

## Η ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Τοῦ κ. ΣΩΤΗΡΙΟΥ ΚΑΡΒΟΥΝΗ, Χημικοῦ, Δρος τῆς ΑΒΣΠ.

### Ι. Γενικά

Τὸ ἐνεργειακὸ πρόβλημα δραματοποιήθηκε στὴν Ἑλλάδα — ὅπως καὶ στὸν ὑπόλοιπο κόσμο — μετὰ τὸ 1973, ὅταν οἱ ἄραβες ἀῤῃξαν θεαματικὰ τὶς τιμὲς τοῦ πετρελαίου καὶ ἐπέβαλαν embargo σὲ μερικὲς χῶρες. Ἀπὸ τότε τὸ δράμα τραγικοποιεῖται συνεχῶς καὶ οἱ ἄμεσες ἀντιδράσεις τῶν παραγόντων εἶναι ὀργή γιὰ μερικούς, ἀπελπισία γι' ἄλλους καὶ σύγχυση γιὰ ὄλους. Καὶ παρὰ τὸ γεγονὸς ὅτι πέρασαν τόσα χρόνια ἀπὸ τὴν ἀρχὴ τῆς δημιουργίας τοῦ προβλήματος, διατηρεῖται ἡ σύγχυση γύρω ἀπὸ τὴν πραγματικὴ φύση τῆς ἐνεργειακῆς κρίσεως καὶ παρουσιάζεται οὐσιαστικὴ δυσκολία γιὰ μιὰ πλήρη συμφωνία στὸν συντονισμό τῆς λύσεως τοῦ προβλήματος.

Ὅλοι πάντως ἀναγνωρίζουν ὅτι ἡ ἐνέργεια γίνεται ὀλοένα καὶ πιὸ λίγη καὶ ὅτι μπορεῖ ὁ καθένας νὰ προβλέψει γιὰ τὸ μέλλον, μόνο ἀῤῃξη τῆς τιμῆς τῆς. Ἀκόμα μπορεῖ νὰ μαντέψει ὅτι θὰ συνεχισθοῦν οἱ μακρὲς συζητήσεις γιὰ τὴν προστασία τοῦ περιβάλλοντος ἀπ' τὴν παραγωγή ἐνέργειας, τὴν ἐντονη ἐξάρτηση ἀπὸ ξένους προμηθευτὲς πετρελαίου, ἄνθρακα ἢ οὐρανίου, τὴν ἀσφάλεια τῶν πυρηνικῶν ἀντιδραστήρων, τὴν διάθεση τῶν καταλοίπων τους, τὴν διασπορά τῶν πυρηνικῶν ὀπλων καὶ ἕνα σωρὸ ἄλλες δυσκολίες γύρω ἀπὸ τὰ ἐνεργειακὰ θέματα.

Καὶ σὰν νὰ μὴν ἔφθαναν ὅλα αὐτά, ὑπάρχουν ἄνθρωποι ποὺ ἀρνοῦνται τὴν ὑπαρξὴ ἐνεργειακοῦ προβλήματος καὶ ἰσχυρίζονται ὅτι αὐτὸ εἶναι «σενάριο» τῶν πολυεθνικῶν ἐταιριῶν καὶ τῶν μονοπωλίων ἀδικώντας ἔτσι τὶς χῶρες τοῦ OPEC, ἀφοῦ τὶς βάζουν νὰ παίξουν τὸ παιγνίδι ἄλλων.

Ἐμεῖς πιστεύουμε ὅτι τὸ ἐνεργειακὸ πρόβλημα εἶναι πρόβλημα ὀρισμοῦ. Καὶ ὅτι, ἀν συμφωνήσουμε ὅλοι στὸν ὀρισμὸ, θὰ βρεθοῦν ἀποδεκτὲς ἀπὸ ὄλους λύσεις.

Ὅμάδες ποικίλων συμφερόντων ὀρίζουν τὸ ἐνεργειακὸ πρόβλημα μὲ δρους ποὺ εὐνοοῦν τὰ συμφέροντά τους. Οἱ περιβαλλοντολόγοι ὀρίζουν τὸ πρόβλημα ἀπὸ τὴν σκοπιὰ τοῦ περιβαλλοντολογικοῦ κόστους π.χ. τῆς χρησιμοποίησεως ἄνθρακα ἀντὶ πετρελαίου ἢ φυσικοῦ ἀερίου καὶ ἐνισχύουν τὸν ὀρισμὸ τους μὲ στοιχεῖα τέτοια ὅπως ἡ καταστροφὴ τοῦ φυσικοῦ τοπίου ἀπὸ τὰ ἄνθρακορυχεῖα, οἱ κοινωνικὲς ἐπιδράσεις στοὺς κατοίκους τῶν γύρω περιοχῶν, τὰ προβλήματα ὑγείας ποὺ θὰ προκύβουν ἀπὸ τὴν καύση τοῦ ἄνθρακα στὴ βιομηχανία καὶ στὰ σπιτία κ.λπ.

Οί υπεύθυνοι τῆς βιομηχανίας παραγωγῆς ἐνέργειας χαρακτηρίζουν συχνά τὸ πρόβλημα ἀπὸ τὶς δυσκολίες πού συναντᾶει ἡ ἐκτεταμένη παραγωγή ἐνέργειας ἀπὸ τὴν πλευρὰ τῶν πολὺπλοκων κυβερνητικῶν προγραμμάτων καὶ ὑποστηρίζουν ὅτι αὐτὰ τὰ ἀσαφῆ προγράμματα μειώνουν ἀναγκαστικά τὶς τάσεις γιὰ νέες ἐπενδύσεις, δημιουργοῦν κλίμα ἀβεβαιότητος καὶ καθιστοῦν ἔτσι δύσκολο τὸν σχεδιασμό, μὲ ἀποτέλεσμα τὸ χάσιμο χρόνου στὴν ἀντιμετώπιση τοῦ προβλήματος.

Ἄλλοι, βλέπουν τὸ πρόβλημα σὰν θέμα ἐθνικῆς ἀσφάλειας πού ξεκινάει ἀπὸ τὴν σαφῆ ἐξάρτηση τῆς χώρας ἀπὸ εἰσαγόμενο πετρέλαιο καὶ μάλιστα ἀπὸ χώρες μὲ ἀσταθῆ πολιτικὴ κατάσταση.

