ΤΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΕΙΣΡΟΩΝ - ΕΚΡΟΩΝ ΔΙΑ ΤΟΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΝ ΤΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΙΚΟΤΗΤΟΣ

Ὑπὸ τοῦ κ. ΝΙΚΟΛΑΟΥ ΚΟΝΔΥΛΗ

Ἀπὸ θεωρητικῆς ἀπόψεως, τὸ σύστημα εἰσροῶν–ἐκροῶν (Input - Output System), τὸ ὁποῖον ἀνέπτυξε κατὰ τὰ τελευταῖα ἔτη ὁ Καθηγητὴς τῆς Οἰκονομικῆς εἰς τὸ Πανεπιστήμιον τοῦ Harvard κ. W. Leontief, συνίσταται εἰς τὴν μέτρησιν καὶ ἀνάλυσιν τῶν εἰς μίαν οἰκονομίαν εἰσρεόντων μέσων (συντελεσταὶ τῆς παραγωγῆς, ἀξίαι πάσης μορφῆς, χρόνος κλπ.) καὶ τῶν ἐξ αὐτῆς ἐκρεόντων παραγωγικῶν ἀποτελεσμάτων, τὰ ὁποῖα ἀποτελοῦν εἰσροὰς διὰ μίαν ἄλλην οἰκονομίαν, διαγραφομένου οὕτω, ὑπὸ δυναμικὴν μορφήν, ἑνὸς ἀενάου πίνακος κινήσεως οἰκονομικῶν μεγεθῶν.

Θεωροῦντες τὸ μέγεθος «χρόνος» ὡς παράγοντα ἀσυνεχῆ, δυνάμεθα, διὰ μίαν ὡρισμένην οἰκονομίαν ἢ δι' ἓν πεπερασμένον πλῆθος οἰκονομιῶν, νὰ καταρτίσωμεν τὸν λεγόμενον «πίνακα τοῦ Λεόντιεφ» (Leontief Matrix), ὅστις δεικνύει τὰς ἐντὸς ὡρισμένης περιόδου πραγματοποιηθείσας εἰσροὰς καὶ ἐκροὰς εἰς τὴν ὑπ' ὄψιν «οἰκονομίαν» ἢ εἰς τὸ πλῆθος τῶν «οἰκονομιῶν» καὶ ἐξ ὧν εἶναι δυνατὸν νὰ συναγάγωμεν τὰς ἐπὶ μέρους σχέσεις. Ὁ πίναξ οὗτος ἀποτελεῖ, ὑπὸ τὰς ἀνωτέρω προϋποθέσεις, ἓν κλειστὸν ὑπόδειγμα, δεικνύων ἱστορικὰ ἐπιτεύγματα ἐκ τῆς συμπλέξεως δεδομένων μεγεθῶν. Ἐάν, ἀντιθέτως, θεωρήσωμεν τὸν χρόνον ὑπὸ συνεχῆ ἔννοιαν, ὁ πίναξ, διὰ τὴν ὑπ' ὄψιν οἰκονομίαν ἢ τὸ πλῆθος τῶν οἰκονομιῶν καθίσταται ἀνοικτὸν ὑπόδειγμα, κινούμενος κατὰ τρόπον σπειροειδῆ μὲ ἀόριστον ἢ ἀτέρμονα κατάληξιν.

Ἡ ἔννοια τῆς οἰκονομίας ἐν προκειμένῳ δύναται νὰ ἀφορᾷ οἱονδήποτε κλάδον οἰκονομικῆς δραστηριότητος καὶ μορφὴν αὐτῆς: ἐπιχείρησιν καὶ ἐπιχειρηματικὸν ἐπίπεδον (Business Level), μορφὰς καὶ κλάδους ἢ τομεῖς παραγωγῆς (Γεωργίαν, Βιομηχανίαν κλπ.), τὴν ἐθνικὴν οἰκονομίαν ὡς σύνολον κ.ο.κ.

