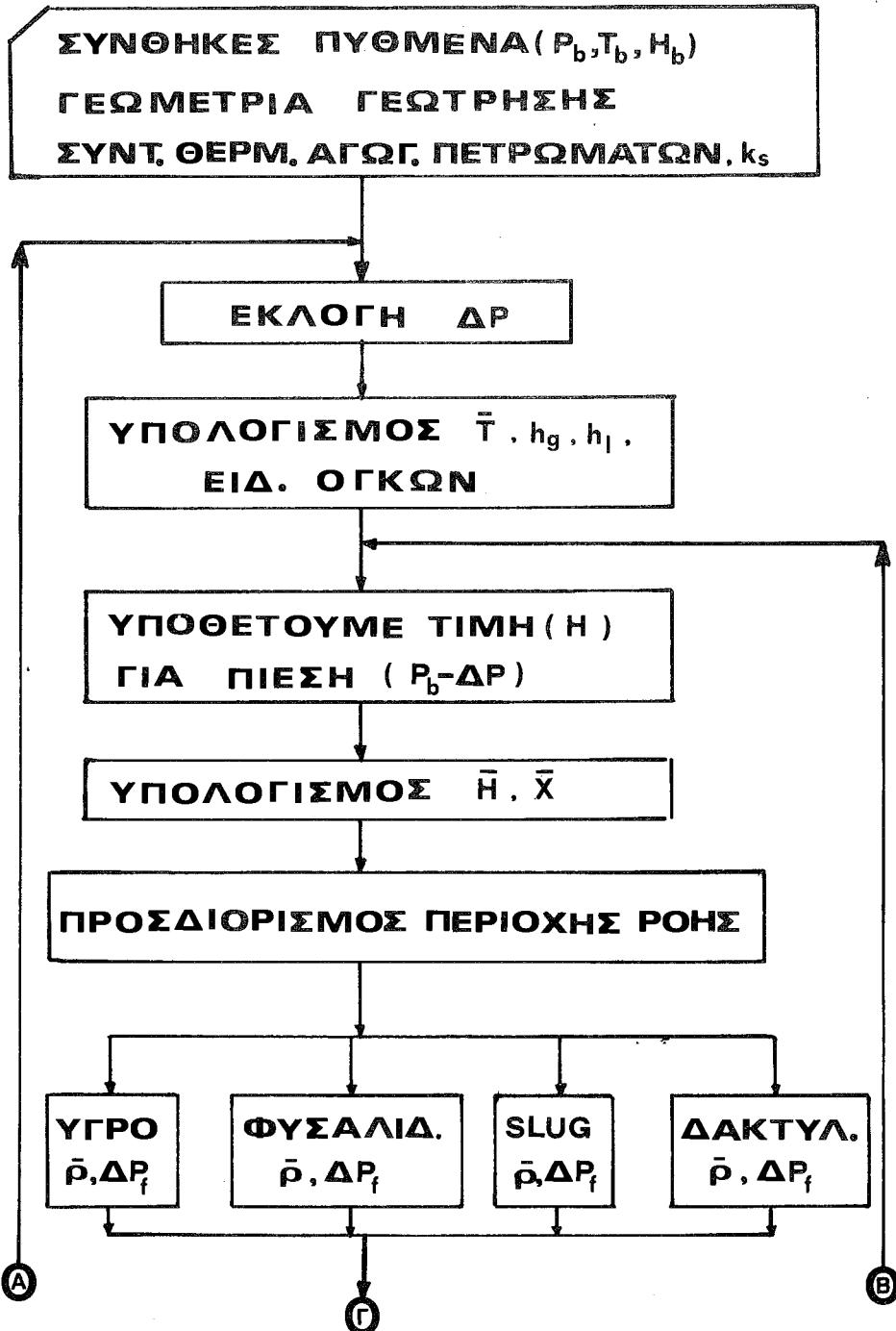


Σχήμα 1: Περιοχές ροής διφασικού μηχανισμού

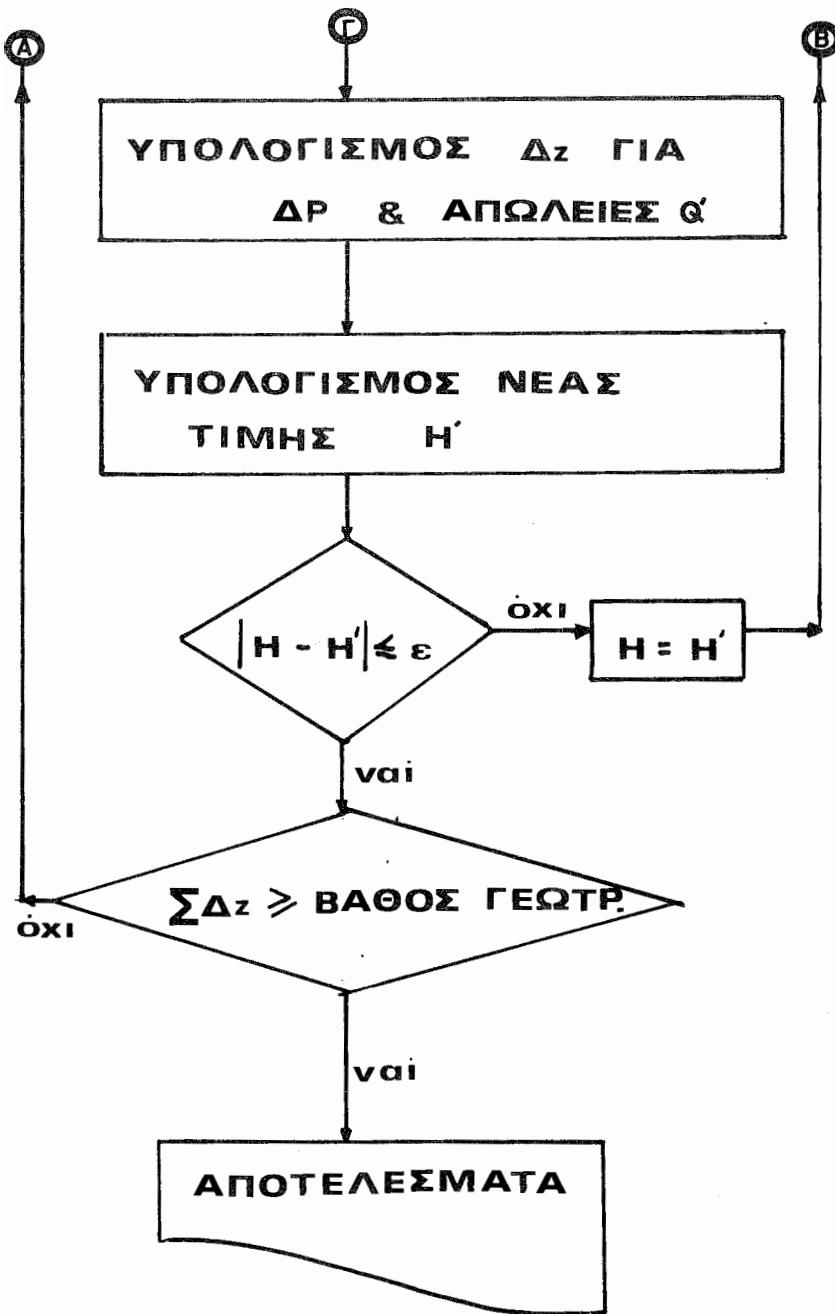


Σχήμα 2:

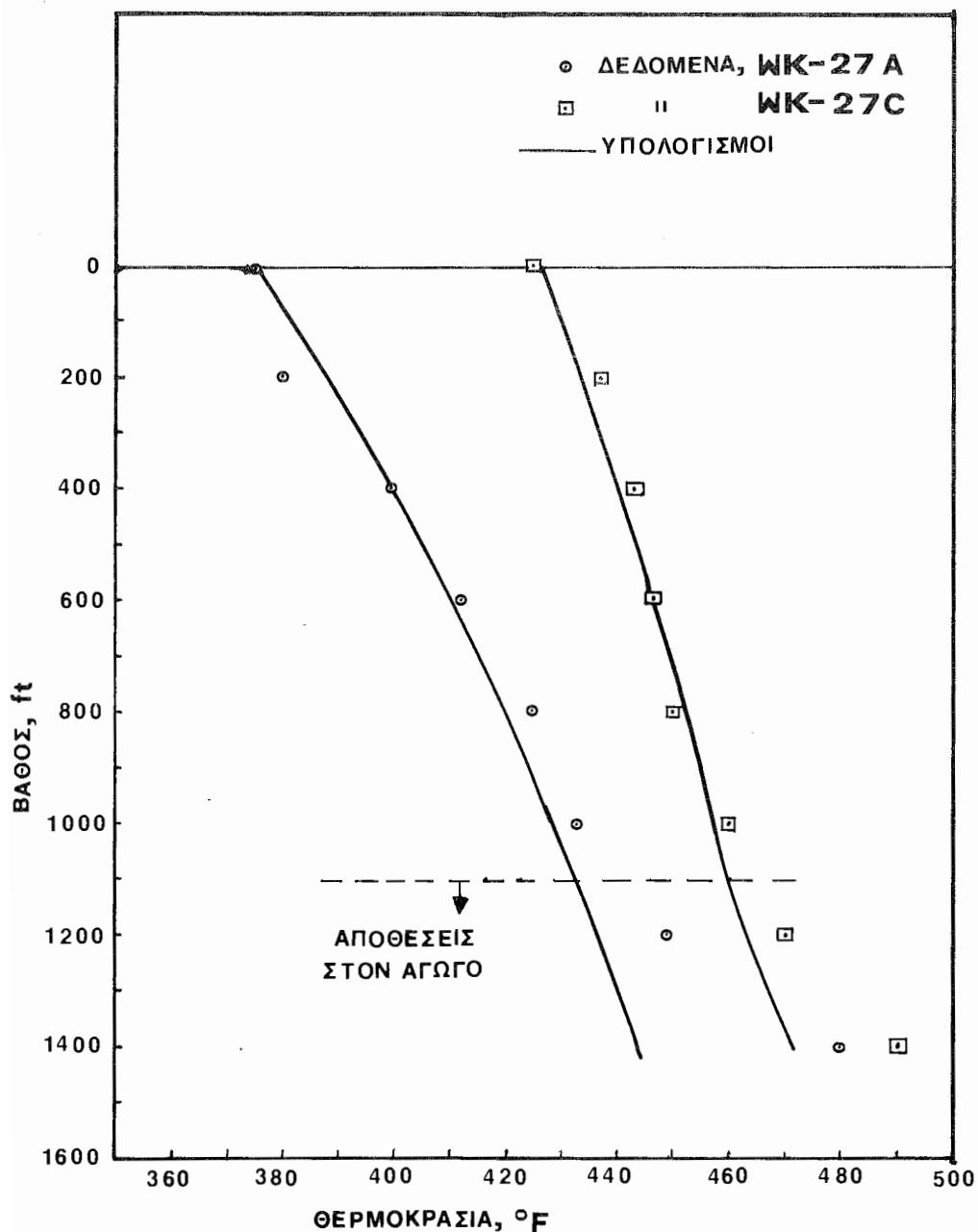
**ΣΧΗΜΑΤΙΚΗ ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗ
ΤΜΗΜΑΤΟΣ ΤΟΥ ΑΓΩΓΟΥ**



Σχήμα 3α: Ροή πληροφοριών και διαδοχή υπολογισμών



Σχήμα 3β: Ροή πληροφοριών και διαδοχή υπολογισμών



Σχήμα 4: Σύγκριση ύπολογισμών με μετρήσεις μεταβολής της θερμοκρασίας σε γεώτρηση του Wairakei, N. Ζηλανδία (Gould, 1974).

"ΜΙΚΡΑ ΥΔΡΟΗΛΕΚΤΡΙΚΑ ΕΡΓΑ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΣΑ" *

Συγγραφεῖς: ΚΩΣΤΑΣ ΝΙΚΗΤΟΠΟΥΛΟΣ, Πολ.Μηχ. Ε.Μ.Π. 1976
 MSc Hydr.Eng. 1978
 Μελετητής Μηχ. ΔΑΥΕ/ΔΕΗ
 Επιστημονικός Συνεργάτης ΕΜΠ

ΓΙΑΝΝΗΣ ΣΤΕΦΑΝΑΚΟΣ, Πολ. Μηχ. Ε.Μ.Π. 1970
 Dipl. Imp. College 1975
 MSc Hydr. Eng. 1975
 Ph.D Univ. London 1979
 Μελετητής Μηχ. ΔΑΥΕ/ΔΕΗ
 Επιστημονικός Συνεργάτης ΕΜΠ

Περίληψη: Η ένεργειακή κρίση διαμόρφωσε νέες συνθήκες πού έπι-
 βάλλουν τήν ταχύτερη δυνατή άξιοποίηση τῶν έγχωριων
 πηγῶν ένέργειας. Στόν Έλλαδικό χώρο τό 80% τοῦ
 ύδροδυναμικοῦ παραμένει άνεκμετάλλευτο ένδι ή άξιο-
 πόίηση τῶν θέσεων μικρῶν Υδροηλεκτρικῶν "Εργων εἶναι
 έλάχιστη, σέ αντίθεσή μέ αλλες χώρες όπου ἔχει γίνει έντυ-
 πωσιακή έκμετάλλευση τοῦ δυναμικοῦ αύτοῦ. Σέ 80 περί-
 που έκτιμῶνται οἱ πιθανές θέσεις μικρῶν ΥΗΕ, ή άξιο-
 ποίηση τῶν δύοιων θά δώσει 1100 GWh μέση ένέργεια
 τό χρόνο καὶ θά συμβάλλει σημαντικά στήν περιφερειακή
 άνάπτυξη καὶ τήν άποκέντρωση.

* Η άνακοίνωση αύτή παρουσιάστηκε στό Πρώτο Εθνικό Συνέδριο γιά τίς
 "Ηπιες Μορφές Ένέργειας", Θεσσαλονίκη 20-22 Οκτώβρη 1982.

1. Είσαγωγή

- Ένα άπό τά σοβαρότερα προβλήματα πού άντιμετωπίζει ή άνθρωπότητα τήν τελευταία δεκαετία είναι ή ένεργειακή αρίστη. Μιά αρίστη πού δέν πλήττει μόνο τίς βιομηχανικές χώρες μέτην μεγάλη κατανάλωση ένέργειας, άλλα καί υψηλώς τίς ύπό άναπτυξη χώρες σάν τήν Ελλάδα, πού παρουσιάζουν ύψηλούς έτήσιους ρυθμούς αύξησης τής κατανάλωσης σέ ένέργεια.
- Ο σωστός χειρισμός τού ένεργειακού προβλήματος είναι ή ούσιαστηνότερη ίσως προϋπόθεση γιά τήν πετυχημένη έφαρμογή τού άναπτυξιακού προγράμματος τής χώρας.
- Η ένεργειακή πολιτική θά πρέπει νά προσανατολιστεῖ στούς παρακάτω τρεῖς βασικούς στόχους:
- α) Γρήγορη άξιοποίηση τῶν έγχωριων ένεργειακῶν πηγῶν
 - β) Περιορισμό τής κατανάλωσης ένέργειας έφαρμοδοντας μιά σύμμετρη άναπτυξιακή πολιτική.
 - γ) Ανάπτυξη νέων τεχνολογιῶν μέσα άπό έντατικό πρόγραμμα έρευνῶν, άξιοποιόντας τό έπιστημονικό δυναμικό τής χώρας.

2. Ένεργειακές Ανάγκες τής Χώρας - Ηλεκτρική Ένέργεια

Τό 1978 τό σύνολο τῶν έτήσιων ένεργειακῶν άναγκῶν τής χώρας ξεπέρασε τούς 15 έκατομ. ΤΙΠ (Τόννοι Ισοδύναμου Πετρέλαιου) ένω τό 75% περίπου τού ποσού αύτού ήταν είσαγόμενο πετρέλαιο. Η μέση έτήσια αύξηση τής κατανάλωσης σέ ένέργεια τήν δεκαετία 1970-1980 ήταν 8% περίπου. Τό 35% τού συνόλου τής παραπάνω πρωτογενούς ένέργειας μετατράπηκε σέ ήλεκτρική ένέργεια. Σέ σύνολο 21.700 GWh παραγωγής ήλεκτρικής ένέργειας τό 1981, 3.400 GWh (15.5%) προϊλαδαν άπό τίς ύδατοπτώσεις, 11.400 GWh (52.5%) άπό τό λιγνίτη καί 6.900 GWh (32%) άπό ήγρα καύσιμα /1/. Η αιχμή ζήτησης Ισχύος τού συστήματος έφτασε τόν 6διο χρόνο τά 3.500 MW περίπου.

Τό οίκονομικά έκμεταλλεύσιμο ύδροδυναμικό τής χώρας πιστεύεται στις άνερχεται σέ 16.000 GWh καί συνεχῶς πλησιάζει τό τεχνικά έκμεταλλεύσιμο πού ύπολογίζεται σέ 20.000 GWh.

Δηλαδή τό σύνολο σχεδόν τῶν σημερινῶν άναγκῶν σέ ήλεκτρική ένέργεια θά μπορούσε νά καλυφθεῖ άπό ύδροηλεκτρική παραγωγή άν είχαμε άξιοποιήσει τό διαθέσιμο καί τεχνικά έκμεταλλεύσιμο ύδροδυναμικό τής χώρας.