Μερικοί, θέτουν τὸ πρόβλημα μὲ βάση τὸ ἀνοιγμα τοῦ ἐξωτερικοῦ ἰσοζυγίου πληρωμῶν ἢ καὶ σὰν θέμα ἀνακυκλώσεως τῶν πλεονασμάτων χρήματος τῶν χωρῶν-μελῶν τοῦ ΟΡΕC.

Οἱ καταναλωτὲς βλέπουν τὸ πρόβλημα μόνο ἀπὸ τὶς ὑψηλὲς τιμές πού δημιουργεῖ στὰ ἀγαθὰ καὶ τὶς ὑπηρεσίες πού μειώνουν ἔτσι αἰσθητὰ τὸ εἰσόδημά τους, καὶ πιέζουν γιὰ λύσεις πού θὰ τοὺς ἐξασφαλίσουν τὸ προηγούμενο ἢ καὶ καλύτερο ἐπίπεδο ζωῆς. Ἐκτὸς καὶ ἂν ἀνήκουν καὶ σὲ ἄλλες ἀπ' τὶς προηγούμενες ὁμάδες ὁπότε τὰ θέλουν ὅλα.

Μερικὰ κόμματα ἢ πολιτικὲς ὁμάδες, διακρίνουν ἀδράνεια τῆς Πολιτείας γιὰ τὸ πρόβλημα καὶ συμπεραίνουν ὅτι τὸ ἐνεργειακὸ πρόβλημα δὲν εἶναι τίποτε ἄλλο ἀπὸ μιὰ «κρίση τῆς Δημοκρατίας».

Μέσα σ' αὐτὲς τὶς διαφορετικὲς ἀντιλήψεις δὲν εἶναι διόλου ἐκπληκτικὸ τὸ γεγονός ὅτι οἱ κυβερνήσεις εἶναι δύσκολο νὰ ἀναπτύξουν ἀποτελεσματικὰ ἐνεργειακὰ προγράμματα. Εἶναι ἀλήθεια πάντως ὅτι ἔχουν γίνεи ἀξιόλογες προσπάθειες γιὰ τὴν ἀντιμετώπιση τῆς ἐνεργειακῆς κρίσεως, ἀλλὰ πιστεύουμε ὅτι ὑπάρχουν ἀκόμα πολλὰ πού πρέπει νὰ γίνουν.

Εἶναι γεγονός ὅτι ὁ χρόνος, ἀπὸ μόνος του, ὀριοθετεῖ τὸ πρόβλημα, δημιουργεῖ ἓνα πλαίσιο καὶ καθορίζει τοὺς στόχους γιὰ ἄμεση ἀντιμετώπιση. Ἐκεῖνο στοῦ ὁποῖο πρέπει νὰ συμφωνήσουμε ὅλοι, εἶναι ὀρισμένες ἀρχές πού μποροῦν νὰ χρησιμεύσουν σὰν βάση γιὰ τὴν δημιουργία συλλογικῆς ἐνεργειακῆς πολιτικῆς. Κι αὐτές, πρέπει νὰ περιλαμβάνουν τὰ παρακάτω:

1. Οἱ μὴ ἀνανεώσιμες πηγὲς ἐνέργειας (ἄνθρακας, πετρέλαιο, οὐράνιο, φυσικὰ ἀέρια) λιγοστεύουν. Καὶ καθὼς αὐτὲς εἶναι τώρα πολὺ δύσκολο νὰ βρεθοῦν καὶ νὰ παραχθοῦν, ἡ τιμὴ τους γίνεται ὀλοένα καὶ μεγαλύτερη. Ὑπάρχει ἓνα εὐρὸ φάσμα ἀβεβαιότητος πού συνδέεται ὁμως μὲ τὴν ἐνεργειακὴν βάση μιᾶς χώρας καὶ μὲ τὸ κόστος ἐρευνῶν γι' αὐτὴ τὴν βάση, πού κάνει τὶς μελλοντικὲς προβλέψεις γιὰ τὶς συνθήκες τῆς ἀγορᾶς ἐνέργειας δύσκολες στὸ βαθμὸ ἀκρίβειας πού ἀπαιτεῖται.

2. Οἱ εἰσαγωγὲς πετρελαίου ἀποτελοῦν γιὰ τὴν χώρα, τὸ μεγαλύτερο μέρος τῶν ἐνεργειακῶν τῆς ἀναγκῶν καὶ θὰ τὸ ἀποτελοῦν γιὰ πολλὰ χρόνια ἀκόμα. Ἐτσι, πολλὲς ἀραβικὲς χώρες (Λιβύη, Ἰράκ, Σαουδικὴ Ἀραβία, κ.λπ.) θὰ παίξουν καθοριστικὸ ρόλο στὶς τιμές καὶ στὴν προμήθεια πετρελαίου. Οἱ τελευταῖες ἀνακαλύψεις πετρελαίου σὲ ἄλλα γεωγραφικὰ διαμερίσματα τοῦ πλανῆτη — Μεξικὸ, Β. Θάλασσα,

Ν. Κίνα — δέν θά ἀποτελέσουν σπουδαία προσθήκη στήν παγκόσμια παραγωγή, τουλάχιστον στήν δεκαετία πού ἔρχεται. Οἱ πολιτικές ἐξελίξεις στή Μ. Ἀνατολή, θά ἐπιδρῶν μελλοντικά στήν προσφορά καί στίς τιμές, συμβάλλοντας ἔτσι, στήν ἀβεβαιότητα πού συνδέεται μέ τίς μελλοντικές συνθήκες τῆς ἀγορᾶς ἐνέργειας καί στή δυσκολία τῶν προβλέψεων.

3. Πολλές ἀπό τίς ἐναλλακτικές λύσεις πού εἶναι αὐτή τῆ στιγμή διαθέσιμες γιά ἐπέκταση τῶν ἐγχώριων πηγῶν ἐνέργειας (λιγνίτες, ὕδροηλεκτρικοὶ σταθμοί, πυρηνικές μονάδες) καί δαπανηρές εἶναι καί μακρῷ χρόνῳ ἀπαιτοῦν γιά νά πραγματοποιηθοῦν. Ἀφοῦ ἡ κυβερνητική δράση (ἢ ἀδράνεια) μπορεῖ νά ἐπιταχύνει ἢ νά ἐπιμηκύνει τὸ χρόνο κατασκευῆς, ἡ πολιτικὴ τοῦ κράτους μπορεῖ νά γίνῃ καθοριστικός παράγοντας τῆς μελλοντικῆς τιμῆς καί προσφορᾶς ἐνέργειας.

