

ΟΙΚΟΝΟΜΕΤΡΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΙΣ ΣΥΝΑΡΤΗΣΕΩΝ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΕΩΣ ΚΑΙ ΚΟΣΤΟΥΣ ΚΑΥΣΙΜΩΝ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΜΟΝΑΔΩΝ ΗΛΕΚΤΡΟΠΑΡΑΓΩΓΗΣ*

Του Δρ ΠΡΟΔΡΟΜΟΥ ΕΥΘΥΜΟΓΛΟΥ

Οικονομολόγου τής ΔΕΗ

Ἡ παρούσα μελέτη σκοπεῖ: α) Τὴν βάσει οικονομτρικῆς ἐκτιμῆσεως ἀξιολόγησιν τῶν προσδιοριστικῶν παραγόντων τῆς εἰς θερμικὰς μονάδας ἠλεκτροπαραγωγῆς καταναλώσεως καυσίμων (*). β) Τὴν ἐκτίμησιν τῶν παραμέτρων ὠριαίων συναρτήσεων καταναλώσεως καὶ κόστους καυσίμων δυναμένων νὰ χρησιμοποιηθοῦν πρὸς διατύπωσιν τῆς πρὸς ἐλαχιστοποίησιν συναρτήσεως τοῦ προβλήματος βελτιστοποιήσεως τῆς οἰκονομικῆς λειτουργίας τοῦ διασυνδεδεμένου ἠλεκτρικοῦ συστήματος (*).

I. Εἰσαγωγή

Ἡ κλασσικὴ θεωρία τῆς παραγωγῆς βασίζεται, ὡς γνωστόν, εἰς τὴν παραδοχὴν περὶ ὑπάρξεως συγκεκριμένης τεχνικῆς σχέσεως μεταξὺ τῶν ἀπασχολουμένων εἰς τὴν παραγωγικὴν διαδικασίαν συντελεστῶν καὶ τοῦ λαμβανομένου προϊόντος. Εἰδικότερον, ἡ θεωρία καθορίζει μίαν συναρτησιακὴν σχέσιν, γνωστὴν ὡς συνάρτησις παραγωγῆς, ἣτις ἀπεικονίζει τὴν μεγίστην ποσότητα τοῦ προΐ-

* Ἡ παρούσα μελέτη βασίζεται εἰς ἐκτιμήσεις περιλαμβανομένας εἰς τὴν διδακτορικὴν διατριβὴν τοῦ συγγραφέως [4].

1) Ἡ ἀξιολόγησις αὕτη παρουσιάζει ἐνδιαφέρον γνωστοῦ ὄντος ὅτι τὰ καύσιμα ἀποτελοῦν σημαντικὸν στοιχεῖον κατὰ τὴν διαμόρφωσιν τοῦ ὀλικοῦ κόστους τῆς παραγομένης ἠλεκτρικῆς ἐνεργείας. Ἐκ στατιστικῶν στοιχείων τῆς ΔΕΗ τοῦ ἔτους 1970 διαπιστοῦται ὅτι τὸ κόστος καυσίμων ἀντιπροσωπεύει τὸ 36,3% τοῦ ὀλικοῦ κόστους παραγωγῆς τοῦ διασυνδεδεμένου ἠλεκτρικοῦ συστήματος καὶ τὸ 45,2% τοῦ θερμικοῦ συστήματος. Περισσότερον ἐντυπωσιακὴ παρουσιάζεται ἡ συμμετοχὴ τοῦ κόστους καυσίμων εἰς τὸ συνολικὸν κόστος λειτουργίας τῶν θερμικῶν μονάδων, ἣτις ἀνήρχετο εἰς 80%-85%.

2) Ἐκ τῶν στοιχείων διαπιστοῦται ἐπίσης ὅτι ἡ συμμετοχὴ τοῦ κόστους καυσίμων εἰς τὸ μεταβλητὸν κόστος παραγωγῆς ἀνήρχετο εἰς 93%-97%. Τὸ ὑπόλοιπον 7%-3% παριστᾷ τὸ μεταβλητὸν τμήμα τῶν δαπανῶν ἐργασίας καὶ συντηρήσεως. Ἡ τοιαύτη σύνθεσις τοῦ μεταβλητοῦ κόστους παραγωγῆς αἰτιολογεῖ πλήρως τὴν χρησιμοποίησιν τοῦ κόστους καυσίμων, κατόπιν ἐπαυξήσεώς του διὰ μικρᾶς ἀναλογίας μεταβλητῶν δαπανῶν ἐργασίας καὶ συντηρήσεως, ὡς τὸ μόνον πρὸς ἐλαχιστοποίησιν κόστους κατὰ τὴν ἐπίλυσιν τοῦ προβλήματος τῆς οἰκονομικῆς λειτουργίας τοῦ διασυνδεδεμένου συστήματος.

όντος τὸ ὁποῖον δύναται νὰ παραχθῆ ἐκ δεδομένων ποσοτήτων συντελεστῶν. Ἐναφορικῶς πρὸς τὴν παραγωγὴν ἠλεκτρικῆς ἐνεργείας, οἱ χρησιμοποιούμενοι συντελεσταὶ εἶναι κυρίως τὰ καύσιμα f , ἡ ἐργασία l , καὶ αἱ ὑπηρεσίαι κεφαλαίου k . Δεχόμενοι ὅτι αἱ ποσότητες ἐκάστου καὶ ὄλων ὁμοῦ τῶν συντελεστῶν δύνανται νὰ μεταβληθοῦν καὶ οὕτω νὰ λάβῃ χώραν ὑποκατάστασις μεταξὺ αὐτῶν διὰ τὴν παραγωγὴν δεδομένου μεγέθους προϊόντος, δυνάμεθα νὰ διατυπώσωμεν τὴν μακροχρόνιον συνάρτησιν παραγωγῆς ὡς :

$$x_t^* = \varphi (f_t^*, l_t^*, k_t^*) \quad (1)$$

ἔνθα, ὅλαι αἱ μεταβληταὶ ἀναφέρονται εἰς τὴν αὐτὴν μονάδα χρόνου t^* . Βραχυχρονίως, ὠρισμένοι συντελεσταὶ εἶναι σταθεροί. Αὐξομειώσεις τοῦ προϊόντος ἐπιτυγχάνονται μόνον δι' ἀντιστοίχων αὐξομειώσεων τῶν δυναμένων νὰ μεταβληθοῦν συντελεστῶν. Οὕτως ἐὰν αἱ ὑπηρεσίαι κεφαλαίου εἶναι σταθεραὶ, ἡ ἀντίστοιχος βραχυχρόνιος συνάρτησις παραγωγῆς εἶναι :

$$x_t^* = \varphi (f_t^*, l_t^*; \bar{k}_t^*) \quad (2)$$

Ἡ ἐπιλογή τῆς καταλλήλου μορφῆς συναρτησιακῆς σχέσεως ἐξαρτᾶται ἀπὸ τὰς ὑφισταμένης δυνατότητας ὑποκαταστάσεως μεταξὺ τῶν συντελεστῶν παραγωγῆς. Βασικῶς ἡ ἐπιλογή δύναται νὰ γίνῃ μεταξὺ τῆς συναρτήσεως Cobb-Douglas, ἥτις ὑποθέτει μοναδιαίαν ἐλαστικότητα ὑποκαταστάσεως, τῆς συναρτήσεως Leontief βασιζομένης εἰς μηδενικὴν ἐλαστικότητα καὶ τῆς γνωστῆς συναρτήσεως C. E. S. εἰς τὴν ὁποίαν ἡ ἐλαστικότης ὑποκαταστάσεως τῶν συντελεστῶν δύναται νὰ λάβῃ οἰανδήποτε τιμὴν.

Λαμβανομένου ὑπ' ὄψιν ὅτι εἰς δεδομένην θερμικὴν μονάδα δὲν ὑφίστανται βραχυχρονίως δυνατότητες ὑποκαταστάσεως μεταξὺ τῶν συντελεστῶν καυσίμων καὶ ἐργασίας, ἡ συνάρτησις Leontief, ὑποθέτουσα σταθερὰν ἀναλογίαν συντελεστῶν, θὰ ἠδύνατο νὰ περιγράψῃ πληρέστερον τὴν βραχυχρόνιον συνάρτησιν παραγωγῆς. Εἰς τὴν περίπτωσιν αὐτὴν θὰ ἠδύνατο ἐναλλακτικῶς νὰ ἐξετασθοῦν αἱ ἀντίστοιχοι συναρτήσεις εἰσροῶν, ἥτοι ἡ συνάρτησις καταναλώσεως καυσίμων καὶ ἡ συνάρτησις ἐργασίας :

$$f_t^* = s_1 (x_t^*) \quad (3\alpha)$$

$$l_t^* = s_2 (x_t^*) \quad (3\beta)$$

Ἐξ ἐτέρου, δεδομένου ὅτι μεταβαλλομένου τοῦ παραγομένου προϊόντος βραχυχρονίως, ὁ συντελεστὴς ἐργασίας δὲν μεταβάλλεται σημαντικῶς καὶ ὅτι, ἡ συμμετοχὴ τοῦ κόστους καυσίμων εἰς τὸ συνολικὸν μεταβλητὸν κόστος παραγωγῆς ἀνέρχεται εἰς 93%-97%, ἡ βραχυχρόνιος παραγωγικὴ διαδικασία ἐκάστης μονάδος τοῦ θερμικοῦ συστήματος δύναται νὰ μελετηθῆ ἱκανοποιητικῶς διὰ τῆς ἐξετάσεως τῆς ἀντιστοίχου συναρτήσεως καταναλώσεως καυσίμων. Ἡ μέθοδος αὕτη ἐπιτρέπει, ἐξ ἄλλου, τὴν ἐξέτασιν τῆς ἐτέρας πλευρᾶς τῆς παραγωγικῆς διαδικασίας, ἥτοι τοῦ βαθμοῦ χρησιμοποίησεως τῆς μονάδος. Τέλος, παρατηρεῖται ὅτι, ἡ πρὸς ἐκτίμησιν συνάρτησις λαμβάνεται δι' ἀπλῆς μετατροπῆς τῆς ἀντιστοίχου συναρτήσεως παραγωγῆς, γνωστοῦ ὄντος ὅτι ἡ ἄμεσος σχέσις μεταξὺ καυσί-

μων και ηλεκτρικης ενεργειας ειναι τεχνολογικως δεδομενη και ως εκ τούτου δεν υφίσταται δυνατότης βραχυχρονίου βελτιστοποιήσεως.

II. Τὸ θεωρητικὸν ὑπόδειγμα

Τούτο ἐδράζεται ἐπὶ τῆς ἀρχῆς ὅτι διὰ δεδομένην θερμικὴν μονάδα, ἡ μέση κατανάλωσις καυσίμων a_t , εἰς 10^6 kcal ἀνά MWH παραγομένην εἰς τὴν μονάδα τοῦ χρόνου t ($t = 1, 2, \dots, t^*, \dots, T$), εἶναι συνάρτησις μόνον τοῦ βαθμοῦ χρησιμοποίησεως τῆς μονάδος (x_t/m)

$$a_t = h(x_t/m; m) \quad (4)$$

ἐνθα, x_t εἶναι αἱ εἰς τὴν μονάδα τοῦ χρόνου παραγόμεναι MWH καὶ m ἡ ἀντίστοιχος παραγωγικὴ ἰκανότης (σταθερά).

Εἰς τὴν παρούσαν μελέτην ἡ μονὰς χρόνου λαμβάνεται ἴση πρὸς 1 ὥραν πραγματικῆς λειτουργίας τῆς θερμικῆς μονάδος.