***

Εἰς οἱανδήποτε οἰκονομικὴν ἀνάλυσιν, μικροοικονομικὴν ἢ μακροοικονομικήν, στατικὴν ἢ δυναμικήν, οἱ παράγοντες, οἱ ὁποῖοι βασικῶς ἐπιδροῦν ἐπ' αὐτῆς εἶναι τὸ μετρήσιμον ἀγαθὸν (ἢ ὑπηρεσία) καὶ ἡ «δραστηριότης» (ὑπὸ τὴν ἔννοιαν τῶν ἀπαιτουμένων ἐνεργειῶν διὰ τὴν οἰκονομικὴν χρησιμοποίησιν τοῦ ἀγαθοῦ). Ὁ πρῶτος τῶν παραγόντων τούτων μεταβάλλει μορφήν, μέγεθος ἢ ἀξίαν κατὰ τὴν πορείαν του ἀπὸ τῆς εἰσροῆς του εἰς τὴν οἰκονομίαν μέχρι τῆς ἐκροῆς του ἐξ αὐτῆς, ἀμφοτέρων συνδεομένων διὰ τῆς δραστηριότητος.

Ἐὰν ἤδη, συμφώνως πρὸς τὴν θεωρίαν τοῦ κλειστοῦ ὑποδείγματος, θεωρήσωμεν ὅτι τὸ ἐντὸς μιᾶς ὡρισμένης χρονικῆς περιόδου πεπερασμένον πλῆθος τῶν εἰσρεόντων εἰς μίαν οἰκονομίαν ἀγαθῶν εἶναι $N = 1, 2, 3, \ldots, N$, ἡ δὲ δραστηριότης κατὰ τὴν διαδρομὴν ἑκάστου τούτων πρὸς τὴν ἐκροὴν εἶναι $X_1, X_2, X_3, \ldots, X_N$ καὶ ὁ συνολικὸς ἀριθμὸς τῶν δραστηριοτήτων εἶναι πεπερασμένος $= K$, ἡ συνάρτησις τῆς δραστηριότητος θὰ εἶναι:

$$X_\kappa = [X_{1_\kappa}, X_{2_\kappa}, X_{3_\kappa}, \ldots, X_{N_\kappa}]$$

καὶ ὁ πίναξ τοῦ Leontief διὰ τὴν ὁμάδα τῶν δραστηριοτήτων θὰ ἔχῃ τὴν μορφήν:

$$X = \begin{bmatrix} X_{1_1}, X_{2_1}, \ldots, X_{N_1} \\ \ldots\ldots\ldots\ldots \\ X_{1_\kappa}, X_{2_\kappa}, \ldots, X_{N_\kappa} \end{bmatrix}$$

Ὁ πίναξ οὗτος δεικνύει τὰς ἐντὸς τῆς οἰκονομικῆς μονάδος εἰσροάς, μετρουμένας εἰς φυσικὰς μονάδας. Ὡς κλειστὸν ὑπόδειγμα ὁ πίναξ ἐμφανίζει τὴν εἰκόνα τοῦ κλάδου, τὸν ὁποῖον σχηματίζουν αἱ K δραστηριότητες. Ὡς ἀνοικτὸν ὑπόδειγμα, ὁ πίναξ δεικνύει τὰς καθαρὰς εἰσροὰς καὶ ἐκροὰς τῶν N ἀγαθῶν. Ἡ μέτρησις τῆς τεχνικῆς παραγωγικότητος (τῆς μὴ περιλαμβανούσης τιμὰς ἢ ἄλλο τι δηλωτικὸν ἀξίας) δύναται νὰ ἐπιτευχθῇ διὰ τοῦ πίνακος τούτου:

Ἔστω ἤδη ὅτι ἡ συνάρτησις τῆς δραστηριότητος

$$X_\kappa = [X_{1_\kappa}, X_{2_\kappa}, X_{3_\kappa}, \ldots, X_{N_\kappa}]$$

παρουσιάζει μίαν μεμονωμένην φάσιν τῆς παραγωγικῆς διαδικασίας μιᾶς βιομηχανικῆς ἐπιχειρήσεως. Ὑπὸ τὴν προϋπόθεσιν ὅτι ἡ δραστηριότης ἔχει μίαν ἐκροήν, ἔστω τὴν $X_{1\kappa}$, ἐὰν