Τά υδροηλεκτρικά πού ήδη λειτουργούν (9 συνολικά) δίνουν μιά μέση έτήσια παραγωγή 4.145 GWh (21% τοῦ δυναμικοῦ) καὶ έχουν σύνολο Έγκατεστημένης 'Ισχύος 1.685 MW. Μέχρι τό 1990 προβλέπεται νά προστεθοῦν στό σύστημα ἄλλα 9 ΥΗΕ πού θά αύξησουν τήν συνολική μέση παραγωγή σὲ 6.685 GWh καὶ τήν συνολική 'Υδροηλεκτρική 'Ισχύ σὲ 3.400 MW. Τέλος προβλέπεται μέχρι τό 2010 νά ένταχθοῦν στό σύστημα ἄλλα 20³ υδροηλεκτρικά πού θά δινεβάσουν τήν συνολική μέση έτήσια παραγωγή σὲ 12.120 GWh (61% τοῦ δυναμικοῦ) καὶ τήν συνολική 'Ισχύ ἀπό υδροηλεκτρικά σὲ 7.540 MW. 'Από τό σύνολο τῶν 29 προβλεπόμενων νέων ἔργων μόνον 1 θά ἔχει έγκατεστημένη 'Ισχύ μικρότερη τῶν 10 MW.

'Από τά παραπάνω στοιχεῖα προκύπτει ὅτι ἡ μέχρι τώρα ἀξιοποίηση τοῦ έκμεταλλεύσιμου υδροδυναμικοῦ (21%) εἶναι βραδυτάτη καὶ τοῦτο γιατί προσέκρουσε σὲ ἀντιρρήσεις πού βασίζονται στό χρονοβόρο καὶ δραχμοβόρο χαρακτήρα τῆς κατασκευῆς τῶν ἔργων αὐτῶν. 'Η ἀναπτυσσόμενη δύναμις ἐνεργειακή κρίση κάνει τίς παραπάνω ἀντιρρήσεις δλο καὶ πιὸ ἀδύναμες.

"Ἐνας τομέας πού ἔτυχε ἐλάχιστης προσοχῆς ἔως τώρα ἀπό τοὺς φορεῖς πού ἀσχολοῦνται μέ θέματα ἐνέργειας καὶ περιφερειακῆς ἀνάπτυξης, εἶναι ὁ τομέας τῶν μικρῶν υδροηλεκτρικῶν ἔργων (ΜΥΗΕ). 'Ο ρόλος πού μποροῦν νά παίξουν τά ΜΥΗΕ, συμβάλλοντας στήν ἐνεργειακή αύτάρκεια καὶ οἰκονομική αύτοδυναμία τοῦ ἐνισχυμένου καὶ ἀποκεντρωμένου θεσμοῦ τῆς Τοπικῆς Αύτοδιοικησης, εἶναι καθοριστικός.

3. Τά ΜΥΗΕ Διεθνῶς, 'Ορισμοί, Μειονεκτήματα - Πλεονεκτήματα

Στό διεθνῆ χῶρο ἡ ἀνάπτυξη τῶν ΜΥΗΕ ἔχει λάβει μεγάλη ἔκταση. Στόν Πίνακα I δίνονται χαρακτηριστικά στοιχεῖα γιά ΜΥΗΕ σὲ διάφορες χῶρες /2/, /3/, /4/, /5/, /6/. Φαίνεται καθαρά ἀπ' αὐτό τόν Πίνακα ὅτι χῶρες μέ διοικητική ἀποκέντρωση ἀνέπτυξαν σέ σημαντικά μεγαλύτερο βαθμό ἀπό τίς υπόλοιπες τούς μικρούς υδροηλεκτρικούς σταθμούς.

Χρησιμοποιοῦνται διάφορα κριτήρια γιά τήν ταξινόμιση τῶν μικρῶν υδροηλεκτρικῶν ἔργων. Τό ἐπικρατέστερο εἶναι ἡ Έγκατεστημένη 'Ισχύς καὶ αὐτό γιατί ἀπό τό μέγεθος τῆς Έγκατεστημένης 'Ισχύος τῆς μονάδας ἔξαρτᾶται καὶ ἡ δυνατότητα τυποποίησής της.

"Ετσι άπο τήν UNIPEDE /5/ προτείνεται ή έξης κατάταξη.

- Μικρός 'Υδροηλεκτρικός Σταθμός: 'Εγκατεστ.' Ισχύς < 10 MW
- Mini " " " " " < 2 MW
- Micro " " " " " < 0.5 MW

Τά μικρά ΥΗΕ παρουσιάζουν τά έξης πλεονεκτήματα σέ σχέση με τά μεγάλα ΥΗΕ.

1. Τοπική καί περιορισμένη έπιδραση στό περιβάλλον
2. Μικρό χρόνο κατασκευής
3. Περιορισμένες απαιτήσεις για διαγενερικές ερευνες καί μελέτες
4. Διάθεση ένέργειας σέ απομακριωμένες περιοχές χωρίς νά υπάρχει άναγκη νά κατασκευασθούν μεγάλες γραμμές μεταφοράς.

Σάν μειονεκτήματα τών ΥΗΕ άναφέρονται

1. 'Υψηλό κόστος παραγόμενης ένέργειας
 2. Δυσκολίες στή διάθεση τής παραγόμενης ένέργειας
 3. "Ελλειψη έπαρκων ύδροιογιανών στοιχείων
 4. Πολλές άλληλοσυγκρουόμενες χρήσεις τοῦ νεροῦ καί έμπλοκή σέ νομικής φύσεως θέματα δύον άφορά τήν κατασκευή καί έκμετάλλευση τοῦ έργου.
4. Τυποποίηση, Εγκατάσταση, ΥΗΕ καί Εκτίμηση Κόστους

Ένω τό μεγαλύτερο ποσοστό τοῦ κόστους ένός μεγάλου ΥΗΕ άποτελούν τά έργα Πολιτικού Μηχανικού (μέχρι 80% τοῦ συνόλου) για τά μικρά ΥΗΕ τό μεγαλύτερο ποσοστό κόστους απορροφάται από τόν ήλεκτρομηχανολογικό έξοπλισμό (50-60%). Στό Σχ. 1 δείχνονται σχηματικά τά ποσοστά τών δαπανῶν για τήν κατασκευή ένός μικροῦ καί ένός μεγάλου ΥΗΕ τοῦ ίδιου περίπου ύψους πτώσεως.

Σημαντική μείωση τοῦ κόστους κατασκευής, έξοπλισμοῦ καί λειτουργίας τών ΥΗΕ έπιτυγχάνεται

- α) Μέ τήν τυποποίηση τών στροβίλων
- β) Μέ άπλοποιημένες διατάξεις αύτομάτου έλέγχου.

Τό πεδίο έφαρμογής τών διαφόρων τυποποιημένων στροβίλων ποικίλει από κατασκευαστή σέ κατασκευαστή άναλογα μέ τίς είδικές συνθήκες καί απαιτήσεις τών έργων γιά τά θόια προορίζονται.

· Υπάρχουν 20 κατασκευαστές τυποποιημένων στροβίλων για ΜΥΗΕ σέ 10 χώρες, πού καλύπτουν ένα εύρυτατο φάσμα μηχανών /7/. Στό Σχ. 2 δίνεται ένα χαρακτηριστικό διάγραμμα έφαρμογής τυποποιημένων στροβίλων για ΜΥΗΕ /5/.

· Η τυποποίηση στά έργα Πολιτικού Μηχανικού είναι δυσκολώτερη καί πιο σπάνια γιατί ή προσαρμογή στίς υπάρχουσες τοπογραφικές συνθήκες είναι πάντα δύσκολη. Παρ' όλα αυτά υπάρχει δυνατότητα τυποποίησης χρησιμοποιώντας τυποποιημένους σταθμούς παραγωγής, κατόψεις καί διπλισμούς καθώς καί τυποποιημένα κατασκευαστικά ύλινα /8/.

Για τήν κατά προσέγγιση έκτιμηση τού κόστους ΜΥΗΕ (έκτός τού κόστους τού φράγματος) έχουν διαπισχθεῖ διάφορες έξι σώσεις /9/.

· Ετσι δίδονται σε τιμές 1979 καί \$ ΗΠΑ

a) Κόστος Ηλεκτρομηχανολογικού Εξοπλισμού

$$C_H = 40.000 \cdot (KW/H_R)^{0.53}$$

$$\text{ή } C_H = 9.000 \cdot KW^{0.7} H_R^{-0.35}$$

b) Διάμετρος Αγωγῶν Πτώσεως

$$D_P = 0.72 Q^{0.5}$$

c) Διπλισμένο Σκυρόδεμα Σταθμού (δύκος)

$$V = K D_T^{2.5} (N+R)$$

όπου D_T χαρακτηριστική διάμετρος του στροβίλου.

d) Συνολικό Κόστος Έργου (πλήν Φράγματος)

$$C_T = 9.000 \cdot S KW^{0.7} H_R^{-0.35}$$

όπου $Q =$ παροχή (m^3/sec)

$K =$ Συντελεστής έξαρτός μενος από τό H_R (μεταβάλλεται από 80 έως 250)

$N =$ Αριθμός μονάδων

$R =$ Διορθωτικός συντελεστής (μεταβάλλεται από 0.3 έως 1.2)

$H_R =$ Υψος Σχεδιασμού (m)

$S =$ Συντελεστής έξαρτός μενος από τήν Ισχύ

· Η σχέση (d) προσδιορίζει τό κόστος μέ άκριβεια ± 15%.

5. 'Ανάπτυξη ΥΗΕ στήν 'Ελλάδα

'Ενω άρκετές χώρες, δπως φαίνεται στόν Πίνακα I, έχουν αξιοποιήσει σέ έντυπωσιακό βαθμό τό δυναμικό τους σέ μικρά ΥΗΕ, στήν 'Ελλάδα ή αξιοποίηση τού δυναμικού αύτού δέν έχει ουσιαστικά άρχισει άκομη.

Πρίν από τό 1950 λειτουργούσαν σέ δηλη τή χώρα 16 μικρά ΥΗΕ πού είχαν έγκαταστήσει ίδιωτες ή δραγανισμοί τοπικής αύτοδιοικησης /10/. Οι έγκαταστάσεις αύτές έξαγοράστηκαν από τή ΔΕΗ καλ διατηρήθηκαν σέ λειτουργία μόνον 6 (2 από τίς δποῖς στή Κρήτη) μέ συνολική 'Έγκατεστημένη 'Ισχύ 6 MW καλ μέση έτήσια παραγωγή 21 GWh. Τό 1962 ένα νέο μικρό ΥΗΕ 'Ισχύος 25 KW κατασκευάστηκε άλλα πέντε χρόνια άργατερα ή λειτουργία του διακόπηκε.

Τό 1960 ή ΔΕΗ κατάρτισε μιά πολύτομη έργασία /11/ πού αποτελούσε ούσιαστικά μιά απογραφή τῶν θέσεων γιά διδροδυναμική αξιοποίηση πού είχαν έπισημανθεῖ μέχρι τότε. 'Η έργασία αύτή αποτέλεσε τή βάση γιά τήν έπιλογή τῶν μεγάλων ΥΗΕ πού προωθήθησαν γιά μελέτη καλ κατασκευή τά τελευταῖα χρόνια. 'Από τήν έργασία αύτή προέκυψε έπισης καί ένας σημαντικός άριθμός μικρού καλ μέσου μεγέθους ΥΗΕ πού έχουν ένα σύνολο 'Ισχύος περί τά 400-500 MW καλ δίνουν συνολική μέση έτήσια παραγωγή περί τίς 2200 GWh /12/. Στά παραπάνω περιλαμβάνονται δύμας καλ έργα μέ 'Ισχύ σημαντικά μεγαλύτερη τῶν 10 MW.

Μια πλέον συστηματική διερεύνηση τού διδροηλεκτρικού δυναμικού τής χώρας άρχισε τό 1973, μέ ίδιαίτερη έμφαση στά μέσου καί μικρού μεγέθους ΥΗΕ δεδομένου ότι οι θέσεις γιά τά μεγάλα ΥΗΕ είχαν ήδη διερευνηθεῖ καί αξιολογηθεῖ. 'Η έργασία αύτή δέν έχει διλοικηρωθεῖ άκόμη άλλα έχει έκπονηθεῖ ένας σημαντικός άριθμός 'Αναγνωριστικῶν' Εκθέσεων πού καλύπτουν τό σύνολο σχεδόν τής χώρας.

Στό Πίνακα II δίνεται συνοπτικά ό άριθμός τῶν πιθανῶν θέσεων μικρῶν ΥΗΕ ('Ισχύος κάτω τῶν 10 MW) στά διάφορα διαμερίσματα τής χώρας μέ τό σύνολο τής 'Έγκατεστημένης 'Ισχύος καί τήν μέση έτήσια συνολική παραγωγή άπ' αύτά τά έργα. "Ετσι διαπιστώθηκαν 83 πιθανές θέσεις μικρῶν ΥΗΕ μέ σύνολο 'Ισχύος 270 MW περίπου καί μέση έτήσια παραγωγή 1130 GWh.

Πιστεύεται ότι μέ τήν δλοκλήρωση τής παραπάνω έργασίας διάρθμός τῶν πιθανῶν θέσεων θά αύξηθε ὅσημαντικά, ἐνώ ἀπό τήν ἄλλη πλευρά γιά μερικά ἀπ' αύτά πιθανῶς ἀποδειχθεῖ ότι δέν προσφέρονται ἀπό τεχνική ἢ οἰκομική διποψή γιά ἀξιοποίηση.

Στό Πίνακα III δίδονται στοιχεῖα γιά θέσεις 'Υδροηλεκτρικῶν "Εργών μέ 'Ισχύ 10-100 MW περίπου, πού φυσικά δέν εἶναι μικρά YHE ἄλλα μέσου μεγέθους. Τό σύνολο τῶν 24 αὐτῶν έργων μέ συνολική 'Ισχύ 870 MW περίπου δένει 2020 GWh ἐνέργεια τό χρόνο.

"Ετοι τά μικρά καὶ τά "μικρομεσαῖα" YHE στό σύνολό τους μποροῦν νά ἀποδώσουν 3150 GWh τό χρόνο περίπου, δηλαδή τό 16% τοῦ τεχνικά ἔκμεταλλεύσιμου ύδροδυναμικοῦ ἢ τό 15% περίπου τῶν σημερινῶν ἀναγκῶν μας σέ ἡλεκτρική ἐνέργεια.

Πέραν ὅμως ἀπό τήν ἀξιοποίηση τῶν νέων θέσεων μικρῶν YHE, σημαντική θά εἶναι ἡ ἔξοικονόμιση ἐνέργειας ἀν ἐνταχθοῦν μικρές μονάδες στά ἥδη υπάρχοντα ἢ υπό κατασκευή μεγάλα YHE ὥστε νά γίνει δυνατή ἡ ύδροηλεκτρική ἀξιοποίηση τῶν νερῶν πού διατίθενται τούς καλοκαιρινούς μῆνες γιά ἀρδευση. 'Υπολογίζεται π.χ. ότι ἀπό τό YHE Πουραρίου χάνονται 30 GWh ἐνέργεια τό χρόνο γιατί τά νερά τῶν ἀρδεύσεων (περί τά 185 ἑκατ. π³ τό χρόνο) δέν μποροῦν νά ἀξιοποιηθοῦν γιά τήν παραγωγή ἐνέργειας μέ τίς υπάρχουσες μονάδες τῶν 100 MW. Σέ 470 ἑκατ. δραχμές τό χρόνο ἐκτιμάται τό σύνολο τῶν ἀπωλειῶν τῆς ΔΕΗ σέ ἐνέργεια στά ἥδη σέ λειτουργία YHE, "Αγρα, Πολυφύτου, Πουραρίου καὶ Καστρακίου, ἀπό τήν διμυαμία τῆς σωστῆς ἐνεργειακῆς ἀξιοποίησης τῶν νερῶν πού διατίθενται γιά τίς ἀρδεύσεις. 'Ανάλογο πρόβλημα θά υπάρξει στό μέλλον στά YHE 'Ασωμάτων, Στράτου καὶ Θησαυροῦ. 'Εναλλακτική λύση στό πρόβλημα εἶναι ἡ κατασκευή ἀναρυθμιστικῶν δεξαμενῶν κατάντη τῶν υπ' ὄψη ἔργων, ὅπου φυσικά αύτό εἶναι δυνατό.

Μέ τήν πρόσφατη ἀναδιοργάνωση τῶν περί τή μελέτη καὶ κατασκευή ύδροηλεκτρικῶν έργων υπηρεσιῶν τῆς ΔΕΗ, προβλέφθηκε ἡ ἕδρυση τομέα ἀρμόδιου γιά τήν μελέτη καὶ κατασκευή μικρῶν YHE, πράγμα πού σημαίνει ότι υπάρχει ἡ θέληση γιά νά ἀρχίσει ἡ ἀξιοποίηση τῶν μικρῶν YHE στή χώρα μας.

6. Συμπεράσματα – Προτάσεις

- Η ένεργειακή αρίση μᾶς όδηγεε στήν άνάγκη γρήγορης αξιοποίησης τού δυναμικού τῶν μικρῶν ΥΗΕ, τῶν διοίων στό παρελθόν ή έκμετάλλευση θεωριόταν άντιοικονομική.
- Η αξιοποίηση τῶν μικρῶν ΥΗΕ θά συμβάλει ἀμεσα στό δυνάμωμα τού θεομού τῆς Τοπικῆς Αύτοδιοίκησης καί στή τόνωση τῆς περιφερειακῆς άνάπτυξης.
- Η δυνατότητα τυποποίησης τῶν στροβίλων καί τό ύψηλό ποσοστιαζό κόστος τού ἡλεκτρομηχανολογικού ἔξοπλισμού στά μικρά ΥΗΕ, κάνουν ἐπιτακτική τήν άνάγκη γιά δημιουργία καί άνάπτυξη ἔγχωριων βιομηχανιῶν μονάδων κατασκευῆς ἡλεκτρομηχανολογικού ἔξοπλισμού γιά τά μικρά ΥΗΕ, πράγμα πού θά μετατρέψει τό σύνολο τού κόστους κατασκευῆς τους σέ δραχμικό.