Γίνεται δεκτὸν ὅτι ἡ (4) ἱκανοποιεῖ τὰς συνθήκας (3) :

$$\frac{da_t}{d(x_t/m)} < 0 \quad \frac{d^2a_t}{d(x_t/m)^2} \geq 0 \quad (5)$$

Πολλαπλασιάζοντες ἀμφότερα τὰ μέρη τῆς (4) ἐπὶ x_t λαμβάνομεν τὴν συνάρτησιν συνολικῆς καταναλώσεως καυσίμων :

$$f_t = h(x_t/m; m) x_t = a_t x_t \quad (6)$$

Δεδομένων τῶν συνθηκῶν (5), ἡ συνάρτησις (6) ἱκανοποιεῖ τὴν συνθήκην (4) :

3) Δεδομένου ὅτι $\frac{da_t}{d(x_t/m)} = m \frac{da_t}{dx_t}$ αἱ συνθήκαι (2) σημαίνουν $\frac{da_t}{dx_t} < 0$ καὶ $\frac{d^2a_t}{dx_t^2} \geq 0$.

$$\begin{aligned} 4) \text{ Ἐχομεν } f_t = a_t x_t \text{ Συνεπῶς, } \frac{df_t}{d(x_t/m)} &= m \frac{df_t}{dx_t} = \\ &= m \left(a_t + x_t \frac{da_t}{dx_t} \right) = ma_t \left(1 + \frac{x_t}{a_t} \frac{da_t}{dx_t} \right). \end{aligned}$$

$$\text{Θέτοντες } n_{a,x} = \frac{x_t}{a_t} \frac{da_t}{dx_t} \text{ λαμβάνομεν } \frac{df_t}{d(x_t/m)} = ma_t (1 + n_{a,x}).$$

Δυνάμεθα νὰ ὑποθέσωμεν ὅτι $|n_{a,x}| < 1$ ἐφ' ὅσον ἐν ἐναντία περιπτώσει θὰ ἐσήμαινεν ὅτι διὰ μικροτέρας καταναλώσεως καυσίμων ἐπιτυγχάνεται ἡ παραγωγή μεγαλύτερου προϊόντος

$$\text{Οὕτως, ἔχομεν } \frac{df_t}{d(x_t/m)} > 0.$$

$$\frac{df_t}{d(x_t/m)} > 0 \quad (7)$$

Ἐξ ἑτέρου γίνεται δεκτὸν ὅτι (5) :

$$\frac{d^2f_t}{d(x_t/m)^2} \leq 0 \quad (8)$$

Τέλος, ἂν P εἶναι τὸ ὀλικὸν κόστος καυσίμων, εἰς ὄρχ. ἀνά 10^6 kcal, πολλαπλασιάζοντες τὰς συναρτήσεις (4) καὶ (6) ἐπὶ P λαμβάνομεν τὰς ἀντιστοίχους συναρτήσεις κόστους καυσίμων :

$$c_t = Ph(x_t/m; m) \quad (9)$$

$$u_t = Ph(x_t/m; m) x_t \quad (10)$$

αἱ ὁποῖαι ἱκανοποιοῦν ἀναλόγως τὰς συνθήκας (5), (7) καὶ (8)

III. Ἡ ἐξειδίκευσις τοῦ θεωρητικοῦ ὑποδείγματος

α) Ἐκθετικὸν ὑπόδειγμα

Ἡ βασικὴ συνάρτησις (4) τοῦ θεωρητικοῦ ὑποδείγματος ἐξειδικεύεται διὰ τῆς ἐξισώσεως

$$a_t = b(x_t/m)^{b_1} \quad (11)$$

εἰς τὴν ὁποίαν γίνεται δεκτὸν ὅτι $-1 < b_1 < 0$

Δεδομένης τῆς ἐξισώσεως (11), ἡ ὠριαία συνάρτησις συνολικῆς καταναλώσεως καυσίμων εἶναι :

$$f_t = (x_t/m)^{b_1} x_t \quad (12)$$

$$\begin{aligned} 5) \text{ Ἐχομεν } \frac{d^2f_t}{d(x_t/m)^2} &= m^2 \frac{d^2f_t}{dx_t^2} = m^2 \left(2 \frac{da_t}{dx_t} + x_t \frac{d^2a_t}{dx_t^2} \right) = \\ &= m^2 \frac{da_t}{dx_t} (2 + E_{a,x}) \end{aligned}$$

ἔνθα, $E_{a,x} = \frac{d^2a_t}{dx_t^2} \frac{dx_t}{da_t} x_t$ παριστᾷ τὴν ἐλαστικότητα τοῦ ρυθμοῦ.

μεταβολῆς τῆς a_t ἀναφορικῶς πρὸς τὴν μεταβλητὴν x_t . Δεδομένου ὅτι $\frac{da_t}{dx_t} < 0$ |

καὶ $\frac{d^2a_t}{dx_t^2} \geq 0$ ἔπεται ὅτι $E_{a,x} \leq 0$. Συνεπῶς, $\frac{d^2f_t}{d(x_t/m)^2} \leq 0$

μόνον ὅταν $2 + E_{a,x} \geq 0$. Ἡ συνθήκη (8) σημαίνει ἐπομένως ὅτι $2 \geq |E_{a,x}|$.

Ἐὰν ἀντιθέτως $|E_{a,x}| > 2$, τότε ἡ συνάρτησις (6) συνεπάγεται ἀξαναομένην ὀρικὴν κατανάλωσιν καυσίμων.

Αποδεικνύεται εύκολως ότι αί συναρτήσεις (11) και (12) ίκανοποιούν αντίστοιχως τὰς συνθήκας (5), (7) και (8).

β) Γ ρ α μ μ ι κ ὸ ν ὑ π ὸ δ ε ι γ μ α

Εἰς τὸ ὑπόδειγμα τοῦτο ἡ συνάρτησις (4) ἐξειδικεύεται διὰ τῆς ἐξισώσεως

$$a_t = \gamma + \gamma_1 (x_t/m)^{-1} \quad (13)$$

εἰς τὴν ὁποίαν γίνεται δεκτὸν ὅτι $\gamma, \gamma_1 > 0$.

*Ἡ ἀντίστοιχος ὠριαία συνάρτησις συνολικῆς καταναλώσεως καυσίμων,

$$f_t = \gamma_1 m + \gamma x_t \quad (14)$$

εἶναι γραμμικὴ ὡς πρὸς τὸ ὠριαίως παραγόμενον προϊόν x_t (ὁ ὅρος $\gamma_1 m$ εἶναι σταθερός).

Αἱ συναρτήσεις κόστους καυσίμων τῶν ὑποδειγμάτων τούτων λαμβάνονται διὰ πολλαπλασιασμοῦ τῶν ἐξισώσεων (11)-(14) ἐπὶ P.

IV. Τὸ πρόβλημα τῆς χρονικῆς συναθροίσεως τῶν ὠριαίων συναρτήσεων

Ἡ ἄμεσος οἰκονομετρικὴ ἐκτίμησις τῶν παραμέτρων τῶν ὠριαίων συναρτήσεων καταναλώσεως καυσίμων δεδομένης θερμοκῆς μονάδος δὲν δύναται νὰ ἐπιτευχθῆ, καθόσον τὰ ἀπαιτούμενα ὠριαία στατιστικὰ στοιχεῖα δὲν εἶναι διαθέσιμα. Οὐχ ἦττον, ὅμως, ὑφίστανται στατιστικὰ στοιχεῖα ἀναφερόμενα εἰς μηνιαίαν χρονικὴν περίοδον. Οὕτως, ἀνακύπτει τὸ πρόβλημα τῆς ἐκτιμήσεως τῶν ὠριαίων συναρτήσεων ἐκ μηνιαίων στατιστικῶν παρατηρήσεων. Τὸ πρόβλημα τοῦτο ἐπιλύεται δι' ἕκαστον οἰκονομετρικὸν ὑπόδειγμα ὡς ἀκολούθως :

α) Ἐκθετικὸν ὑπόδειγμα

Εἰς τοῦτο δεχόμεθα ὅτι ἡ θερμοκῆ μονὰς λειτουργεῖ μὲ σταθερὸν βαθμὸν χρησιμοποίησεως. Ἐπομένως, ὁ μέσος βαθμὸς χρησιμοποίησεως τῆς μονάδος λαμβάνεται ὡς μία προσέγγισις τοῦ ὠριαίου βαθμοῦ. Βάσει τῆς παραδοχῆς ταύτης ἀποδεικνύεται ὅτι ἡ συνάρτησις (12) λαμβάνει τελικῶς τὴν μορφήν.

$$(F/T) = b m^{-b_1} (X_*/T)^{1+b_1} \quad (15)$$

ἐνθα,

T = ἀριθμὸς ὥρων πραγματικῆς λειτουργίας κατὰ τὴν διάρκειαν τοῦ μηνός,

$F = \sum_{t=1}^T f_t$, ἡ συνολικὴ κατανάλωσις καυσίμων τοῦ μηνός και

$X_* = \sum_{t=1}^T x_t$, τὸ συνολικῶς παραχθὲν προϊόν.

β) Γραμμικὸν ὑπόδειγμα

Δεδομένου ὅτι ἡ συνάρτησις (14) εἶναι γραμμικῆς μορφῆς, τὸ πρόβλημα τῆς χρονικῆς συναθροίσεως ἐπιλύεται ἄνευ οἰασδῆποτε παραδοχῆς ὡς πρὸς τὸν τρόπον λειτουργίας τῆς μονάδος. Οὕτως, ἀποδεικνύεται εὐκόλως ὅτι ἡ συνάρτησις αὕτη δύναται νὰ λάβῃ τὴν μορφήν :

$$(F/T) = \gamma_1 m + \gamma (X_*/T) \quad (16)$$

V. Ἡ κατανάλωσις καυσίμων ὡς συνάρτησις τοῦ ἐξαγομένου εἰς τὸ σύστημα προϊόντος

Εἶναι σκόπιμον νὰ ἀντικαταστήσωμεν εἰς τὰς ἀνωτέρω συναρτήσεις τὸ ὀριζῶς παραγόμενον προϊόν διὰ τοῦ εἰς τὸ σύστημα ἐξαγομένου καθαροῦ προϊόντος. Τοῦτο ἐπιτυγχάνεται ὡς ἀκολούθως :

α) Ἐκθετικὸν ὑπόδειγμα

Γίνεται δεκτὸν ὅτι ἡ σχέσις μεταξύ παραγομένου καὶ ἐξαγομένου εἰς τὸ σύστημα προϊόντος εἶναι :

$$(X_*/T) = \rho (X/T)^{\rho_1} \quad (17.1)$$

$$m = \rho m^{-\rho_1} \quad (17.2)$$

ἔνθα,

X = συνολικὸν προϊόν τὸ ὁποῖον ἐξάγεται εἰς τὸ σύστημα, εἰς MWH,

\bar{m} = καθαρὰ μεγίστη ἰσχὺς θερμικῆς μονάδος εἰς MW καὶ

ρ, ρ_1 = παράμετροι

Ἀντικαθιστῶντες τὰς ἀνωτέρω ἐξισώσεις εἰς τὴν συνάρτησιν (15), λαμβάνομεν :

$$(F/T) = \mu_0 (X/T)^{\mu_1} \quad (18)$$

ἔνθα,

$$\mu_0 = \beta \rho m^{-\rho_1 b_1}, \text{ σταθερὸν}$$

$$\mu_1 = \rho_1 (1 + b_1)$$

β) Γραμμικὸν ὑπόδειγμα

Εἰς τοῦτο γίνεται δεκτὸν ὅτι ἡ σχέσις μεταξύ παραγομένου καὶ ἐξαγομένου εἰς τὸ σύστημα προϊόντος εἶναι γραμμικῆς μορφῆς :

$$(X_*/T) = v + v_1 (X/T) \quad (19.1)$$

$$m = v + v_1 \bar{m} \quad (19.2)$$

Ἐντικαθιστῶντες τὰς ἐξισώσεις ταύτας εἰς τὴν συνάρτησιν (16) λαμβάνομεν τελικῶς :

$$(F/T) = \delta_0 + \delta_1 (X/T) \quad (20)$$

ἐνθα,

$\delta_0 = \gamma_1 (v + v_1 \bar{m}) + \gamma v$ παριστᾷ τὸ σταθερὸν τμήμα τῆς ὀριαίας καταναλώσεως καυσίμων τῆς θερμικῆς μονάδος (no-load fuel consumption)
 $\delta_1 = \gamma v_1$ παριστᾷ τὴν ὀριακὴν κατανάλωσιν καυσίμων (incremental fuel consumption) ἀνὰ MWH ἐξαγομένην εἰς τὸ σύστημα.