$$\overset{(\kappa)}{\alpha_{1_j}} = \frac{X_{j_\kappa}}{X_{1_\kappa}}$$

τότε τὸ $\overset{(\kappa)}{\alpha_{1j}}$ θὰ εἶναι τὸ «ἀντίστροφον τῆς παραγωγικότητος» (inverse of the productivity) τῆς εἰσροῆς j εἰς τὴν δραστηριότητα κ. Ἡ συνάρτησις δύναται ἤδη νὰ γραφῇ:

$$X_\kappa = X_{1_\kappa} \left[j, \overset{(\kappa)}{\alpha_{1_2}}, \overset{(\kappa)}{\alpha_{1_3}}, \ldots, \overset{(\kappa)}{\alpha_{1_N}} \right].$$

Τὸ α_{1_j} καλεῖται «συντελεστὴς (ἢ δείκτης) παραγωγικότητος» (coefficient of productivity). Ὑποθέσωμεν ἤδη ὅτι ἡ ἐπιχείρησις παράγει τὸ ἀγαθὸν i ὡς τελικὸν προϊὸν καὶ πρὸς τοῦτο ἐκτελεῖ m δραστηριότητας, τὰς $\kappa_1, \kappa_2 \ldots, \kappa_m$, ἑκάστη τῶν ὁποίων παράγει, ὡς ἁπλῆν ἐκροήν, τὰ ἀγαθὰ $2, 3, \ldots, m+1$, τὰ ὁποῖα χρησιμοποιοῦνται ὡς εἰσροαὶ κατὰ τὴν διαδικασίαν παραγωγῆς τοῦ ἀγαθοῦ i. Ἑκάστη τῶν δραστηριοτήτων τούτων δύναται νὰ παρασταθῇ ὑπὸ μιᾶς συναρτήσεως τῆς μορφῆς :

$$X_{\kappa+i} = [X_{1_\kappa}+i+\ldots\ldots+X_{N_\kappa}+i] =$$

$$= X_{i+1,\ \kappa+i}\left[\overset{(\kappa+i)}{\alpha_{i+1,1}},\ \overset{(\kappa+i)}{\alpha_{i+1,\ 2}},\ \ldots\ldots,\ \overset{(\kappa+i)}{\alpha_{i+1,\ N}}\right]$$

τὸ δὲ σύνολον τῶν δραστηριοτήτων ὑπὸ τοῦ πίνακος

$$X = \begin{bmatrix} X_{1_\kappa},\ X_{2_\kappa},\ \ldots,\ X_{N_\kappa} \\ X_{1,\ \kappa+1},\quad X_{2,\ \kappa+2},\ \ldots\ldots,\ X_{N,\ \kappa+m} \\ X_{1,\ \kappa+m},\ X_{2,\ \kappa+m},\ \ldots\ldots,\ X_{N,\ \kappa+m} \end{bmatrix}$$

τοῦ ὁποίου, προσθέτοντες τὰς στήλας, λαμβάνομεν τὴν ἀρχικήν μας συνάρτησιν $X = X_1,\ X_2,\ \ldots\ldots,\ X_N$, παριστῶσαν τὴν συνολικὴν παραγωγικὴν διαδικασίαν τῆς ἐπιχειρήσεως, θεωρουμένης ὡς μιᾶς δραστηριότητος. Ἐὰν A_{1i} εἶναι τὸ ἀντίστροφον τῆς Παραγωγικότητος τοῦ i, ἡ συνάρτησις δύναται νὰ λάβῃ τὴν μορφήν :

$$X = X_1\,[1,\ A_{1,\ 2},\ \ldots\ldots,\ A_{1,\ N}] = X_1\,A.$$

$$\text{Ἐὰν}\quad \begin{bmatrix} (\kappa), & (\kappa),\ \ldots\ldots, & (\kappa) \\ \alpha_{1,1}, & \alpha_{1,2},\ \ldots\ldots, & \alpha_{1,N} \\ (\kappa+m), & (\kappa+m)\ \ldots\ldots, & (\kappa+m) \\ \alpha_1+m_{,1}, & \alpha_1+m_{,2},\ \ldots\ldots, & \alpha_1+m_{,N} \end{bmatrix}$$