Γιά νά εκεινήσει σωστά ή αξιοποίηση τῶν μικρῶν ΥΗΕ ἀπαιτεῖται:

1. Νά δλοικληρωθεῖ ή ἐργασία πού ἀρχισε τό 1973 ὥστε νά έντοπιστοῦν ὅλες οι πιθανές θέσεις γιά έδροιλεκτροική αξιοποίηση.
2. Νά αξιολογηθοῦν τά στοιχεῖα γιά νά ταξινομηθοῦν τά ἔργα σέ σειρά προτεραιότητας, ὥστε νά ἐπιλεγοῦν ἕκεῖνα πού πρέπει νά αξιοποιηθοῦν τό συντομώτερο δυνατό..
3. Νά συστηματοποιηθοῦν οι έδροιλογικές μετρήσεις σέ δλες τίς θέσεις πιθανῆς αξιοποίησης, γιά νά προετοιμασθοῦν αξιόπιστα στοιχεῖα γιά τίς μελλοντικές μελέτες μικρῶν ΥΗΕ.
4. Νά ἀρχίσει ἀμεσα ή μελέτη καί κατασκευή μερικῶν ἀπό τά πλέον άντιπροσωπευτικά καί οίκονομικά μικρά ΥΗΕ ὥστε:
 - α) Νά ἀποκτηθεῖ τό συντομώτερο ή ἀπαραίτητη ἐμπειρία καί νά καταρτισθοῦν στελέχη γιά τή μελλοντική σέ εύρυτερη αλίμανα άνάπτυξη τῶν μικρῶν ΥΗΕ.
 - β) Νά προκύψουν ρεαλιστικά τεχνικά καί οίκονομικά στοιχεῖα γιά τίς μελέτες καί αξιολογήσεις τῶν ὑπολοίπων ἔργων.

B I B L I O G R A P H I A

- /1/. ΔΕΗ, "Εισήγηση για την 'Ενέργεια", Αθήνα Μάϊος 1982
- /2/. Energy International, Volume 17, January 1980.
- /3/. "Small Schemes in New Zealand", Water Power and Dam Construction, July 1980
- /4/. KUO-HUA YANE, "Design Trend of Hydro Plants in the USA", Water Power and Dam Construction, July 1980
- /5/. "Small Hydro Power", International Union of Producers and Distributors of Electrical Energy, Brussels Congress, June 1982, Report 30.1
- /6/. N.P. KOH, "Small Hydro plant in China", Water Power and Dam Construction, July 1980
- /7/. L. MONITION, M.LENIR, J.ROUX, "Les Microcentrales Hydroélectriques", Masson, Paris 1981
- /8/. H.A.MAYO, "Tube Turbine Keeps Cost Down", Water Power and Dam Construction, July 1980
- /9/. J.L.GORDON, A.C. PENMAN, "Quick Estimating Techniques for small Hydro Potential", Water Power, September 1980
- /10/. A. NIKOLAIDIS "Contribution to Report 30.1", 19th UNIPEDE Congress, Brussels, June 1982
- /11/. ΔΕΗ, "Ερευνα 'Υδροδυναμικού 'Ελλάδος", Αθήνα 1960
- /12/. K. NIKHTOPOULOΣ, "Γιατί όχι καί Μικρά 'Υδροηλεκτρικά "Εργα;", Οίκονομικός Ταχυδρόμος 18-3-1982

Χώρα	Αριθμός Μικρών ΥΗΕ	Όλη κή Εγκατ. Ισχύς (MW)	Μέση Εγκατ. Ισχύς Σταθμού (MW)
Κίνα	88000	5380	0.06
Γαλλία	2200	1800	0.82
Φινλανδία	175	380	2.17
Ιαπωνία	1350	7000	5.19
Νορβηγία	-	2200	-
Τουρκία	110	70	0.64
Ν.Ζηλανδία	55	430	7.82
Αύστρια	1200	-	-
Βέλγιο	14	-	-
Δ.Γερμανία	3000	950	0.30
Πολωνία	60	-	-
Πορτογαλία	82	-	-

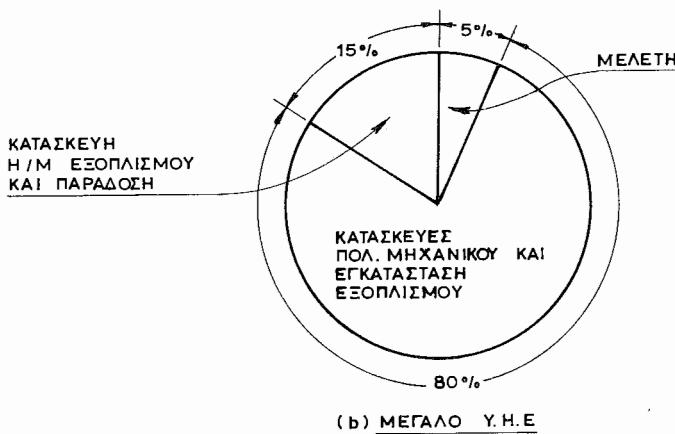
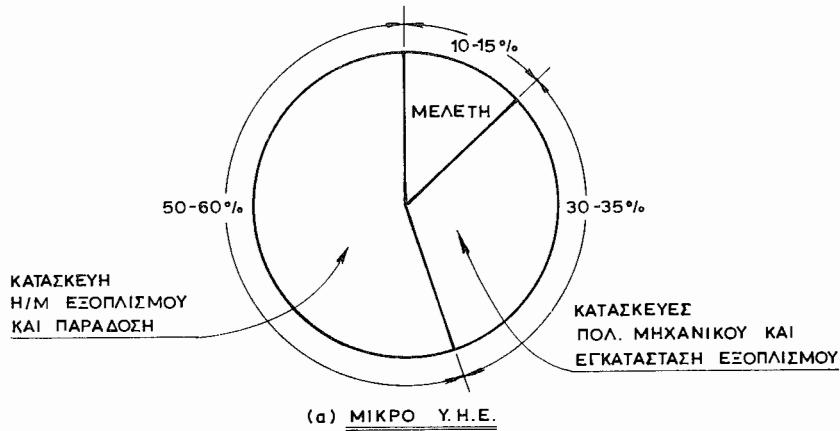
Πίνακας Ι. Μικρά ΥΗΕ Διεθνῶς

Περιοχή	Πιθανές θέσεις	Σύνολο Ισχύος (MW)	Σύνολο Μέσης Ετήσιας Ήνέρος (GWh)
Α. Πελοπόννησος	3	5.10	22.80
Δ. Πελοπόννησος	8	24.90	120.00
Β. Πελοπόννησος	5	22.50	71.50
Κεντρ. Στερεά κ Εύβοια	4	13.00	72.30
Δ. Στερεά	3	13.60	66.50
Θεσσαλία	3	18.30	53.00
Ηπειρος	30	125.60	539.30
Δ. Μακεδονία	6	23.40	91.80
Α. Μακεδονία	10	9.20	48.90
Θράκη	1	0.90	3.50
Κρήτη	10	11.20	40.00
ΣΥΝΟΛΑ	83	267.70	1129.60

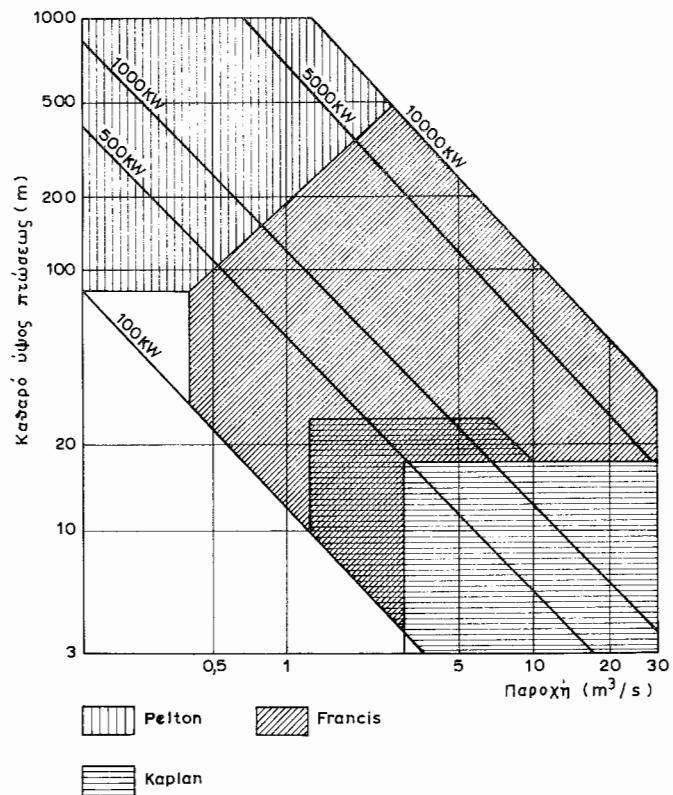
Πίνακας II. Πιθανές θέσεις μικρών ΥΗΕ
(* Ισχύος μικρότερης των 10 MW)

Περιοχή	Πιθανές θέσεις	Συνολική Ισχύς (MW)	Σύνολο μέσης έτησιας Ενέργειας (GWh)
Β.Πελοπόννησος	4	97	262.50
Δ.Πελοπόννησος	5	173	374.00
Δ.Στερεά	6	261	694.00
Κεντ. Στερεά	1	14	49.50
Θεσσαλία	4	106	324.00
Δ. Μακεδονία	1	25	27.00
Α. Μακεδονία	1	100	86.00
Ηπειρος	2	56	205.00
ΣΥΝΟΛΑ	24	832	2022.00

ΠΙΝΑΚΑΣ III. Πιθανές θέσεις μέσων YHE
(, Ισχύος 10-100 MW)



**Σχ.1 ΣΥΓΚΡΙΤΙΚΟ ΚΟΣΤΟΣ ΓΙΑ
ΜΕΓΑΛΑ ΚΑΙ ΜΙΚΡΑ ΥΔΡΟΗΛΕΚΤΡΙΚΑ ΕΡΓΑ**
(a) $I=1,5 \text{ MW}$, $H=14 \text{ m}$
(b) $I=626 \text{ MW}$, $H=16 \text{ m}$



Σχ.2 ΠΕΡΙΟΧΕΣ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ
ΤΥΠΟΠΟΙΗΜΕΝΩΝ ΣΤΡΟΒΙΛΩΝ

ΑΙΟΛΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΣ - ΑΙΟΛΙΚΟ ΠΑΡΚΟ ΚΥΘΝΟΥ

I. ΧΑΤΖΗΒΑΣΙΛΕΙΑΔΗΣ , Μηχ.- Ηλεκ.

ΔΕΗ - ΔΕΜΕ

ΑΘΗΝΑ

Π Ε Ρ Ι Λ Η Ψ Η

Στήν παρούσα εργασία γίνεται αρχικά μία αναφορά για τήν Αιολική ενέργεια στήν χώρα μας καθώς καί γιά τά προβλήματα που παρουσιάζονται για τήν κάλυψη τών ενεργειακών αναγκών τών νησιών μας.

Στήν συνέχεια αναπτύσσονται οι δυσκολίες για τήν εξεύρεση τών καταλλήλων θέσεων για τήν εκμετάλευση τού ανέμου καί τονίζεται η σημασία τους από οικονομική καί τεχνική άποψη , αναφέροντας σχετική μεθοδολογία & προγραμματισμό.

Τέλος περιγράφεται καί αναπτύσσεται τό Αιολικό πάρκο τής υδρού Κύθνου, ισχύος 100 kW , που εγκαταστάθηκε καί λειτουργεί από τόν Απρίλιο 1982.

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η θέση της χώρας μας με τόν θαλάσσιο και νησιωτικό χώρο, οι ακτές και τό ορεινό της χώρας, παρέχουν τις προϋποθέσεις για δήμητρα συργία ανέμων με διάρκεια και τιςχύ αξιόλογες.

Η αιολική ενέργεια στη χώρα μας χρησιμοποιήθηκε από πολύ παλιά με παραδοσιακό τρόπο, για παραγωγή μπχανικής ενέργειας στή ναυτιλία και σέ γεωργικές εφαρμογές.

Αυτό μαρτυρούν οι χιλιάδες ανεμόμυλοι στά νησιά μας κυρίως στά παράλια και ορεινά της ηπειρωτικής χώρας.

Για σκοπούς καθαρά ενεργειακούς η ΔΕΗ από τό 1977 άρχισε νά μετρά χαρακτηριστικά τού ανέμου αναπτύσσοντας ένα δίκτυο μετρήσεων στό νησιωτικό χώρο. Η συλλογή επεξεργασία και απεικόνιση των στοιχείων ακολουθεί τά διεθνή πρότυπα και τά πρώτα αποτέλεσματα εμφανίζονται πολύ ικανοποιητικά για ηλεκτροπαραγωγή.

Τά νησιά μας εξυπηρετούνται με ηλεκτρική ενέργεια από τούς αυτόνομους σταθμούς παραγωγής πού έχουν εγκαταστημένα ηλεκτροπαραγάγα ζεύγη Diesel, εκτός βέβαια από τά συστήματα Κρήτης και Ρόδου. Μερικά νησιά πού είναι κοντά στήν ηπειρωτική χώρα έχουν συνδεθεί με ύποβρύχια καλώδια και τροφοδοτούνται από τό διασυνδεδεμένο σύστημα. Σέ μερικές περιπτώσεις δύπου βρίσκονται νησιά πολύ κοντά μεταξύ τους, εγκαθίσταται σέ ένα από αυτά ένας αυτόνομος σταθμός και τροφοδοτεί τά άλλα νησιά με υποβρύχια καλώδια.

Η μορφή της καμπύλης φορτίου παρουσιάζει μεγάλες διακυμάνσεις στίς ώρες τού 24ώρου και στις εποχές με αυξημένη ζήτηση βασικά κατά την θερινή περίοδο.

Ετσι τά νησιά πού τροφοδοτούνται από τούς αυτόνομους σταθμούς παρουσιάζουν πολύ υψηλό κόστος της παραγομένης ηλεκτρικής ενέργειας και δύο πιστούς μικρός είναι τό σύστημα τού νησιού τόσο υψηλότερο είναι το κόστος της ενέργειας.

Επομένως η εκμετάλλευση της αιολικής ενέργειας στα νησιά παρουσιάζει μεγαλύτερο οικονομικό ενδιαφέρον ενώ εμφανίζονται δυσκολώτερα τεχνικά προβλήματα λόγω τού μικρού συστήματος.

2. ΑΙΟΛΙΚΟ ΔΥΝΑΜΙΚΟ

Η εκμετάλλευση της αιολικής ενέργειας για ηλεκτροπαραγωγή γίνεται μέ τήν εγκατάσταση ανεμογεννητριών σέ κατάλληλα επιλεγμένες θέσεις. Οι θέσεις αυτές θα πρέπει νά έχουν καί τά καλύτερα χαρακτηριστικά ανέμου για εκμετάλλευση, από άποψη τεχνική καί οικονομική.

Αρχικά η επιλογή θέσεων για μετρήσεις στά νησιά ξεκίνησε εμπειρικά καί από πληροφορίες, μέ αποτέλεσμα νά υπάρχει αβεβαιότητα για την επίτευξη του βέλτιστου αποτελέσματος. Χαρακτηριστικά πρέπει νά αναφερθεί ότι στην Ανδρο όπου σε μια θέση αφού έγιναν μετρήσεις και προέκυψαν αρκετά καλά αποτελέσματα, οι μετρήσεις εξακολούθησαν στο ίδιο νησί σε άλλη θέση μέ πολύ καλύτερα αποτελέσματα. Μετά από υπολογισμούς προέκυψε για δύο τύπους ανεμογεννητριών ετήσια παραγωγή ενέργειας :

			Θέση 1η	Θέση 2η	Αύξηση
AEROMAN	11/20	20KW	69.975 Kwh/y	107.908 Kwh/y	54%
MOD OA	200KW		767.102 Kwh/y	1.085.325 Kwh/y	41%

Ετσι προκύπτει η ανάγκη για μια μεθοδευμένη έρευνα καί μετρήσεις προκειμένου να εντοπισθούν οι καλύτερες θέσεις και να εκτιμηθεί το αιολικό δυναμικό πού μπορεί νά αξιοποιηθεί καλύτερα τεχνικά καί οικονομικά.

Γιά το σκοπό αυτό έχουν αναπτυχθεί και οι απαραίτητες μεθοδολογίες που σε συνδιασμό με λεπτομερείς μετρήσεις θά μά δώσουν τά απαραίτητα συμπεράσματα.

Πρέπει να σημειωθεί ότι η εργασία αυτή έχει αρκετές δυσκολίες λόγω της μορφολογίας τού ελληνικού χώρου αλλά ειναι αναγκαία για να οδηγηθούμε σε ορθές αποφάσεις.

Οι μετρήσεις γίνονται σε ύψος 10μ από τήν επιφάνεια του εδάφους αλλά είναι απαραίτητο νά γίνονται μετρήσεις ή να ανάγονται μέ σημαντική προσέγγιση σέ ύψος 100 μ πού είναι απαραίτητο γιά τις μεγάλες μονάδες. Οι θέσεις στά παράλια παρουσιάζουν μεγαλύτερο ενδιαφέρον γιατί ο φυεμος πού έρχεται από τήν πλευρά τής θάλασσας δέν έχει στροβιλισμό και η εκμετάλλευσή του είναι περισσότερο πλεονεκτική.

Ενα τέτοιο πρόγραμμα μετρήσεων θά μπορούσε νά αναπτυχθεί στη χώρα μας αρχικά εκεί όπου παρουσιάζεται και το μεγαλύτερο ενδιαφέρον. Τά μεγάλα νησιά πού έχουν καί μεγάλο σύστημα και τά παράλια της ηπειρωτικής χώρας πρός τό Αιγαίο, αιτό τήν Θράκη μέχρι τό Ταίναρο, γιά τό διασυνδεδεμένο σύστημα. Στά μικρά νησιά που έχουν καί μικρό σύστημα δέν εμφανίζονται ιδιαίτερες δυσκολίες στην αναζήτηση των αναγκαίων θέσεων πού είναι και περιορισμένες καί με μικρή τελικά σημασία.