4. Τὰ περιβαλλοντολογικὰ θέματα δέν μποροῦν νά λυθοῦν γρήγορα ἢ εὐκολα. Γιά παράδειγμα, ὑπάρχει ἀκόμα ἔντονη διαφωνία ὡς πρὸς τὴν παραγωγή πυρηνικῆς ἐνέργειας γύρω ἀπὸ τὰ θέματα ἀσφαλείας ἀπὸ ἀκτινοβολίες, ἀπὸ τὴν διάθεση τῶν πυρηνικῶν ἀποβλήτων, τὴν διασπορὰ τῶν πυρηνικῶν καυσίμων κ.λπ. Προβλήματα πού δέν ἔχουν βρεῖ ἀκόμα τέλειες λύσεις καί δέν φαίνεται ὅτι θά λυθοῦν στὰ ἀμέσως προσεχῆ χρόνια.

5. Μέσα σ' ὅλα αὐτὰ πρέπει νά τοποθετήσουμε καί τίς ἀπόψεις τῶν ἀνθρώπων (εἰδικῶν στὸν τομέα τους) πού ὑποστηρίζουν ὅτι ὑπάρχει ἐπιτακτικὴ ἢ ἀνάγκη ἀποδοτικότερης χρησιμοποίησεως τῆς ἐνέργειας καί μειώσεως τῆς σπατάλης. Μεγαλύτερη ἀπόδοση μπορεῖ νά ὀδηγήσει σὲ λιγότερη ἐξάρτηση ἀπὸ ἀβέβαιες ξένες πηγές γιά πετρέλαιο, νά μειωθεῖ ὁ κίνδυνος γιά τὴν «ἐθνικὴ ἀσφάλεια», νά μικρύνει τὸ ἔλλειμμα τοῦ ἰσοζυγίου ἐξωτερικῶν πληρωμῶν κ.λπ.

Στὴν προσπάθεια νά καθορίσουμε μιὰ πολιτικὴ γιά ἐξοικονόμηση ἐνέργειας, εἶναι σπουδαῖο νά παραδεχτοῦμε ὅτι θά ὑπάρξει καί κόστος πού συνδέεται μέ τὴ βελτίωση τῆς ἀποδόσεως τῆς ἐνέργειας ἀκριβῶς ὅπως ὑπάρχει κόστος γιά τὴν ἐπέκταση τῶν ἐγχώριων πηγῶν ἐνέργειας. Γιά παράδειγμα, βελτιώσεις ἀποδόσεως ὅπως ἡ μόνωση τῶν σπιτιῶν ἢ ἡ ἀλλαγὴ τῆς ὑγρῆς μέ ξηρὴ μέθοδο παραγωγῆς τιμέντου, ἀπαιτοῦν ἐπενδύσεις πού φυσικὰ δέν παρέχονται δωρεάν. Καί φυσικὰ, τέτοιες ἐπενδύσεις μποροῦν νά γίνουν ἂν ἀποδίδουν οἰκονομικά. Αὐτὸ σημαίνει ὅτι μιὰ τέτοια ἐπένδυση ἐξαρτᾶται ἀπὸ τὸ ὕψος τῆς τιμῆς τῆς προσφερόμενης ἐνέργειας. Ὅσο ὑψηλότερη εἶναι αὐτὴ ἡ τιμὴ, τόσο μεγαλύτερη εἶναι ἡ τάση γιά ἐξοικονόμηση ἄρα καί γιά ἐπενδύσεις. Καί ἐπειδὴ ἡ ὑψηλὴ τιμὴ γίνεται κίνητρο γιά ἐπενδύσεις στήν ἐξοικονόμηση ἐνέργειας δέν εἶναι ἐκπληκτικὸ τὸ γεγονός νά προταθεῖ ἡ τεχνητὴ (μέ ἐπιβολὴ φόρων ἢ προστίμων) αὐξηση τῆς τιμῆς τῆς ἐνέργειας ὅταν ἡ ἐξοικονόμηση γίνεται ἐπιτακτικὴ ἀνάγκη γιά τὴ χώρα καί τὴν οἰκονομικὴ τῆς κατάσταση.

Ἄλλα θέματα πού περιμένουν ἀπαντήσεις γιά τὴν χάραξη κρατικῆς πολιτικῆς στήν ἐξοικονόμηση ἐνέργειας περιλαμβάνουν:

(α) τὴν βελτίωση πού πρέπει νά ἀναμένεται σὲ διαφορετικὰ ἐπίπεδα τιμῆς ἐνέργειας,

- (β) την ταχύτητα με την οποία θα επέλθουν αυτές οι βελτιώσεις,
- (γ) τα βασικά εμπόδια για τη βελτίωση της αποδόσεως της ενέργειας και τους τρόπους υπερπηδήσεως αυτών,
- (δ) την κατανομή των προγραμμάτων έρευνας για εξοικονόμηση ενέργειας και τον τρόπο χρηματοδοτήσεως αυτών των προγραμμάτων, και
- (ε) το ρόλο των κυβερνήσεων και των δημοσίων υπηρεσιών στην ενεργοποίηση των προσπαθειών βελτιώσεως της αποδόσεως της ενέργειας, δηλ. στην εξεύρεση των πιο έξυπνων κινήτρων για την επιτυχία του σκοπού της εξοικονομήσεως ενέργειας.

