

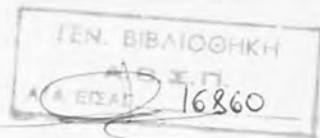
ΚΩΝ/ΝΟΥ Α. ΡΗΓΑ

**Η ΖΗΤΗΣΗ ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΩΝ ΜΟΡΦΩΝ  
ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΗΝ ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΟΙΚΟΝΟΜΙΑ:  
ΟΙΚΟΝΟΜΕΤΡΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ**

**ΔΙΔΑΚΤΟΡΙΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ**  
η οποία υποβλήθηκε στην  
Ανωτάτη Βιομηχανική Σχολή Πειραιώς

ΠΕΙΡΑΙΑΣ 1982

ΚΩΝ/ΝΟΥ Α. ΡΗΓΑ



# Η ΖΗΤΗΣΗ ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΩΝ ΜΟΡΦΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΗΝ ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΟΙΚΟΝΟΜΙΑ: ΟΙΚΟΝΟΜΕΤΡΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ

ΔΙΔΑΚΤΟΡΙΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ  
η οποία υποβλήθηκε στην  
Ανωτάτη Βιομηχανική Σχολή Πειραιώς

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΩΣ	
ΑΡ. ΕΣ.	16860
COMP.	3001 ή 22376
ΒΑΘΜ.	338.949 'S PH
ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ	







ΕΠΕΤΕΙΟΝ ΤΗΣ ΕΛΛΗΝΙΚΗΣ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ ΚΑΙ ΤΗΣ ΕΛΛΗΝΙΚΗΣ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ

Πανεπιστήμιο Πειραιώς

ΑΡΙΘΜΟΣ	ΕΠΩΝΥΜΟΝ
5343	ΠΑΠΑΔΟΠΟΥΛΟΣ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ Α.
1932	

"Η Έγκριση διδακτορικής διατριβής υπό της 'Ανωτάτης Βιομηχανικής Σχολής Πειραιώς δέν υποδηλοῖ ἀποδοχή τῶν γνῶμῶν τοῦ συγγραφέως".

Τόν καθηγητή κ. Θεόδωρο Γκαμαλέτσο, πού είχε τήν επίβλεψη τής διατριβής, εύχαριστώ θερμά. Εύχαριστίες εκφράζονται καί πρός τήν ΑΒΣΠ, γιατί κάλυψε μέρος τών δαπανών γιά τήν εκτέλεση τών προγραμμάτων ηλεκτρονικού υπολογιστή, πού απαιτήθηκαν γιά τούς υπολογισμούς τής διατριβής.

Κ. Ρήγας

Πανεπιστήμιο Πειραιώς

## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Ἡ παρούσα διατριβή ἔχει σάν ἀντικείμενο τήν ἀνάλυση οἰκονομετρικῶν μεθόδων πού ἐφαρμόζονται στήν μελέτη τῶν ζητήσεων τῶν διαφόρων μορφῶν ἐνέργειας στήν ἑλληνική οἰκονομία. Στήν διατριβή αὐτή χρησιμοποιοῦνται, σύγχρονες τεχνικές γιά τήν διερεύνηση τῆς κατανάλωσης τῆς ἐνέργειας. Ὅλη ἡ μελέτη ὑποδιαιρεῖται σέ 7 κεφάλαια. Στό 1ο κεφάλαιο δίνεται μιὰ σφαιρική εἰκόνα τοῦ παγκόσμιου ἐνεργειακοῦ προβλήματος καί μιὰ συνοπτική ἀναφορά στά ἐπί μέρους θέματα τοῦ ἑλληνικοῦ ἐνεργειακοῦ προβλήματος.

Στό 2ο κεφάλαιο ἀναπτύσσεται τό θεωρητικό μέρος τῶν οἰκονομετρικῶν ὑποδειγμάτων πού χρησιμοποιήθηκαν. Στό κεφάλαιο αὐτό προηγεῖται μιὰ εἰσαγωγή ἀπό τήν θεωρία τῆς ζήτησης τοῦ καταναλωτῆ. Ἡ θεωρία αὐτή δίνεται μέ τήν μορφή ἀξιωμάτων ἐπί τῶν προτιμήσεων τοῦ καταναλωτῆ. Στή συνέχεια ὀρίζονται οἱ συναρτήσεις ζήτησης μέ τίς διάφορες ιδιότητες αὐτῶν καθώς καί οἱ εἰδικές συναρτήσεις χρησιμότητας ὅπως οἱ διαχωρισίμες, οἱ προσθετικές καί οἱ ὁμοθετικές. Στό ἴδιο κεφάλαιο ἀναφέρονται τά κυριώτερα ἐνεργειακά ὑποδείγματα στόν διεθνή χῶρο, ὅπως εἶναι τά γενικά ὑποδείγματα PIES, Hudson-Jorgenson, BESOM, ETA-MACRO κ.ἄ. καί οἱ διάφορες σχετικές ἐργασίες ἀπό τόν ἑλληνικό χῶρο.

Στίς παραγράφους 2.3-2.7 ἀναπτύσσεται τό θεωρητικό μέρος τῶν οἰκονομετρικῶν ὑποδειγμάτων πού χρησιμοποιήθηκαν. Τά ὑποδείγματα αὐτά εἶναι: 1) τῆς Γραμμικῆς παλινδρόμησης 2) ARIMA 3) LES 4) GLES 5) TRANSLOG.

Τό 3ο κεφάλαιο ἀναφέρεται στό στατιστικό ὕλικό πού χρησιμοποιήθηκε, δηλαδή στίς πηγές, στίς μονάδες καθώς καί στά διάφορα στατιστικά στοιχεία .

Στό 4ο κεφάλαιο γίνεται ἡ ἀνάλυση τῆς μεθοδολογίας γιά τήν ἐκτίμηση τῶν θεωρητικῶν ὑποδειγμάτων τοῦ 2ου κεφαλαίου. Μέ τό ὑπόδειγμα τῆς Γραμμικῆς παλινδρόμησης ἀναλύονται οἱ ἐνεργειακές ζητήσεις στό σύνολο τῆς οἰκονομίας καί στούς τομεῖς τῆς βιομηχανίας, τῶν μεταφορῶν καί οἰκιακό. Σάν ἐρμηνευτικές μεταβλητές λαμβάνονται τό Ἀκαθάριστο Ἐγχώριο προϊόν καί ἡ τιμή τῆς ἀντίστοιχης ζητούμενης ἐνέργειας. Μέ τό ὑπόδειγμα ARIMA ἐκτιμῶνται οἱ προβλέψεις τῶν καταναλώσεων τῆς ἐνέργειας στό σύνολο καί στούς διάφορους κλάδους τῆς ἑλληνικῆς οἰκονομίας. Ἡ ἐκτίμηση τοῦ ὑποδείγματος ἔγινε μέ τά προγράμματα AUTO καί AR111 πού γράφτηκαν ἀπό τίς ὑπορουτίνες FTAUTO, FTARPS, FTMXL, FTCMP κ.ἄ. τῆς βιβλιοθήκης προγραμμάτων IMSL (International Mathematical Statistical Library). Γιά πρώτη

φορά στην Ελλάδα χρησιμοποιήθηκαν τὰ υποδείγματα LES καὶ TRANSLOG γιὰ τὴν ἀνάλυση τῶν ἐνεργειακῶν καταναλώσεων καὶ γιὰ πρώτη φορά ἔγινε χρήση τοῦ υποδείγματος GLES τοῦ καθηγητοῦ κ. Θ. Γκαμαλέτσου σὲ ἐνεργειακὰ μεγέθη. Ἡ ἐκτίμηση τῶν υποδειγμάτων, πού παρουσιάζουν μεγάλη εὐαισθησία, ἔγινε μὲ χρήση τοῦ υποπρογράμματος NONLINEAR τοῦ προγράμματος SPSS (Statistical Package for the Social Sciences).

Μὲ τὴν χρήση τῶν υποδειγμάτων ζήτησης ἔγινε προσπάθεια νὰ διαπιστωθεῖ κατὰ πόσο ἡ κλασσικὴ θεωρία ζήτησης μπορεῖ νὰ ἐρμηνεύσει τὴν κατανάλωση ἐναλλακτικῶν μορφῶν ἐνέργειας. Τὰ υποδείγματα LES, GLES, TRANSLOG ὑπερέχουν τῶν ἄλλων ἀπλῶν υποδειγμάτων γιατί δίνουν ἐπὶ πλέον σημαντικὰ στοιχεῖα. Ἀπὸ τὴν ἐκτίμηση αὐτῶν λαμβάνονται π.χ. ὅλες οἱ ἐλαστικότητες πού εἶναι ἀπαραίτητες γιὰ τὴν ἐξαγωγή συμπερασμάτων.