Στη συνέχεια θα πρέπει να ληφθούν υπόψη οι κατοικημένες περιοχές, τόποι αναψυχής, αρχαιολογικοί χώροι περιοχές ιδιαιτέρου φυσικού κάλλους, αεροδρόμια, στρατιωτικές εγκαταστάσεις, κριτήρια περιβαλλοντικά, οπότε η πιθανή εκμετάλλευση τού ανέμου θά περιορισθεί στές λοιπές περιοχές.

Όταν πραγματοποιηθεί αυτή η αναγκαία υποδομή γιά τό αιολικό δυναμικό, λαμβάνοντας υπόψη την εγχώρια και διεθνή εμπειρία γιά την λειτουργία και αξιοπιστία των διαφόρων τύπων αιολικών μονάδων, σε συνδυασμό και με τές οικονομικές παραμέτρους, είναι εφικτή η λήψη των καταλλήλων αποφάσεων γιά την ανάπτυξη αυτού του ενεργειακού τομέα γιά ηλεκτροπαραγωγή, μέ τον ρυθμό που θα υπαγορεύεται.

Πρέπει να αναφερθεί ότι η συμμετοχή τού ανέμου σε ενα σύστημα ηλεκτροπαραγωγής έχει ένα όριο πού υπαγορεύεται, από τήν φύση και σύνθεση του συστήματος, γι αυτό απαιτείται και η σχετική διερεύνηση. Η ύπαρξη των υδροηλεκτρικών σταθμών εμφανίζεται πολύ ευνοϊκή για συνδυασμό λειτουργίας με αιολικές μονάδες.

3. ΑΙΟΛΙΚΟ ΠΑΡΚΟ ΚΥΘΝΟΥ

Στά πλαίσια της Ελληνογερμανικής συμφωνίας για συνεργασία στη επιστημονική έρευνα και τεχνολογία και με χρηματοδότηση της Γερμανικής κυβερνήσεως συμφωνήθηκε η εγκατάσταση του αιολικού πάρκου Κύθνου.

Η επιλογή της Κύθνου έγινε μέν αριτήρια μεγέθους συστήματος, απόσταση από το κέντρο, συγκοινωνίες, επικοινωνίες, τουριστικό καί αρχαιολογικό ενδιαφέρον, ενώ η ακριβής θέση εγκαταστάσεως που έγινε με αριτήρια εμπειρικά, μορφολογικά, τοπογραφικά καί πληροφοριακά, οριστικοποιήθηκε μετά από ένα χρόνο μετρήσεων στοιχείων ανέμου.

Μελετήθηκε και έγινε εγκατάσταση πέντε μονάδων ισχύος 20 Kw η οποία μιά πού συνδέονται και λειτουργούν παράλληλα στο δίκτυο του νησιού μέσω μετασχηματιστού 0,4/15 KV.

Τό σύστημα της Κύθνου περιλαμβάνει σήμερα 8 μονάδες Diesel με πραγματική ισχύ περίπου 1700 KW, γραμμές μεταφοράς μέσης τάσεως 15KV μήκους περίπου 32 Km.

Η καθαρή παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας φθάνει τις 1100 MWh μέν μέγιστο κατά την θερινή περίοδο περίπου 550 KW ενώ τό χειμώνα το ελάχιστο φθάνει τα 70 KW περίπου. Τό κόστος παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας για το 1980 ξεπέρασε τις 11,6 δρχ/Kwh ενώ η αντίστοιχη επιβάρυνση πετρελαίου για το 1980 ήταν 4,5 δρχ/Kwh.

Οι αντίστοιχες τιμές για τό 1982 είναι αρκετά υψηλότερες.

Οι ανεμογεννήτριες που χρησιμοποιήθηκαν είναι τύπου AEROMAN ισχύος 20 KW, έχουν διάμετρο πτερυγίων 11,60m και ο πύργος στηρίζεται ύψος 10m. Οι στροφές τους άξονα των πτερυγίων κυμαίνονται από 88 έως 92 R.P.M καί μέσω πολλαπλασιαστού στροφών η κίνηση μεταδίδεται στην ασύγχρονη γεννήτρια πού έχει στροφές συγχρονισμού 1500/min. Η προσβολή του ανέμου γίνεται από τό πέσω μέρος καί τά πτερύγια έχουν ρύθμιση ηλεκτρονική-υδραυλική για την αλλαγή αλίσεως, εξασφαλίζοντας βέλτιστη απόδοση. Η ταχύτητα εκκινήσεως είναι 3,2 m/s, η ταχύτητα ανέμου για την ονομαστική ισχύ είναι 11 m/s καί η ταχύτητα διακοπής είναι 24 m/s.

Οι πέντε μονάδες συνδέονται με υπόγεια καλώδια που καταλήγουν σε έναν οικόπεδο στο κέντρο βάρος της εγκαταστάσεως όπου με κεντρικό διακόπτη μέσω Μ/Τ καλήγονται στό δίκτυο των 15 KV τού νησιού. Τό αιολικό πάρκο της Κύθνου σχεδιασθηκε και εγκαταστάθηκε σε μια περιοχή που καλύπτει 21 στρέμματα. Λαμβάνοντας υπόψη την μορφολογία του εδάφους και τις μετρήσεις των ανεμολογικών δεδομένων έχουν καθορισθεί οι θέσεις των ανεμογεννητριών. Η διάταξη τους βοηθάει ώστε η ταλάντωση της ισχύος από τις μεταβολές της ταχύτητας του ανέμου τού συνδόλου των μονάδων νά είναι αρκετά μικρότερη από ότι εάν είχαμε μια μονάδα.

Για την μελέτη της παραδόλης λειτουργίας τού αιολικού πάρκου με τόν σταθμό Diesel χρησιμοποιήθηκαν οι ωριαίες τιμές των ανεμολογικών στοιχείων στη θέση μετρήσεως στο αιολικό πάρκο και των λειτουργικών στοιχείων του σταθμού Diesel για ολόκληρο τό 1980. Κατά την μελέτη διαπιστώθηκε ότι μερικές μέρες τό χρόνο για μερικές ώρες η ισχύς του αιολικού πάρκου ήταν μεγαλύτερη από την ζήτηση. Η συνολική ικανότητα παραγωγής του αιολικού πάρκου με στοιχεία το 1980 φθάνει τις 287,6 Mwh ετησίως δηλαδή τα 27,2% της ζήτησεως. Λαμβάνοντας δύμας υπόψη τους περιορισμούς ισχύος για ωρισμένες μέρες του χρόνου προκύπτει μια παραγωγή τού αιολικού πάρκου 268 Mwh δηλαδή ποσοστό 25,4%.

Επειδή οι ανεμογεννήτριες είναι αδύγχρονες και για λόγους λειτουργικούς και ευσταθείας θέτοντας ελάχιστη ισχυ στον σταθμό Diesel 10,20,30,40 καί 50 KW η συμμετοχή της αιολικής ενέργειας όπως ήταν φυσικό μετώνονταν αντίστοιχα σε 259,248,234,218 καί 198 MWh καί σε αντίστοιχα ποσοστά 24,5%, 23,5%, 22,2%, 20,6%, καί 18,7%. Ετσι προκύπτει τελικά ότι για ελάχιστη ισχύ στις Diesel 20 KW χάνουμε 40mwh καί για ελάχιστο 50 KW χάνουμε 90 mwh. Τελικά για τις μικρές μονάδες Diesel λήφθηκε σάν ελάχιστο φορτίο 20 KW για λόγους καθαρά λειτουργικούς των μονάδων.

Η λειτουργία του αιολικού πάρκου είναι αυτόματη και για να διατηρήσει ο σταθμός το ελάχιστο φορτίο των 20 KW έχει εγκατασταθεί στόν οικόπεδο κεντρική μονάδα ρυθμίσεως πού μπορεί νά βγάλει τις ανεμογεννήτριες εκτός.

Λόγω των ασυγχρόνων γεννητριών το σύστημα φορτίζεται με άεργα φορτία που πρέπει να τροφοδοτούν οι γεννήτριες του σταθμού.

Για τήν βελτίωση της εγκαταστάσεως έχει τοποθετηθεί σε κάθε ανεμογεννήτρια ένας πυκνωτής και στόν οικίσκο ένας κεντρικός που συνδέεται για φορτίο πάνω από το 50% έτσι ώστε το συν φ νά μην απέχει πολύ από τήν μονάδα.

Οι ανεμογεννήτριες βρίσκονται σε θέση αναμονής και περιστρέφονται με χαμηλές στροφές με ταχύτητα του ανέμου κάτω από 3,2 m/s. Οταν η ταχύτητα του ανέμου ξεπεράσει τα 3,2 m/s η μονάδα φθάνει τις στροφές συγχρονισμού και σε ένα περιθώριο στραφών μέχρι 2% υψηλότερες η μονάδα συνδέεται αυτόμata στο δίκτυο, κλείνοντας τον διακόπτη. Μετά την σύνδεση της μονάδας έχουμε από τον ρυθμιστή ρύθμιση φορτίου σύμφωνα με την ταχύτητα του ανέμου. Σε ταχύτητα ανέμου πάνω από 24 m/s η μονάδα αποσυνδέεται από το δίκτυο και τά πτερύγια παίρνουν θέση κατά την κατεύθυνση του ανέμου. Η ένταξη των μονάδων στο δίκτυο ακολουθεί μιά σειρά που καθορίζει η κεντρική μονάδα ελέγχου με ωρισμένες σταθερές χρόνου.

Τά κριτήρια που χρησιμοποιούνται για την επιλογή των ασυγχρόνων γεννητριών σε συνδυασμό με το μικρό σύστημα της Κύθνου

ήταν :

- Ανθεκτική και συμπαγή κατασκευή
- Λειτουργία χωρίς συντήρηση
- Ευνοϊκό βάρος ως πρός την ισχύ
- Ευνοϊκό κόστος
- Καλή απόδοση
- Διγώτερες ζεύξεις και δαπάνες προστασίας σε λειτουργία με το δίκτυο
- Συμπεριφορά χωρίς προβλήματα στην παράλληλη λειτουργία πολλών μονάδων σε μικρό σύστημα.

Ενώ η ασύγχρονη γεννήτρια παρουσιάζει σημαντικά πλεονεκτήματα σε ένα μικρό σύστημα έχει το μειονέκτημα της αντισταθμίσεως της αέργου ισχύος.

Για να μελετηθούν καλύτερα τα δυναμικά φαινόμενα στο σύστημα της Κύθνου έγιναν μετρήσεις με παλμογράφο για διάφορες καταστάσεις λειτουργίας.

Οι μετρήσεις που απέβλεπαν στις αντιδράσεις του συστήματος με εύσοδο και έξοδο των ανεμογεννητριών στο σύστημα καθώς και έξοδο δλου τού αιολικού πάρκου, έδωσαν ικανοποιητικά αποτελέσματα σχετικά με την λειτουργία των ρυθμιστών στροφών και τάσεως των μονάδων Diesel.

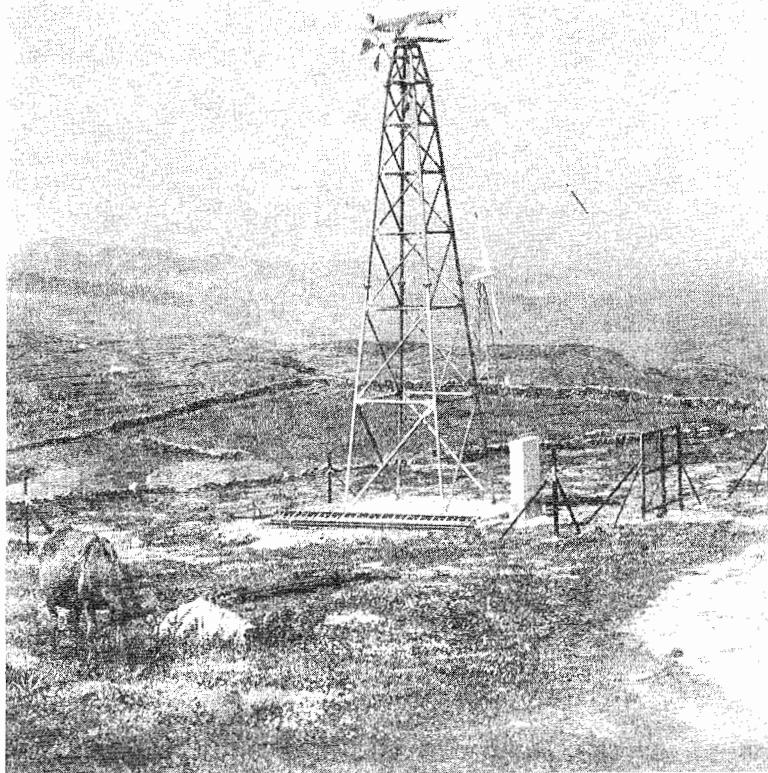
Ωρισμένα λειτουργικά στοιχεία τού αιολικού πάρκου μεταφέρονται και απεικονίζονται συνεχώς στον σταθμό Diesel για να υπάρχει μιά εποπτεία της λειτουργίας του.

Για την κατασκευή των διαφόρων μερών τού αιολικού πάρκου ένα μέρος ανέλαβε και κατασκεύασε η ΔΕΗ και ένα μέρος η MAN, ενώ η εγκατάσταση έγινε από το προσωπικό της ΔΕΗ.

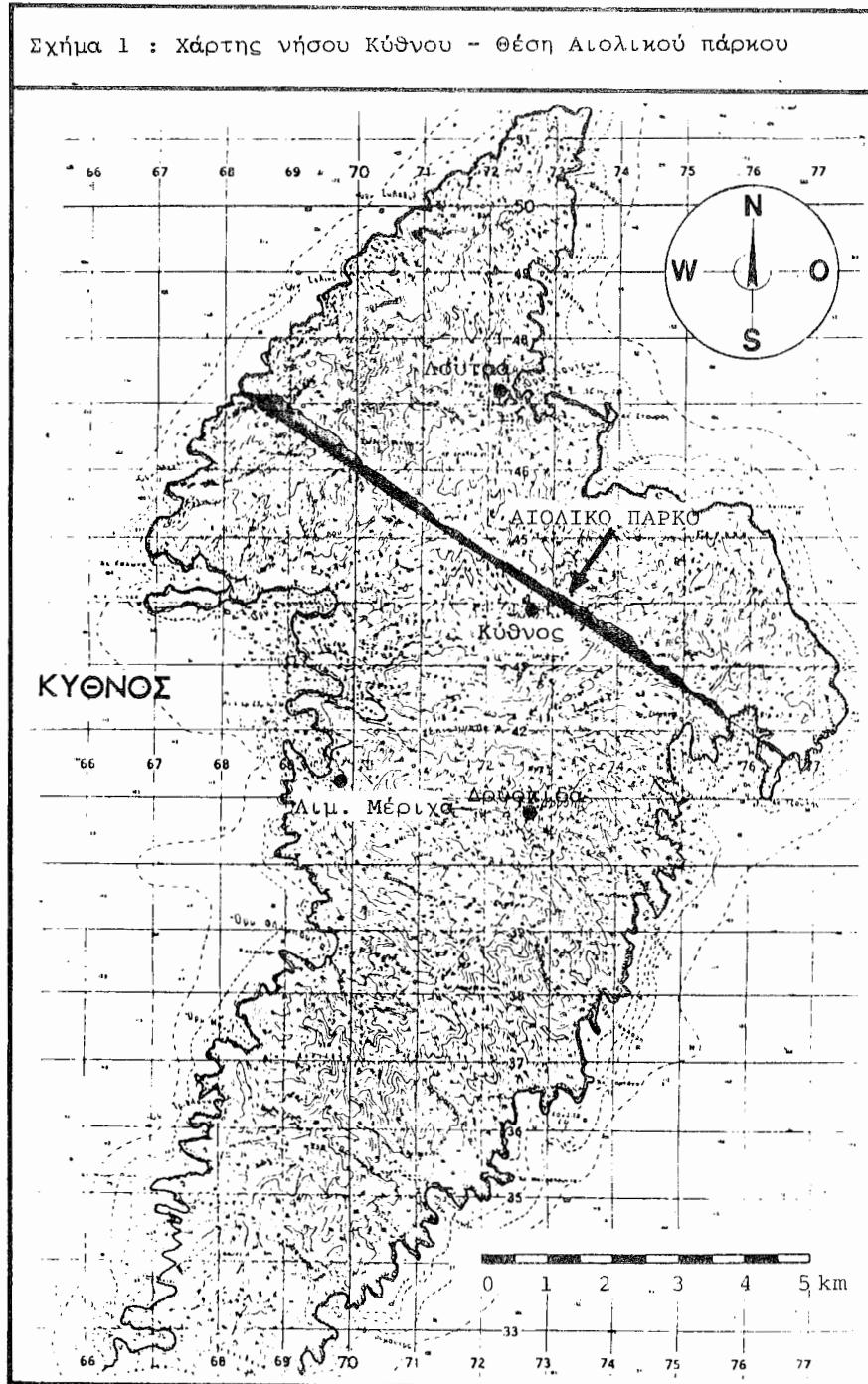
Για την παρακολούθηση, συλλογή, καταγραφή και επεξεργασία των διαφόρων λειτουργικών στοιχείων του αιολικού πάρκου προβλέπεται η εγκατάσταση ενδιαφέροντων με ηλεκτρονικό υπολογιστή και μαγνητοταινίες με σχετικό πρόγραμμα επεξεργασίας και απεικονίσεως των στοιχείων.