Τελικά, πρέπει να δεχθούμε την εξοικονόμηση σαν... πηγή ενέργειας. Γιατί, πώς αλλιώς μπορεί να χαρακτηριστεί μια προσπάθεια που μπορεί να μειώσει την χρησιμοποίηση καυσίμων χωρίς να μεταβληθεί ουσιαστικά ο τρόπος ζωής και ο ρυθμός ανάπτυξεως; Ή, αν η χρήση πυρηνικής ενέργειας που μπορεί να μειώσει, στην αρχή, κατά 4-6% την κατανάλωση παραδοσιακών καυσίμων είναι σημαντική υπόθεση, τότε τί είναι το ποσοστόν 5-15% που αναμένεται από τις σοβαρές προσπάθειες για εξοικονόμηση ενέργειας;

Είναι γνωστό ότι πριν από το 1973, η αύξηση της καταναλώσεως ενέργειας ήταν ίση ή μεγαλύτερη από το ρυθμό ανάπτυξεως της οικονομίας. Ή προσπάθεια για εξοικονόμηση αποβλέπει ή πρέπει να αποβλέπει στο «σπάσιμο» αυτής της παράλληλης πορείας μεταξύ οικονομικής ανάπτυξεως και ενεργειακής καταναλώσεως για να φέρει μικρή ή μηδενική αύξηση της τελευταίας και διατήρηση του ρυθμού της πρώτης.

Παρακάτω θα δοθούν μερικές σκέψεις και στοιχεία για διάκριση μεταξύ βελτιώσεως της αποδόσεως της ενέργειας και της σπατάλης ενέργειας που αποτελούν βασικούς παράγοντες για την εξοικονόμηση.

## II. Βελτίωση αποδόσεως της ενέργειας

Ή λέξη «σπατάλη» είναι θέμα ύποκειμενικό. Οι άνθρωποι μιλούν πολύ γύρω απ' αυτή τη λέξη σαν να ήταν αυτή το αποτέλεσμα σκόπιμης... αμέλειας, ενώ η σπατάλη είναι συνήθως το αποτέλεσμα των διεργασιών παραγωγής ή διαβιώσεως. Σ' ένα οικονομικό κόσμο, όπου οι άνθρωποι επιθυμούν πράγματα σε μια όρισμένη στιγμή και όπου η προσφορά προσπαθεί να ικανοποιήσει τη ζήτηση και τις ιδιοτροπίες της, η σπατάλη είναι αναπόφευκτη. Για παράδειγμα, γινόμαστε, γενικά, έξω φρενών αν γυρίζοντας το διακόπτη των φώτων δεν έρχεται ρεύμα κατάλληλου δυναμικού και επομένως δεν έχουμε το φως που περιμένουμε. Ο παραγωγός ηλεκτρισμού για να προλάβει την επιθυμία μας πρέπει να κτίσει σταθμούς παραγωγής ηλεκτρισμού ικανούς να αντιμετωπίσουν με επιτυχία τη «μεγίστη» ζήτηση. Σ' ένα δροσερό καλοκαίρι όμως, η πραγματική ζήτηση ηλεκτρισμού πέφτει πολύ κάτω από το maximum έτσι, που το σύστημα προσφοράς ισχύος γίνεται, από απόψεως μετατροπής ενέργειας, σπάταλο. Πληρώνουμε μια κάποια τιμή ηλεκτρισμού για να έχουμε αυτή την

μορφή ενέργειας όταν τη θελήσουμε. "Αν όμως όλοι έγγυηθούμε να παίρνουμε ακριβώς το ίδιο ποσό ήλεκτρισμού μέρα και νύχτα, χρόνο με το χρόνο, το ανά μονάδα κόστος του ρεύματος θα μπορούσε να γίνει χαμηλότερο και η θερμική απόδοση πολύ ύψηλή. "Αλλά, δυστυχώς, δεν μπορούμε να έγγυηθούμε τέτοιο πρᾶγμα.

"Έτσι, η λέξη σπατάλη δεν πρέπει να μπαινει εδώ με την έτυμολογική της έννοια. "Εδώ άναφερόμαστε σε χαμηλή απόδοση της ενέργειας, που μπορούμε να την παρουσιάσουμε σαν οικονομικό παραπροϊόν που για να περιορισθεί πρέπει να άναθεωρήσουμε όρισμένα πράγματα γι' αυτό που όνομάζουμε «τρόπο ζωής».

"Αλλά τι σημαίνει εδώ η λέξη «άπόδοση»; Σαν «οικονομική άπόδοση» μπορεί λίγο-πολύ να είναι γνωστή, άφου στην παραγωγή σχετίζεται με το βαθμό έπιτυχίας στην έλαχιστοποίηση του κόστους για μιá όρισμένη ποσότητα παραγόμενου προϊόντος. Και έχουμε άριστο μέγεθος τέτοιας άποδόσεως όταν δεν είναι πιá δυνατό να αλλάξουμε τις είσοδές χωρίς να πάρουμε κάτι χειρότερο. Φυσικά, αυτός ό όρισμός δεν είναι άπόλυτος. Μιá άλλαγή στην τεχνολογία θα μπορούσε να μεταβάλλει την αντίληψη για το άριστο μέγεθος αυτής της άποδόσεως. Στην άπόδοση όμως της ενέργειας αυτές οι μεταβολές είναι περιορισμένες, αν όχι άδύνατες. Έτσι, αν εξετάσουμε διαχρονικά τις ενεργειακές άπαιτήσεις για την παραγωγή χυτοσιδήρου, θα παρατηρήσουμε μιá μείωση μεταξύ των έτων 1850 και 1975 της τάξεως των 40% (πηγή: Dekker). Για την παραγωγή άμμωνίας στα παλιά εργοστάσια άπαιτούνται 17,5 mj/kgf ενῶ στα νέα οι ενεργειακές άπαιτήσεις είναι το 40% αυτού του άριθμού (πηγή: Α. Σταυρόπουλος). Αυτό όμως δεν σημαίνει ότι το 60% ήταν σπατάλη ενέργειας. "Απλᾶ, δεν ύπήρχαν οι γνώσεις και οι μέθοδοι για έξοικονόμηση ενέργειας. Και ούτε αυτή η μείωση στη χρησιμοποίηση ενέργειας για την παραγωγή κάποιου προϊόντος μπορεί να γίνεται άπεριορίιστα. Το μήνυμα της θερμοδυναμικής είναι ότι καμιá τεχνολογική μεταβολή δεν μπορεί να άλλοιώσει την θεωρητικά έλάχιστη ενέργεια που άπαιτείται για την παραγωγή κάποιου ύλικού. Αυτή η έλάχιστη ενέργεια που άπαιτείται όφειλεται στην άτομική ή μοριακή δομή του ύλικού. "Αλλά η σπουδαία συνέπεια του παραπάνω μηνύματος είναι ότι κανείς δεν μπορεί να φθάσει αυτή την έλάχιστη ενέργεια. Για να το πετύχει, πρέπει να θεωρήσει κλειστό σύστημα και ίσορροπία, άρα μηδενικό ρυθμό παραγωγής, πρᾶγμα που δεν παρουσιάζει κανένα οικονομικό ενδιαφέρον. Για να πετύχουμε ένα όρισμένο ρυθμό παραγωγής πρέπει να άπομακρύνουμε το σύστημα άπο την ίσορροπία και για να το πετύχουμε αυτό πρέπει να ξοδέψουμε ενέργεια πέρα άπο την έλάχιστη άπαιτούμενη. Το θεωρητικό έλάχιστο ενέργειας άντιπροσωπεύει έτσι, ένα όνειρο ή ένα μέτροστόχο πρὸς το όποιο θα φθάσουμε την άπόδοση (100%). Κι αυτό, για την τεχνολογία και τους τεχνικούς, μοιάζει σαν το μαρτύριο του Ταντάλου.