Στὸ 5ο κεφάλαιο ἀναγράφονται τὰ ἀποτελέσματα τῶν ἐκτιμήσεων καὶ γίνεται ἐρμηνεία τῆς οἰκονομικῆς σημασίας αὐτῶν. Στὸ 6ο κεφάλαιο γίνεται συγκριτικὴ μελέτη τῶν υποδειγμάτων LES, GLES, TRANSLOG καὶ δικαιολογεῖται ἡ προτίμηση γιὰ τὸ GLES. Τέλος στὸ 7ο κεφάλαιο ἀναγράφονται τὰ συμπεράσματα τῆς μελέτης καὶ προτάσεις γιὰ πάρα πέρα ἔρευνα. Τὰ παραρτήματα Α', Β' περιέχουν τοὺς διάφορους στατιστικούς πίνακες, ἐνῶ τὸ παράρτημα Γ' περιέχει τὰ προγράμματα ἠλεκτρονικοῦ ὑπολογιστῆ πού χρησιμοποιήθηκαν.

# 1. ΤΟ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟ ΠΡΟΒΛΗΜΑ

## 1.1. Παγκόσμια αποθέματα, παραγωγή.

Τό ενεργειακό πρόβλημα στην σημερινή εποχή, συνοψίζεται στο έφιαλτικό ερώτημα πόσο χρόνο θά διαρκέσουν τά αποθέματα ενέργειας του πλανήτη μας, άφου οί κυριώτερες έκμεταλεύσιμες πηγές ενέργειας του, επί του παρόντος, είναι τό πετρέλαιο, οί άνθρακες καί τά φυσικά άέρια πού δέν άνανεώνονται<sup>(1),(4)</sup>.

Ή παγκόσμια κατανάλωση τό 1980 γιά τίς τρείς αυτές ενεργειακές πηγές έφθασε περίπου στό 90% του συνόλου. Τό υπόλοιπο 10% καλύφθηκε άπό άλλες μορφές ενέργειας όπως Ύδροηλεκτρική, Γεωθερμική, Πυρηνική, Ήλιακή, Αιολική κλπ.

Ό πίνακας 1.1.1 περιλαμβάνει τά αποθέματα καί τήν παραγωγή κατά τό 1978, τήν διάρκεια ζωής των αποθεμάτων γιά τό άργό πετρέλαιο καί τά φυσικά άέρια.

Άπό τόν πίνακα αυτόν φαίνεται ότι τά αποθέματα του άργου πετρελαίου εύρίσκονται κατά τό μεγαλύτερο ποσοστό -56%- στην Μέση Άνατολή καί έχουν διάρκεια ζωής 48 χρόνια. Ποσοστό 11% εύρίσκεται στην ΕΣΣΔ μέ διάρκεια ζωής 17 χρόνια. Άκολουθούν μέ μικρότερα ποσοστά ή Βόρειος Άφρική, ή Κεντρική

- (1) Workshop on Alternative Energy Strategies, "Energy: Global Prospects 1985-2000", Mc Graw-Hill Book Company, 1977.
- (2) International Energy Agency, Workshops on Energy Supply and Demand, OECD, 1978.
- (3) Τεχνικά Χρονικά, "Τό ενεργειακό πρόβλημα της έλληνικής οίκονομίας σήμερα", ΤΕΕ, 3-4/1978
- (4) Α. Σταυρόπουλου, "Τό Ένεργειακό Πρόβλημα: Τό παρόν καί τό μέλλον", έκδόσεις Καραμπερόπουλος 1980

## ΠΙΝΑΚΑΣ 1.1.1

ΠΗΓΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΑΡΓΟΥ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΥ\*  
ΚΑΙ ΦΥΣΙΚΩΝ ΑΕΡΙΩΝ.

ΠΕΡΙΟΧΗ	ΑΡΓΟ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟ 10 <sup>6</sup> ΤΟΝ.			ΦΥΣΙΚΑ ΑΕΡΙΑ 10 <sup>6</sup> ΤΟΝ.		
	ΑΠΟΔΕΙΓΜΕΝΑ ΑΠΟΘΕΜΑΤΑ	ΠΑΡΑΓΩΓΗ 1978	ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΖΩΗΣ (ΕΤΗ)	ΑΠΟΔΕΙΓΜΕΝΑ ΑΠΟΘΕΜΑΤΑ	ΠΑΡΑΓΩΓΗ 1978	ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΖΩΗΣ (ΕΤΗ)
ΚΑΝΑΔΑΣ	729	74	10	1.800	71	25
Η.Π.Α.	4.260	476	9	5.670	547	10
ΔΥΤ. ΕΥΡΩΠΗ	2.713	91	30	3.900	189	21
ΑΝΑΤ.ΕΥΡΩΠΗ	257	22	11			
Ε.Σ.Σ.Δ.	9.700	587	17	25.209	426	61
ΚΕΝ.ΑΜΕΡΙΚΗ	4.270	81	53	1.840	31	59
ΝΟΤ.ΑΜΕΡΙΚΗ	3.880	175	22	2.826	60	47
ΒΟΡ.ΑΦΡΙΚΗ	5.544	187	30	7.325	53	139
ΑΦΡ.ΝΟΤ.ΣΑΧΑΡΑ	2.990	118	25			
ΜΕΣΗ ΑΝΑΤΟΛΗ	51.052	1.068	48	20.541	82	251
ΚΙΝΑ	2.700	100	27	710	66	11
ΝΟΤ.ΑΣΙΑ	380	13	29			
ΑΝ. ΑΣΙΑ	1.758	103	17	2.830	46	61
ΑΥΣΤΡΑΛΙΑ/Ν.ΖΗΛ.	364	24	15	485	10	49
ΣΥΝΟΛΟ ΚΟΣΜΟΥ:	90.597	3.119	29	73.136	1.581	46

(\* \*Ως άργό πετρέλατο λαμβάνεται τό crude oil and Natural gas liquids)

Πηγή : World Energy Conference  
Survey of Energy Resources 1980.



## ΠΙΝΑΚΑΣ 1.1.2

## ΠΑΓΚΟΣΜΙΑ ΑΠΟΘΕΜΑΤΑ ΚΑΙ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΑΝΘΡΑΚΑ

ΧΩΡΑ	ΑΠΟΘΕΜΑΤΑ % ΤΩΝ ΠΑΓ. (ΔΙΣ. ΤΣΕ) ΑΠΟΘΕΜ.		ΠΑΡΑΓΩΓΗ 1977 (ΜΤΣΕ)	ΑΘΡΟΙΣ. ΠΑΡ; 1977-2000 (ΔΙΣ. ΤΣΕ)	ΑΘΡΟΙΣΤ. ΠΑΡΑΓ.ΣΑΝ % ΤΩΝ ΑΠΘΘ.
ΣΟΒ. ΕΝΩΣΗ	110	16,6	510	18,0	16
ΗΠΑ	167	25,2	560	25,0	15
ΚΙΝΑ	99	14,9	373	20,0	20
ΑΥΣΤΡΑΛΙΑ	33	5,0	76	4,2	13
ΚΑΝΑΔΑΣ	4	0,6	23	1,8	7
Δ. ΓΕΡΜΑΝΙΑ	34	5,1	120	3,1	9
ΗΝ. ΒΑΣ.	45	6,8	108	3,0	7
ΠΟΛΩΝΙΑ	60	9,0	167	6,7	11
ΙΝΔΙΑ	12	1,8	72	3,9	31
Ν. ΑΦΡ.	43	6,5	73	3,3	8
ΑΛΛΕΣ ΧΩΡ.	56	8,4	368	14,0	25
ΣΥΝΟΛΟ	663	100,0	2.450	103,0	16

Πηγή Οικ. Ταχ. 22(1412) 28/5/81

\*Αμερική, οι ΗΠΑ κ.ά.

Ο πίνακας 1.1.2 περιλαμβάνει τα αποθέματα και την παραγωγή άνθρακα κατά το 1977 και την άθροιστική παραγωγή που προβλέπεται για το διάστημα 1977-2000.

Το μεγαλύτερο ποσοστό των παγκόσμιων αποθεμάτων σε άνθρακα έχουν οι ΗΠΑ με 25,2% και ακολουθούν η ΕΣΣΔ με 16,6%, η Κίνα με 14,9% ή Πολωνία με 9% κ.ά. Υπολογίζεται ότι μέχρι το 2000 θα έχει εξαχθεί το 16% των συνολικών αποθεμάτων άνθρακα.