Μέ την εγκατάσταση και του ηλιακού σταθμού στην Κύθνο ισχύος 100 KW με συστοιχία συσσωρευτών το σύστημα της Κύθνου παρουσιάζει παγκόσμιο ενδιαφέρον με την ανάπτυξη εγκαταστάσεων για την εκμετάλλευση του ανέμου και του ήλιου με την πιθ συγχρονη τεχνολογία.

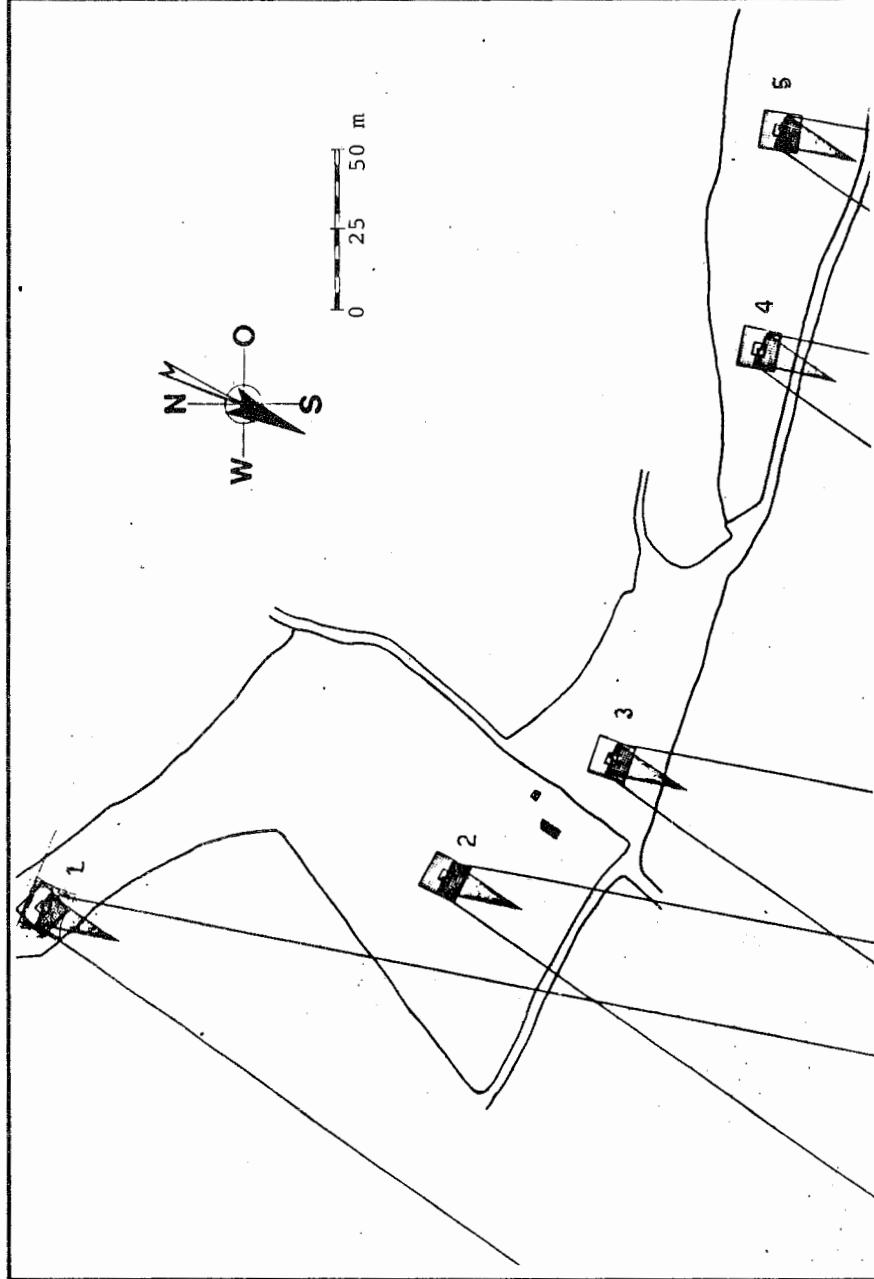
ΦΩΤΟΓΡ. 1 : ΑΙΟΛΙΚΟ ΠΑΡΚΟ ΚΥΘΝΟΥ - ΑΠΟΨΗ ΜΙΑΣ ΑΠΟ ΤΙΣ
ΠΕΝΤΕ ΑΝΕΜΟΓΕΝΝΗΤΡΙΕΣ.



Σχήμα 1 : Χάρτης νήσου Κύθνου - Θέση Αιολικού πάρκου



Σχήμα 2 : Τοπογραφικό τού Αιολικού πάρκου μέ τίς θέσεις τών 5 ανεμογεννητριών.



Σχήμα 3 : Ποσοστιαία συμμετοχή δυνατής και χρήσιμης αιολικής ενέργειας, στήν συνολική κατανάλωση ηλεκτρισμού 1980, κατά μήνα. (Γιά Ν.Κύθνο)

Αιολική ενέργεια, ως % τής συνολ. μηνιαίας καταν. ηλεκτρ.

100

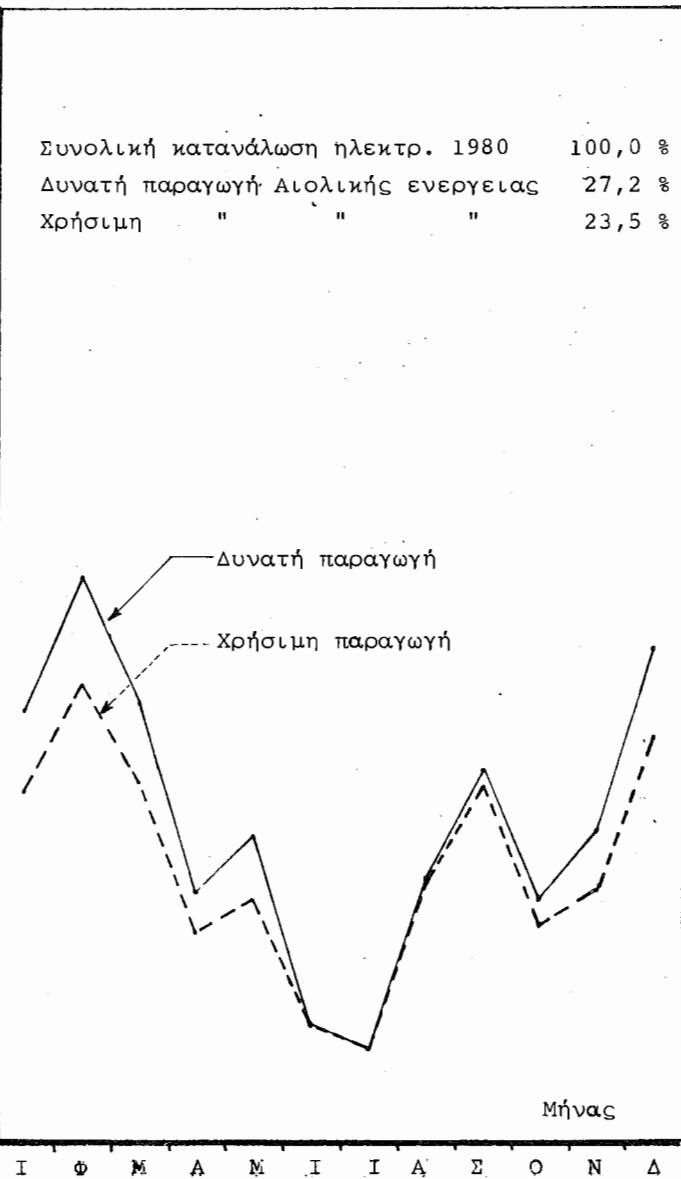
80

60

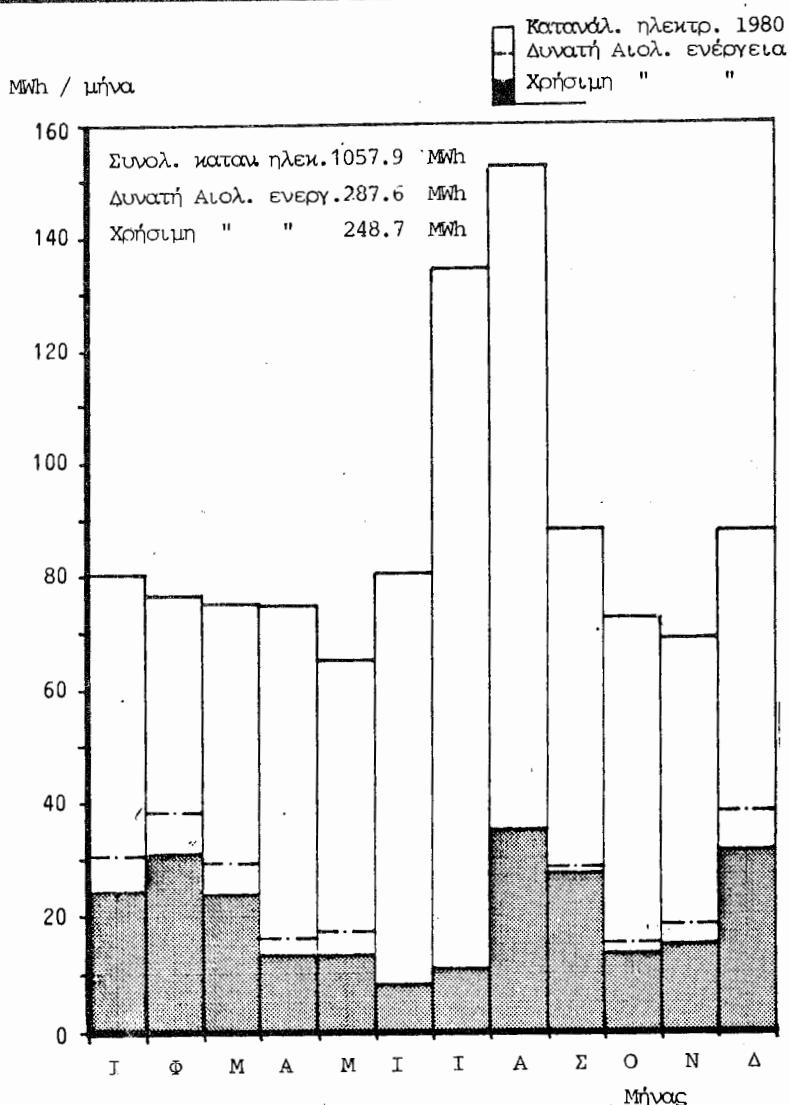
40

20

0



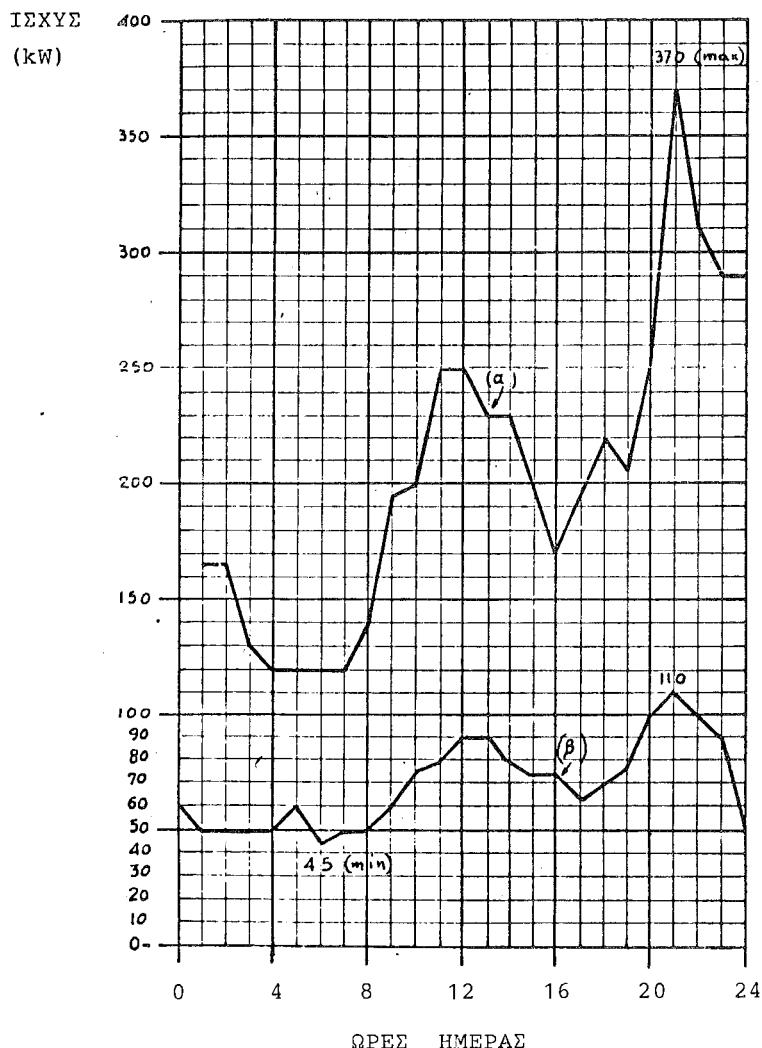
Σχήμα 4 : ΜΗΝΙΑΙΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΑΙΟΛΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ (MWh_e)
ΑΙΟΛΙΚΟΥ ΣΤΑΘΜΟΥ ΚΥΘΝΟΥ ΙΣΧΥΟΣ 100 kW .

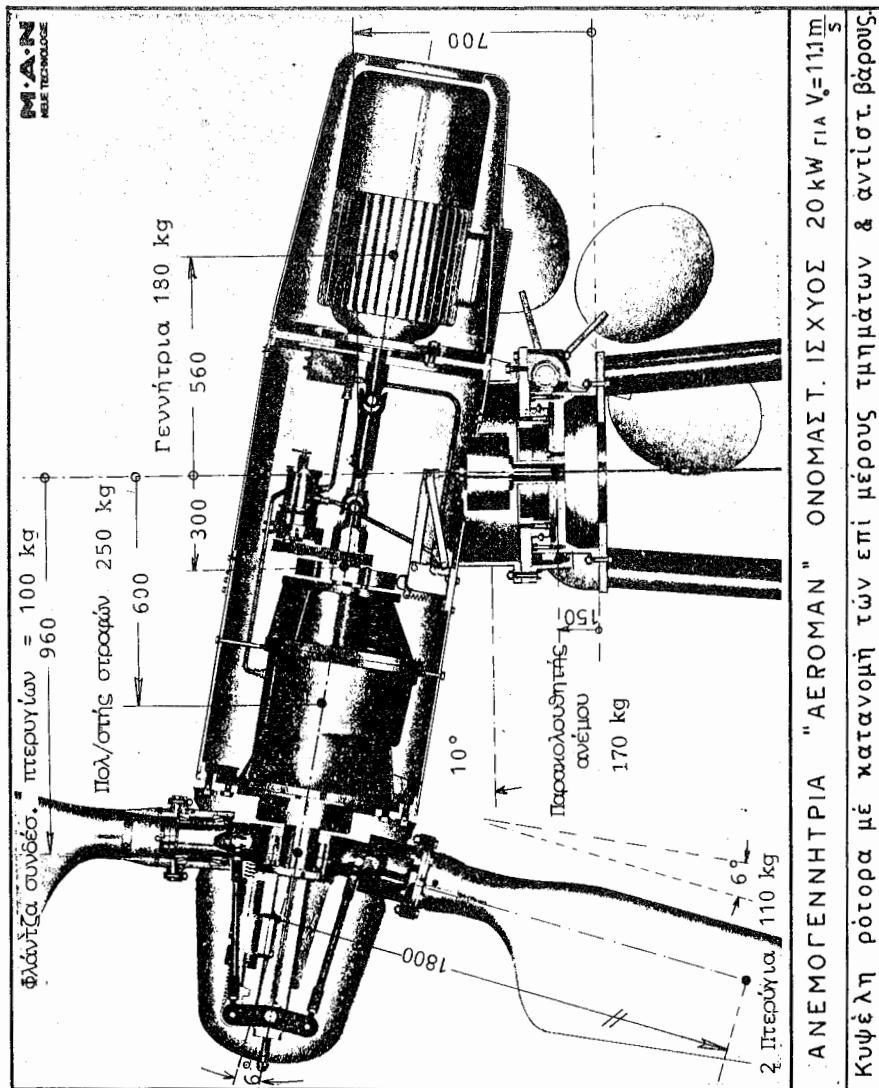


Σχήμα 5

ΝΗΣΟΣ ΚΥΘΝΟΥ

ΚΑΜΠΥΛΗ ΗΜΕΡΗΣΙΟΥ ΦΟΡΤΙΟΥ

(α) Αιχμή έτους 1979 - Σάββατο 21^ο / 11.8.79 : 370 kW(β) Ελάχιστο φορτίο 1979-Κυριακή 06^ο / 1.4.79 : 45 kW



ΗΛΙΑΚΟΣ ΣΤΑΘΜΟΣ ΑΓΙΑΣ ΡΟΥΜΕΛΗΣ

ΜΕ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΙΚΗ ΜΕΤΑΤΡΟΠΗ

I: ΧΑΤΖΗΒΑΣΙΛΕΙΑΔΗΣ , Μηχ.- Ηλεκ.

ΔΕΗ - ΔΕΜΕ

ΑΘΗΝΑ

Π Ε Ρ Ι Λ Η Ψ Η

Η παρούσα εργασία αναφέρεται συνοπτικά στήν μελέτη και πραγματοποίηση του Φωτοβολταϊκού σταθμού ισχύος 50 kW_p, τής Αγίας Ρούμελης, Κρήτης, πού έγινε στά πλαίσια του προγράμματος τής ΕΟΚ για τήν Ηλιακή ενέργεια.

Στήν αρχή αναφέρονται σχετικά στοιχεία για τήν 'Αγια Ρούμελη και στήν συνέχεια παρουσιάζονται στοιχεία από τήν μελέτη και εγκατάσταση.