"Η «σπατάλη» ενέργειας είναι έτσι άνέφικτη για ένα συγκεκριμένο ρυθμό παραγωγής. "Απέναντι στην πραγματικότητα αυτή οι τεχνικοί και οι οικονομολόγοι, συμμαχούν. Οι τεχνικοί προτείνουν διεργασίες και δίνουν διάφορες τεχνολογικές λύσεις που προσεγγίζουν το στόχο ενῶ οι οικονομολόγοι κοστολογούν και ύπολο-

γίζουν την οικονομική απόδοση αυτών των διεργασιών και επιλέγουν την καλύτερη.

Έδω, ο ρόλος των οικονομολόγων είναι λιγότερο αυστηρός και οι υπολογισμοί είναι άβέβαιοι χάρις στη ρευστότητα που απορρέει από τα άβέβαια μελλοντικά κόστη. Αυτοί οι υπολογισμοί τους βασίζονται στο κόστος των εισροών και στην αξία των προϊόντων, δηλ. στον καθορισμό της προστιθέμενης αξίας. Αυτό όμως που δίνει την καλύτερη οικονομική απόδοση συνήθως δεν δίνει και την καλύτερη ενεργειακή απόδοση· και από εδώ ξεκινάει, ή σπατάλη. Για να δώσουμε ένα παράδειγμα, ας θεωρήσουμε την απόδοση ενός οικιακού καυστήρος κεντρικής θερμάνσεως ότι είναι 60%. Αυτό αναφέρεται στο πρώτο θερμοδυναμικό αξίωμα. "Ας υποθέσουμε ακόμα ότι η θερμοκρασία του αέρα του περιβάλλοντος των θερμαντικών σωμάτων είναι 0°C και ότι επιμυούμε θέρμανση του αέρα με 43°C. Το δεύτερο θερμοδυναμικό αξίωμα (Carnot) δίνει απόδοση 13,6%.

$$\eta = \frac{T_2 - T_1}{T_2} = \frac{316-273}{316} = 13,6\%$$

Συνδυάζοντας τα δύο θερμοδυναμικά αξιώματα έχουμε απόδοση:  $0,6 \times 0,136 = 8,16\%$ .

Αυτό είναι το έργο που δεσμεύεται από την καύση του πετρελαίου για να χρησιμοποιηθεί τελικά. Πώς γίνεται όμως και έχουμε τόσο τρομακτική σπατάλη; Η απόδοση από τον πρώτο θερμοδυναμικό νόμο δίνει το ποσό της θερμότητας που φθάνει στο σπίτι. Η απόδοση από το δεύτερο θερμοδυναμικό νόμο δίνει το ποσό του έργου που έκμεταλλευόμαστε τελικά, και επειδή το αποτέλεσμα είναι πολύ χαμηλό, σημαίνει ότι χρησιμοποιούνται λάθος συσκευές για να θερμανθεί το σπίτι! Υπάρχει όμως καλύτερο σύστημα; Η απάντηση είναι πώς υπάρχει. Είναι αυτή που καλούμε άντλία θερμότητας, ή πιο απλά ένα ψυγείο που λειτουργεί αντίστροφα. Έτσι, αν ο καυστήρας μπορούσε να συνδεθεί και να θέσει σε λειτουργία άντλία θερμότητας, και τα διαφεύγοντα καυσαέρια μπορούσαν να συλλεγούν, θα ήταν δυνατό να αυξήσουμε την απόδοση του δεύτερου θερμοδυναμικού αξιώματος στο 40% ή και στο 50% με ανάλογη μείωση του λογαριασμού της θερμάνσεως ή ακόμα καλύτερα ανάλογη αύξηση εξοικονομήσεως ενέργειας.

Στις σπουδαιότερες βιομηχανικές χώρες, οι αποδόσεις, σύμφωνα με το II θερμοδυναμικό αξίωμα, κυμαίνονται ως εξής:

— Θέρμανση χώρων 6%, θέρμανση νερού 3%, ψύξη 4%, παραγωγή ατμού 25%, απ' εϋθείας θέρμανση 30%, ηλεκτρική κίνηση 30%, μεταφορά με αυτοκίνητα 10% (Standford Research Institute, 1973).

Στις διάφορες βιομηχανικές διεργασίες ή απόδοση του II θερμοδυναμικού νόμου έχει περίπου ως εξής:

— Παραγωγή σιδήρου 21%, Βενζίνης 9,5%, χαρτιού 0,5%, αλουμίνι 13,1%, τσιμέντου 10,2%. (Γυφτόπουλος και άλλοι).