VI. Προβλήματα στατιστικῆς ἐκτιμήσεως

Ἡ ἐκ μηνιαίων στατιστικῶν στοιχείων ἐκτίμησις τῶν παραμέτρων τῶν συναρτησιακῶν σχέσεων (18) καὶ (20) διὰ τῆς μεθόδου τῶν ἐλαχίστων τετραγῶνων παρουσιάζει ὀρισμένα στατιστικῆς φύσεως προβλήματα :

α) Ἡ μηνιαία κατανάλωσις καυσίμων δεδομένης θερμικῆς μονάδος περιλαμβάνει οὐχὶ μόνον τὰ καύσιμα τὰ χρησιμοποιηθέντα πρὸς παραγωγὴν καὶ ἐξαγωγὴν εἰς τὸ σύστημα ἠλεκτρικῆς ἐνεργείας, ἀλλὰ ἐπίσης καὶ τὴν ποσότητα ἥτις καταναλώθη κατὰ τὰς ἐκάστοτε προετοιμασίας τῆς μονάδος προκειμένου νὰ συνδεθῇ αὕτη εἰς τὸ σύστημα. Ἡ ποσότης αὕτη, ἡ ὁποία δέον νὰ ἀφαιρεθῇ ἀπὸ τὴν μηνιαίαν κατανάλωσιν καυσίμων, ἐξαρτᾶται ἀπὸ τὸν ἀριθμὸν τῶν πραγματοποιηθεισῶν ἐνάρξεων τῆς μονάδος κατὰ τὴν διάρκειαν τοῦ μηνός, ὡς ἐπίσης ἀπὸ τὴν ἀπαιτουμένην ποσότητα καυσίμων δι' ἐκάστην ἐναρξιν, ἥτις ἐν συνεχείᾳ ἐξαρτᾶται ἐκ τοῦ χρόνου καθ' ὃν ἡ μονὰς παρέμεινεν ἐν ἀδρανείᾳ.

β) Εἶναι πιθανὸν ὅτι κατὰ τὴν διάρκειαν τοῦ μηνός ἡ μονὰς παρέμεινεν ἐπὶ τινα χρόνον εἰς κατάστασιν ἐτοιμότητος ἄνευ ἐξαγωγῆς οἰοῦδήποτε προϊόντος εἰς τὸ σύστημα. Ἡ σχετικὴ πρὸς τὸν σκοπὸν τοῦτον κατανάλωσις καυσίμων δέον νὰ ἀφαιρεθῇ ἐπίσης ἀπὸ τὴν μηνιαίαν κατανάλωσιν.

γ) Αἱ συναρτήσεις ἀναφέρονται εἰς συγκεκριμένην βραχυχρόνιον περίοδον κατὰ τὴν διάρκειαν τῆς ὁποίας γίνεται δεκτὸν ὅτι ἡ θερμικὴ ἀπόδοσις τῆς μονάδος δὲν μεταβάλλεται. Ἡ ὑπόθεσις αὕτη δὲν εἶναι ἱκανοποιητικὴ προκειμένου περὶ μακροτέρας χρονικῆς περιόδου, δεδομένου ὅτι κατὰ τὴν διάρκειαν τῆς λειτουργικῆς ζωῆς τῆς μονάδος ἡ θερμικὴ ἀπόδοσις αὐτῆς συνήθως μεταβάλλεται διὰ τοὺς ἀκολουθούσους λόγους :

i. Κατὰ τὴν διάρκειαν τῶν πρώτων μηνῶν λειτουργίας τῆς μονάδος, ἡ μέση κατανάλωσις καυσίμων εἶναι πιθανὸν νὰ μειωθῇ λόγῳ τῆς ἀποκτωμένης ἐμπειρίας ὑπὸ τοῦ προσωπικοῦ ὡς πρὸς τὸν τρόπον λειτουργίας τῆς μονάδος καὶ ἴσως λόγῳ βελτιώσεων αἰτινες πραγματοποιοῦνται μετὰ τὴν θέσιν ταύτης εἰς λειτουργίαν.

ii. Μετὰ τὴν πάροδον τοῦ χρόνου ἡ μέση κατανάλωσις καυσίμων εἶναι πιθανὸν νὰ ἀρχίσῃ νὰ αὐξάνῃ λόγῳ τῆς ὀλοκληρώσεως τῆς διαδικασίας ἀποκτήσεως

ἐμπειρίας, τῆς συμπληρώσεως τῶν βελτιώσεων καὶ συνεπῶς τῆς ἐπικρατήσεως τῆς ἐπιδράσεως ἐπὶ τῆς καταναλώσεως καυσίμων τῆς φυσικῆς χειροτερέσεως τοῦ ἐξοπλισμοῦ τῆς μονάδος.

Τὸ καθαρὸν ἀποτέλεσμα τῶν ἀνωτέρω παραγόντων συνιστᾷ τὸν συντελεστὴν ἀποδόσεως τῆς μονάδος, ὅστις αἰτιολογεῖ τὴν ὕφισταμένην διαφορὰν μεταξύ πραγματικῆς καταναλώσεως καυσίμων καὶ τῆς θεωρητικῆς τοιαύτης καθοριζομένης ὑπὸ τῶν κατασκευαστῶν βάσει τῶν τεχνικῶν χαρακτηριστικῶν τῆς μονάδος. Ὅσάκις ἡ ἐπίδρασις ἐκ τῆς ἀποκτωμένης ἐμπειρίας καὶ τῶν πραγματοποιουμένων βελτιώσεων δὲν εἶναι σημαντικὴ, ἡ ἀρνητικὴ ἐπίδρασις ἐκ τῆς φυσικῆς χειροτερέσεως τοῦ ἐξοπλισμοῦ εἶναι πιθανὸν νὰ καταστῇ ἐπικρατεστέρα μὲ ἀποτέλεσμα τὴν αὔξησιν τῆς μέσης καταναλώσεως καυσίμων ἀπὸ τοὺς πρώτους ἤδη μῆνας λειτουργίας τῆς μονάδος.

δ) Αἱ συναρτήσεις βασίζονται εἰς τὸ ὅ,τι ἡ μονὰς χρησιμοποιεῖ ἐν μόνον εἶδος καυσίμων. Εἶναι γνωστὸν, ὅμως, ὅτι ὠρισμένα μονάδες τοῦ συστήματος δύναται νὰ χρησιμοποιήσουν δύο εἶδη καυσίμων, ἤτοι λιγνίτην καὶ πετρέλαιον, τῶν ὁποίων ἡ ἀπόδοσις εἰς θερμότητα διαφέρει καὶ ἐπίσης ἐξαρτᾶται ἐκ τῶν μονάδων εἰς τὰς ὁποίας ταῦτα καταναλίσκονται.

Πρὸς ἀντιμετώπισιν τῶν ἀνωτέρω προβλημάτων κατέστη ἀναγκαία ἡ τροποποίησις καὶ ἡ συμπλήρωσις τοῦ βασικοῦ οἰκονομικοῦ ὑποδείγματος ὡς ἀκολούθως :

1) Λόγῳ ἀδυναμίας διαχωρισμοῦ ἐκ τῆς μηνιαίας καταναλώσεως καυσίμων τῆς ποσότητος ἧτις κατηναλώθη κατὰ τὰς ἐκάστοτε προετοιμασίας τῆς μονάδος διὰ τὴν σύνδεσίν της εἰς τὸ σύστημα καὶ διὰ τὴν διατήρησιν αὐτῆς εἰς κατάστασιν ἐτοιμότητος, ὡς ἀνεξάρτητος μεταβλητὴ ἐλήφθη ἡ ὠριαία συνολικὴ καταναλώσις καυσίμων, πλὴν ὅμως εἰς τὰς συναρτήσεις προσετέθη ὡς προχυ μεταβλητὴ ὁ ἀριθμὸς τῶν ὥρων πραγματικῆς λειτουργίας τῆς μονάδος κατὰ τὴν διάρκειαν τοῦ μηνός. Ἐὰν ἡ κατανάλωσις καυσίμων διὰ σκοποὺς ἄλλους ἐκτὸς τῆς εἰς τὸ σύστημα ἐξαγωγῆς ἠλεκτρικῆς ἐνεργείας εἶναι σημαντικὴ, ἡ παράμετρος τῆς προχυ μεταβλητῆς θὰ εἶναι ἀρνητικὴ.

2) Πρὸς ἐκτίμησιν τῶν ἐπιπτώσεων ἐκ τῆς μεταβολῆς τοῦ συντελεστοῦ ἀποδόσεως τῆς μονάδος, αἱ συναρτήσεις συνεπληρώθησαν διὰ μιᾶς προσθέτου ἐρμηνευτικῆς μεταβλητῆς, τῆς ὁποίας ἡ παράμετρος ἀπεικονίζει τὰς ἐπιπτώσεις ταύτας. Σχετικῶς θὰ ἠδύναντο νὰ χρησιμοποιηθοῦν ἐναλλακτικῶς τρεῖς μεταβληταί, ἤτοι ὁ χρόνος, ὁ ἀθροιστικὸς ἀριθμὸς τῶν ὥρων πραγματικῆς λειτουργίας καὶ τὸ ἀθροιστικὸν προϊόν τὸ ὁποῖον ἐξήχθη εἰς τὸ σύστημα ἀπὸ τῆς ἐνάρξεως λειτουργίας τῆς μονάδος. Ἐκ τῶν μεταβλητῶν τούτων ἐπελέγη τελικῶς τὸ ἀθροιστικὸν προϊόν. Ἡ μεταβλητὴ αὕτη προσδίδει εἰς τὰς συναρτήσεις μακροχρόνιον χαρακτῆρα. Ἡ ἐκάστοτε βραχυχρόνιος σχέσις λαμβάνεται ὅταν τὸ ἀθροιστικὸν προϊόν ἀντικατασταθῇ εἰς τὴν συνάρτησιν διὰ τῆς τρεχούσης τιμῆς του κατὰ τὴν περίοδον εἰς ἣν θὰ ἀναφέρεται ἡ σχέσις αὕτη.

3) Πρὸς ἐκτίμησιν, τέλος, τῶν ἐπιπτώσεων ἐπὶ τῆς καταναλισκομένης ποσότητος ἐκ τῆς χρησιμοποιήσεως διαφορετικῶν εἰδῶν καυσίμων, προσετέθη εἰς τὸ ἐκθετικὸν ὑπόδειγμα καὶ ἕτερα ἐρμηνευτικὴ μεταβλητὴ, ἡ ὁποία ἀπεικονίζει τὴν

συμμετοχήν τοῦ πετρελαίου εἰς τὴν μηνιαίαν κατανάλωσιν καυσίμων. Ἡ μεταβλητὴ αὕτη δὲν προσετέθη εἰς τὸ γραμμικὸν ὑπόδειγμα, καθ' ὅσον τοῦτο ἐξετιμήθη ἐκ στατιστικῶν παρατηρήσεων ἀναφερομένων εἰς κατανάλωσιν ἑνὸς μόνου εἴδους καυσίμων.

Κατόπιν τῶν ἀνωτέρω αἰ πρὸς ἐκτίμησιν συναρτήσεις ὠριαίας καταναλώσεως καυσίμων ἔλαβον τὰς ἀκολουθοῦσας μορφάς :

Ἐκθετικὸν ὑπόδειγμα

$$(F/T) = \mu (X/T)^{\mu_1} T^{\mu_2} Q^{\mu_3} + \mu_4 Q^{\mu_5} q/F \quad (21)$$

ἔνθα,

F, T, X εἶναι ἤδη γνωστοὶ συμβολισμοί,

Q = ἄθροιστικὸν καθαρὸν προϊόν, εἰς GWH,

q = μηνιαία κατανάλωσις πετρελαίου εἰς 10⁶ kcal,

μ ἕως μ₅ = παράμετροι πρὸς ἐκτίμησιν.

Ἡ ἐπιλογή τῆς ὡς ἄνω γενικῆς μορφῆς τοῦ ἐκθετικοῦ ὑποδείγματος ἐβασίσθη ἐπὶ τῶν κάτωθι πλεονεκτημάτων, ἅτινα ἀπορρέουν ἐκ ταύτης κατὰ τὴν ἐρμηνείαν τῆς συναρτησιακῆς σχέσεως μεταξὺ τῆς ἐξηρητημένης καὶ τῶν ἀνεξαρτητῶν μεταβλητῶν.

α) Εἰς περίπτωσιν καθ' ἣν ἡ παράμετρος μ₂ εἶναι ἀρνητικὴ, ἢ ἐπὶ μακρὸν χρόνον συνεχῆς λειτουργία τῆς μονάδος εἰς δεδομένον βαθμὸν χρησιμοποίησεως ὀδηγεῖ εἰς ἐξοικονόμησιν καυσίμων λόγω μειωμένης καταναλώσεως αὐτῶν διὰ σκοποῦς ἄλλους ἐκτὸς τῆς εἰς τὸ σύστημα ἐξαγωγῆς ἠλεκτρικῆς ἐνεργείας.