τότε

$$X = A \begin{bmatrix} X_{1_\kappa}, & 0,\ 0,\ \ldots\ldots, & 0 \\ 0, & X_{2_\kappa+1},\ 0,\ \ldots, & 0 \\ 0, & \ldots\ldots\ldots, & X_{m+1,\ \kappa+m} \end{bmatrix}$$

πολλαπλασιάζοντες δὲ μὲ A λαμβάνομεν :

$$\begin{bmatrix} (\kappa), & (\kappa),\ \ldots\ldots, & (\kappa) \\ \alpha_{1,1}, & \alpha_{1,2},\ \ldots\ldots, & \alpha_{1,N} \\ (\kappa+m), & (\kappa+m),\ \ldots\ldots, & (\kappa+m) \\ \alpha_1+m_{,1}, & \alpha_1+m_{,2},\ \ldots\ldots, & \alpha_1+m_{,N} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X_{1_\kappa},\ 0,\ \ 0,\ \ldots,\ 0 \\ 0,\ X_{2_\kappa+1},\ 0,\ \ldots,\ 0 \\ 0,\ \ldots\ldots,\ X_{m+1,\ \kappa+m} \end{bmatrix} =$$

$$= \mathbf{1}\,A \begin{bmatrix} X_{1_\kappa},\ \ 0,\ \ 0,\ \ldots\ldots \\ 0,\ \ldots,\ X_{2,\ \kappa+1},\ \ldots\ldots \\ 0,\ \ldots,\ X_{\kappa+1,\ \kappa+m} \end{bmatrix} = X\,\mathbf{1} = X_1 A$$ καὶ διαιροῦντες διὰ X_1 λαμβάνομεν $\frac{X\mathbf{1}}{X_1} = A = \frac{\mathbf{1}}{X_1}\,\alpha\,\mathbf{A} = A,$ ἔνθα τὸ α δηλοῖ τὸν πίνακα

$$\begin{bmatrix} \chi_{1\kappa}, & 0, & 0, \ldots\ldots\ldots \\ 0, \ldots, & \chi_{2,\ \kappa+1}, \ldots & \\ 0, \ldots, & \chi_{\kappa+1,\ \kappa+m} & \end{bmatrix}$$

Ἡ ἐξίσωσις $\frac{1}{\chi_1}$ α **A** = A δίδει τὰς σχέσεις μεταξὺ παραγωγικότητος φάσεων παραγωγικῆς διαδικασίας καὶ παραγωγικότητος ἀθροίσματος φάσεων. Ἐκ ταύτης δεικνύεται, ὅτι ἡ παραγωγικότης μιᾶς εἰσροῆς (π.χ. ἑνὸς συντελεστοῦ τῆς παραγωγῆς ἔστω τῆς ἐργασίας) εἰς μίαν οἰκονομίαν, δὲν ἐξαρτᾶται μόνον ἀπὸ τὴν παραγωγικότητα τῆς εἰσροῆς εἰς ἑκάστην φάσιν τῆς παραγωγικῆς διαδικασίας, ἀλλ' ἐπίσης καὶ ἀπὸ τὴν παραγωγικότητα τῶν μεσολαβουσῶν εἰσροῶν εἰς ἑκάστην φάσιν, αἱ ὁποῖαι ἀποτελοῦν ἐκροὰς τῆς προηγουμένης φάσεως.

Ἂς λάβωμεν ὡς παράδειγμα τὴν παραγωγικὴν διαδικασίαν ἑνὸς χυτηρίου σιδήρου. Ὑποθέσωμεν ὅτι κατὰ τὴν φάσιν τῆς παραγωγῆς ἑτοίμων προϊόντων παρατηροῦμεν μείωσιν τοῦ ἀριθμοῦ τῶν ἐλαττωματικῶν, ἄνευ οἱασδήποτε τεχνολογικῆς κλπ. μεταβολῆς. Τοῦτο δεικνύει ὅτι τὸ μόνον, τὸ ὁποῖον ἤλλαξεν, εἶναι ἡ παραγωγικότης κατὰ τὴν φάσιν χυτεύσεως τοῦ μετάλλου, τὸ ὁποῖον ἀποτελεῖ ἐκροὴν τῆς φάσεως χυτεύσεως καὶ εἰσροὴν τῆς φάσεως ἑτοίμου προϊόντος. Ὁπωσδήποτε ὅμως ἔχομεν αὔξησιν τῆς συνολικῆς παραγωγικότητος τοῦ χυτηρίου, τῆς ἐργασίας καὶ οἱασδήποτε ἄλλης εἰσροῆς, ἥτις ἐχρησιμοποιήθη κατὰ τὴν διάρκειαν τῆς φάσεως ἑτοίμου προϊόντος.