## 1.2. Παγκόσμια κατανάλωση ενέργειας.

Ο πίνακας 1.2.1 περιλαμβάνει την συνολική κατανάλωση ενέργειας κατά το 1975 που ανέρχεται σε 5.790 εκατομμύρια ΤΙΠ (Τόννους Ίσοδυνάμου Πετρελαίου) και τα ποσοστά συμμετοχής στην κατανάλωση. Έπειδή το πετρέλαιο με ποσοστό 42,9% και ο άνθρακας με 29,7% συμμετέχουν στην παγκόσμια ενεργειακή κατανάλωση είναι επόμενο να κατέχουν σημαντικό ρόλο στην παγ-

κόσμια οικονομία.<sup>(1)(2)(3)</sup>

Ο πίνακας 1.2.2., παράρτημα Α, μάς δίνει μιὰ εικόνα τῶν ἐνεργειακῶν ἀναγκῶν γιὰ τὸ ἔτος 2000 καὶ περιλαμβάνει 3 σενάρια: Τὸ σενάριο I: "Ἐντονης Ἀνάπτυξης τῆς Ἐκθεσης Interfuturs (τοῦ ΟΟΣΑ), τὸ σενάριο II, "Ἐντονης Ἀνάπτυξης τοῦ Institut International pour l'Analyse Fonctionnelle Appliquee (IIAFA), καὶ τὸ σενάριο III: Ἀσθενοῦς Ἀνάπτυξης τοῦ IIAFA.

Ἐκτιμᾶται ὅτι ἡ ζήτηση ἀπὸ τίς χῶρες τοῦ ΟΟΣΑ γιὰ τὸ 2000 θὰ διπλασιασθεῖ σὲ σχέση μὲ τὸ ἐπίπεδο τοῦ 1976. Τὸ 15-20% τῆς ζήτησης θὰ καλύπτεται μὲ πυρηνικὴ ἐνέργεια, τὸ 7-10% μὲ ὑδροηλεκτρικὴ, ἠλιακὴ, γεωθερμικὴ, ἐνῶ τὸ 70-78% θὰ ἱκανοποιεῖται ἀναγκαστικὰ ἀπὸ πετρέλαιο καὶ ἀνθρακὰ.

ΠΙΝΑΚΑΣ 1.2.1  
ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ  
ΕΤΟΣ 1975  
ΣΥΝΟΛΟ 5.790 ΕΚΑΤ. ΤΙΠ.

ΠΕΡΙΟΧΗ	%
ΔΥΤΙΚΗ ΕΥΡΩΠΗ	19,5
ΒΟΡΕΙΑ ΑΜΕΡΙΚΗ	32,6
ΥΠΟΛ. "ΔΥΤ. ΚΟΣΜΟΣ"	17,8
"ΔΥΤ. ΚΟΣΜΟΣ" - ΣΥΝ.	69,6
ΚΟΜ. ΧΩΡΕΣ	30,1
ΚΟΣΜΟΣ	100,0

ΣΥΜΜΕΤΟΧΗ ΣΤΗΝ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ

ΜΟΡΦΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ	%
ΠΕΤΡΕΛΑΙΟ	42,9
ΦΥΣ. ΑΕΡΙΑ	19,2
ΑΝΘΡΑΚΕΣ	29,2
ΑΛΛΕΣ ΜΟΡΦΕΣ	8,2

Πηγή: Petroleum Economics (Καὶ Τ. Χρον. 5-6/78)

(1) Workshop on Alternative Energy Strategies, "Energy Global Prospects 1985-2000", Mc Graw-Hill Book Company, 1977.

(2) Τεχνικὰ Χρονικὰ, "Τὸ ἐνεογειακὸ πρόβλημα τῆς ἑλληνικῆς οἰκονομίας σήμερα", ΤΕΕ, 3-4/1978.

(3) Α. Σταυροπούλου, "Τὸ Ἐνεργειακὸ Πρόβλημα: Τὸ παρὸν καὶ τὸ μέλλον", ἑκδόσεις Καραμπερόπουλος, 1980.



Σέ ένα άρθρο του μέ τίτλο "Energy outlook: the Year 2000" στό περιοδικό "The Journal of Energy and Development" τό 1979 ό ύπουργός πετρελαίων τής Σαουδικής Άραβίας Ahmed Zaki Yamani δίνει μιά εικόνα γιά τήν παγκόσμια προσφορά-ζήτηση πετρελαίου γιά τό 1980-2000. (Πλνακες 1.2.3., 1.2.4, παράρτημα Α).

Σάν συμπέρασμα προκύπτει ότι από τό 1987 ή παγκόσμια προσφορά πετρελαίου θά άρχισει νά μή καλύπτει τήν παγκόσμια ζήτηση καί έτσι θά έμφανισθεϊ έλλειμμα πού διαρκώς θά αύξάνει.

### 1.3. Η περίπτωση τής Ελλάδας.

#### 1.3.1. Γενική Εικόνα

Οί δραματικές αύξήσεις των ένεργειακών τιμών πού σημειώθηκαν όταν ό ΟΡΕC (Organization of Petroleum Exporting Countries) τετραπλασίασε τήν τιμή πετρελαίου τό 1973-74, είχαν σημαντικές επιπτώσεις στις οικονομίες των βιομηχανικών χωρών. Οί χώρες αυτές αναγκάστηκαν από τότε νά άναθεωρήσουν τήν ένεργειακή τους πολιτική πού στό παρελθόν βασίστηκε στις χαμηλές τιμές των καυσίμων.<sup>(1)-(5)</sup>

Η ένέργεια πού καταναλίσκεται στην χώρα μας προέρχεται από πρωτογενείς μορφές ένέργειας:

- α) Στερεά καύσιμα
- β) Υγρά καύσιμα
- γ) Υδατοπτώσεις.

Άπό τό σύνολο τής πρωτογενούς ένέργειας ένα ποσοστό μετατρέπεται σέ ηλεκτρική ένέργεια.

Οί τελικές μορφές ένέργειας πού καταναλίσκονται είναι:

- α) Τά Στερεά καύσιμα (λιγνίτες, προϊόντα λιγνίτη, γαιάνθρακες, κώκ, κ.λ.π.) σέ ποσοστό 4,6%.

- (1) Τεχνικά Χρονικά, "Τό ένεργειακό Πρόβλημα τής έλληνικής οίκονομίας σήμερα", ΤΕΕ, 3-4, 5-6/1978.
- (2) Ε. Σαμουηλίδη, "Μαθηματικά Πρότυπα Ένεργειακών-Ζητήσεων καί έφαρμογές", Άθήνα, 1979.
- (3) Α. Σταυρόπουλου, "Τό Ένεργειακό Πρόβλημα: Τό παρόν καί τό μέλλον", έκδόσεις Καραμπερόπουλος, 1980.
- (4) Ε. Άργαλιά "Τό Ένεργειακό Ίσοζύγιο τής Ελλάδος" Έθνικό Συμβούλιο Ένεργείας, 1976-1980.
- (5) Δημοσία Έπιχείρηση Ήλεκτρισμού, Ίσολογισμού καί Έκθεση πεπραγμένων, 1971-1980.

β) Τά Ύγρὰ Καύσιμα (βενζίνη, ντῆζελ, μαζούτ, καύσιμα ἀεροπορίας, ὑγραέρια, φωτιστικό πετρέλαιο, κ.ἄ) σέ ποσοστό 61,1%.

γ) Ἡ Ἡλεκτρική Ἐνέργεια σέ ποσοστό 34,3%.

Σέ μικρή κλίμακα χρησιμοποιεῖται τό φωταέριο καί σέ πολύ μικρές ποσότητες χρησιμοποιοῦνται ἡ ἥλιακή καί ἡ γεωθερμική ἐνέργεια.

Οἱ τελικές μορφές ἐνέργειας καταναλίσκονται στήν βιομηχανία, στίς μεταφορές καί γιά οἰκιακή, γεωργική, ἐμπορική κ.ἄ. χρήσεις.

Τό σχεδιάγραμμα 1.3.1. δείχνει τίς ἐνεργειακές ροές γιά τό ἔτος 1976, μέ τά ἀντίστοιχα ποσοστά.