β) Ἡ ἐλαστικότης τῆς μεταβλητῆς F ἀναφορικῶς πρὸς τὸ ἄθροιστικὸν προϊόν Q δὲν εἶναι σταθερά. Ἡ ἐκάστοτε τιμὴ ταύτης ἐξαρτᾶται ἀπὸ τὴν τιμὴν τῆς Q. Περαιτέρω, ἡ τιμὴ τῆς παραμέτρου μ₄ δέον νὰ ἱκανοποιῇ τὴν συνθήκην μ₄ ≥ 0. Ἡ ἀρνητικὴ τιμὴ τῆς μ₄ δὲν δύναται νὰ αἰτιολογηθῇ ἐφ' ὅσον θὰ σημαίη ὅτι εἰς χρόνον τινὰ ἡ φυσικὴ χειροτέρευσις τοῦ ἐξοπλισμοῦ ἐπιφέρει οἰκονομίας καυσίμων. Ἐξ ἐτέρου, ἡ παράμετρος μ₃ δύναται νὰ ἔχη οἰονδήποτε ἀριθμητικὸν σημεῖον. Ἐὰν ἡ τιμὴ τῆς μ₃ εἶναι ἀρνητικὴ, ὁ συντελεστὴς ἀποδόσεως τῆς μονάδος βελτιοῦται κατὰ τοὺς πρώτους μῆνας λειτουργίας αὐτῆς. Τὸ ἀντίθετον συμβαίνει ὅταν ἡ τιμὴ τῆς μ₃ εἶναι θετικὴ.

γ) Εἰς περίπτωσιν καθ' ἣν δεδομένη μονὰς χρησιμοποιῆθῇ μόνον λιγνίτην, τότε q = 0 καὶ μ₅^{q/F} = 1. Ἐὰν ὅμως ἡ μονὰς αὕτη χρησιμοποιεῖ πετρέλαιον τότε q = F καὶ μ₅^{q/F} = μ₅. Ἐπομένως αἱ σχετικαὶ ἀποδόσεις εἰς θερμότητα ἰσοδυνάμων ποσοτήτων πετρελαίου καὶ λιγνίτου εἶναι 1 πρὸς μ₅ ὅπου μ₅ ≤ 1.

Γραμμικὸν ὑπόδειγμα

$$(F/T) = \delta + (1 + \lambda_1 Q + \lambda_2 Q^2) \delta_1 (X/T) + \delta_2 T + (\lambda_3 + \lambda_4 Q) Q \quad (22)$$

ἔνθα,

δ, δ₁, δ₂ καὶ λ₁ ἕως λ₄ = παράμετροι πρὸς ἐκτίμησιν.

Εἰς τὴν συνάρτησιν ταύτην ὁ ἀριθμὸς τῶν ὥρων πραγματικῆς λειτουργίας τῆς μονάδος κατὰ τὴν διάρκειαν τοῦ μηνὸς χρησιμοποιεῖται ἐπίσης ὡς μία προχυ μεταβλητὴ τῆς ὁποίας ἡ παράμετρος δ_2 ἀπορροφᾷ τὸ τμῆμα τῆς καταναλώσεως καυσίμων διὰ σκοποῦς ἄλλους ἐκτὸς τῆς εἰς τὸ σύστημα ἐξαγωγῆς προϊόντος. Οὕτως, ἡ παράμετρος δ_2 δεόν νὰ εἶναι ἀρνητικὴ.

Ἐξ ἐτέρου ἡ συνάρτησις ἀπεικονίζει ὅτι αἱ μεταβολαὶ τοῦ συντελεστοῦ ἀποδόσεως τῆς μονάδος δύνανται νὰ ἐπηρεάσουν εἴτε τὸ σταθερὸν τμῆμα τῆς ὠριαίας καταναλώσεως καυσίμων, εἴτε τὴν ὀριακὴν κατανάλωσιν. Εἰδικώτερον, κατὰ τὴν οἰκονομετρικὴν ἐκτίμησιν, ἐγένοντο αἱ ἐξῆς ἐναλλακτικαὶ παραδοχαί :

ι) τὸ ἀθροιστικὸν προϊόν ἐπηρεάζει οὐχὶ μόνον τὸ σταθερὸν τμῆμα ἀλλὰ καὶ τὴν ὀριακὴν κατανάλωσιν καυσίμων, ιι) ἡ ἐπίδρασις ἀσκεῖται μόνον εἰς τὸ σταθερὸν τμῆμα τῆς καταναλώσεως, ιιι) ἡ ἐπίδρασις ἀσκεῖται μόνον εἰς τὴν ὀριακὴν κατανάλωσιν. Ὡς πρὸς τὴν μορφήν τῆς ἐπίδράσεως γίνεται δεκτὸν ὅτι αὕτη δύναται νὰ εἶναι γραμμικὴ ἢ δευτέρου βαθμοῦ. Αἱ ἐναλλακτικαὶ αὗται παραδοχαὶ εἶναι :

$$\lambda_1, \lambda_3 \neq 0 \text{ καὶ } \lambda_2, \lambda_4 = 0 \text{ ἢ } \neq 0$$

$$\lambda_3 = 0, \lambda_4 = 0 \text{ ἢ } \neq 0, \text{ ἀλλὰ } \lambda_1, \lambda_2 = 0$$

$$\lambda_1 \neq 0, \lambda_2 = 0 \text{ ἢ } \neq 0, \text{ ἀλλὰ } \lambda_3, \lambda_4 = 0.$$

VII. Ἐκθετικαὶ συναρτήσεις ὠριαίας καταναλώσεως καυσίμων

Ἡ ἐξίσωσις (21) συνιστᾷ τὴν γενικὴν μορφήν τοῦ χρησιμοποιηθέντος ἐκθετικοῦ ὑποδείγματος. Ὁ ὅρος $\mu_5^{Q/F}$ δὲν ἐλήφθη ὑπ' ὄψιν κατὰ τὴν ἐκτίμησιν τῶν συναρτήσεων τῶν μονάδων αἱ ὁποῖαι χρησιμοποιοῦν ἓν εἶδος καυσίμων. Κατὰ τὴν ἐκτίμησιν τῆς ἐπίδράσεως τῆς μεταβλητῆς Q ἐπὶ τῆς (F/T) ἐγένοντο αἱ ἐναλλακτικαὶ ὑποθέσεις $\mu_4 = 0$ καὶ $\mu_4 > 0$ καὶ ἐν συνεχείᾳ ἐπελέγησαν τὰ πλέον ἱκανοποιητικὰ ἀποτελέσματα.

Ὑπὸ τὰς προϋποθέσεις αὐτὰς αἱ παράμετροι τοῦ ὑποδείγματος (21) ἐξετιμήθησαν διὰ τῆς μεθόδου τῶν ἐλαχίστων τετραγώνων ἐκ διαθεσίμων μηνιαίων στατιστικῶν στοιχείων κεχωρισμένως δι' ἑκάστην μονάδα τῶν θερμοηλεκτρικῶν σταθμῶν Πτολεμαΐδος, Ἀλιβερίου, Ἁγίου Γεωργίου καὶ Φαλήρου. Ὁ κατωτέρω πίναξ Α' ἐμφανίζει συγκεντρωτικῶς τὰς ἐκτιμηθεῖσας συναρτήσεις ὠριαίας καταναλώσεως καυσίμων τῶν μονάδων αὐτῶν.

Ἐπὶ τῶν ἀποτελεσμάτων τοῦ πίνακος τούτου παρατηροῦνται ἀπὸ στατιστικῆς ἀπόψεως τὰ ἀκόλουθα :

α) Αἱ ἐκτιμηθεῖσαι παράμετροι τῶν ἐρμηνευτικῶν μεταβλητῶν ἔχουν τὰ προσδοκώμενα μεγέθη καὶ ἀριθμητικὰ σημεῖα.

β) Πλὴν τεσσάρων τιμῶν τῆς παραμέτρου μ_2 καὶ ἀνὰ δύο τιμῶν τῶν παραμέτρων μ_3 καὶ μ_4 ἅπασαι αἱ λοιπαὶ τιμαὶ τῶν παραμέτρων εἶναι στατιστικῶς λίαν σημαντικά.

γ) Αἱ λίαν ὑψηλαὶ τιμαὶ τοῦ συντελεστοῦ πολλαπλοῦ προσδιορισμοῦ R^2 ,

διορθωμένου ως προς τους βαθμούς ελευθερίας, δεικνύουν ότι κατά μέσον όρον αί εκτιμηθείσαι συναρτήσεις έρμηνεύουν ποσοστόν 97% τών μεταβολών τής ώριαίας καταναλώσεως καυσίμων εις τās θερμικās μονάδας ήλεκτροπαραγωγής.

δ) Αί κατά Durbin-Watson τιμαί του συντελεστού d-statistic είναι λίαν ένδεικτικαί τής άπουσίας οιασδήποτε αυτοσυσχετίσεως μεταξύ τών διαδοχικών καταλοίπων τών εκτιμηθεισών συναρτήσεων.

ε) Έκ τής τελευταίας στήλης του πίνακος Α διαπιστούται ότι ό άριθμός τών δι' έκάστην εκτίμησιν χρησιμοποιηθέντων στατιστικών παρατηρήσεων είναι σημαντικώς μεγαλύτερος έκείνου όστις εξασφαλίζει την αξιοπιστίαν τών εκτιμηθεισών συναρτησιακών σχέσεων.

Κατωτέρω εξετάζονται βάσει συγκριτικής ανάλυσεως αί σχέσεις μεταξύ τής ώριαίας καταναλώσεως καυσίμων και έκάστης εκ τών έρμηνευτικών μεταβλητών αούτης.

α) Η σχέση εις μεταξύ ώριαίας καταναλώσεως καυσίμων και ώριαίου προϊόντος εξαγομένου εις τό σύστημα.

Εις όλας τās εξισώσεις αί παράμετροι τής μεταβλητής (X/T) είναι θετικάί. Ειδικότερον, όλοι αί παράμετροι έχουν τιμάς έντός του διαστήματος 0,78-0,93. Αί παράμετροι αούται, λόγω τής λογαριθμικής μορφής τών συναρτήσεων, άπεικονίζουν την έλαστικότητα τής ώριαίας καταναλώσεως καυσίμων άναφορικώς προς τό ώριαιον προϊόν, τό όποιον εξαγεται εις τό σύστημα. Έπομένως μία αύξησις του ώριαίου προϊόντος κατά 1% όδηγεί εις αύξησιν τής ώριαίας καταναλώσεως καυσίμων κατά 0,78%-0,93%. Άλλά ή κατά 1% αύξησις του ώριαίου προϊόντος δεδομένης θερμικής μονάδος είναι ίσοδύναμος προς την κατά 1% αύξησιν του βαθμού χρησιμοποιήσεως αούτης. Ούτως, ή αναλογικώς μικροτέρα αύξησις τής καταναλώσεως καυσίμων όφείλεται εις τās οικονομίας, αί όποιαί προκύπτουν εκ τής άποτελεσματικότερας χρησιμοποιήσεως τής διαθεσίμου παραγωγικής ικανότητος τών θερμικών μονάδων.

β) Η σχέση εις μεταξύ τής ώριαίας καταναλώσεως καυσίμων και τών ώρων πραγματικής λειτουργίας τών μονάδων.