Ἡ ἐξίσωσις ἁπλοποιεῖται ἐὰν ὑποθέσωμεν ὅτι ἑκάστη δραστηριότης ἔχει μίαν μόνον εἰσροήν, ἡ διάταξις τῶν δραστηριοτήτων εἶναι τοιαύτη ὥστε ἑκάστη δραστηριότητης i ἔχει ὡς ἐκροὴν τὸ ἀγαθὸν i, τὸ δὲ μόνον ἀγαθόν, ὅπερ δὲν παρουσιάζεται ὡς ἐκροὴ (ἐνδιάμεσος ἢ τελικὴ) εἰς τὴν οἰκονομίαν εἶναι τὸ ἀρχικὸν ἀγαθὸν N. Ἐὰν ἡ ἐκροὴ εἶναι ἄθροισμα διαφόρων ἀγαθῶν, δύναται νὰ μετρηθῇ μόνον διὰ συστήματος δηλωτικοῦ τῆς ἀξίας, δηλαδὴ διὰ τῶν τιμῶν (ὁπότε εἰς τὴν θέσιν τῆς τεχνικῆς παραγωγικότητος ὑπεισέρχεται ἡ οἰκονομικὴ παραγωγικότης). Ἐὰν $P = (\rho_1, \rho_2, \ldots, \rho_N)$ εἶναι ἡ συνάρτησις τῶν τιμῶν, ἔνθα ρ_1 παριστᾷ τὴν τιμὴν τοῦ ἐμπορεύματος 1, ρ_2 τοῦ ἐμπορεύματος 2 κ.ο.κ., ἡ πρόσθετος ἀξία εἰς τὴν δραστηριότητα κ θὰ παρίσταται διὰ τοῦ $X_\kappa P$, εἰς δὲ τὴν ὁμάδα τῶν δραστηριοτήτων διὰ τοῦ XP. Ἡ ὁμὰς αὕτη τῶν δραστηριοτήτων δύναται νὰ εἶναι μία ἐπιχείρησις, εἷς οἰκονομικὸς κλάδος ἢ ἓν σύνολον ἐθνικῆς οἰκονομίας. Εἰς τὴν τελευταίαν ταύτην περίπτωσιν ἡ συνάρτησις θὰ δίδῃ τὸ καθαρὸν ἐθνικὸν προϊόν.

Ἡ ἀνάλυσις εἰσροῶν–ἐκροῶν φαίνεται ὅτι προσιδιάζει διὰ τὴν μέτρησιν τῆς παραγωγικότητος ἐφ' ὅλων τῶν ἐπιπέδων. Δεικνύεται ἐπίσης, ὅτι ἡ μέτρησις αὕτη δὲν δύναται νὰ ἀναπτυχθῇ ὡς ἓν μεμονωμένον ἐπιστημονικὸν ἀντικείμενον, ἀλλ' εἶναι ἀναγκαία ἡ σύνδεσίς της μετὰ τῆς γενικωτέρας οἰκονομικῆς ἀναλύσεως, σύγχρονος ἔκφρασις τῆς ὁποίας εἶναι τὸ σύστημα εἰσροῶν–ἐκροῶν.

Σημ.: Οἱ παρατιθέμενοι εἰς τὸ ἄρθρον πίνακες, συναρτήσεις καὶ ἐξισώσεις ἐλήφθησαν ἐκ τῆς Productivity Measurement Review, μηνιαίας ἐκδόσεως τοῦ Ε.Ο.Π.