Όπως φαίνεται από τα παραπάνω, υπάρχουν φοβερὰ περιθώρια για εξοικονόμηση ενέργειας στις περισσότερες από τις παραπάνω διεργασίες. Άλλὰ δὲν εἶναι πάντοτε ἀναγκαῖο νὰ εἶναι ἔτσι. Για παράδειγμα, στὴν παραγωγή χάλυβα οἱ ἀντιδράσεις λειτουργοῦν μόνο σὲ ὑψηλὲς θερμοκρασίες. Ἄν προσπαθῆσει κάποιος νὰ συλλέξει τὴν ἐνέργεια πού παράγεται ἀπὸ τὸ θερμὸ χάλυβα, αὐτὴ ἡ προσπάθεια θὰ ἀπαιτήσῃ ἐνέργεια γιὰ νὰ παραχθοῦν τὰ μηχανήματα πού θὰ χρειασθοῦν καὶ ἐνέργεια γιὰ νὰ λειτουργήσουν. Ἐπίσης, κατὰ τὸν καθηγητὴ Η. Γυφτόπουλο, σὲ ἐργασία του γιὰ λογαριασμὸ τοῦ ἰδρύματος Ford τὸ 1969, ἡ ἐνέργεια στὴν παραγωγή χάλυβα χάνεται δυστυχῶς σὲ πολλὰ μικρὰ βήματα μὲ ἀποτέλεσμα ἡ εξοικονόμησή της νὰ γίνεται δύσκολη καὶ δαπανηρή. Πάντως, τὸ μήνυμα εἶναι ὅτι «ἂν ὑπάρχει ἐνέργεια πού μπορεῖ νὰ ἐξοικονομηθεῖ αὐτὸ πρέπει νὰ γίνει ἔστω καὶ ἂν χρειάζονται ἐπενδύσεις γι' αὐτό».

Δὲν μπορούμε νὰ πετύχουμε σοβαρὰ ἀποτελέσματα στὴν εξοικονόμηση ἐνέργειας χωρὶς τεχνολογικὲς βελτιώσεις. Δηλ. δὲν μπορούμε ἀπλᾶ νὰ κόβουμε ἕνα ποσοστὸ χρησιμοποίησεως ἐνέργειας. Τὸ θέμα εἶναι νὰ κόβουμε ἐνέργεια χωρὶς ἀλλαγὴ τοῦ ρυθμοῦ ἀναπτύξεως. Ἡ ἂν δὲν ἀυξηθεῖ ἡ παραγωγή μὲ τὴν εξοικονόμηση καὶ τὶς ἐπενδύσεις γι' αὐτή, θὰ ἔχουμε τοῦλάχιστο μικρότερο κόστος.

### **III. Προτάσεις γιὰ ἐξοικονόμηση ἐνέργειας**

Βασικὴ προϋπόθεση γιὰ νὰ πετύχει ἕνα πρόγραμμα ἐξοικονομήσεως ἐνέργειας εἶναι ἡ ἐκούσια συμμετοχὴ τοῦ κοινοῦ σ' αὐτό. Πρέπει δηλ. νὰ ὑπάρξει πειστικὴ πληροφόρηση καὶ ἀνάλυση τῆς καταστάσεως παρὰ τὸ γεγονὸς ὅτι ὁ καταναλωτὴς δὲν δείχνει σημαντικὸ ζήλο γιὰ συμμετοχὴ σὲ προγράμματα πού θὰ τοῦ ἀλλοιώσουν τὸ ὑπάρχον καθεστῶς στὸν τρόπο ζωῆς του.

Γιὰ νὰ γίνει πάντως αὐτό, ἡ πολιτεία πρέπει νὰ λάβει, γενικά, τὰ παρακάτω μέτρα.

#### **A. Οἰκονομικά**

- Φόροι ἐπὶ ἐνεργειοβόρων μηχανημάτων.
- Ἀπαλλαγὴ ἀπὸ φόρους ὀρισμένων μηχανημάτων ἐξοικονομήσεως ἐνέργειας.
- Ἐκπτώση ἀπὸ τοὺς φόρους στὸ ποσὸ πού διατίθεται γιὰ ἀγορὰ μηχανημάτων καὶ συσκευῶν ἐξοικονομήσεως ἐνέργειας.
- Παροχὴ βραβείων γιὰ ἐπιτυχεῖς ἐνέργειες ἐξοικονομήσεως καυσίμων.
- Δάνεια γιὰ προσπάθειες ἐξοικονομήσεως ἐνέργειας.
- Ἀξέση τῆς ἀπασχολήσεως μὲ τὰ μέτρα γιὰ ἐξοικονόμηση ἐνέργειας.

#### **B. Διατάξεις οἰκοδομῶν**

- Κώδικες γιὰ κατασκευὲς νέων κτιρίων.
- Διατάξεις γιὰ ἐξοικονόμηση σὲ παλαιὰ κτίρια.

- Μέγιστη θερμοκρασία θερμάνσεως και ελάχιστη ψύξεως.
- Ρύθμιση τής καταναλώσεως νερού.

### Γ. Απόδοση οίκιακων ηλεκτρικών συσκευών.

- Αναγκαστική άναγραφή καταναλώσεως ενέργειας.
- Έθελοντική βελτίωση τών συσκευών για εξοικονόμηση ενέργειας.
- Τυποποίηση τών συσκευών με προδιαγραφές κυβερνητικές.
- Υποχρεωτική συντήρηση τών συσκευών.

### Δ. Πληροφόρηση, Συμβουλές, Βοήθεια

- Πληροφοριακές «καμπάνιες».
- Δημοσιεύσεις
- Διαλέξεις σε σχολεία
- Όδηγίες για εξοικονόμηση ενέργειας στα σπίτια.
- Διαφημιστικά, στα μαζικά μέσα ενημερώσεως.

Όλα αυτά θα άποβλέπουν σε εξοικονόμηση ενέργειας σε όλους τούς βασικούς κλάδους καταναλώσεως ενέργειας. Δηλ. και στη βιομηχανία, και στη γεωργία, και στις μεταφορές και στα σπίτια.

### 1. Μεταφορές

Άπ' τής Μεταφορές, τή μερίδα του λέοντος στην κατανάλωση καυσίμων παίρνουν τά έπιβατηγά άυτοκίνητα με δεύτερα τά φοτηγά. Έτσι, ό στόχος τών προγραμμάτων εξοικονομήσεως ενέργειας πρέπει νά είναι τά έπιβατηγά άυτοκίνητα. Τά μέτρα δέ πού πρέπει νά λαμβάνονται είναι:

α. Περισσότερα μικρά άυτοκίνητα.

β. Έθνικό όριο ταχύτητας χωρίς εξαιρέσεις και με άυστηρή άστυνόμηση τών έθνικων όδων.