### 1.3.2. Εἰσαγωγές-Ἐξαγωγές καυσίμων

Ὁ πίνακας 1.3.1 παράρτημα Α δείχνει τίς εἰσαγωγές-ἐξαγωγές καυσίμων καί λιπαντικῶν τῆς Ἑλλάδος γιά τό ἔτη 1961-1978 καθώς καί τά ἀντίστοιχα ἰσοζύγια. Παρατηροῦμε ὅτι ἡ διαμόρφωση τοῦ ἰσοζυγίου ἐξωτερικῶν πληρωμῶν καί ἀπό τήν εἰσαγωγή ἐνέργειας ἀποτελεῖ ἕνα σημαντικό πρόβλημα τῆς Ἑλληνικῆς Οἰκονομίας. Γιατί μετά τήν ἔνταση τοῦ ἐνεργειακοῦ προβλήματος, ἡ ἄξια τῆς καθαρῆς εἰσαγωγῆς ἐνέργειας ἀντιπροσωπεύει περίπου τό  $\frac{1}{5}$  τοῦ συνόλου τῶν εἰσαγωγῶν.

Στόν πίνακα 1.3.2. παράρτημα Α ἀναγράφονται οἱ εἰσαγωγές-ἐξαγωγές γιά τό ἔτος 1979 κατά χώρα καί γιά τά εἶδη 1) Ἀργό πετρέλαιο, 2) προϊόντα πετρελαίου, 3) Νάφθα, 4) βενζίνη, 5) Ντῆζελ, 6) Μαζούτ. Οἱ χώρες πού προμηθεύουν τίς μεγαλύτερες ποσότητες ὑγρῶν καυσίμων εἶναι ἡ Σαουδική Ἀραβία, τό Ἰράκ, τό Ἰράν, ἡ Λιβύη, ἡ ΕΣΣΔ κ.ἄ.

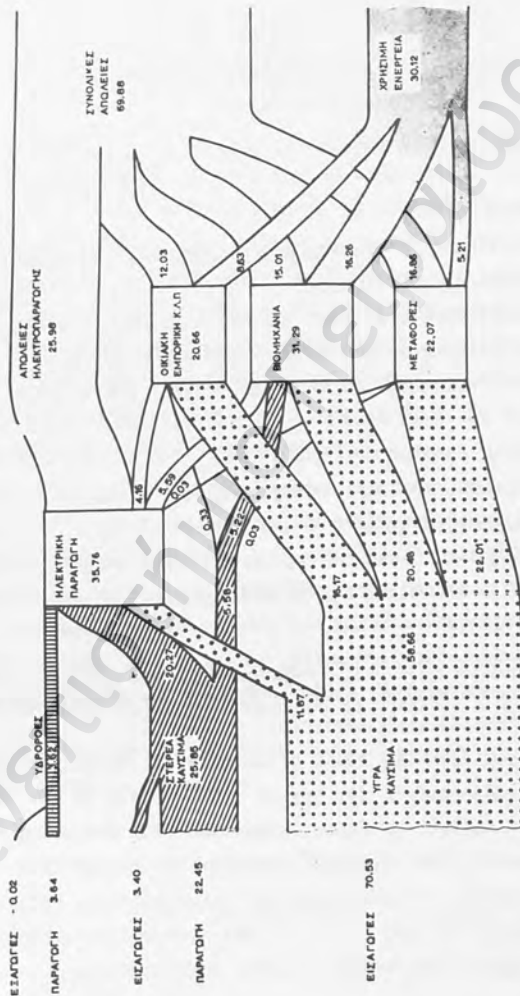
### 1.3.3. Παραγωγή προϊόντων Βιομηχανίας Πετρελαίου- Ἀνθρακα.

Ὁ πίνακας 1.3.3 παράρτημα Α περιλαμβάνει τίς ποσότητες (σέ τόννους) πού παράγονται ἀπό τίς Ἑλληνικές βιομηχανίες πετρελαίου-ἀνθρακα.

Τά σημαντικώτερα προϊόντα πού παράγονται εἶναι τό μαζούτ, τό ντῆζελ, τά καύσιμα ἀεροπορίας, οἱ βενζίνες, τά ὑγραέρια κ.ἄ. Στήν βιομηχανία πετρελαίου ὑπάγονται 4 διύλιστήρια πού ἔχουν δυναμικότητα διύλισης ὡς ὁ πίνακας 1.3.4. δείχνει.

### ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 1.3.1

#### ΡΟΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ 1976



ΠΗΓΗ : 'Εθνικό Συμβούλιο 'Ενέργειας, 'Εκθεση για την 'ενεργειακή πολιτική της 'Ελλάδας, 1977

## ΠΙΝΑΚΑΣ 1,3.4

## ΔΥΝΑΜΙΚΟΤΗΤΑ ΔΙΥΛΙΣΗΣ ΕΛΛΗΝ, ΔΙΥΛΙΣΤΗΡΙΩΝ

Διύλιστήριο	Έκατ. τόνοι τόν χρόνο
Κρατικό Διυλιστήριο (Άσπρόπυργος)	4,5
Διύλιστήριο Έσσο-Πάππας (Θεσ/νίκης)	3,5
" Πετρόλα-Λάτσης (Έλευσίνα)	5,5
" Μότορ Όϊλ-Βαρδινογιάννης (Κόρινθος)	7,0
Συνολική Δυναμικότητα	20,5

Πηγή: Τεχνικά Χρονικά 5-6/78

### 1.3.4. Στερεά Καύσιμα

Τά στερεά καύσιμα περιλαμβάνουν τούς λιγνίτες, τά προϊόντα λιγνίτη, τούς γαιάνθρακες, καί τό κώκ.

Ό λιγνίτης παράγεται κατά 98% στά λιγνιτορυχεία Πτολεμαΐδας, Μεγαλόπολεως, καί Άλιβερίου πού ανήκουν στήν ΔΕΗ καί κατά 2% σέ πολλά μικρά ίδιωτικά λιγνιτορυχεία. Τά προϊόντα λιγνίτη περιλαμβάνουν λιγνιτόπλινθους (μπρικέττες) καί ξηρό λιγνίτη. Οί λιγνιτόπλινθοι καί ό ξηρός λιγνίτης παράγονται στίς εγκαταστάσεις τής ΛΙΠΤΟΛ πού από τό 1975 ανήκει στή ΔΕΗ. Οί λιγνιτόπλινθοι καταναλίσκονται κυρίως γιά θέρμανση, ενώ τό μεγαλύτερο ποσοστό τοῦ ξηροῦ λιγνίτη στήν βιομηχανία (ΛΑΡΚΟ).

Οί γαιάνθρακες (λιθάνθρακες, άνθρακίτες) κατά τό μεγαλύτερο μέρος, εΐσάγονται από διάφορες χώρες καί χρησιμοποιούνται στήν βιομηχανία γιά τήν παραγωγή μεταλλουργικῦ κώκ καί γιά άπ'εϋθείας χρήση στίς ύψικαμίλους της. Άπό τούς υπόλοιπους εΐσαγωγείς, οί κυριώτεροι εΐναι ό ΟΣΕ καί ή ΔΕΦΑ. Ό ΟΣΕ χρησιμοποιεΐ τούς λιθάνθρακες γιά τήν κίνηση τών σιδηροδρόμων, ενώ ή ΔΕΦΑ γιά τήν παραγωγή φωταερίου.

Τά διάφορα εΐδη κώκ εΐναι μεταλλουργικό, φωταερίου, πετρελαίου. Ή παραγωγή μεταλλουργικῦ κώκ άρχισε στήν Έλλάδα τό 1971 από τήν "Χαλυβουργική ΑΕ" καί καλύπτει κυρίως τίς άνάγκες τής Έταιρείας, ενώ μικρές ποσότητες εΐσάγονται από τίς άλλες βιομηχανίες. Τό κώκ φωταερίου εΐναι παραπροΐόν μετατροπής τοῦ γαιάνθρακα σέ γαιανθρακαέριο στήν ΔΕΦΑ. Ένα μέρος του μετατρέπεται σέ ύδαταέριο γιά τήν παραγωγή φωταερίου καί τό υπόλοιπο διοχετεύεται στήν κατανάλωση (κυρίως κεραμοποιεΐα).

### 1.3.5. Ύγρ ά Καύσιμα

Τά Ύγρ ά Καύσιμα εΐναι τά προϊόντα τής διύλισης τοῦ άργοῦ πετρελαίου



καί ταξινοµούνται στό 'Ενεργειακό 'Ισοζύγιο τοῦ 'Εθνικοῦ Συμβ. 'Ενεργείας στίς ἀκόλουθες κατηγορίες :

α) Βενζίνη , β) Καύσιµα ἀεροπορίας, γ) Ντῆζελ, δ) Μαζούτ, ε) 'Υγραέρια καί Φωτιστικό πετρέλαιο στ) Λοιπά προϊόντα. 'Ο πίνακας 1.3.5 περιέχει τήν τελική κατανάλωση τῶν ὑγρῶν καυσίµων κατά κατηγορία τῆς ἑλληνικῆς οἰκονοµίας.