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η χώρα μας συμμετέχει στο πρόγραμμα των Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων στην ηλιακή ενέργεια με φωτοβολταϊκή μετατροπή, με την εγκατάσταση δύο φωτοβολταϊκών σταθμών, του αυτόνομου φωτοβολταϊκού σταθμού Αγίας Ρουμέλης Κρήτης ισχύος 50 KWp για την ηλεκτροδότηση της ομώνυμης Κοινότητας και του φωτοβολταϊκού σταθμού Κύθνου ισχύος 100 KWp που θα λειτουργεί παράλληλα με το δίκτυο.

Ο σταθμός της Αγίας Ρουμέλης έγινε σε συνεργασία με την SERI-RENAULT της Γαλλίας και της VARTA της Δυτικής Γερμανίας ενώ από την Ελληνική πλευρά συμμετέχει η ΔΕΗ. Η χρηματοδότηση έγινε από τις Ευρωπαϊκές Κοινότητες, την Γαλλική Κυβέρνηση, την SERI την VARTA και από την Ελληνική πλευρά από την ΔΕΗ, το Υπουργείο Ερευνας και Τεχνολογίας και την ΕΤΒΑ. Η τελική μελέτη του έργου εγκρίθηκε από την αρμόδια Επιτροπή της Κοινότητας τον περασμένο λεκέμβριο και η κατασκευή του άρχισε το καλοκαίρι που μας πέρασε.

2. ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΟΥ ΕΡΓΟΥ

Η Αγία Ρουμέλη είναι μιά μικρή Κοινότητα στην έξοδο του φαραγγιού της Σαμαριάς στη Νότιο Κρήτη πρός το Λιθυκό πέλαγος. Είναι πολύ απομονωμένη περιοχή και η επικοινώνια γίνεται δια θαλάσσης από Χώρα Σφακίων ή Ηλαμιαχώρα καθώς και με τα πόδια από τό φαράγγι της Σαμαριάς. Ο αριθμός των κατοίκων κυμαίνεται από 50 περίπου τον Χειμώνα μέχρι 120 το καλοκαίρι αλλά πρέπει να προστεθούν οι χιλιάδες επισκέπτες που διασχίζουν το φαράγγι και οι τουρίστες κατά την θερινή περίοδο. Διαθέτει εστιατόρια και ξενοδοχεία για την εξυπηρέτηση των επισκεπτών και τουριστών. Η σύνδεση της Αγίας Ρουμέλης με το δίκτυο της ΔΕΗ είναι τεχνικά δύσκολη και οικονομικά πολύ δακανηρή. Έτσι η Αγία Ρουμέλη προσφέρονταν για εγκατάσταση

ψωτοβολταϊκού σταθμού για την ηλεκτροδότησή της.

Τόν περασμένο χρόνο έγινε λεπτομερής καταγραφή των αναγκών σε ηλεκτρική ενέργεια για ψωτισμό, φυγεία, ραδιόφωνο ή μικρο-συσκευές για οικιακή χρήση ή άλλες οικονομικές δραστηριότητες. Με στοιχεία ηλιακής ακτινοβολίας που πήραμε από την Παλαιοχώρα και Χανιά και με εκτίμηση των φορτίων σε ηλεκτρική ενέργεια με την μέθοδο της εξομοιώσεως εξετάσθηκε η ικανότητα του ψωτοβολταϊκού σταθμού με την συστοιχία συσσωρευτών για επάρκεια σε διάφορους μήνες.

Η ανεύρεση χώρου εγκαταστάσεως αποτέλεσε ένα δύσκολο πρόβλημα καθώς η περιοχή της Κοινότητας είναι πολύ περιορισμένη και περιβάλλεται από απότομα βουνά. Τελικά επελέγη ένας χώρος που βρίσκεται στο δέλτα του Χειμάρου που εικάζεται στη θάλασσα, δίπλα στο Χωριό. Από απόφεως ήλιασμού παρόλο που ήταν η πιο ευνοϊκή θέση έχει λόγω των βουνών μια μειωμένη διάρκεια αλλά η απώλεια της ακτινοβολίας δεν είναι αξιόλογη επειδή οι ακτίνες είναι πολύ πλάγιες στην ανατολή και δύση.

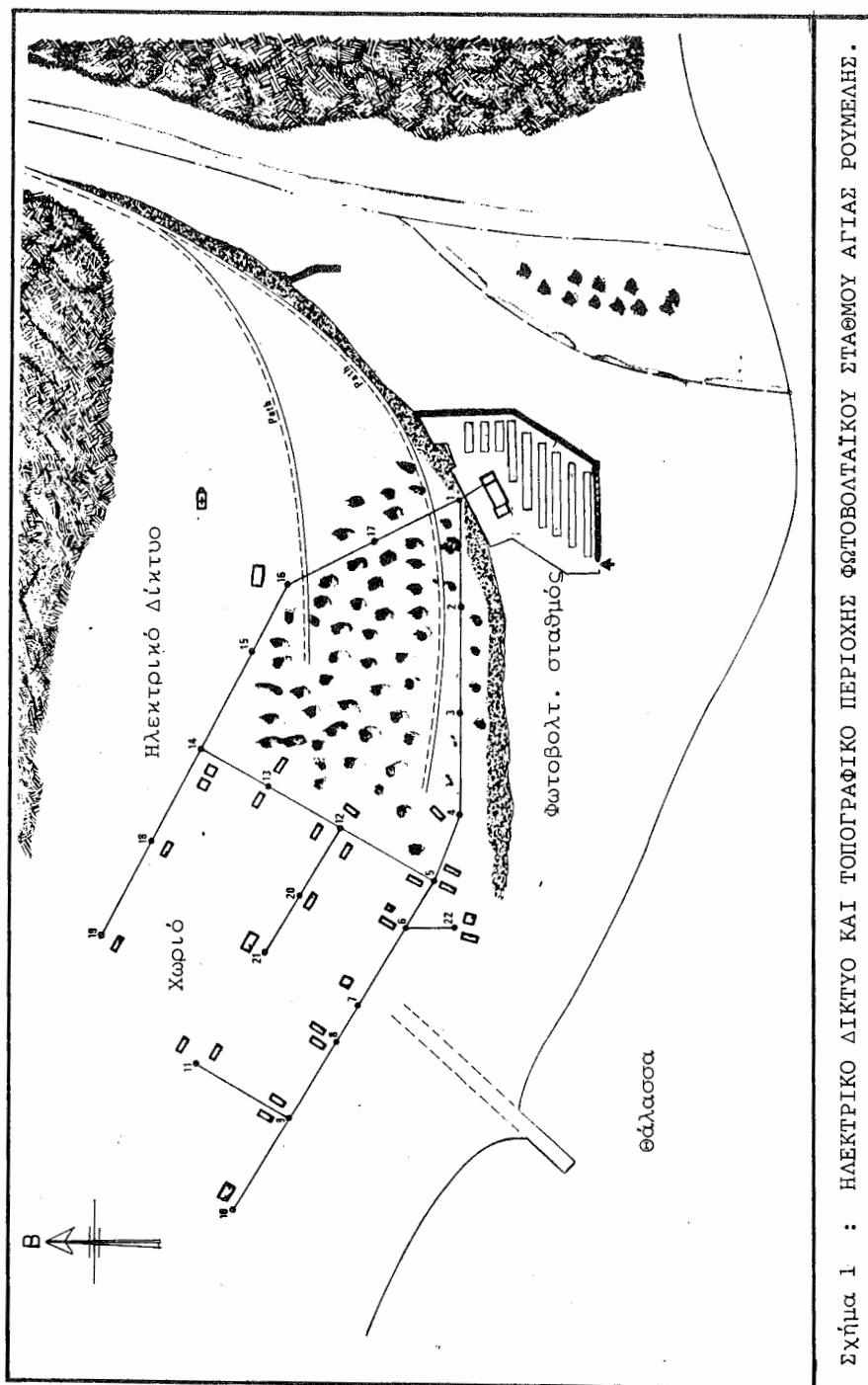
Η απαιτούμενη έκαση της τάξεως των 4000 m^2 έπρεπε να διατεθεί από ώρημόσιο. Η διαδικασία χορηγήσεως της εκτάσεως και η έκδοση των σχετικών αδειών ήταν μια διαδικασία επίπονος και χρονοβόρα.

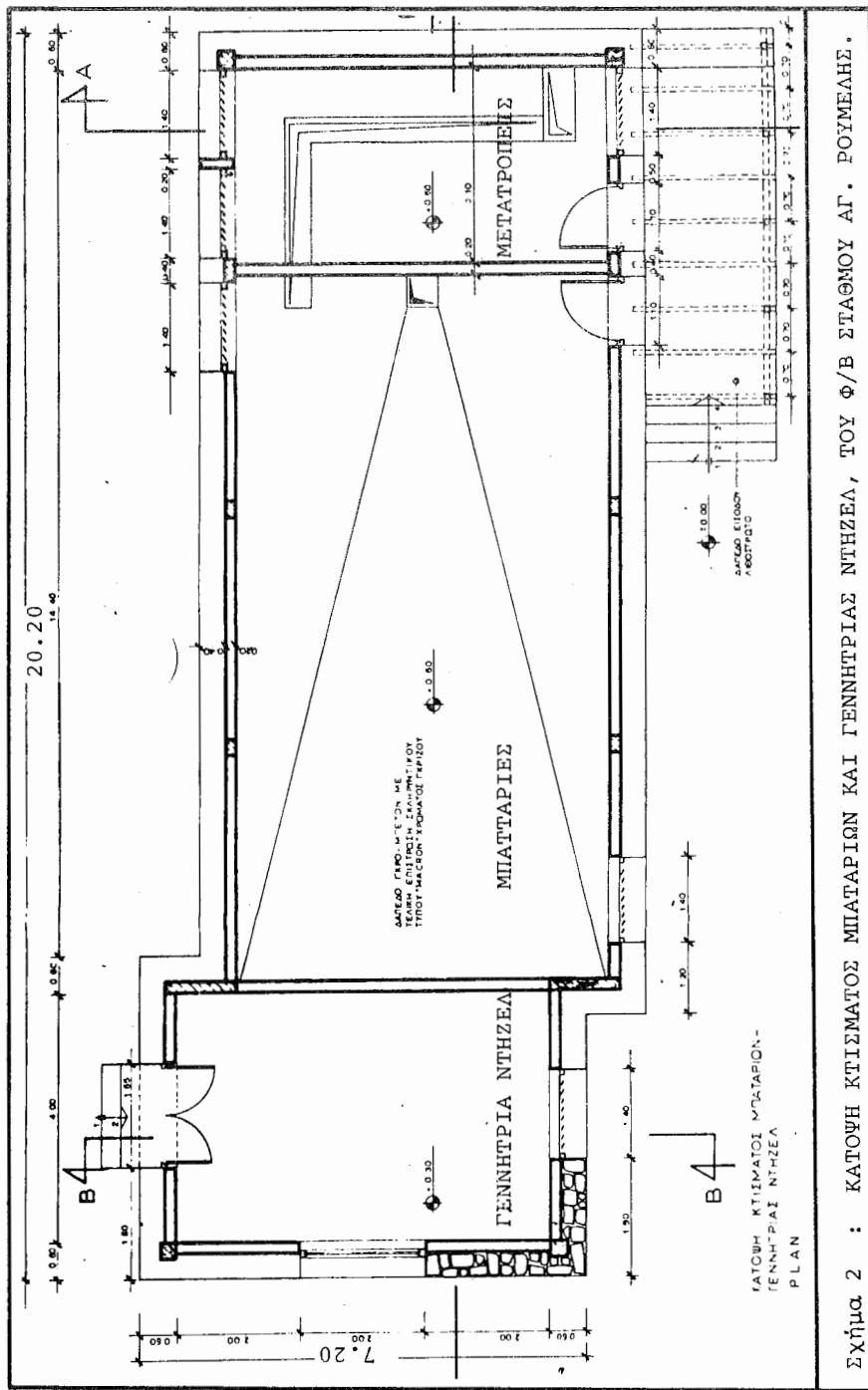
Για την προσαρμογή της εγκαταστάσεως στο περιβάλλον έγινε ειδική μελέτη η οποία και εφαρμόσθηκε. Για την προστασία της εγκαταστάσεως από τίς πλημμύρες επίσης μελετήθηκε η τάξη μεγέθους της πλημμύρας και έγιναν ειδικές κατασκευές και υπερύφωση της τελικής στάθμης εδάφους της εγκαταστάσεως.

Η μελέτη του σταθμού προέβλεπε βασικά την εγκατάσταση 59 πανέλλων ισχύος 50 KW, την εγκατάσταση ενός μετατροπέα με τρανζίστορ για την μετατροπή του συνεχούς ρεύματος σε τριφασικό εναλλασσόμενο 220/380 V, 50 HZ ισχύος 40 KVA και συστοιχία συσσωρευτών μολύβδου από 150 στοιχεία με χωρητικότητα 1500 ΑΗ. Διάφορες άλλες βοηθητικές εγκαταστάσεις και συσκευές και όργανα μετρήσεως και καταγραφής συμπληρώνουν την εγκατάσταση.

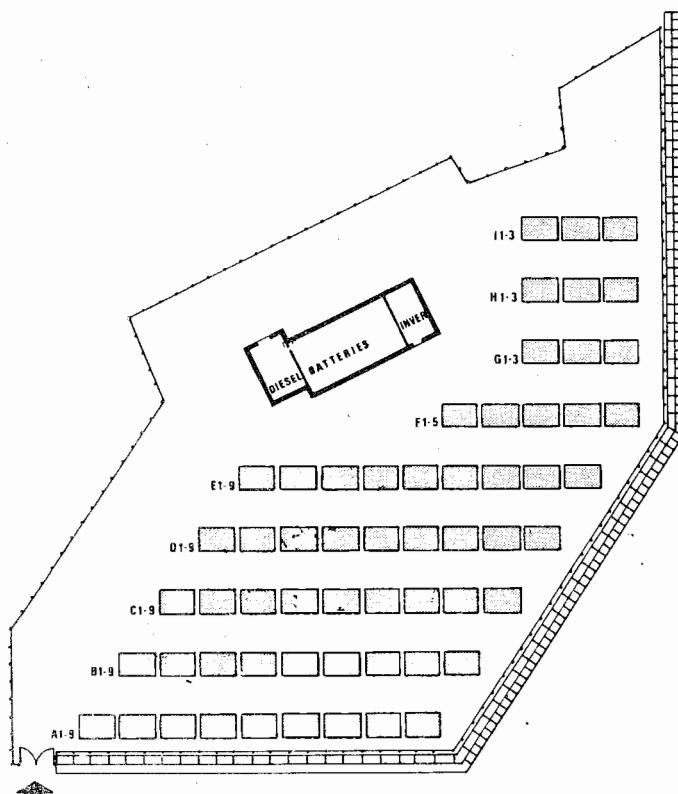
Η εγκατάσταση του σταθμού παρουσίασε ιδιαίτερες δυσκολίες λόγω των προβλημάτων προσπελάσεως και της ελλείφεως εργατοτεχνικού προσωπικού στην περιοχή.

Τελικά η μεταφορά του εξοπλισμού των υλικών και των μηχανημάτων έγινε με αποβατικό σκάφος του Η.Ν. ενώ η ΜΟΜΑ ανέλαβε την εκτέλεση των χωματουργικών έργων. Ωι δομικές εργασίες έγιναν από εργολάβο ενώ τά προστατευτικά έργα και η εγκατάσταση έγινε από τό προσωπικό της ΔΕΗ. Ακό τον φωτοβολταϊκό σταθμό αναχωρούν δύο γραμμές που τροφοδοτούν τόν οικισμό.

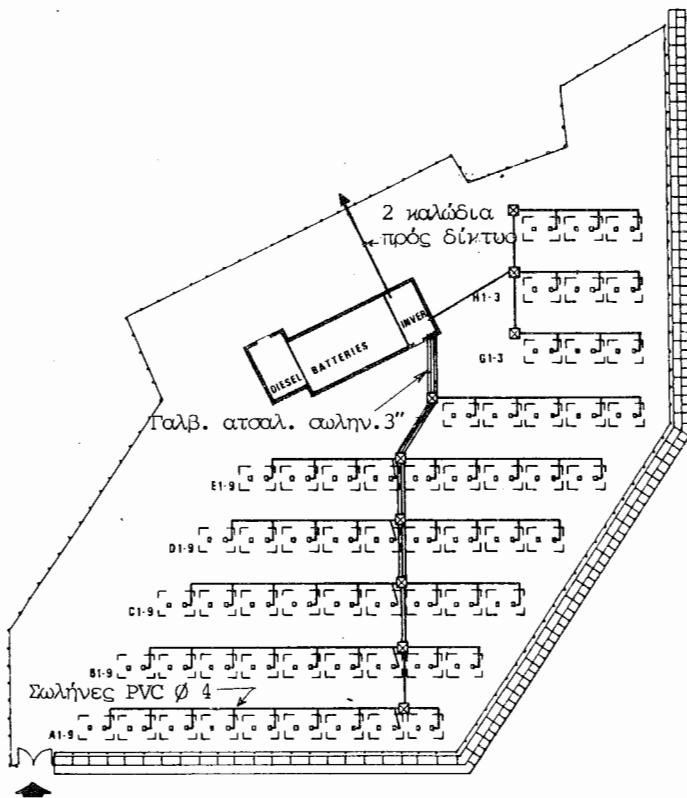




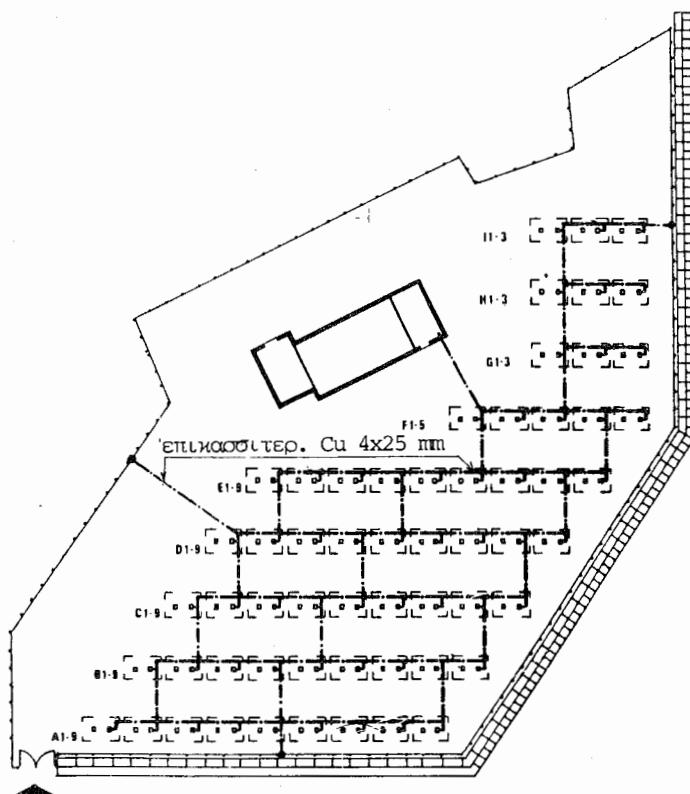
Σχήμα 3 : ΓΕΝΙΚΗ ΔΙΑΤΑΞΗ ΠΙΝΑΚΩΝ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΙΚΟΥ ΣΤΑΘΜΟΥ
ΑΓΙΑΣ ΡΟΥΜΕΛΗΣ, ΙΣΧΥΟΣ 50 kW_P .