Εις την θεωρητικήν ανάπτυξιν του οικονομικου ύποδείγματος έγένετο δεκτόν ότι ή μέση κατανάλωσις καυσίμων είναι συνάρτησις μόνον του βαθμού χρησιμοποιήσεως τής μονάδος. Έν άλλοις λόγοις, διατηρούντες τόν βαθμόν χρησιμοποιήσεως δεδομένης μονάδος σταθερόν, ή συνολική κατανάλωσις καυσίμων αύξάνει αναλογικώς με την αύξησιν του εξαγομένου εις τό σύστημα προϊόντος. Τουτο σημαίνει ότι εις έκάστην εκτιμηθείσαν συναρτησιακήν σχέσηιν ή μ_2 δέον να ίσούται προς τό μηδέν. Έάν ή παράμετρος αούτη είναι διάφορος του μηδενός, δεδομένη αύξησις του προϊόντος με σταθερόν τόν βαθμόν χρησιμοποιήσεως θα όδηγήση εις μη αναλογικήν αύξησιν τής καταναλώσεως καυσίμων. Έπομένως εις την περίπτωσην αούτην έκτός του βαθμού χρησιμοποιήσεως τών θερ-

Π ί ν α κ α
ΕΚΘΕΤΙΚΑΙ ΣΥΝΑΡΤΗΣΕΙΣ ΩΡΙΑΙΑΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΕΩΣ ΚΑΥΣΙΜΩΝ

Υπόδειγμα: $(F/T) = \mu (X/T)^{\mu_1} T^{\mu_2} Q^{\mu_3} + \mu_4 Q^{\mu_5}$

Θερμική μονάς	Παράμετροι συναρτήσεων					\bar{R}^2	d-Statistic	Αριθ. Παρατηρ.		
	α.α	λογ. μ	μ ₁	μ ₂	μ ₃				μ ₄	λογ. μ ₅
Προλεμαίς I	1	2,72776 (19,08)	0,79824 (28,18)	-0,03229 (4,61)	-0,05925 (7,07)	0,0000022 (3,76)	0,19020 (3,06)	0,92	1,52	88
Προλεμαίς II	2	1,73783 (14,35)	0,89344 (37,20)	-0,03626 (2,87)	-0,02205 (3,74)		-0,32542 (10,50)	0,97	1,69	59
Προλεμαίς III	3	1,84298 (13,48)	0,92986 (32,69)	-0,02288 (2,35)	-0,03469 (2,51)	0,0000028 (1,96)	-0,29543 (2,83)	0,99	1,93	26
Άλιβέρι I-II	4	2,94417 (3,08)	0,89742 (32,27)	-0,00121 (0,16)	-0,17208 (1,37)	0,0000036 (1,19)	-0,13592 (4,75)	0,95	1,92	82
Άλιβέρι III	5	1,66820 (3,05)	0,82661 (7,89)	-0,00043 (0,03)	-0,02257 (0,98)		-0,10164 (2,60)	0,95	1,92	20
Άγιος Γεώργιος VI-VII	6	2,01440 (6,99)	0,84120 (35,36)	-0,02541 (0,63)	-0,01123 (2,09)			0,98	1,60	34
Άγιος Γεώργιος VIII	7	1,37839 (13,78)	0,92991 (45,70)	-0,01491 (2,98)	-0,00757 (2,12)			0,99	2,10	16
Φάληρον	8	2,31233 (3,94)	0,78840 (43,97)	-0,00295 (0,26)	-0,05309 (4,59)	0,00003 (1,92)		0,99	2,50	22

μικτών μονάδων ή μέση κατανάλωσις καυσίμων εξαρτάται επίσης εκ του αριθμού των ώρων πραγματικής λειτουργίας κατά την διάρκειαν του μηνός.

Ειδικότερον, ως ανφέρθη ήδη, εάν $\mu_2 < 0$, τότε οικονομία εις την κατανάλωσιν καυσίμων προκύπτουν επίσης ως αποτέλεσμα της επί μακρότερον χρονικόν διάστημα συνεχούς λειτουργίας της μονάδος και ούτω της ελαττώσεως της χρησιμοποιουμένης ποσότητος καυσίμων διά σκοπούς άλλους εκτός της εις τὸ σύστημα εξαγωγῆς ἠλεκτρικῆς ἐνεργείας.

Ἐκ τῶν προσδιορισθεισῶν τιμῶν τῆς παραμέτρου μ_2 προκύπτει ὅτι ἡ αὔξησης τοῦ ἀριθμοῦ τῶν ὡρων πραγματικῆς λειτουργίας κατά την διάρκειαν τοῦ μηνός ὀδηγεῖ εἰς οικονομίας κατανάλωσσεως καυσίμων εἰς ὅλας τὰς θερμοκῆς μονάδας. Οὕτως, ἢ κατὰ 50% αὔξησης τῶν ὡρων πραγματικῆς λειτουργίας ἔχει ὡς ἀποτέλεσμα τὴν ἐπιτεῦξιν οἰκονομιῶν εἰς τὴν μέσην ὥριαίαν κατανάλωσιν καυσίμων τῶν διαφόρων μονάδων τῆς τάξεως τοῦ 0,02%-1,8%.

γ) Ἡ σχέσηις μεταξὺ ὥριαίας κατανάλωσσεως καυσίμων καὶ συντελεστοῦ ἀποδόσεως τῶν μονάδων.

Ἡ οἰκονομικὴ ἐρμηνεία μιᾶς σημαντικῆς παραμέτρου τῆς μεταβλητῆς Q εἶναι ὅτι ἡ ἐκάστοτε λαμβανομένη βραχυχρόνιος συνάρτησις κατανάλωσσεως καυσίμων μετατίθεται βραδέως πλὴν ὅμως συστηματικῶς μὲ τὴν πάροδον τοῦ χρόνου ὡς ἀποτέλεσμα τῶν μεταβολῶν τοῦ συντελεστοῦ ἀποδόσεως τῶν μονάδων. Συγκεκριμένως, ὅταν αἱ μὲ τὴν πάροδον τοῦ χρόνου μεταβολαὶ τοῦ συντελεστοῦ τούτου ἔχουν ὡς ἀποτέλεσμα τὴν μείωσιν τῆς κατανάλωσσεως καυσίμων, αἱ διαδοχικαὶ βραχυχρόνιαι συναρτήσεις μετατίθενται πρὸς τὰ κάτω. Ἀντιθέτως, ὡσάκις ἡ φυσικὴ χειροτέρευσις τῆς μονάδος κυριαρχεῖ ἐπὶ τοῦ συντελεστοῦ ἀποδόσεως αὐτῆς τότε αἱ βραχυχρόνιαι συναρτήσεις μετατίθενται πρὸς τὰ ἄνω. Τοῦτο σημαίνει ὅτι μὲ ἐκάστην GWH προστιθεμένην εἰς τὸ ἀθροιστικὸν προϊόν τῆς μονάδος, ἢ κατανάλωσις καυσίμων πρὸς εξαγωγήν εἰς τὸ σύστημα δεδομένης ποσότητος προϊόντος ὑπὸ δεδομένον βαθμὸν λειτουργίας καθίσταται συνεχῶς μεγαλύτερα.

Ἄρα αἱ ἐκτιμηθεῖσαι συναρτήσεις εἶναι μακροχρονίου χαρακτῆρος. Δεδομένης τῆς υἰοθετηθείσης ἐιδικῆς μορφῆς σχέσεως μεταξὺ τῆς ὥριαίας κατανάλωσσεως καυσίμων καὶ τοῦ ἀθροιστικοῦ προϊόντος, δύναται νὰ δειχθῇ ὅτι ἡ ἐλαστικότης τῆς (F/T) ἀναφορικῶς πρὸς τὴν μεταβλητὴν Q εἶναι :

$$E_Q = \mu_4 (\lambda \log. Q + 1) Q + \mu_3$$

Εὐκόλως ἀποδεικνύεται ὅτι ἡ σταθερὰ ἐλαστικότης εἶναι ἐιδικὴ περίπτωσης τῆς ἀνωτέρω μορφῆς. Πράγματι ἐάν ἡ παράμετρος μ_4 ἴσῃται πρὸς τὸ μηδὲν τότε $E_Q = \mu_3$. Ἐάν ὅμως $\mu_4 \neq 0$ τότε ἡ E_Q εξαρτᾶται ἐκ τῆς ἐκάστοτε τιμῆς τῆς μεταβλητῆς Q .

Ἐξετάζοντες τὰ ληφθέντα ἀποτελέσματα παρατηροῦμεν ὅτι εἰς 4 συναρτήσεις ἢ παράμετρος μ_4 εἶναι μεγαλύτερα τοῦ μηδενός, ἐνῶ εἰς τὰς ὑπολοίπους συναρτήσεις ἢ παράμετρος αὕτη εἶναι ἴση πρὸς τὸ μηδέν, ἤτοι αἱ συναρτήσεις αὗται

ἔχουν σταθεράν ἐλαστικότητα. Ἴνα ἐξετάσωμεν τὴν ἐπίδρασιν τοῦ συντελεστοῦ ἀποδόσεως ἐπὶ τῆς καταναλώσεως καυσίμων εἰς τὰς διαφόρους θερμικὰς μονάδας, ὁ πίναξ Β' παρουσιάζει τὰς ἐλαστικότητας E_Q . Ὅσακις ἡ τιμὴ τῆς E_Q ἐξαρτᾶται ἐκ τῆς Q , ἡ ἐλαστικότης ὑπελογίσθη ἀναφορικῶς πρὸς τὸν μῆνα Ἰανουάριον 1970, ἤτοι ἡ μεταβλητὴ Q λαμβάνει τὴν κατὰ τὸν μῆνα τοῦτον ἀντίστοιχον τιμὴν τοῦ ἀθροιστικοῦ προϊόντος.

Πίναξ Β'

ΕΛΑΣΤΙΚΟΤΗΤΕΣ ΩΡΙΑΙΑΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΕΩΣ ΚΑΥΣΙΜΩΝ ΑΝΑΦΟΡΙΚΩΣ ΠΡΟΣ ΤΟ ΑΘΡΟΙΣΤΙΚΟΝ ΠΡΟΪΟΝ

Θερμικὴ μονάς	E_Q	$E_Q = 0$, ὅταν ἡ Q λαμβάνῃ τὴν τιμὴν
Πτολεμαῖς I	0,03838	2991
Πτολεμαῖς II	0,02205	
Πτολεμαῖς III	0,05165	1491
Ἄλιβέρι I - II	0,10173	5020
Ἄλιβέρι III	0,02257	
Ἅγιος Γεώργιος VI - VII	-0,01123	
Ἅγιος Γεώργιος VIII	-0,00757	
Φάληρον	0,01469	268

Ἐκ τῆς θεωρήσεως τοῦ ἀνωτέρω πίνακος βλέπομεν ὅτι ἐξ ἐκ τῶν ὀκτῶ ἐλαστικότητων εἶναι θετικά. Τοῦτο σημαίνει ὅτι ἡ ποσότης τῶν καυσίμων ἢ ὁποία ἀπαιτεῖται διὰ τὴν εἰς τὸ σύστημα ἐξαγωγήν δεδομένης ποσότητος ἠλεκτρικῆς ἐνεργείας ὑπὸ δεδομένον βαθμὸν λειτουργίας τῶν ἀντιστοιχῶν μονάδων αὐξάνει μὲ τὴν πάροδον τοῦ χρόνου. Αἱ ὑπόλοιποι δύο ἐλαστικότητες τῶν μονάδων τοῦ ΑΗΣ Ἁγίου Γεωργίου εἶναι ἀρνητικά πλην ὅμως αἱ τιμαὶ τῶν εἶναι μικραί.

Ἡ τελευταία στήλη τοῦ πίνακος Β' ἀπεικονίζει τὰς τιμὰς τῆς μεταβλητῆς Q διὰ τὰς ὁποίας αἱ μεταβληταὶ ἐλαστικότητες E_Q καθίστανται ἴσαι πρὸς τὸ μηδέν. Καθ' ὅλην τὴν χρονικὴν περίοδον καθ' ἣν τὸ ἀθροιστικὸν προϊόν τῶν ἀντιστοιχῶν μονάδων ἦτο μικρότερον τῶν τιμῶν αὐτῶν αἱ ἐλαστικότητες ἦσαν ἀρνητικά. Σημειοῦται ὅτι αἱ τιμαὶ τῆς μεταβλητῆς Q , δι' ἃς ἡ E_Q ἰσοῦται πρὸς τὸ μηδέν, ἀντιστοιχοῦν εἰς χρόνον εὐρισκόμενον ἐντὸς τοῦ διαστήματος ἀπὸ τῆς ἐνάρξεως λειτουργίας τῶν μονάδων καὶ μέχρι τῶν ἀρχῶν τοῦ ἔτους 1970.

Αἱ τιμαὶ ἀπασῶν τῶν προσδιορισθειῶν ἐλαστικότητων εἶναι ἱκανοποιητικῶς χαμηλαί. Ὁ πίναξ Γ' παρουσιάζει τὴν ποσοστιαίαν μεταβολὴν εἰς τὴν μέσην ὠριαίαν κατανάλωσιν καυσίμων τοῦ μηνός, ἥτις ὀφείλεται εἰς τὴν ἐπὶ ἓνα μῆνα λειτουργίαν τῶν μονάδων μὲ βαθμὸν χρησιμοποίησεως 90%.