Στήν 'Ελλάδα χρησιµοποιούνται 3 τύποι βενζίνης (Gasoline) σύµφωνα μέ τόν ἀριθµό ὀκτανίων i) ἡ premium ii) ἡ regular, iii) ἡ βενζίνη 'Ενόπλων Δυνάµεων.<sup>(1),(2),(3)</sup>

Τά καύσιµα 'Αεροπορίας (Jet fuel) εἶναι τά καύσιµα πού χρησιµοποιούνται ἀπό τίς διάφορες κατηγορίες ἀεροσκαφῶν καί ὑπάρχουν σέ τρεῖς τύπους στήν 'Ελληνική ἀγορά : i) 'Η AVGAS πού εἶναι τό καύσιµο τῶν ἑλικοφόρων ἀεροσκαφῶν μέ ζήτηση πού διαρκῶς μειώνεται, ii) 'Η JP-1 ἢ JET-A1 πού χρησιµοποιεῖται γιά τίς ἀνάγκες τῶν ἀεριωθουµένων μέ ζήτηση πού αὐξήθηκε σηµαντικά τά τελευταῖα χρόνια, iii) τό JP-4 ἢ JET-B πού χρησιµοποιεῖται ἀπό ἀεροσκάφη τῆς πολιτικῆς ἀεροπορίας μέ ζήτηση διαρκῶς µειουµένη. Τό Ντῆζελ (Diesel Oil) χρησιµοποιεῖται στίς χερσαῖες καί θαλάσσιες μεταφορές, καί ἀπό τοὺς οἰκιακοὺς καταναλωτές γιά θέρµανση. Χρησιµοποιεῖται ἀκόµη στήν γεωργία καί σέ περιορισµένη κλίµακα στήν βιοµηχανία.

Τό Μαζούτ (Heavy fuel-Oil) χρησιµοποιεῖται κυρίως ὡς βιοµηχανικό καύσιµο καί ὑπάρχουν δύο τύποι τό "1500" καί τό "3500". Σέ μεγάλες ποσότητες χρησιµοποιεῖται γιά τήν παραγωγή ἠλεκτρικῆς ἐνέργειας. Σέ µικρότερη κλίµακα χρησιµοποιεῖται στήν βιοµηχανία καί στίς μεταφορές ἀπό τά πλοῖα καί τοὺς σιδηροδρόµους.

Μεγάλη ζήτηση εἶχε τό μαζούτ γιά θέρµανση ἀλλά λόγω ρυπάνσεως τῆς ἀτµοσφαίρας ὑποκαταστάθηκε σέ μεγάλο βαθµό ἀπό τό ντῆζελ.

Τά ὑγραέρια (LPG) πού χρησιµοποιούνται στήν 'Ελληνική ἀγορά εἶναι τό προπάνιο καί µίγµα προπανίου-βουτανίου.

Τό µεγαλύτερο μέρος τῶν ὑγραερίων χρησιµοποιοῦνται ἀπό τοὺς οἰκιακοὺς καταναλωτές καί τό ὑπόλοιπο ἀπό τήν βιοµηχανία.

Τό φωτιστικό πετρέλαιο (kerosene) χρησιµοποιεῖται κυρίως γιά φωτισμό.

- 
- (1) ΚΕΠΕ, 'Ενέργεια-Καύσιµα, Σχέδιο προτύπου μακροχρονίου ἀναπτύξεως τῆς 'Ελλάδος (1973-1987) 'Αθήνα 1972.  
 (2) Ε. 'Αργαλιῶ "Τό 'Ενεργειακό 'Ισοζύγιο τῆς 'Ελλάδος" ΕΣΣ, 1976.  
 (3) Ε. Σαµουηλίδη "Μαθηµατικά Πρότυπα 'Ενεργειακῶν Ζητήσεων καὶ ἐφαρμογές", 'Αθήνα 1979.

Ἡ κατηγορία τῶν λοιπῶν προϊόντων πού δέν ὑπολογίζονται στήν τελική κατανάλωση, περιλαμβάνει νάφθα, λιπαντικά, ἄσφαλτο, Vacuum Gas Oil, ἡμικατεργασμένα προϊόντα, μικρές ποσότητες θείου καί ἀέρια διυλιστηρίων. Τά τελευταία χρησιμοποιοῦνται ἀπό τά διυλιστήρια μόνο γιά ἰδιοκατανάλωση.

ΠΙΝΑΚΑΣ 1.3.5.

ΥΓΡΑ ΚΑΥΣΙΜΑ

10<sup>3</sup> ΤΙΠ

ΕΤΟΣ	BENZINH	ΚΑΥΣ. ΑΕΡΟ-ΠΟΡΙΑΣ	ΝΗΖΕΛ	ΜΑΖΟΥΤ	ΥΓΡΑΕΡΙΑ & ΦΩΤ. ΠΕΤΡ.	ΣΥΝΟΛΟ
1970	649	572	1656	1429	193	4499
1971	723	618	1882	1766	207	5196
1972	815	729	2098	1933	209	3784
1973	951	806	2403	2149	235	6544
1974	847	624	2093	2140	197	5901
1975	927	636	2200	2227	200	6190
1976	1056	672	2424	2526	207	6885
1977	1212	941	2540	2511	202	7406
1978	1364	1077	2985	2554	209	8189
1979	1379	1100	3018	2813	212	8522
1980	1381	1036	2958	2845	226	8446

Πηγή : Ε. Ἀργαλιᾶ. "Τό Ἐνεργειακό Ἴσοζύγιο τῆς Ἑλλάδας" ΕΣΕ.

### 1.3.6. Ἡλεκτρική Ἐνέργεια

Ἡ ἠλεκτρική ἐνέργεια παράγεται στήν Ἑλλάδα ἀπό ἐγχώριες πρωτογενεῖς μορφές ὅπως λιγνίτη καί ὑδροηλεκτρική ἐνέργεια καί ἀπό εἰσαγόμενες ὅπως τό πετρέλαιο καί εἰδικώτερα τό μαζούτ καί τό νηζελ.

Στό διασυνδεδεμένο σύστημα βρίσκονται σήμερα σέ λειτουργία, μονάδες συνολικῆς ἐγκατεστημένης ἰσχύος 4500ΜW, ἀπό τίς ὁποῖες 1870ΜW λιγνιτικές, 1395ΜW ὑδροηλεκτρικές καί 1235ΜW πετρελαίου. Ἀκόμη σέ αὐτόνομους σταθμούς πού βρίσκονται στά νησιά, εἶναι ἐγκατεστημένες μονάδες πετρελαίου συνολικῆς ἰσχύος 300ΜW περίπου<sup>(1)</sup>.

(1) ΔΕΗ, Ἴσολογισμός καί ἔκθεση πεπραγμένων, 1971-1980.

Ἡ κατανάλωση ηλεκτρικῆς ἐνέργειας, πού κατά κεφαλή ἀνῆλθε τό 1978 σέ 1733 ΚWh ἀπορροφᾶται ἀπό τήν βιομηχανία κατά 58% ἀπό τίς μεταφορές κατά 0,4% καί ἀπό τίς λοιπές χρήσεις (οἰκιακή, ἐμπορική, γεωργική κ.τ.λ.) κατά 41,6%.

Ὁ πίνακας 1.3.6 περιλαμβάνει γιά τά ἔτη 70-76<sup>(1)</sup> τήν συμμετοχή πρωτογενῶν μορφῶν ἐνέργειας στήν παραγωγή ἠλεκτρισμοῦ. Παρατηροῦμε ὅτι ὁ λιγνίτης κατέχει τήν πρώτη θέση μέ ποσοστό 57,9%, ἀκολουθοῦν τά ὑγρά καύσιμα μέ 31,7% καί ἡ ὑδροηλεκτρική μέ ποσοστό 10,4%<sup>(1)</sup>.

Στόν πίνακα 1.3.7. παράρτημα Α, φαίνονται οἱ καταναλώσεις ἠλεκτρικῆς ἐνεργείας (σέ ἑκατ. ΚWh), οἱ τιμές καί οἱ ἀξίες κατά τομεῖς γιά τό σύνολο τῆς οἰκονομίας τῆς χώρας, γιά τά ἔτη 1964-1979. Οἱ τομεῖς αὐτοί εἶναι οἱ ἀκόλουθοι: 1) Οἰκιακός τομέας, 2) Ἐμπορικός, 3) Βιομηχανικός χαμηλῆς τάσεως, 4) Βιομηχανικός ὑψηλῆς τάσεως 5) Γεωργικός, 6) Τομέας ἄλλων χρήσεων. Στόν ἴδιο πίνακα ἀναγράφονται οἱ συνολικές ποσότητες ἠλεκτρικοῦ ρεύματος, οἱ μέσες σταθμισμένες τιμές σέ Δρχ./ΚWh καί οἱ ἀξίες σέ ἑκατομμύρια δραχμές.