Σχήμα 4 : ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΚΑΛΩΔΙΩΝ Φ/Β ΣΤΑΘΜΟΥ ΑΓ. ΡΟΥΜΕΛΗΣ



Σχήμα 5 : ΣΥΣΤΗΜΑ ΓΕΙΩΣΗΣ Φ/Β ΣΤΑΘΜΟΥ ΑΓ. ΡΟΥΜΕΛΗΣ



ΔΥΝΑΤΟΤΗΤΕΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΥΔΡΟΓΟΝΑΝΘΡΑΚΩΝ ΑΠΟ ΤΟ LATEX ΤΩΝ EUPHORBIACEAE
ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΣ

N. Σ. Μάργαρης

'Εργαστήριο Οικολογίας
Φυσικομαθηματική Σχολή
Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Το latex πού παράγεται άπό φυτά της οικογένειας των Euphorbiaceae είναι ένα διάλυμα ύδρογονανθράκων σε νερό. Παρά το γεγονός ότι ή πειραματική καλλιέργεια τους φαίνεται να έπροσχεται πολλά, μπορεῖ να δόηγήσει σε προβλήματα πού έχουν σχέση με τις μονοκαλλιέργειες καθώς καί σε έναν δάνταγωνυσμό με την γεωργία για τις καλλιέργησιμες έκτασεις. Στην 'Ελλάδα, μπορούμε να βρούμε πάνω από 60 είδη αυτών των φυτών σε οικολογικά ζορροπημένες συνθήκες. Η διανομή τους φαίνεται ένδιαφέρουσα καί μπορούμε να τα βρούμε σε διάφορες τούς ύπαρχοντες βιοτόπους, από τα ξέλη μέχρι τα δάση καί άπό τις πεδινές έκτασεις μέχρι τα μεγάλα θύελλα στά βουνά. Επίσης, ή φυσική τους παρουσία στα άγροικοσυστήματα, ήπως στούς έλαιωνες καί στ' αμπέλια, έπιτρέπουν την καλλιέργεια τους σαν "εύκαιριακές σοδειές" (catch crops). Σέ μερικές περιοχές, ήπως το Γαλαζεύδι, ή *Euphorbia dendroides* συμμετέχει με ύψοστο μεγαλύτερο από 60% στην υπέργεια βιομέρια πού φθάνει τα 3,5 kg/m². Επίσης ή *E. characias* σχηματίζει πυκνές κοινωνίες σε πολλά μέρη της Ελλάδας.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Σύμφωνα με τον Calvin, το latex που παράγεται άπό τα φυτά της οίκο-γένειας τῶν Euphorbiaceae είναι στήν ούσια ἔνα διάλυμα ύδρογονανθράκων σε νερό (1). Αύτοι οι ύδρογονάνθρακες είναι παρόμοιοι μ' ἕκεινους που παράγονται άπό το καυτσουνιδεντρο, ἀλλά ἔχουν μικρότερο μοριακό βάρος. Πειραματική καλλιέργεια φαίνεται νά ιπδσχεται πολλά με μιά παραγωγή 20-25 βαρελιῶν πετρελαίου ἀνά ἑκτάριο. Ήπαρά το γεγονός ὅτι ή καλλιέργεια τῶν Euphorbiaceae φαίνεται ἐνδιαφέρουσα, μπορεῖ νά δοηγήσει σε προβλήματα που ἔχουν ἥδη συζητηθεῖ (3) καί ἀφοροῦν τές μονοκαλλιέργειες καί τή διαθεσιμότητα γῆς. Στήν 'Ελλάδα, ὅπως καί σε πολλές ἄλλες περιοχές τῆς Μεσογείου, είμαστε τυχεροί που έχουμε τέσσα πλούσια σε ἐνέργεια φυτά, μέσπι σε οίκολογικά λισσοροπημένα συστήματα. Πολλά είδη (*E. dendroides*, *E. characias*, *E. paralias*) που χρησιμοποιήθηκαν στήν Καλιφόρνια ἀπό τήν δύμδα τοῦ Calvin, είχαν είσαχθεῖ ἀπό τήν περιοχή τῆς Μεσογείου.

ΠΑΡΟΥΣΙΑ ΚΑΙ ΔΙΑΝΟΜΗ

Περισσότερα ἀπό 60 είδη τῆς οίκογένειας τῶν Euphorbiaceae είναι γνωστά για τήν 'Ελλάδα καί ὑπάρχουν πληροφορίες σχετικά με τήν παρουσία τους σε διάφορες περιοχές (4). 'Η διανομή τους φαίνεται ἀρκετά ἐνδιαφέρουσα ἀφοῦ μποροῦμε νά τά βροῦμε σε ὅλους σχεδόν τους ὑπάρχοντες βιοτόπους (Ἐλλ.: 3είδη, δάση: 9, θαμνώνες: 35, οπλ.).

"Ἐνα ἄλλο ἐνδιαφέρον σημεῖο που πρέπει νά ληφθεῖ ὑπόψη, ἐφόσον ἡ 'Ελλάδα είναι δρεινή χώρα, είναι ἡ παρουσία τῶν Euphorbiaceae σε ὅλες σχεδόν τές υφομετρικές ζώνες. 'Ετσι, περίπου 30% ἀπ' αὐτά βρέσκονται σε χαμηλά καί παραθαλάσσια ἐδάφη, 35% κάτω ἀπό τά 700 m, 20% μεταξύ 770 καί 1500 m καί τά ὑπόλιτα πάνω ἀπό 1500 m.

Τά είδη τῶν Euphorbiaceae που βρίσκονται στήν 'Ελλάδα είναι καί πολυετή (2/3) καί ἑτησια (1/3). Τά πολυετή είναι συνήθως χαμαίφυτα ἀλλά ὑκινρχουν ἐπίσης καί ἡμικρυπτόφυτα καί γαιδυφυτα.

ΜΕΡΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΓΙΑ ΤΗ BIOMAZA

'Ο Πίνακας 1 περιλαμβάνει μερικά σχετικά δεδομένα για τήν 'Αττική (2), Σητεία (Κρήτη) καί Γαλαξείδι (Κεντρική 'Ελλάδα). "Ολες αὐτές οι περιοχές είναι ἀντιπροσωπευτικές τοῦ ξηρότερου ἀκρου τοῦ Μεσογειακοῦ τύπου κλίματος. Είναι σίγουρο ὅτι ἡ περιοχή τοῦ Γαλαξείδου μοιάζει νά είναι πολύ ἐνδιαφέρουσα ἀφοῦ σε μιά συνολική υπέργεια βιομάζα τῆς τάξης τῶν 3,6 kg/m², ἡ *E. dendroides* (Ἐνα φυτό που χρησιμοποιήθηκε ἐπίσης στά πειράματα τοῦ Calvin στήν Καλιφόρνια) συμμετεῖχε κατά 62%.

"Ἐνα ἄλλο είδος που σχηματίζει πινακές κοινωνίες σε πολλές περιοχές τῆς 'Ελλάδας είναι ἡ *E. characias* (ἐπίσης χρησιμοποιημένο ἀπό τὸν Calvin). Σύμφωνα με τές προκαταρκτικές μας παρατηρήσεις αὐτό τό φυτό συμμετέχει στήν υπέργεια βιομάζα, που συνήθως φθάνει πάνω ἀπό 1,5 kg/m², κατά 80%. Τέτοιες περιοχές μέχρι τώρα ἔχουν βρεθεῖ στόν 'Ορχομενό καί τήν Κωπαΐδα (Κεντρική 'Ελλάδα) καθώς καί στό Πήλιο κοντά στό Βόλο. 'Η ἀνάπτυξη τους κατά τήν ζωνική είναι πολύ ἀξιοσημείωτη.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

"Οσον ἀφορᾶ τήν παρουσία τους στά ἀγροοικοσυστήματα, μποροῦμε νά βροῦμε με πάνω ἀπό 15 είδη στίς καλλιέργησιμες ἑκτάσεις, 3 είδη στούς ἑλαιῶνες καί 6 είδη στούς ἀμπελῶνες. Αύτή ἡ διαπίστωση φαίνεται πολύ ἐπωφελής ἵνα σκεψοῦμε τό γεγονός ὅτι κάτω ἀπό τές ἑλιές συνήθως κανένα ἄλλο προϊόν δέν καλλιέργεῖται. 'Η παρουσία τῶν Euphorbiaceae ἔκει, ἢν λαβούμε υποφή μας ὅτι οἱ ἑλαιῶνες ἀφθονοῦν στήν 'Ελλάδα, μᾶς ἐπιτρέπει νά υποθέσουμε ὅτι ἡ καλλιέργειά τους σε συνδιασμό με αὐτούς είναι μάλλον δυνατή.

Πίνακας 1. Μερικά δεδομένα για την υπέργεια βιομάζα φυταντών σε κοινωνικημάτων στήν 'Ελλάδα

	Γλαξεύδι	Αττική	Σητεία			
Είδη φυτών	Βιομάζα (g. m ⁻²)	Συμετοχή στή βιομάζα (%)	Βιομάζα (g. m ⁻²)	Συμετοχή στή βιομάζα (%)	Βιομάζα (g. m ⁻²)	Συμετοχή στή βιομάζα (%)
<i>Euphorbia dendroides</i>	2264	62	—	—	—	—
<i>Euphorbia acanthothamnos</i>	—	—	270	24	113	12
<i>Phlomis</i> sp.	574	16	367	33	81	9
<i>Calicotome villosa</i>	670	18	—	—	—	—
<i>Genista acanthoclada</i>	—	—	—	—	186	20
<i>Sarcopoterium spinosum</i>	—	—	143	13	34	4
<i>Thymus capitatus</i>	—	—	36	3	448	46
<i>Helianthemum nummularium</i>	—	—	80	7	—	—
<i>Cistus</i> sp.	—	—	84	8	—	—
Others	123	4	131	12	88	9
Total	3631		1111		950	

Σύμφωνα με τέ παραπάνω, είναι σαφές ότι ή έκμετάλλευσή τους για παραγωγή υδρογονανθράκων είναι κάτι μάλλον έφιτο.

Μελλοντικές δρευνες πού θα άφορούν:

- (1) την άποδοση τῶν φυτῶν αὐτῶν σε υδρογονάνθρακες καί
- (2) τη δυνατότητα καλλιέργειας τῶν πιο άποδοτικῶν είδων τῆς οἰκογένειας θα δώσουν πολύ περισσότερα στοιχεῖα.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Calvin, M. "Hydrocarbone via photosynthesis", Int. J. Energy Research, 1:299-322 (1977).
2. Margaris, N. S. "Structure and dynamics in a phryganic (East Mediterranean) ecosystem", J. Biogeography, 3:249-259 (1976).
3. Margaris, N. S. "Harvesting Before the Fire for Energy, Mediterranean Type Ecosystems in Greece. Costs and Benefits" Energy from Biomass, vol 3, series E, D. Reidel Publishing Co., Dordrecht, Holland/Boston, U.S.A./London, England. (1982).
4. Turrill, W. B. "The plant-life of Balkan Peninsula", Clarendon Press, Oxford.

ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΣΗ ΤΩΝ MAQUIS ΓΙΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΒΙΟΜΑΖΑΣ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΣ

Ν. Σ. Μέργαρης

'Εργαστήριο Οίκολογίας
Φυσικομαθηματική Σχολή
Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στή λειτάνη τῆς Μεσογείου περίπου 200.000 έκταρια καίγονται κάθε χρόνο, πράγμα πού σημαίνει μια τρομερή άπλεια τόσο σέ ένέργεια όσο καί σέ δργανικά ύλινα. Η Ελλάδα έχει νά αντιμετωπίσει πολλά πιεστικά προβλήματα όπως ή έλλειψη καυσίμων, ένδου, χαρτιού καί ζωτροφῶν καί συγχρόνως ξοδεύει πολλά χρήματα για τήν καταπολέμηση τῆς φωτιᾶς. "Αν τά παραπάνω προβλήματα μελετηθοῦν δύλι μαζί, είναι πολύ πιθανό ότι τό ένα προσφέρει τή λύση στό άλλο. Αύτό σημαίνει ότι άν θερίζουμε τά μεσογειακού τύπου οίκοσυστήματα κάθε δέκα χρόνια θά έχουμε ομήσουμε ένέργεια πού δύλλοιώς θά χανδταν, ένω ταυτόχρονα θά μειώσουμε σοβαρά τίς πιθανότητες μια καταστροφικής φωτιᾶς. Τά πρώτα δεδομένα μας για τό θέρισμα ήπισχονται πολλά δύο πού τό σύστημα άναμπτει πολύ καλά καί οι δεύτερες ποικιλότητας τῶν είδῶν είναι φηλότεροι δύο, τι στήν άθεριστη περιοχή.

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Στήν περιοχή τής λειμάνης τής Μεσογείου περίπου 200.000 έκταρια καλύγονταν κάθε χρόνο καί μέ μέτριους ύπολογισμούς ή ύπεργεια βιομέρια που χάνεται είναι τής τάξης του ύψους τών $1,2 \times 10^7$ τόννων (1). Από την ίδια πλευρά, ξοδεύονται μεγάλα χρηματικά ποσά για της "πολιτικές προστασίας" διότι τη φωτιά. Στήν "Ελλάδα ξοδεύονται πάνω από 30 έκατ. δολαρία κάθε χρόνο για αύτο το σκοπό. Παράλληλα είσαγουμε το 90% του πετρελαίου, το 90% του χαρτού καί το 75% τῶν διατηρούμενων μας σε ένδυο. Η 'Ελληνική οικονομία το 1982 άντιμετωπίζει ένα πολύ μεγάλο πρόβλημα έλλειματος 2,5 δισεκατ. δολαρίων στο δισεκατόν πληρωμών της, καί έπομένως τα παραπάνω είσαγμενα προϊόντα συμμετέχουν σοβαρά σ' αύτη τη γενική οικονομική άσταθεια, άφού ή ανήση τῶν τιμῶν είναι μια πραγματικότητα.

Τα φυτά που κυριαρχοῦν στα μεσογειακά τύπου οικοσυστήματα (ΜΤΟ) έχουν διαπτύξει προσαρμογές πού τούς έπιτρέπουν νά διακαμπούν μετά τη φωτιά. "Έχοντας ύπόδηψη μας δύτι αύτο το 13 έκατ. έκταρια τής 'Ελλάδας το 40% ικανοπέται διπλανά τα ΜΤΟ είναι πιθανό δύτι θερίζοντας τα φυτά πρίν αύτο μιας "έπινεση τής φωτιάς" καί μέ παραλληλή κατάλληλη χρησιμοποίηση τής βιομέριας τους, μπορεῖ νά ύπαρξει, σάν άποτελεσμα, μια συνδυασμένη λύση όλων αύτῶν τῶν προβλημάτων.

2. ΤΑ MAQUIS ΚΑΙ ΟΙ ΦΩΤΙΕΣ

Στο δύρη ζειρού του εέρους διαθέσιμου νερού τού μεσογειακού τύπου ικανοπέται διαπτύσσεται ένας πυκνός θαμνώνας στόν διπότο κυριαρχοῦν διεφύλλα σκληρόφυλλα φυτά, συνήθως φηλότερα αύτο 2 μ, όπως οί έλιές, οί χαρούπιές, οί μυρτιές, τά πουράρια, ο σχίνος ήλιπ. Στήν περιφέρεια τής λειμάνης τής Μεσογείου αύτος διάποστος οικοσυστημάτων είναι γνωστός μέ τον όρο maquis.

Ο συνδυασμός τῶν ύψηλών θερμοκρασιῶν καί τής έλλειψης νερού το ιαπωνικάρι προκαλεῖ μια γρήγορη διαδικασία τής θαμνώνας καί ένδιδους βλάστησης τῶν ΜΤΟ καί δύογει πολύ συχνά σέ φωτιές (2,3). Σε μια διασπορή του για τα ΜΤΟ τής Καλιφρονίας δ Shantz (2) άναψερεται σ' αύτά σάν "πυρότυπο" καί έχει διαπιστεί δύτι "... τό δύτι σ' αύτον τόν τύπο δέν συνέβαιναν πάντα φωτιές είναι κατέ αύτον."