Πίναξ Γ'

ΠΟΣΟΣΤΙΑΙΑ ΜΕΤΑΒΟΛΗ ΤΗΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΕΩΣ ΚΑΥΣΙΜΩΝ ΩΣ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑ ΤΗΣ ΕΠΙ ΕΝΑ ΜΗΝΑ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΤΩΝ ΜΟΝΑΔΩΝ

Θερμική μονάς	Μεταβολή τής Q %	Μεταβολή τής μέσης ώριαίας καταναλώσεως καυσίμων %
Πτολεμαΐς I	0,967	0,037
Πτολεμαΐς II	1,445	0,032
Πτολεμαΐς III	2,421	0,125
Άλιβέρι I - II	0,677	0,069
Άλιβέρι III	5,838	0,132
Άγιος Γεώργιος VI - VII	3,385	-0,038
Άγιος Γεώργιος VIII	8,444	-0,064
Φάληρον	7,891	0,116

Τὰ ὡς ἄνω ποσοστά σημαίνουν ὅτι ἡ μεταβολή τῆς εἰδικῆς καταναλώσεως θερμότητος ἣτις ὀφείλεται εἰς τὴν ἐπὶ ἓνα μῆνα λειτουργίαν τῶν μονάδων εἶναι μεταξύ 1-4 kcal, ἀποτέλεσμα τὸ ὁποῖον θεωρεῖται λίαν εὐλογον.

δ) Ἡ σχέσις μεταξύ ὠριαίας καταναλώσεως καὶ εἰδους καυσίμων.

Ἡ ἐπίδρασις τῆς συνθέσεως τῶν καυσίμων ἐπὶ τῆς καταναλισκομένης ποσότητος αὐτῶν διαπιστοῦται ἐκ τῶν τιμῶν τῆς παραμέτρου μ_5 τῶν ἐκτιμηθεισῶν συναρτήσεων τῶν μονάδων αἱ ὁποῖαι δύνανται νὰ χρησιμοποιήσουν λιγνίτην ἢ πετρέλαιον. Δεδομένης τῆς μορφῆς σχέσεως, ἀποδεικνύεται εὐκόλως ὅτι ἐὰν αἱ τιμαὶ τῆς παραμέτρου λογ. μ_5 εἶναι ἀρνητικαὶ τότε μία αὐξήσις τῆς συμμετοχῆς τοῦ πετρελαίου εἰς τὴν μηνιαίαν κατανάλωσιν καυσίμων ὀδηγεῖ εἰς οἰκονομίας εἰς τὴν συνολικὴν ποσότητα καυσίμων, ἡ ὁποία ἀπαιτεῖται πρὸς ἐξαγωγὴν εἰς τὸ σύστημα δεδομένου προϊόντος, ὅταν αἱ μονάδες λειτουργοῦν μὲ σταθερὸν βαθμὸν χρησιμοποιήσεως.

Λαμβανομένου ὑπ' ὄψιν ὅτι ἅπασαι αἱ τιμαὶ τῆς παραμέτρου λογ. μ_5 τοῦ πίνακος Δ' εἶναι στατιστικῶς σημαντικαὶ καὶ ὅτι ἡ μεταβλητὴ (q/F) δὲν συσχετίζεται πρὸς οἰανδήποτε ἄλλην ἐρμηνευτικὴν μεταβλητὴν, συνάγεται τὸ συμπέρασμα ὅτι τὰ ποσοστά ($100 \times \mu_5$) ἀπεικονίζουσι ἱκανοποιητικῶς τὴν ἐπίδρασιν τῆς συνθέσεως τῶν καυσίμων ἐπὶ τῆς καταναλισκομένης ποσότητος αὐτῶν. Συγκεκριμένως, ἐξετάζοντες τὰ ποσοστά ταῦτα διαπιστοῦμεν :

1) Ἡ σχετικὴ θερμικὴ ἀπόδοσις ἐκ τῆς χρησιμοποιήσεως ἐκάστης μορφῆς καυσίμων ἐξαρτᾶται ἐκ τῆς ποιότητος αὐτῶν, ἦτοι ἐκ τῆς περιεκτικότητός των εἰς kcal/kg. Οὕτως, ἡ σχετικὴ ἀπόδοσις τοῦ λιγνίτου Πτολεμαΐδος εἶναι χαμη-

λοτέρα τῆς τοιαύτης τοῦ λιγνίτου Ἄλιβερίου, ἥτις ἐν συνεχείᾳ εἶναι χαμηλοτέρα τῆς σχετικῆς ἀποδόσεως τοῦ πετρελαίου.

Πίναξ Δ'
ΤΙΜΑΙ ΤΗΣ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΥ μ_s

Θερμικὴ μονάδα	λογ. μ_s	$100 \times \mu_s$
Πτολεμαῖς I	-0,19020	82,25
Πτολεμαῖς II	-0,32542	72,22
Πτολεμαῖς III	-0,29543	74,42
Ἄλιβέρι I - II	-0,13792	87,29
Ἄλιβέρι III	-0,10164	90,34

ii) Ἐκτὸς τῆς ποιότητος τῶν καυσίμων, ἡ σχετικὴ θερμικὴ ἀπόδοσις τοῦ λιγνίτου ἐξαρτᾶται ἐπίσης ἐκ τῆς συγκεκριμένης μονάδος εἰς τὴν ὁποίαν οὗτος χρησιμοποιεῖται. Οὕτως, ἐξετάζοντες τὰς μονάδας τοῦ ΑΗΣ Πτολεμαῖδος βλέπομεν ὅτι αἱ εἰς τὴν πρώτην μονάδα προκύπτουσαι οἰκονομίαι καυσίμων ἐκ τῆς χρησιμοποίησεως πετρελαίου ἀντὶ λιγνίτου εἶναι μικρότεραι τῶν ἀντιστοιχῶν οἰκονομιῶν αἴτινες ἐπιφέρονται εἰς τὴν δευτέραν καὶ τρίτην μονάδα. Ὁμοίως εἰς τὸν ΑΗΣ Ἄλιβερίου αἱ προκύπτουσαι οἰκονομίαι ἐκ τῆς ὑποκαταστάσεως τοῦ λιγνίτου Ἄλιβερίου διὰ πετρελαίου εἶναι μεγαλύτεραι εἰς τὰς πρώτας δύο μονάδας σχετικῶς πρὸς τὴν τρίτην μονάδα.

VIII. Γραμμικαὶ συναρτήσεις ὠριαίας καταναλώσεως καὶ κόστους καυσίμων

Αἱ συναρτήσεις καταναλώσεως καυσίμων τῶν ἰδίων θερμο-ηλεκτρικῶν μονάδων τοῦ συστήματος ἐξετιμήθησαν βάσει τοῦ γραμμικοῦ ὑποδείγματος (22) καὶ τῶν γενομένων ἐναλλακτικῶν παραδοχῶν, ἐκ μηνιαίων στατιστικῶν παρατηρήσεων ἀναφερομένων εἰς καταναλώσεις ἐνὸς εἴδους καυσίμων. Λόγῳ τοῦ πλήθους τῶν πραγματοποιηθεισῶν ἐναλλακτικῶν ἐκτιμήσεων, ὁ πίναξ Ε' περιλαμβάνει μόνον τὰ ληφθέντα περισσότερον ἱκανοποιητικὰ ἀποτελέσματα.

Ἐπὶ τῶν ἀποτελεσμάτων τούτων παρατηροῦνται ἀπὸ στατιστικῆς ἀπόψεως τὰ ἐξῆς :

α) Αἱ ἐκτιμηθεῖσαι παράμετροι τῶν ἐρμηνευτικῶν μεταβλητῶν ἔχουν τὰ προσδοκώμενα μεγέθη καὶ ἀριθμητικὰ σημεῖα.

β) Ἄπασαι αἱ τιμαὶ τῶν παραμέτρων δ καὶ δ_1 εἶναι στατιστικῶς λίαν σημαντικά. Αἱ τιμαὶ τῶν λοιπῶν παραμέτρων ἐν τῷ συνόλῳ τῶν θεωροῦνται στατιστικῶς ἀρκοῦντως ἱκανοποιητικά.

Π ί ν α κ ή

ΓΡΑΜΜΙΚΑΙ ΣΥΝΑΡΤΗΣΕΙΣ ΩΡΙΑΙΑΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΕΩΣ ΚΑΥΣΙΜΩΝ

Υπόδειγμα : $(F/T) = \delta + (1 + \lambda_1 Q + \lambda_2 Q^2) \delta_1 (X/T) + \delta_2 T + (\lambda_3 + \lambda_4 Q)Q$

Θερμική μονάδα	α.α	Παράμετροι συναρτήσεων								\bar{R}^2	d-Statistic
		δ	δ_1	$\lambda_1 \delta_1$	$\lambda_2 \delta_1$	δ_2	λ_3	λ_4			
Προλεμαίς I	1	49,8074 (6,74)	3,2733 (27,24)	-0,289/10 ⁵ (9,43)	0,0481/10 ⁶ (7,94)	-0,01378 (3,13)				0,90	1,95
Προλεμαίς II	2	35,4771 (2,68)	3,0465 (25,71)			-0,04047 (2,85)	-0,00435 (3,35)			0,93	1,80
Προλεμαίς III	3	65,0040 (2,50)	2,7876 (20,57)	0,68/10 ⁸ (1,31)	0,201/10 ⁶ (1,34)	-0,02080 (2,69)	-0,08592 (1,51)	0,025/10 ³ (1,56)		0,99	2,17
Αλιβέρι I-II	4	10,9809 (3,19)	3,7807 (13,63)	-0,172/10 ⁶ (1,40)	0,0168/10 ⁶ (1,28)	-0,00112 (1,05)				0,93	1,93
Άλιβέρι III	5	37,4642 (2,25)	2,0619 (7,50)	0,0892/10 ⁸ (1,57)		-0,01097 (0,55)				0,95	2,36
Άγιος Γεώργιος VI-VII	6	30,8546 (3,84)	2,6622 (31,41)			-0,00259 (0,52)	-0,00275 (2,77)			0,98	1,83
Άγιος Γεώργιος VIII	7	32,7276 (4,10)	2,2860 (37,56)			-0,01576 (2,63)	-0,00328 (1,20)			0,99	2,18
Φάληρον	8	33,2191 (3,10)	4,6613 (10,94)	-0,00404 (2,56)		-0,00723 (0,53)	-0,07785 (4,76)	0,1615/10 ³ (3,60)		0,99	2,05

γ) Αί έκτιμηθεΐσαι συναρτήσεις έρμηνεύουν κατά μέσον όρον ποσοστόν 96% περίπου τών μεταβολών τής ώριαίας καταναλώσεως καυσίμων.

δ) Αί τιμαί τοῦ d-statistic εΐναι λίαν ένδεικτικαί τής άπουσίας οΐασδήποτε αύτοσυσχετίσεως μεταξύ τών διαδοχικών καταλοίπων τών έκτιμηθεισών συναρτήσεων.

ε) Δεδομένου ότι όλαι αί συναρτήσεις περιλαμβάνουν τὸ άθροιστικόν προϊόν ως έρμηνευτικήν μεταβλητήν τής ώριαίας καταναλώσεως καυσίμων, συνάγεται ότι αί συναρτήσεις αύται εΐναι μακροχρονίου χαρακτήρος.

IX. Βραχυχρόνια συναρτήσεις καταναλώσεως καί κόστους καυσίμων

Έκ τών συναρτήσεων τοῦ πίνακος Ε' δύνανται νά ληφθοῦν βραχυχρόνια γραμμικαί συναρτήσεις διά τής άντικαταστάσεως τής μεταβλητῆς Q με τās άντιστοιχούς τιμάς τῆς. Έξ άλλου τὸ τμήμα όπερ άντιστοιχεΐ εΐς κατανάλωσιν διά σκοπούς έκτός τῆς εΐς τὸ σύστημα έξαγωγῆς ήλεκτρικῆς ένεργείας δύναται νά άποχωρισθῆ έκ τῆς ώριαίας καταναλώσεως καυσίμων διά τῆς άντικαταστάσεως τῆς μεταβλητῆς T διά τοῦ μέσου άριθμοῦ ώρῶν τοῦ μηνός (*). Αί λαμβανόμεναι κατ' αύτὸν τὸν τρόπον βραχυχρόνια συναρτήσεις άπεικονίζουσιν τὴν ύφισταμένην σχέσιν μεταξύ ώριαίας καταναλώσεως καυσίμων καί έξαγομένου εΐς τὸ σύστημα ώριαίου προϊόντος.