ΠΙΝΑΚΑΣ 1.3.6

ΣΥΜΜΕΤΟΧΗ ΠΡΩΤΟΓΕΝΩΝ ΜΟΡΦΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΗΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΥ (%)

Μορφή Ἐνέργειας	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979
Λιγνίτης	38,2	43,5	39,5	38,1	40,3	49,4	57,9	-	-	-
Ἵγρὰ καύσιμα	35,0	33,9	40,5	47,1	44,3	38,2	31,7	-	-	-
Ἵδροηλεκτρική Ἐνέργεια	26,8	22,6	20,0	14,8	15,4	12,4	10,4	-	-	-
ΣΥΝΟΛΟ	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0			

Πηγή: Ε. Ἀργαλιᾶ, Τό ἐνεργειακό Ἴσοζύγιο τῆς Ἑλλάδος, ΕΣΕ.

### 1.3.7 Ἵδροηλεκτρική Ἐνέργεια

Ἡ ὑδροηλεκτρική ἐνέργεια παρουσιάζει πλεονεκτήματα συγκριτικά μέ τίς ἄλλες πηγές ἠλεκτρικῆς ἐνέργειας. Ἡ παραγωγή της στηρίζεται σέ ἐγχώριους ἀνανεούμενους φυσικούς πόρους καί δέν προκαλεῖ μόλυνση τοῦ περιβάλλοντος.

(1) Ε. Ἀργαλιᾶ, "Τό Ἐνεργειακό Ἴσοζύγιο τῆς Ἑλλάδος", ΕΣΕ, 1976



Ἐπί πλέον ἡ κατασκευὴ τῶν σχετικῶν ἔργων συνδυάζεται καὶ μὲ τὴν ἐξυπηρέτηση ἄλλων σκοπῶν, ὅπως εἶναι ἡ ἀρδευση, ἡ ὕδρευση, ἡ ἀντιπλημμυρική προστασία κ.ἄ.<sup>(1)(2)</sup>

Ὁ πίνακας 1.3.8. περιλαμβάνει τοὺς ὕδροηλεκτρικοὺς (ΥΗΕ) Σταθμούς μὲ τὰ ἀντίστοιχα ἐνεργειακά χαρακτηριστικά :

ΠΙΝΑΚΑΣ 1.3.8.

Ὑδροηλ. Σταθμός	Ὀνομ. Ἴσχύς (KW)	Καθαρὴ παραγωγή
	31.12.1979	MWH - 1979
Ἄγρα	50.000	23.667
Ἐδεσσαίου	19.000	21.483
Καστρακίου	320.000	766.091
Κρεμαστῶν	437.000	1.043.573
Λάδωνα	70.000	324.157
Λούρου	10.300	51.042
Πολυφύτου	375.000	486.476
Ταυρωποῦ	130.000	241.808
Βεροίας	1.800	7.095
Πατρῶν	1.600	9.331
Σερρῶν	700	1.544

Πηγή : ΔΕΗ Ἴσολογισμὸς καὶ ἔκθεση πεπραγμένων, 1980.

#### 1.4. Πυρηνικὴ ἐνέργεια

Κατὰ τὸ τέλος τοῦ 1979 οἱ πυρηνικοὶ σταθμοὶ παραγωγῆς ἠλεκτρικῆς ἐνεργείας σ' ὅλο τὸν κόσμο ἦταν 275 ἐνῶ γιὰ τὸ 1987 ἔχει προγραμματιστεῖ ἡ λειτουργία 521 πυρηνικῶν σταθμῶν.<sup>(3)</sup>

Τὸ κόστος κατασκευῆς μιᾶς πυρηνικῆς μονάδας παραγωγῆς ἠλεκτρικῆς ἐνεργείας εἶναι ὑψηλότερο κατὰ 50% ἕως 100% ἀπὸ ἐκεῖνο τῆς μονάδας πού λειτουργεῖ μὲ ὀρυκτὰ καύσιμα. Ἐνδεικτικὰ ἀναφέρεται ὅτι τὸ κόστος μιᾶς πυρηνικῆς μονάδας 1000 MW ὑπολογίστηκε τὸ 1977 σὲ 1 δισ.δολλάρια.<sup>(4)</sup>

(1) ΔΕΗ, Ἴσολογισμὸς καὶ ἔκθεση πεπραγμένων, 1980.

(2) Τεχνικὰ Χρονικά, "Τὸ ἐνεργειακὸ πρόβλημα τῆς Ἑλληνικῆς Οἰκονομίας σήμερὰ", ΤΕΕ 5-6/78.

(3) Workshop on Alternative Energy Strategies, "Energy: Global Prospects 1985-2000", MC Graw-Hill Book Company, 1977.

(4) Α. Σταυρόπουλου, "Τὸ Ἐνεργειακὸ πρόβλημα : Τὸ παρὸν καὶ τὸ μέλλον" ἐκδόσεις Καραμπερόπουλος, 1980.



Για τήν παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από πυρηνικούς σταθμούς υπάρχουν πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα.

#### α) Πλεονεκτήματα.

Η πυρηνική ενέργεια μειώνει τήν πετρελαϊκή εξάρτηση τῆς χώρας, γιατί ἀπό 1000 MW τῶν πυρηνικῶν σταθμῶν ἐξοικονομούνται 40.000 βαρέλια πετρελαίου ἢ 10.000 τόννοι ἀνθρακα τήν ἡμέρα.

Τό κόστος παραγωγῆς ηλεκτρικῆς ἐνέργειας ἀπό πυρηνικούς σταθμούς εἶναι χαμηλότερο ἀπό τό κόστος τοῦ πετρελαίου ἢ τοῦ ἀνθρακα. Τό ἴδιο ἰσχύει καί γιά τά ἐξοδα ἐργασίας καί συντηρήσεως. Τό κόστος ὁμως τῶν παγίων ἐξόδων εἶναι μεγαλύτερο, ἐνῶ ἀπό πλευρᾶς ρυπάνσεως τῆς ἀτμοσφαιρας, ἡ ρύπανση εἶναι ἐλάχιστη ἐναντι τοῦ πετρελαίου καί τοῦ ἀνθρακα.

Οἱ ὑπέρμαχοι τῶν πυρηνικῶν ἀντιδραστήρων ὑποστηρίζουν ὅτι τά ἐπικίνδυνα ραδιενεργά κατάλοιπα ἔχουν μικρό ὄγκο καί μποροῦν νά ἐξουδετερωθοῦν. Ἔτσι γιά τό θέμα ἀσφάλειας ὑποστηρίζουν ὅτι μέ τά δαπανηρά μέτρα πού ἐλήφθησαν καί 20 χρόνια μετά τήν λειτουργία τῶν πυρηνικῶν σταθμῶν δέν υπάρχουν θύματα τῆς ραδιενέργειας. Γιά τό θέμα ἀκτινοβολίας ὑποστηρίζουν ὅτι ὁ ἀνθρώπος δέχεται κατὰ μέσο ὄρο τόν χρόνο 130 mRem, ἐνῶ γιά τούς γύρω ἀπό τόν ἀντιδραστήρα ἡ τιμή αὐτή αὐξάνεται μόνο κατὰ 1 mRem, πού εἶναι ποσό ἀμελητέο.

Γιά τούς κινδύνους ἀπό ἀτύχηματα ὑποστηρίζουν ὅτι υπάρχουν, ἀλλά ἔχουν πιθανότητα μικρότερη ἀπό ὁποιοδήποτε ἄλλο ἀτύχημα.<sup>(1)</sup>

Τά πλεονεκτήματα τῶν πυρηνικῶν σταθμῶν ἀρχίζουν νά γίνωνται αἰσθητά, ὅταν πρόκειται γιά μονάδες παραγωγῆς ἄνω τῶν 600 MW. Οἱ ἀναπτυσσόμενες ὁμως χώρες, ὅπως ἡ Ἑλλάδα, δυσκολεύονται νά ἐντάξουν στά συστήματά τους μονάδες αὐτοῦ τοῦ μεγέθους.

#### β) Μειονεκτήματα.

Η πυρηνική τεχνολογία, ἐπειδή εἰσάγεται καθ' ὅλοκληρία εἶναι ἀφ' ἐνός μὲν ἀπαγορευτικά ἀκριβή καί ἀφ' ἑτέρου ἐξαρτᾶ πλήρως μία χώρα πού δέν εἶναι ἀρκετά ἀναπτυγμένη.