γ. Προσπάθεια για μείωση καταναλώσεως με συχνή συντήρηση τών μηχανών.

δ. Κίνητρα για μετακίνηση περισσότερων προσώπων με ένα άυτοκίνητο.

ε. Πετρελαιοκίνηση τών άυτοκινήτων.

στ. Βελτίωση μεταδόσεως κινήσεως.

ζ. Αύξηση τής τιμής τής βενζίνης.

η. Όργάνωση τών μεταφορών με φορητά άυτοκίνητα ώστε νά μεταφέρονται έμπορεύματα και άπό τó σημείο προορισμού πρós τó σημείο έκκινήσεως.

θ. Όργάνωση τών μεταφορών με τούς σιδηροδρόμους.

ι. Καλύτερη όργάνωση μεταφορών με πλοία.

κ. Άλλα ειδικά μέτρα εξαρτώμενα άπό τής τοπικές συνθήκες.

Πάντως όπου έγιναν έντονες προσπάθειες για μείωση τής καταναλώσεως καυσίμων στις μεταφορές δέν ύπήρξαν σημαντικά άποτελέσματα. Παρόλα αυτά όμως οι προσπάθειες δέν πρέπει νά σταματήσουν.



## 2. Οικιακή και έμπορικη κατανάλωση ενέργειας.

Αν και η αύξηση των τιμών κάθε μορφής ενέργειας θα δράσει ανασταλτικά στην κατανάλωση ενέργειας σ' αυτό το πεδίο, δεν πρέπει να παραγνωρισθεί η συνεχής ενημέρωση του κοινού για το πρόβλημα ενέργειας και τις δυνατότητες συμβολής αυτού του κοινού στην αντιμετώπισή του. Ο καταναλωτής, σ' αυτό τον τομέα της καταναλώσεως ενέργειας, μπορεί να παίξει πρωτεύοντα ρόλο και να έξοικονομηθούν σπουδαία ποσά ενέργειας χωρίς βασικές αλλαγές στον τρόπο ζωής του. Τα σημεία που πρέπει να τονισθούν είναι:

### α. Συνήθειες και τρόπος ζωής:

- Ρύθμιση της θερμοκρασίας το χειμώνα στους 18°C.
- Ρύθμιση των κλιματιστικών συσκευών το καλοκαίρι σε μιá διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ δωματίου και περιβάλλοντος 15-20°C.
- Ρύθμιση των θερμοσιφώνων σε χαμηλότερη θερμοκρασία π.χ. στους 50°C.

### β. Βελτιώσεις στα κτίρια.

- Έγκατάσταση μονώσεως στις στέγες.
- Μόνωση παραθύρων και τοίχων.
- Έγκατάσταση «παντζουριών» όπου δεν υπάρχουν.
- Ειδικά φορολογικά κίνητρα και δάνεια, για την πραγματοποίηση των παραπάνω ενεργειών.

### γ. Βελτιώσεις στα μηχανήματα κλιματισμού.

- Ετήσια συντήρηση αυτών.
- Έγκατάσταση άντλιών θερμότητας στα νέα κτίρια ή αντικατάσταση των παλαιών συστημάτων με τέτοιες άντλίες.

### δ. Στόν έμπορικό τομέα:

- Μεγίστη θερμοκρασία θερμάνσεως σε ξενοδοχεία στους 18°C και 20°C σε νοσοκομεία και γηροκομεία.

### ε. Συστάσεις στους παραγωγούς ηλεκτρικών οικιακών συσκευών (πλυντηρίων, στεγνωτηρίων, εξαεριστήρων, σκουπών, θερμαστρών) για σχεδιασμό νέων κινητήρων με μικρότερη κατανάλωση ρεύματος.

### στ. Ένέργειες προς την μεριά των αρχιτεκτόνων και κατασκευαστών για σχεδιασμούς κτιρίων με μεγαλύτερη εκμετάλλευση της ήλιακής ενέργειας και ήλιακού φωτός.

Με ή χωρίς την κυβερνητική προσπάθεια, η κατανάλωση ενέργειας στόν οικιακό και έμπορικό τομέα είναι βέβαιο ότι θα μειώσει το ρυθμό της χάρη στην αύξηση των τιμών της ενέργειας. Βέβαια, η αύξηση των τιμών μόνη, δεν μπορεί να είναι πολύ αποτελεσματική, πάντως θα παρακινήσει πολλούς καταναλωτές να μεταβάλουν τα πρότυπα καταναλώσεως ενέργειας. Παράλληλα, πρέπει να δοθούν κίνητρα, νέες δυνατότητες βελτιώσεως, έρευνες κ.λπ. Τις κυβερνητικές προσπάθειες πρέπει να βοηθήσουν οι σύλλογοι αρχιτεκτόνων, μηχανικών, κατασκευαστών, εργατικές ενώσεις, οικονομικά ιδρύματα, δημόσια ιδρύματα, ιδιοκτήτες οίκων, αφού όλοι παίζουν

ένα ιδιαίτερο ρόλο σ' αυτόν τόν τομέα. Κάθε δέ πρόταση για βελτιώσεις τής προσπάθειας εξοικονομήσεως πρέπει να υπολογίζει σοβαρά στη συμπεριφορά του κοινοῦ.

### 3. Βιομηχανία

Ἡ βιομηχανία ἀπορροφᾷ σημαντικό τμήμα τής συνολικῆς παραγωγῆς ἐνέργειας στή χώρα.

Ἡ βιομηχανία σιδήρου καί χάλυβα, ἡ παραγωγή ἀλουμινίου, ἡ χημική βιομηχανία, ἡ παραγωγή πετρελαιοειδῶν, ἡ γεωργία καί ἡ βιομηχανία τροφίμων ἀπορροφοῦν μαζί μέ τήν παραγωγή σιδηρονικελίου τὸ μεγαλύτερο ποσοστὸ ἀπὸ τήν καταναλισκόμενη ἐνέργεια σ' αὐτὸν τόν τομέα.

Ἔτσι, ὑπάρχει σημαντικό πεδίο ἐρευνῶν γιά ἐξοικονόμηση ἐνέργειας, μέ διαφορετικὲς ὁμως παραμέτρους.