Η βραχυχρόνιος ώριαία συνάρτησις κόστους καυσίμων δεδομένης μονάδος λαμβάνεται εύκόλως άπό τὴν άντίστοιχον συνάρτησιν καταναλώσεως, διά πολλαπλασιασμοῦ άμφοτέρων τών μερῶν αύτῆς επί τοῦ κόστους καυσίμων (δρχ./10⁶ kcal).

6) Έστω ότι ή πρὸς έκτίμησιν συνάρτησις δεδομένης θερμοκῆς μονάδος εΐναι :

$$(\bar{F}/T) = a_0 + b_0 (X/T) \quad (i)$$

Τά διαθέσιμα μηνιαία στατιστικά στοιχεία έπαληθεύουν τὴν σχέσιν :

$$(F/T) = a_0 + b_0 (X/T) + \frac{A(r)}{T} \quad (ii)$$

ένθα, ή A(r) εΐναι μεταβλητῆ άπεικονίζουσα τὴν κατανάλωσιν καυσίμων διά σκοπούς έκτός τῆς εΐς τὸ σύστημα έξαγωγῆς ήλεκτρικῆς ένεργείας. Δεδομένου ότι ή A(r) δέν εΐναι γνωστή, έκ τών στοιχείων έξετιμήθη οΐκονομετρικῶς ή συνάρτησις

$$(F/T) = a + b (X/T) - \varepsilon T \quad (iii)$$

Έφ' όσον αί μεταβληταί (X/T) καί T δέν συσχετίζονται στατιστικῶς, ή b άποτελεΐ ως γνωστόν βελτίστην έκτίμησιν τῆς b₀. Έξ άλλου εάν ή μονάς λειτουργῆ συνεχῶς κατά τὴν διάρκειαν τοῦ μηνός έξάγουσα ένεργειαν εΐς τὸ σύστημα, τότε A(r) = 0 καί T = \bar{T} ὁ άριθμὸς τών ώρῶν τοῦ μηνός. Έκ τών έξισώσεων (ii) καί (iii) προκύπτει a₀ = a - $\varepsilon \bar{T}$. Οὕτως, έκ τῆς (iii) δύνανται νά ληφθοῦν έκτιμήσεις τῆς συναρτήσεως (i).

Τὰ στοιχεῖα ἅτινα συνθέτουν τὸ κόστος τῶν καταναλισκομένων καυσίμων εἶναι :

α) Τὸ κόστος ἀγορᾶς τῶν καυσίμων. Διὰ τὰ ὑγρά καύσιμα τὸ κόστος τοῦτο δέον νὰ προσαυξηθῇ μὲ τοὺς καταβαλλομένους δασμοὺς καὶ φόρους. Διὰ τοὺς λιγνίτας Ἐλιβερίου λαμβάνεται τὸ κόστος παραγωγῆς. β) Τὸ κόστος μεταφορᾶς τῶν καυσίμων εἰς τοὺς χώρους ἔνθα εἶναι ἐγκατεστημένα αἱ μονάδες. γ) Τὸ κόστος τῆς ἐργασίας τῆς ἀπασχολουμένης μὲ τὸ χειρισμὸν τῶν καυσίμων. δ) Τὸ κόστος ἀπομακρύνσεως τῆς τέφρας. ε) Τὸ μεταβλητὸν κόστος συντηρήσεως καὶ ἐπισκευῶν τοῦ ἐξοπλισμοῦ χειρισμοῦ τῶν καυσίμων. Πάντα τὰ στοιχεῖα ταῦτα δύνανται νὰ ὑπολογισθοῦν καὶ ἐν συνεχείᾳ νὰ ἐκφραστοῦν εἰς δραχμᾶς ἀνὰ 10^6 kcal.

Βραχυχρόνιαι συναρτήσεις καταναλώσεως καὶ κόστους καυσίμων προσδιώρισθησαν ἐν ἀναφορᾷ πρὸς τὸν μῆνα Νοέμβριον 1969 καὶ παρατίθενται εἰς τὸν πίνακα ΣΤ'.

Π ι ν α ξ ΣΤ'

ΒΡΑΧΥΧΡΟΝΙΑΙ ΣΥΝΑΡΤΗΣΕΙΣ ΩΡΙΑΙΑΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΕΩΣ ΚΑΙ ΚΟΣΤΟΥΣ ΚΑΥΣΙΜΩΝ
(Μὴν ἀναφορᾶς : Νοέμβριος 1969)

$$\begin{aligned} \text{Συνάρτησις καταναλώσεως : } f &= a_0 + b_0 x && (\text{εἰς } 10^6 \text{ kcal}) \\ \text{» } \text{κόστος : } u &= a_0 P + b_0 P x && (\text{εἰς δραχμᾶς}) \end{aligned}$$

Θερμικὴ μονάς	Παράμετροι συναρτήσεων καταναλώσεως		Παράμετροι συναρτήσεων κόστους	
	a_0	b_0	$a_0 P$	$b_0 P$
Πτολεμαῖς I	39,8858	2,9763	1653,86	123,412
Πτολεμαῖς II	30,7204	3,0465	1273,82	126,323
Πτολεμαῖς III	41,3130	2,8112	1713,04	116,566
Ἐλιβέρι I - II	10,1814	3,4480	1066,85	361,295
Ἐλιβέρι III	29,5694	2,2104	1457,18	108,929
Ἅγιος Γεώργιος VI - VII	22,6717	2,6622	1052,53	123,593
Ἅγιος Γεώργιος VIII	17,3582	2,2860	805,85	106,128
Φάληρον	19,9665	3,3210	947,91	157,664

Σ η μ ε ι ὴ σ ε ι ς

I. Ἐγένετο δεκτὸν ὅτι αἱ μονάδες ΑΗΣ Πτολεμαῖδος καὶ Ἐλιβερίου I-II χρησιμοποιοῦν λιγνίτην. Αἱ λοιπαὶ ἀτμοηλεκτρικαὶ μονάδες χρησιμοποιοῦν πετρέλαιον.

II. Δὲν ἐλήφθησαν ὑπ' ὄψιν δασμοὶ καὶ φόροι ἐπὶ τῶν ὑγρῶν καυσίμων δεδομένου ὅτι κατὰ τὸ ἔτος 1969 οὗτοι δὲν κατεβάλλοντο.

III. Τὸ ὑπολογισθὲν ὀλικὸν κόστος τῶν καταναλωθέντων καυσίμων κατὰ τὸν μῆνα Νοέμ-

βριον 1969 εις δραχμάς ανά 10⁶ kcal είναι : Λιγνίται : Πτολεμαΐδος 41,465, 'Αλιβερίου 104,784-Πετρέλαιον : εις 'Αγιον Γεώργιον 46,425, εις Φάληρον 47,475, εις 'Αλιβέρι 49,280.

Εις τὰ συνημένα διαγράμματα ἀπεικονίζονται αἱ ὠριαῖαι συναρτήσεις καταναλώσεις καὶ κόστους καυσίμων τῶν θερμικῶν μονάδων Πτολεμαΐδος II καὶ III, 'Αλιβερίου III καὶ 'Αγίου Γεωργίου VIII.

X. Συμπεράσματα

Ἡ οἰκονομετρικὴ ἐκτίμησις τοῦ ἀναπτυχθέντος θεωρητικοῦ ὑποδείγματος συναρτήσεων καταναλώσεως καυσίμων ἀποτελεῖ ἐφικτὴν καὶ εὐχερῆ μέθοδον προσδιορισμοῦ ὠριαίων συναρτήσεων κόστους καυσίμων τῶν θερμικῶν μονάδων ἠλεκτροπαραγωγῆς. Αἱ ἐκ τῆς γραμμικῆς ἐξειδικεύσεως τοῦ θεωρητικοῦ ὑποδείγματος προσδιοριζόμεναι ὠριαῖαι συναρτήσεις κόστους καυσίμων δύνανται νὰ χρησιμοποιηθοῦν διὰ τὴν διατύπωσιν τῆς πρὸς ἐλαχιστοποίησιν οἰκονομικῆς συναρτήσεως ἑνὸς γραμμικοῦ προβλήματος βελτιστοποιήσεως τῆς ὠριαίας οἰκονομικῆς λειτουργίας τοῦ διασυνδεδεμένου ἠλεκτρικοῦ συστήματος. Ἐξ ἄλλου, τὰ ἀποτελέσματα θὰ ἠδύναντο νὰ βελτιωθοῦν διὰ τῆς συλλογῆς προσθέτων πληροφοριῶν σχετικῶς πρὸς τὸν ἀριθμὸν ἐνάρξεων καὶ διακοπῶν λειτουργίας τῶν θερμικῶν ἐργοστασίων ἐντὸς τοῦ μηνὸς καὶ τὸ κόστος λειτουργίας αὐτῶν, ὅταν ταῦτα συνιστοῦν τὴν στρεφόμενην ἐφεδρείαν τοῦ συστήματος.

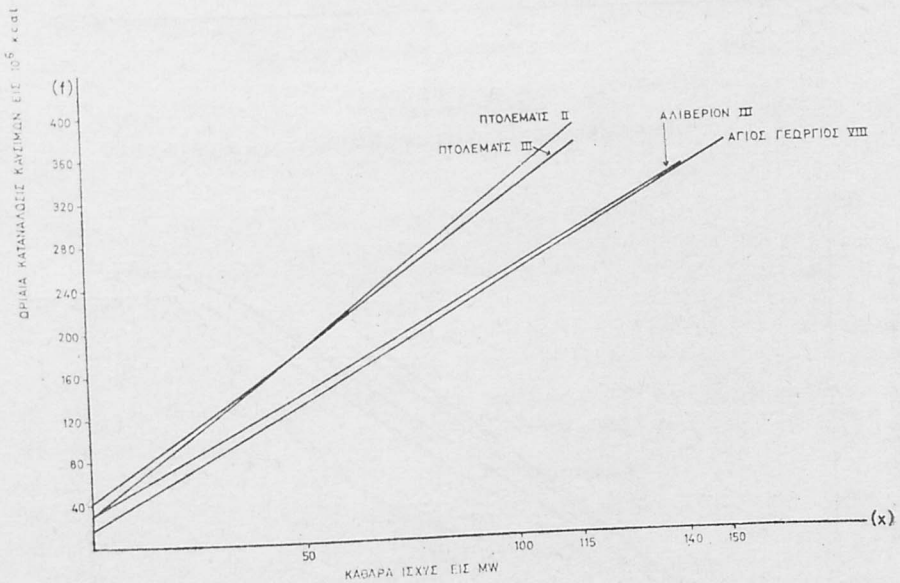
Αἱ ἐκτιμηθεῖσαι συναρτήσεις καταναλώσεως καυσίμων εἶναι μακροχρονίου χαρακτῆρος. Τοῦτο ὀφείλεται εἰς τὸ γεγονὸς ὅτι τὰ χρησιμοποιηθέντα στατιστικὰ στοιχεῖα ἀναφέρονται εἰς ἀριθμὸν τινα ἐτῶν κατὰ τὴν διάρκειαν τῶν ὁποίων ἢ ἀπόδοσις τῶν διαφόρων μονάδων μετεβλήθη σημαντικῶς. Χρησιμοποιοῦντες τὰς συναρτήσεις ταύτας κατέστη δυνατὴ ἡ λεπτομερὴς ἀνάλυσις τῶν ἐπιπτώσεων τῶν μεταβολῶν τοῦ βαθμοῦ χρησιμοποίησεως, τῶν ὥρων πραγματικῆς λειτουργίας, τοῦ εἶδους τῶν χρησιμοποιουμένων καυσίμων καὶ τοῦ συντελεστοῦ ἀποδόσεως ἐπὶ τῆς θερμικῆς ἀποδόσεως τῶν μονάδων τοῦ θερμικοῦ συστήματος.