(1) Τεχνικά Χρονικά "Τό Ἐνεργειακό πρόβλημα τῆς Ἑλληνικῆς Οἰκονομίας σήμερα", ΤΕΕ 5-6/78.

Τό πρόβλημα διαθέσεως τῶν ραδιενεργῶν ἀποβλήτων τῶν πυρηνικῶν σταθμῶν, δέν ἔχει λυθεῖ ἱκανοποιητικά σέ παγκόσμια κλίμακα. Ὑπάρχουν ἀκόμη οἱ κίνδυνοι κλοπῆς τῶν καυσίμων ὅπως καί οἱ κίνδυνοι ἀπό ἀτυχήματα.

### 1.5. Ἡ Ἡλιακή Ἐνέργεια

Ἀπό τόν ἥλιο φθάνει στή γῆ τό τεράστιο ποσό τῶν 4000Q (ὅπου 1 Q = ἐνεργειακό ἰσοδύναμο 25.000 ἑκατομμυρίων τόννων πετρελαίου).

Σ' ὅλο τόν κόσμο γίνονται ἐντατικές ἐρευνες γιά τήν ἐκμετάλλευση τῆς ἡλιακῆς ἐνέργειας. Συγκεκριμένα ἐξετάζεται :

α) ἡ παραγωγή ζεστοῦ νεροῦ καί γενικότερα θερμότητας χαμηλῆς θερμοκρασίας ἀπό τόν ἥλιο καί

β) ἡ μετατροπή τῆς ἡλιακῆς ἐνέργειας σέ ηλεκτρική (φωτοβολταϊκή μέθοδος ἢ παραγωγή ἀτμοῦ μέ ἡλιακή ἐνέργεια καί στή συνέχεια παραγωγή ηλεκτρισμοῦ).

Ἡ χώρα μας προσφέρεται, λόγω τῶν κλιματολογικῶν συνθηκῶν, γιά τήν ἀξιοποίηση τῆς ἡλιακῆς ἐνέργειας, ἡ ὁποία ἐπί πλέον ἔχει τό χαρακτηριστικό γνώρισμα τῆς μή ρυπάνσεως τοῦ περιβάλλοντος.

Ὑπολογίζεται ὅτι οἱ ἡλιακοί συλλέκτες μέ τήν γενίκευση τους μποροῦν νά δώσουν 2% περίπου τῆς συνολικῆς ἐτήσιας κατανάλωσης ηλεκτρικῆς ἐνέργειας.<sup>(1)</sup>

Στόν τομέα τῶν ἐρευνητῶν καί μεμονωμένων ἐφαρμογῶν εὐρίσκεται καί ἡ κατασκευή ἡλιακῶν σπιτιῶν. (Δηλ. σπιτιῶν πού ζεσταίνονται, ψύχονται καί τροφοδοτοῦνται μέ ηλεκτρική ἐνέργεια, παγιδεύοντας τόν ἥλιο στούς μελανοῦς φωτοβολταϊκοῦς συλλέκτες πού εὐρίσκονται στίς στέγες τους). Τό κόστος ὅμως τῆς τεχνολογίας αὐτῆς εἶναι ἀκόμη ἀρκετά ὕψηλό.

### 1.6. Γεωθερμική Ἐνέργεια

Ἡ Γεωθερμική εἶναι ἡ ἐνέργεια πού παράγεται ἀπό τήν θερμότητα τοῦ ἐσωτερικοῦ τῆς γῆς. Κάθε 100m ἡ θερμοκρασία τοῦ φλοιοῦ αὐξάνεται κατά 3°C, πού μπορεῖ τοπικά νά φθάσει 10-15 φορές περισσότερο. Ἡ διαχεομένη ἀπό τό μάγμα ἐνέργεια εἶναι τῆς τάξεως 60 ΚWh/KM<sup>2</sup>.<sup>(1)</sup>

Πρακτικό ἐνδιαφέρον παρουσιάζουν οἱ περιοχές μέ μεγάλη συγκέντρωση θε-

(1) Τεχνικά Χρονικά "Τό ἐνεργειακό πρόβλημα τῆς Ἑλληνικῆς οἰκονομίας σήμερα", ΤΕΕ 5-6/78.

μότητας. Οι περιοχές αυτές χωρίζονται σε ύψηλης ενέργειας υγρές ή ξερές και σε χαμηλής ενέργειας. Οι υγρές ύψηλης ενέργειας χρησιμοποιούνται για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας όπως του Laudareillo της Ιταλίας του Weira Keyn της Ν. Ζηλανδίας, του Geysier της Καλιφόρνιας. Οι χαμηλής ενέργειας γεωθερμικές περιοχές είναι βασικά υπόγειες λεκάνες με ζεστό νερό θερμοκρασίας 75°C. Η χρησιμοποίηση του για κεντρικές θερμάνσεις κατοικιών μελετάται σε πολλά κράτη.

Στήν χώρα μας δέν έχουν έρευνηθεϊ άρκετά οι δυνατότητες της γεωθερμικής ενέργειας. Μέ τό θέμα αυτό άσχολεϊται τό γραφείο Γεωθερμικής ενέργειας της ΔΕΗ. Υπάρχουν σχέδια για τήν έγκατάσταση στή Μήλο σε πρώτη φάση της πρώτης μονάδας παραγωγής ηλεκτρισμού από γεωθερμική ενέργεια ισχύος 5MW . Σε δεύτερη φάση θά έγκατασταθεϊ άλλη μονάδα ισχύος επίσης 5MW και σε τρίτη φάση, μονάδα, 50MW.

Στήν Μήλο έχουν γίνει οι γεωτρήσεις "περιχαράκωσης" της πηγής και τώρα έτοιμάζονται οι "παραγωγικές" γεωτρήσεις πού άνατέθηκαν σε Ούγγρικό οίκο.

Καταρτίζονται επίσης μελέτες για τήν έκμετάλλευση και άλλων γεωθερμικών πηγών πού βρέθηκαν στό Λουτράκι, στή Σπερχειάδα, τή Λέσβο και τίς Σέρρες.

## 2. ΤΑ ΘΕΩΡΗΤΙΚΑ ΟΙΚΟΝΟΜΕΤΡΙΚΑ ΥΠΟΔΕΙΓΜΑΤΑ

### 2.1. Η θεωρία της ζήτησης του καταναλωτή

#### 2.1.1. Είσαγωγή

Τό κύριο μέρος της διατριβής αναφέρεται στην μελέτη της ζήτησης των διαφόρων μορφών ενέργειας. Κατά την θεωρία του καταναλωτή<sup>(1),(2)</sup>, υπάρχει ένας ορισμένος αριθμός διαθέσιμων αγαθών (commodities), έστω  $n$ , των οποίων οι ποσότητες για κάθε ένα από αυτά δίνονται από τό "διάνυσμα αγαθών" (commodity bundle):

$$(1) \mathbf{q} = [q_1, q_2, \dots, q_n]$$

θεωρούμε ότι κάθε αγαθό είναι τέλεια διαιρετό, ούτως ώστε κάθε ποσότητα του, μπορεί νά αγορασθεί. Τά διανύσματα αγαθών - της μορφής (1) - είναι διανύσματα στον "χώρο αγαθών" (commodity space)  $C$  όπου

$$(2) C = \{ \mathbf{q} = [q_1, q_2, \dots, q_n] \mid q_j \geq 0, j = 1, 2, \dots, n \}$$

Τό  $q$  είναι σημείο του Εύκλειδείου χώρου  $R^n$ <sup>(3)(5)</sup>. Η τιμή  $p_j$  ενός αγαθοῦ ( $j = 1, 2, \dots, n$ ) είναι ένας πραγματικός αριθμός πού εκφράζει τό χρηματικό ποσό πού πληρώνεται για τήν αγορά μιᾶς μονάδας του αγαθοῦ. Ένα σύστημα τιμών ή διάνυσμα τιμών:

$$(3) \mathbf{p} = [p_1, p_2, \dots, p_n]$$

μπορεί νά αντιπροσωπευθεῖ μέ ένα σημείο του Εύκλειδείου χώρου  $R^n$ . Έτσι ή ἀξία (value) ενός διανύσματος αγαθών, όταν δοθεῖ τό διάνυσμα τιμών  $\mathbf{p}$ ,

- (1) Σ. Σαραντίδη, "Μαθήματα Οικονομικής Ἀναλύσεως", Πειραιᾶς, 1971.
- (2) Θ.Γ. Γκαμαλέτσου, "Θεωρητική Οικονομική" τόμος α', Ἐκδόσεις Καραμπερόπουλος, Πειραιᾶς 1979.
- (3) Michael D. Intriligator, "Mathematical Optimization and Economic theory", Prentice-Hall, 1971.
- (4) Α.Χ Παναγιωτόπουλου, "Στοιχεῖα μαθηματικῶν γιά τούς σπουδαστάς οἰκονομικῶν σχολῶν", Πειραιᾶς, 1976.
- (5) Kenneth J. Arrow, Michael D. Intriligator, "Handbook of Mathematical Economics", Volume II, North-Holland, 1982.