Γενικά μποροῦμε νά χαρακτηρίσουμε τα ΜΤΟ σάν "πυροεπαγόμενα" ή "πυροπροσαρμοσμένα". Τα φυτά που κυριαρχοῦν σ' αύτά έχουν διαπτύξει προσαρμογές πού όχι μόνο τα βοιθούν νά έπιβιωσουν μετά τη φωτιά αλλά διαδικηθεί, οι περιοδικές φωτιές κάθε 15 χρόνια περίπου, φαίνονται νά είναι διπαρατητες για νά διατηρηθεῖ ή ζωτικότητα τους (4). Οι θάμνοι που κυριαρχοῦν στα maquis συνήθως διακαμπούν μέ παραβλάστηση καί δ Naveh (5) τούς διαπέρει σάν υποχρεωτικό παραβλαστητικός. Μετά αύτο μια φωτιά ή διάκαμψη τῶν φυτῶν είναι πολύ γρήγορη καί 5-10 χρόνια άργτερα ή καμένη περιοχή δέν μπορεῖ νά διακριθεῖ αύτο τήν άκαψη.

Ο τρόπος μέ τον διπότο της 'Ελληνικού Κράτους άντιμετωπίζει τές φωτιές περιγράφεται θαυμάσια αύτο τῶν Biswell (4) παρδό πού αύτος άσχολεται μέ τήν κατάσταση στήν Καλιφρονία. Φυσικά, τά διαθέσιμα ύλινα καί ή πείρα τῶν έλληνων πυροσβεστῶν πολύ διάδικτα.

"Παρά τήν ίκανότητα του άνθρωπου νά καταπολεμάει τές φωτιές μέ τα πιό μοντέρνα μέσα, αύτο άέρα καί έδαφος, καί τούς καλύτερα έκπαιδευμένους πυροσβέστες σ' όλο τόν ιδία, φαίνεται σίγουρο δύτι οι φυσικές φωτιές στα chaparral (συν. τῶν maquis για τήν Καλιφρονία) δέν μποροῦν νά προληφθούν τελείως. Καλή διάθεση καί μεγάλες καί διπανηρές προσπέδειες για τόν έλεγχο τής φωτιάς έχουν σάν αύτο-

τέλεσμα φωτιές σε λιγότερο συχνά διαστήματα. 'Αλλά με μεγαλύτερο χρόνο μεταξύ φωτιών, τα καύσιμα συνεχίζουν να συσσωρεύονται καί νά. έξαπλωνονται, καί δταν ή φωτιά φύγει από τον έλεγχο, το κινητός, τόσο για την διαθρώπινη ζωή καί τις φυσικές πηγές, δύσο καί το οικονομικό θά είναι άνυπολγιστο".

'Ο λίδιος συγγραφέας προτείνει προσχεδιασμένες φωτιές κάθε 15-20 χρόνια, σάν μια λύση σ' αυτά τα προβλήματα, κατί τό δύο οινού είναι μια κοινή πρακτική στήν Καλιφόρνια καί στήν Αύστραλια σήμερα.

Χρησιμοποιούντας τα παραπάνω δεδομένα, θεωρούμε δυνατό να άναπτυχθούμε ένα σύστημα στό δύο, το διποτέλεσμα θά είναι όχι μόνο ή προστασία τῶν *maquis* διλλάδα καί ένα μεγάλο κέρδος σε ένεργεια καί δραγανικά. Στό Σχήμα 1 παρουσιάζεται ή πρτασή μας μ' ένα δπλουστεψμένο τρόπο. Φαίνεται δτι ένα οικοσύστημα ήλικας 20-30 χρονών είναι έτοιμο για νά καεί (4,6). Παρόλ' αυτά, ή καθαρή παραγωγικότητα, εδικά καθώς το οικοσύστημα πλησιεύει την κατάσταση *climax*, μειώνεται. 'Επομένως δέκα χρόνια μετά τη φωτιά ή ύπεργεια βιομέρια δέν ανέργεια παρά έλαχιστα. "Αν, άντες να περιμένουμε τη φωτιά, θερίζουμε το οικοσύστημα κάθε 10 χρόνια, οι πιθανότητες να συμβεί καταστροφική φωτιά μειώνονται, καί παράλληλα ή καθαρή παραγωγικότητα τού οικοσύστημας διατηρεύεται σε ύψηλά έπειπεδα. Οι έκτιμησις μιας πρώτης οικονομικής άναλυσης (7) έδειξαν ότι το κινητός μέρυθρο θερίζεται 1/10 κάθε χρόνο μιας μονάδας 23.000 έκταρων θά είναι περίπου 3 δολλάρια/τόννον ξηρής υλης.

Περίπου το 20% της 'Ελλαδας καλύπτεται από οικοσύστηματα *maquis* με ένα ποσό ξηρής βιομέριας περίπου 5 kg/m². Θερίζοντας το 2% περιοχής κάθε χρόνο (δηλαδή το 10% της έπικεντρης τῶν *maquis*) μπορούμε να πάρουμε έγα ίσοδυναμο για το περισσότερο από το 60% τού πετρελαίου πού είσαγουμε. Χωρίς διμιτιβολία, το δρεινό έδαφος της 'Ελλαδας δυσκολεύει την πραγματοποίηση αυτού τού προγράμματος -διλλάδα δέν την διποιλείει. 'Υπάρχουν πολλές περιοχές πού μπορούν να θερίστούν μάλλον εύκολα, πράγμα πού αποδεικνύεται από την χρησιμοποίησή τους από τη γεωργία. Θεωρεύται δτι τουλάχιστον 1.000.000 έκταρα (περίπου το 8% της 'Ελλαδας) μπορεῖ να χρησιμοποιηθεί για θέρισμα σήμερα, χωρίς μεγάλα προβλήματα. "Αν έφαρμοστεί θέρισμα κάθε 10 χρόνια -ή έρευνα δείχνει δτι καί μόνο 8 χρόνια αίναι ένας ίκανοποιητικός χρόνος για την άνακαμψη τῶν *maquis*- καί θερίζοντας 100.000 έκταρια κάθε χρόνο, παίρνουμε μια σοδειά της τάξης τού ψήφους τῶν 5X10⁶ τόννων σε ξηρή βιομέρια, ποσό πού άντιστοιχεί σ' ένα ίσοδυναμο περισσότερο από το 25% τῶν είσαγωγῶν μας σε πετρέλαιο.

3. ΜΠΟΡΕΙ ΤΟ ΘΕΡΙΣΜΑ ΝΑ ΥΠΟΚΑΤΑΣΤΗΣΕΙ ΤΗ ΦΩΤΙΑ;

Μια διάρκεια πρώτες παρατηρήσεις πού πρέπει να γίνουν δταν το θέρισμα προτείνεται σάν λύση, είναι το δύο τό σύστημα πού θερίζεται άναμπτει με τό διαδικτικό τρόπο πού άναμπτει καί τό καμένο σύστημα.

Θέλοντας να διασυνομεύμε μια πρώτη άπαντη σ' αυτή την έρωτηση άρχισαμε να άναμπτει με παρατηρήσεις σε περιοχές πού άποφιλωάθηκαν στό παρελθόν από τη ΔΕΗ με σκοπό την άκανδυνη έγκατάσταση γραμμών ύψηλής τάσης. 'Η Είκαναν 1 παρουσιάζει μια τέτοια περιοχή πού άποφιλωάθηκε 7 καί 17 χρόνια πρίν. Φαίνεται δτι τό σύστημα άναγεννᾶται άρκετά φυσιολογικά.

'Από την διλλή πλευρά, τα θερίσματα πού έγιναν από την διμέδα μας, δείχνουν δτι μια ταχύτατη άνακαμψη έπιτυγχανεται, άκινη καί στόν πρώτο χρόνο μετά τό θέρισμα.

Παρατηρήσεις πού έγιναν κατά την όνοιξη τού 1982 δείχνουν μια έξαρση στή άναπτυξη τόσο τῶν ξυλωδῶν δσο καί τῶν ποωδῶν φυτῶν. Αύτη ή άφθονία σε φυτά πού άναλυσουν, συνοδεύεται από σημαντική αύξηση τῶν πληθυσμῶν τῶν έντρμων, μια καί πολλά απ' αυτά τά φυτά είναι έντομογαμή.

Αύτό το γεγονός σημαίνει ότι ένα σύνθετο σύστημα άναπτυσσεται, προσφέροντας έτσι πολλούς και ποικίλους θάνκους (niches) και εύκαιρες σε πολλούς δργανισμούς.

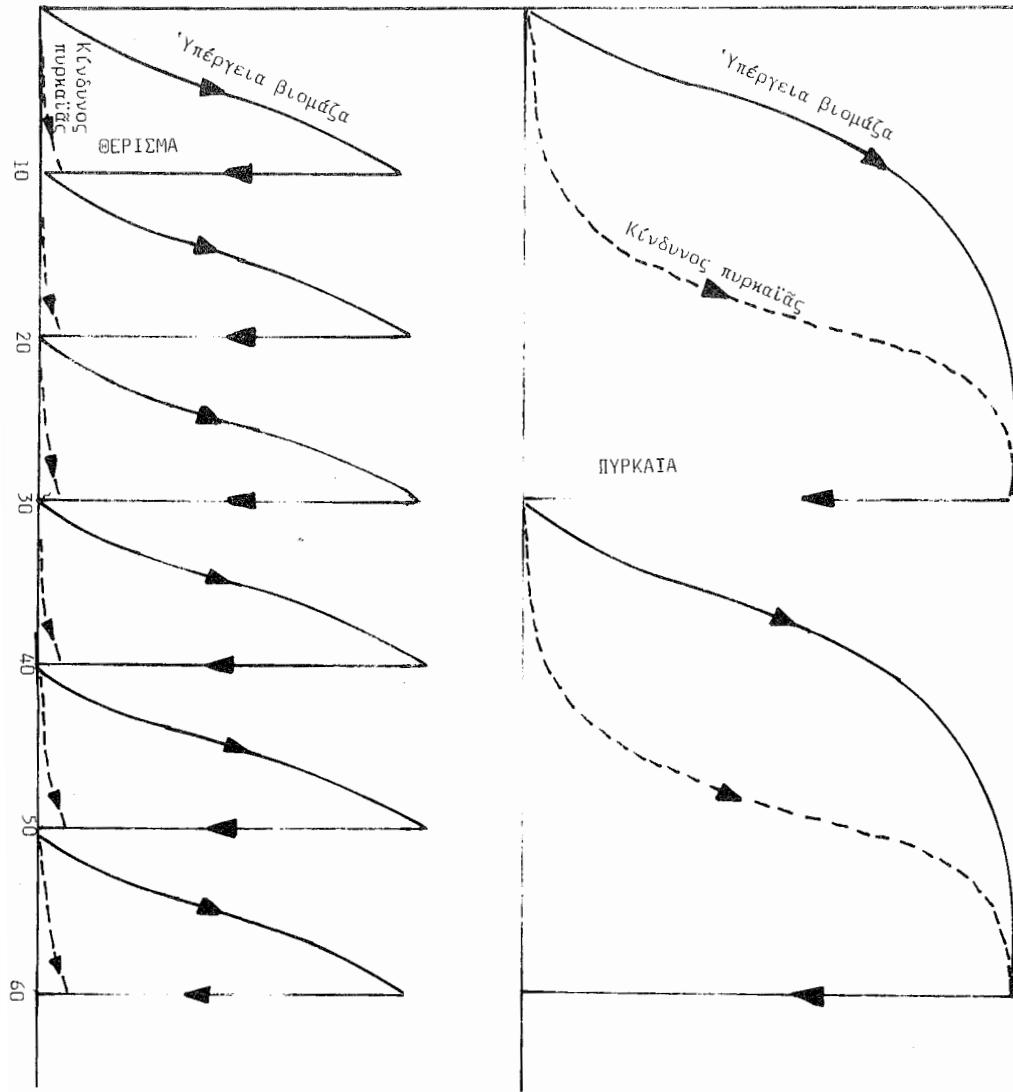
Τενικά, πρέπει να δηλώσουμε ότι με αύτο τόν τρόπο διαχείρισης σκοπεύουμε όχι μόνο σε οικονομικά διφέλη δλλάδ και σε οικολογικά άποδεκτές λύσεις, αλλά διατηρείται σε όλες δημοσιεύσεις (8,9).

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Le Houerou, H.N., In: Proc. 13th Annu. Tall Timbers Fire Ecol. Conf., Florida (1973).
2. Shantz, H.L., The Use of Fire as a Tool in Management of Brush Ranges of California, California State Board of Forestry, Sacramento, Cal. (1947).
3. Biswell, H.H., In: Proc. Symp. on the Environmental Consequences of Fire and Fuel Management in Mediterranean Ecosystems, USDA/Forest Service, General Tech. Report WO-3, Washington, D.C. (1977).
4. Biswell, H.H., In: Fires and Ecosystems (T.T. Kozlowski and C.E. Ahlgren, Eds.), Academic Press, New York (1974).
5. Naveh, Z., In: Proc. 13th Annu. Tall Timbers Fire Ecol. Conf., Florida (1973).
6. Trabaud, L., Ibid.
7. Margaris, N.S., In: Components of Productivity in Mediterranean Climate Regions (N.S. Margaris and H.A. Mooney, Eds.), Dr. Junk Publishers, Netherlands (1981).
8. Margaris, N.S., In: Biological and Sociological Basis for a Rational Use of Forest Resources for Energy and Organics (S. Boyce, Ed.), USDA/Forest Service, Southeastern Forest Exp. St., Asheville, N.C. (1979).
9. Margaris, N.S., Biomass 1, 159 (1981).

ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΘΕΡΙΣΜΟΥ

ΦΥΣΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ



Σχήμα 1. Βιομάζα και κίνδυνος φωτιάς στά ταquies ύπο ψυστικές συνθήκες και συνθήκες θέρεσματος.



Εικόνα 1. Μια διάποδη περιοχή θερισμένη πρίν από 7 και 17 χρόνια. Φαίνεται ότι το θερισμένο σύστημα άνακμπτει τέλεια.

ΠΕΡΙΛΗΨΕΙΣ ΠΑΡΕΜΒΑΣΕΩΝ*

* από τη μαγνητοφωνημένη ομιλία

ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΗΣ ΑΠΟΣΒΕΣΗΣ ΤΟΥ ΦΩΤΟΡΕΥΜΑΤΟΣ ΓΙΑ ΤΗ ΜΕΤΡΗΣΗ ΤΟΥ ΧΡΟΝΟΥ
ΖΩΗΣ ΤΩΝ ΦΟΡΕΩΝ ΜΕΙΟΨΗΦΙΑΣ ΣΤΑ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

Δ.Ε. ΙΩΑΝΝΟΥ

Δίνεται μιά τρισδιάστατη άναλυση τής μεθόδου ρεύματος από άκτινα Laser γιά τή μέτρηση τοῦ χρόνου ζωῆς (τ) τῶν φορέων μειοψηφίας στά φωτοβολταϊκά στοιχεῖα. Σ' αὐτή τή μέθοδο ή άκτινα πέφτει ιάδετα σ' ἕνα σταθερό σημεῖο στήν έμπρος ἐπιφάνεια τοῦ στοιχείου. Ο χρόνος ζωῆς βρίσκεται μέ τήν άκαρια διακοπή τής άκτινας καὶ μελέτη τής άπόσβεσης τοῦ ρεύματος ποὺ άκολουθεῖ. Γιά τήν άπόσβεση αὐτή βγαίνουν τύποι καὶ γιά παχιά καὶ γιά λεπτά φωτοβολταϊκά στοιχεῖα, τά δεύτερα μέ η χωρίς πεδίο στήν πίσω ἐπιφάνεια (a back surface field-BSF). Γιά λεπτά στοιχεῖα, πού εἶναι καὶ τά πιό ένδιαφέροντα στήν πράξη, τό ρεῦμα διοσβένυται σύμφωνα μέ

$$\text{I}(t) \propto \exp \left\{ -\left(1 + \frac{D^2}{w^2} \right) \frac{t}{\tau} \right\} \quad \text{γιά ιανονικά στοιχεῖα}$$

καὶ

$$\text{I}(t) \propto \exp \left\{ -\left(1 + \frac{D^2}{4w^2} \right) \frac{t}{\tau} \right\} \quad \text{γιά ίδανικά BSF στοιχεῖα}$$

ὅπου D εἶναι ὁ συντελεστής διάχυσης τοῦ φορέα μειοψηφίας καὶ w τό πάχος τοῦ στοιχείου.

ΣΥΣΤΗΜΑ ΑΚΡΙΒΟΥΣ ΕΝΤΟΠΙΣΜΟΥ ΚΑΙ ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΕΩΣ ΚΙΝΗΣΕΩΣ ΗΛΙΟΥ,
ΓΙΑ ΜΕΓΙΣΤΟΠΟΙΗΣΗ ΔΕΣΜΕΥΣΗΣ ΗΛΙΑΚΗΣ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑΣ ΑΠΟ ΣΥΛΛΕΚΤΕΣ
ΗΛΙΑΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

ΠΑΝ.Χ.ΣΤΕΦΑΝΙΔΗΣ
Μηχ.·Ηλεκ.Μηχανικός, ΕΜΠ

·Η σχεδίαση τοῦ συστήματος βασίζεται στή λειτουργία τῶν Φωτοαγωγίμων (φωτοαντιστάσεων) στό νά εύαισθητοποιούνται άπό μιά φωτεινή πηγή ή τήν σκιά τῆς πηγῆς καί νά έπενεργοῦν σέ ένα κύκλωμα διακόπτη (ΡΕΔΕ). Μέ βάση αύτή τήν άρχή καί στοχεύοντας στήν έξοικονόμηση ένέργειας σχεδιάστηκε τό σύστημα ἔτσι, ώστε νά κατεύθυνει τίς έπιφάνειες τῶν συλλεκτῶν του κάθετα στόν ήλιο.