Ἐναλλακτικαὶ μέθοδοι, αἱ ὁποῖαι θὰ ἠδύναντο νὰ χρησιμοποιηθοῦν διὰ τὴν ἐκτίμησιν τῶν συναρτήσεων καταναλώσεως καυσίμων, εἶναι εἴτε ἡ χρησιμοποίησις τῶν τεχνικῶν πληροφοριῶν τῶν παρεχομένων ὑπὸ τῶν κατασκευαστῶν σχετικῶς μὲ τὰ χαρακτηριστικὰ θερμικῆς ἀποδόσεως κατὰ τὸν χρόνον τῆς ἐγκαταστάσεως τῶν μονάδων, εἴτε ἡ συλλογὴ ἀμέσων πληροφοριῶν διὰ τῆς λειτουργίας ἐκάστης μονάδος πειραματικῶς εἰς διαφόρους βαθμοὺς χρησιμοποίησεως τῆς λήψεως μετρήσεων τῶν ποσοτήτων τῶν καταναλωθέντων καυσίμων καὶ τοῦ διοχετευθέντος εἰς τὸ σύστημα προϊόντος. Ἀπεδείχθη ὅτι ἡ πρώτη μέθοδος δὲν ὀδηγεῖ εἰς ἀκριβεῖς ἐκτιμήσεις καθ' ὅσον συνήθως ἡ πραγματικὴ λειτουργία τῶν μονάδων διαφέρει σημαντικῶς ἀπὸ τὴν θεωρητικὴν τοιαύτην, ὡς ἐπίσης ἡ θερμικὴ ἀπόδοσις τῶν μονάδων μεταβάλλεται σὺν τῷ χρόνῳ λόγῳ τῆς ὑπὸ τοῦ προσωπικοῦ ἀποκτωμένης ἐμπειρίας εἰς τὴν λειτουργίαν τῶν μονάδων καὶ τῶν δυσμενῶν ἐπιπτώσεων ἐκ τῆς φυσικῆς χειροτερεύσεως αὐτῶν. Ὁ στόχος τῆς δευτέρας μεθόδου, ἐξ ἄλλου, εἶναι ἡ συλλογὴ ἀκριβῶν πληροφοριῶν. Ἡ μέθοδος ὅμως εἶναι λιάν δαπανηρά, διότι προϋποθέτει ὑπερβα-

σιν τοῦ κριτηρίου βελτιστοποιήσεως βάσει τοῦ ὁποίου αἱ μονάδες λειτουργοῦν εἰς τὸ διασυνδεδεμένον σύστημα. Ἐπιπροσθέτως, θὰ ἦτο ἀναγκαία ἡ ἐπανάληψις τῆς πειραματικῆς λειτουργίας τῶν μονάδων εἰς τακτὰ χρονικὰ διαστήματα, οὕτως ὥστε νὰ ληφθοῦν ὑπ' ὄψιν αἱ μεταβολαὶ εἰς τοὺς συντελεστὰς ἀποδόσεως τῶν μονάδων.

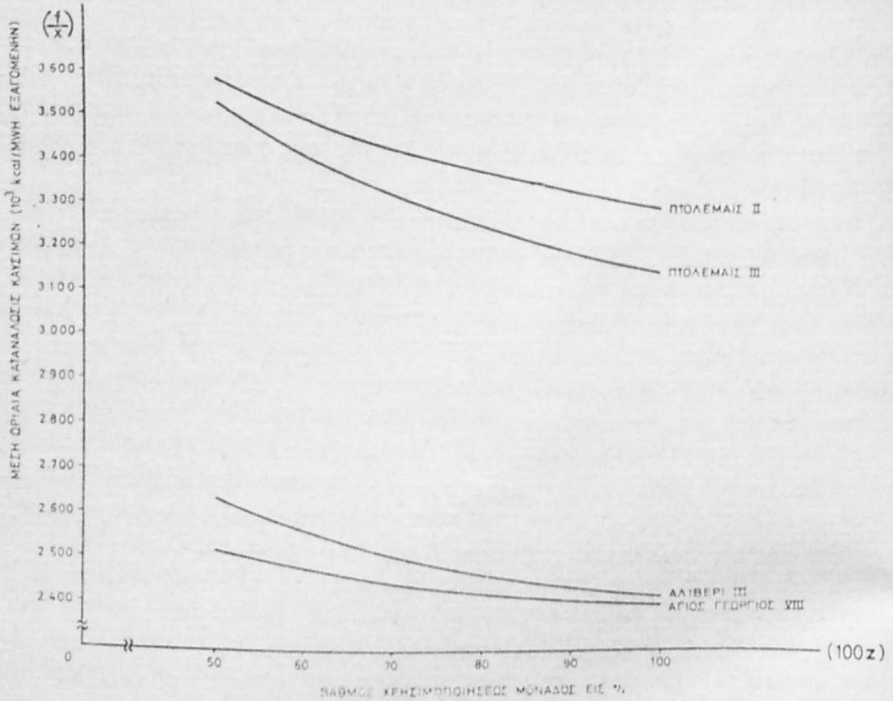
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ (Α)

ΩΡΙΑΙΑ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΙΣ ΚΑΥΣΙΜΩΝ (ΥΠΟΔΕΙΓΜΑ: $f = a_0 + b_0 \cdot x$)



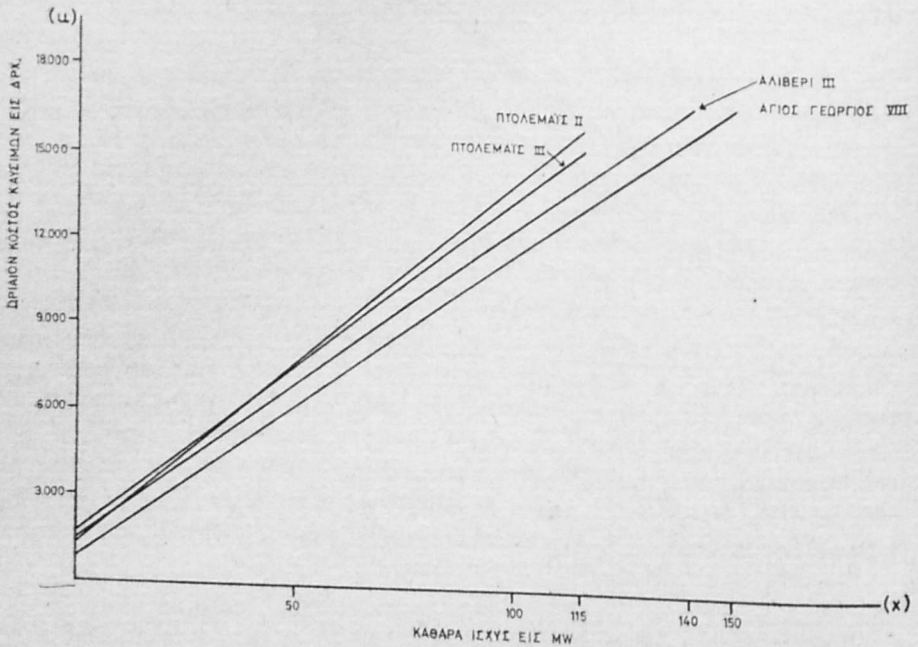
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ (Β)

ΜΕΣΗ ΘΡΙΑΙΑ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΙΣ ΚΑΥΣΙΜΩΝ (ΥΠΟΔΕΙΓΜΑ $\frac{f}{z\bar{m}} = \frac{a_0}{z\bar{m}} \cdot b_0$, ΕΝΘΑ, $z\bar{m}=x$)



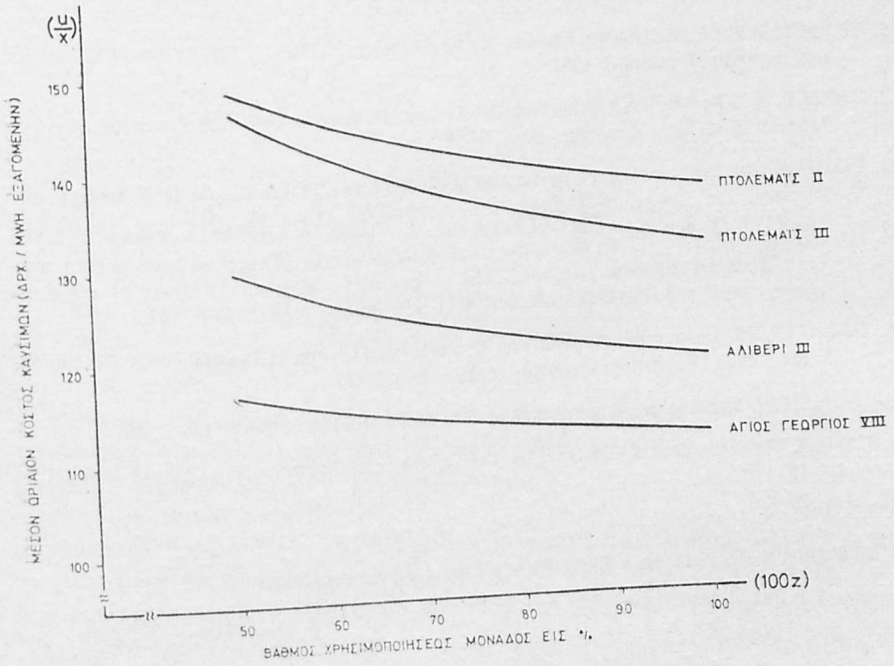
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ (Γ)

ΘΡΙΑΙΟΝ ΚΟΣΤΟΣ ΚΑΥΣΙΜΩΝ (ΥΠΟΔΕΙΓΜΑ : $u = a_0 \cdot P \cdot b_0 \cdot P_x$)



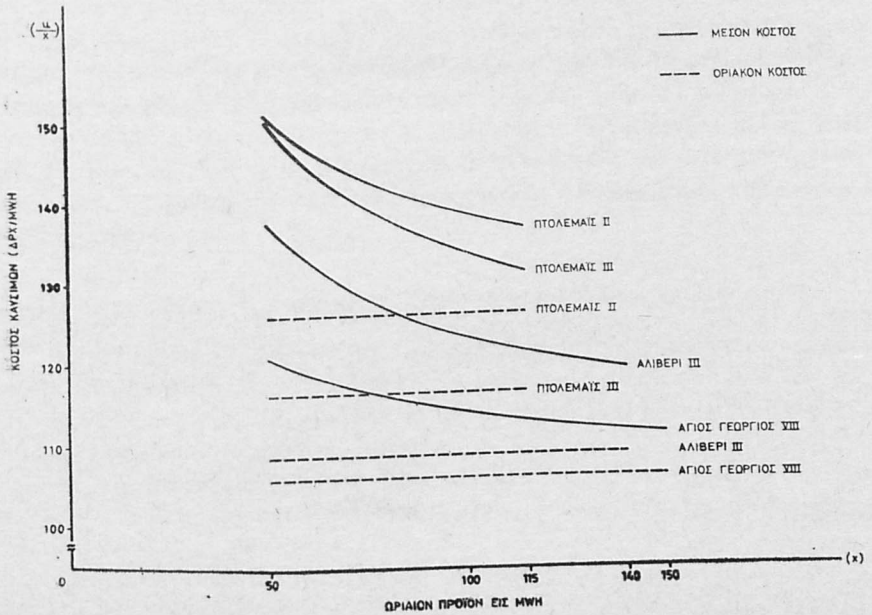
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ (Δ)

ΜΕΣΟΝ ΟΡΙΑΙΟΝ ΚΟΣΤΟΣ ΚΑΥΣΙΜΩΝ (ΥΠΟΔΕΙΓΜΑ : $\frac{u}{z \bar{m}} = \frac{a \cdot P}{z \bar{m}} + b \cdot P$, $\bar{E} \theta \alpha$, $z \bar{m} = x$)



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ (Ε)

ΜΕΣΟΝ ΚΑΙ ΟΡΙΑΚΟΝ ΚΟΣΤΟΣ ΚΑΥΣΙΜΩΝ



ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. BARSEL, Y. Productivity in the Electric Power Industry, 1929-1955. *The Review of Economics and Statistics*, November 1963.
2. BARSEL, Y. The Production Function and Technical Change in the Steam-Power Industry. *The Journal of Political Economy*, April 1964.
3. COMIYA, R. Technological Progress and the Production Function in the U.S. Steam Power Industry. *The Review of Economics and Statistics*, May 1962.
4. EFTHYMOGLOU, P. A. Mathematical Model of the Electrical Generating and Transmission System in the Greek Economy, with an Analysis of its Economic Implications. Unpublished Ph. D. Thesis, Manchester, 1972.
5. GALATIN, M. Economies of Scale and Technological Change in Thermal Power Generation. North-Holland Publishing Company, Amsterdam, 1968.
6. JOHNSTON, J. *Statistical Cost Analysis*. Mc Craw-Hill, New York, 1960.
7. LANE, L.B. *Technological Change : Its Conception and Measurement*. Prentice-Hall, N.J. 1966.
8. LOMAX, K.S. Cost Curves for Electricity Generation. *Economica*, May 1952.
9. NORDIN, J.A. Note on a Light Plant's Cost Curves. *Econometrica*, July 1947.