Τὰ τεχνικά στοιχεῖα ποὺ πρέπει νὰ ληφθοῦν ὑπόψη γιά τήν ἐξοικονόμηση ἐνέργειας στὸ βιομηχανικὸ τομέα εἶναι:

- α. Ἀποφυγὴ σπατάλης στὴν θέρμανση τῶν βιομηχανικῶν κτιρίων.
- β. Ἀνακύκλωση τῆς μὴ χρησιμοποιούμενης ἐνέργειας.
- γ. Μεταβολὲς στὶς διαδικασίες παραγωγῆς.
- δ. Ἀλλαγὲς στὴν παραγωγή μέ ριζικὴ ἀντιμετώπιση τοῦ πράγματος.
- ε. Ἀνακύκλωση ἄχρηστων ἢ παλῶν ὑλικῶν.
- στ. Μελέτη τοῦ συστήματος παραγωγῆς ἀτμοῦ καί βελτίωση τῆς πίεσεως αὐτοῦ.

Εἶναι γεγονός ὅτι ἐξοικονόμηση ἐνέργειας στὴ βιομηχανία σημαίνει σημαντικὲς ἐπενδύσεις. Γι' αὐτὸ χρειάζονται σοβαρὰ κίνητρα γιά ἐπενδύσεις σ' αὐτὸ τόν τομέα.

### 4. Παραγωγή ἠλεκτρισμοῦ

Ἀφοῦ ἡ ἠλεκτρικὴ ἐνέργεια ἀποτελεῖ τὸ μεγαλύτερο ποσοστὸ τῆς συνολικῆς ἐνέργειας στή χώρα, εἶναι ἀναγκαῖο νὰ ἐξετάσουμε τίς δυνατότητες ἐξοικονομήσεως στὴν παραγωγή ἠλεκτρισμοῦ, γιατί θὰ στηρίξει κατὰ πολὺ τὴν ἐπιτυχία τῶν προγραμμάτων ἐξοικονομήσεως ἐνέργειας. Παρακάτω δίδονται ὀρισμένες δυνατότητες ἐξοικονομήσεως ἐνέργειας σ' αὐτὸ τόν τομέα.

α. Πρόγραμμα βελτιώσεως τῶν πιέσεων καί τῶν θερμοκρασιῶν στοὺς σταθμοὺς παραγωγῆς, διατήρηση τοῦ κενοῦ στὸ maximum, ἐλαχίστη διαρροή, συνθῆκες περνοῦν «τουρμπινῶν» κοντὰ στὸ λογικὸ optimum κ.λπ.

β. Ἐπαναφορὰ «χαμένου» ἀτμοῦ.

γ. Ἀριστοποίηση μεγέθους μονάδων παραγωγῆς.

δ. Ἀπομάκρυνση τῶν ἐμποδίων γιά κατασκευὲς πυρηνικῶν ἐργοστασίων μέ τὴν δημιουργία τυποποιημένων ἀσφαλῶν σχεδίων.

Φαίνεται ὅτι ὑπάρχουν εὐκαιρίες γιά ἀποδοτικότερη παραγωγή ἠλεκτρισμοῦ καί ἐπίσης πεδίο βελτιώσεως στὴν χρησιμοποίησή αὐτοῦ. Βελτιώσεις στὴν παραγωγή

πρέπει να στηριχθούν σε νέες τεχνολογίες ενώ βελτιώσεις στην χρησιμοποίηση του ηλεκτρισμού πρέπει να στηριχθούν σε λεπτομερή γνώση των προτύπων καταναλώσεως. Επίσης πρέπει να ξαναεξεταστεί ή χρήση ηλεκτρισμού έναντι των άλλων μορφών ενέργειας.

## ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

1. Η εξοικονόμηση ενέργειας είναι θέμα πολιτικής των κυβερνήσεων και συνεργασίας των καταναλωτών.
2. Μπορεί να γίνει εξοικονόμηση χωρίς ουσιαστική αλλαγή του τρόπου ζωής και χωρίς σημαντικές επενδύσεις.
3. Η εξοικονόμηση ενέργειας μπορεί να γίνει νέα πηγή ενέργειας και να μειώσει έτσι την εξάρτηση από τις εισαγωγές πετρελαίου.
4. Μπορεί να προσφέρει σημαντική ανακούφιση στις πληρωμές της χώρας σε συνάλλαγμα.
5. Έξοικονόμηση ενέργειας σημαίνει και μείωση της μόλυνσεως του περιβάλλοντος αφού δεν θα καίγονται σημαντικές ποσότητες υγρών ή στερεών καυσίμων.
6. Μπορεί να αποβεί ουσιαστικός παράγοντας μείωσης του κόστους της παραγωγής.
7. Μπορεί να ανακουφίσει τον ήδη βεβαρυμένο προϋπολογισμό των πολιτών.
8. Χρειάζεται πλήρης κατανόηση βασικών έννοιων γύρω από την θεωρία παραγωγής και μετατροπής της ενέργειας.
9. Σαν βασικότεροι χώροι εφαρμογής των προγραμμάτων εξοικονομήσεως ενέργειας θεωρούνται η θέρμανση των ιδιωτικών και εμπορικών κτιρίων, ή βιομηχανία και η παραγωγή ηλεκτρισμού.
10. Βασική αρχή για την επιτυχία είναι η εφαρμογή τεχνολογικών νεωτερισμών που προέρχονται από γενναία προγράμματα έρευνών και αναπτύξεως αυτού του στόχου. Δηλ. της μείωσης της σπατάλης με την βελτίωση της αποδόσεως της χρήσεως ενέργειας.

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Α. Σταυρόπουλος: Εισαγωγή στους βιομηχανικούς κλάδους, 1978.
2. Α. Σταυρόπουλος: Βιομηχανικοί Κλάδοι. 1978.
3. Philip Sporn: Energy in an age of limited availability and delimited applicability. Pergamon Press.
4. Newsweek: Special report. The energy crisis. July 16, 1979.
5. Time: The world over a barrel. July 9, 1979.
6. P.R. Odell: Oil and World Power. Pelican books.
7. OECD: Energy conservation, 1976 Review.
8. The american assebly: Energy, conservation and public policy.
9. Malcom Slesser: Energy in the economy.
10. Σ. Καρβούνης: Η ανάγκη αλλαγής της ενεργειακής βάσεως, 1978.