είναι:

$$(4) \sum p_i q_i = p'q = y$$

Ἡ ἐπιλογή ἑνός διανύσματος ἀγαθῶν ἀπὸ τὸν καταναλωτὴ ἐξαρτᾶται ἀπὸ τὶς προτιμήσεις του. Αὐτὲς ἀντιπροσωπεύονται ἀπὸ τὴν "σχέση προτίμησης" (preference relation) του, πού συμβολίζεται ὡς  $\succsim$  καὶ εἶναι μιά σχέση στὸ  $C$ . Ἔτσι γιὰ δύο διανύσματα ἀγαθῶν  $q^1, q^2$  ἢ  $q^1 \succsim q^2$  σημαίνει "τὸ  $q^1$  εἶναι τουλάχιστο τόσο καλὸ ὅσο καὶ τὸ  $q^2$ ". Ἡ ἔννοια τῆς ἀδιαφορίας πού συμβολίζεται ὡς  $\sim$  ὀρίζεται ὡς ἑξῆς: " $q^1 \sim q^2$  ἐάν καὶ μόνο ἐάν  $q^1 \succsim q^2$  καὶ  $q^2 \succsim q^1$ ". Ἡ σχέση  $\succ$  πού συμβολίζει τὴν "αὐστηρὴ σχέση προτίμησης" (strict preference relation) ὀρίζεται ὡς ἑξῆς: " $q^1 \succ q^2$  ἐάν καὶ μόνο ἐάν  $q^1 \succsim q^2$  καὶ ὄχι  $q^2 \succsim q^1$ ".

### 2.1.2. Ἀξιώματα προτιμήσεων.

Γιὰ τὴ θεωρία τοῦ καταναλωτῆ ἰσχύουν τὰ ἀκόλουθα ἀξιώματα γιὰ τὴν σχέση προτίμησης <sup>(1)-(4)</sup>

#### Ἀξίωμα 1. Ἀνακλαστικότητα (Reflexivity):

"Γιὰ κάθε  $q \in C$  ἰσχύει  $q \succsim q$ , δηλαδή κάθε διάνυσμα ἀγαθῶν εἶναι τόσο καλὸ, ὅσο καὶ τὸ ἴδιο".

#### Ἀξίωμα 2. Μεταβατικότητα (Transitivity) ἢ Συνέπεια (Consistency)

"Γιὰ κάθε  $q^1, q^2, q^3 \in C$  μὲ  $q^1 \succsim q^2$  καὶ  $q^2 \succsim q^3$  ἔπεται  $q^1 \succsim q^3$ ".

#### Ἀξίωμα 3. Πληρότητα (Completeness)

"Γιὰ κάθε  $q^1, q^2 \in C$  ἰσχύει  $q^1 \succsim q^2$  ἢ  $q^2 \succsim q^1$ ". Μὲ τὸ ἀξίωμα αὐτὸ δὲν ὑπάρχουν ἀγαθὰ γιὰ τὰ ὁποῖα δὲν ἰσχύουν προτιμήσεις.

Ἡ σχέση προτίμησης  $\succsim$  πού ἱκανοποιεῖ τὰ ἀξιώματα (1)-(3) εἶναι μιά "πλήρης προδιτάξη" (complete preordering) στὸ  $C$  καὶ θὰ καλεῖται "διάταξη προτιμήσεων" (Preference order).

#### Ἀξίωμα 4. Συνέχεια (Continuity)

Γιὰ κάθε διάνυσμα ἀγαθῶν  $q^1$  προσδιορίζονται τὰ σύνολα  $A(q^1)$  καὶ  $B$

- (1) H.A. John Green, "Consumer theory" Penguin economics, 1971.
- (2) E. Malinvaud, "Lectures on Microeconomic Theory" North-Holland/American Elsevier, 1972.
- (3) L. Philips, "Applied Consumption Analysis", North-Holland/ American Elsevier, 1974.
- (4) Angus Deaton and John Muellbauer, "Economics and Consumer behavior" Cambridge University Press, 1980

$(q')$  ως εξής:  $A(q') = \{q/q \succcurlyeq q'\}$  και  $B(q') = \{q/q' \succcurlyeq q\}$ . Αποδεικνύεται ότι "τά σύνολα  $A(q')$  και  $B(q')$  είναι κλειστά, δηλαδή περιέχουν τις όριακές τους τιμές για κάθε  $q'$ ".

Τά αξιώματα (1)-(4) είναι ικανά να "άντιπροσωπεύουν" την διάταξη προτίμησης από μία συνάρτηση χρησιμότητας  $u(q)$ . Αυτό σημαίνει ότι οι  $u(q') \geq u(q'')$  και  $q' \succcurlyeq q''$  είναι ισοδύναμες. Το τελευταίο αξίωμα επιτρέπει να μελετώνται οι προτιμήσεις με τις συμβατικές μαθηματικές έννοιες, όπως είναι η συνάρτηση χρησιμότητας  $u(q)$ , επειδή η καλύτερη επιλογή αντίστοιχεῖ στην πιό μεγάλη τιμή του  $u(q)$ .

#### Άξίωμα 5. Μή κορεσμός (Non-satiation)

Τό  $q^0 \in C$  ορίζεται σάν σημείο κορεσμού για τήν  $\succcurlyeq$ , εάν ή  $q^0 \succcurlyeq q$  ισχύει για όλα τά  $q \in C$ . Τό αξίωμα μή κορεσμού ορίζεται ως εξής:<sup>(1)</sup>

"Δέν υπάρχει σημείο κορεσμού  $q^0$  τέτοιο ώστε  $q^0 \succcurlyeq q$  για όλα τά  $q \in C$ ".

Μέ τά αξιώματα (1)-(5) τό πρόβλημα τής επιλογής του καταναλωτή μετατρέπεται σέ πρόβλημα μεγιστοποίησης τής χρησιμότητας μέ περιορισμό. Η συνάρτηση χρησιμότητας πού άντιπροσωπεύει μία διάταξη προτίμησης, δέν είναι μοναδική. Εάν  $u(q)$  είναι μία συνάρτηση χρησιμότητας και  $f(u(q))$  είναι μία αύξουσα συνάρτηση, τότε ισχύει  $f(u(q')) \geq f(u(q''))$  εάν και μόνο εάν  $u(q') \geq u(q'')$ .

#### Άξίωμα 6. Κυρτότητα (Convexity)

"Εάν  $q' \succcurlyeq q^0$ , τότε για  $0 \leq \lambda \leq 1$ ,  $\lambda q' + (1-\lambda)q^0 \succcurlyeq q^0$ ".

Η ιδιότητα αυτή συνεπάγεται ότι οι καμπύλες αδιαφορίας είναι κυρτές.

#### Άξίωμα 7. Παραγωγισιμότητα (Differentiability)

"Μία αύστηρά αύξουσα και "σχεδόν κοίλη" (quasi-concave) συνάρτηση χρησιμότητας  $u(q)$  έχει παραγώγους δεύτερης τάξης".

Οι πρώτης τάξης παράγωγοι  $\partial u / \partial q_i$ , άντιπροσωπεύουν τις όριακές χρησιμότητες του αγαθοῦ  $i$ .

Εάν ισχύει  $\partial^2 u / \partial q_i \partial q_j = \partial^2 u / \partial q_j \partial q_i$ , ή μήτρα των δευτέρων παραγώγων, είναι συμμετρική.

(1) Kenneth J. Arrow and F.H. Hann, "General Competitive Analysis", Holden-Day, Inc., San Francisco, 1971

### 2.1.3. Συναρτήσεις Ζήτησης

Οι ποσότητες που αγοράζονται από τον καταναλωτή υποτίθεται ότι είναι οι άριστες ποσότητες, δηλαδή αυτές που προσδιορίζονται από τη μέγιστοποίηση της συνάρτησης χρησιμότητας

$$(1) u = u(q)$$

όταν ισχύει ο "εισοδηματικός περιορισμός" (budget constrain)

$$(2) p'q = y$$

Σχηματίζουμε την συνάρτηση Lagrange:

$$(3) L(q, \lambda, p) = u(q) - \lambda(p'q - y)$$

όπου  $\lambda$  είναι ο πολ/στής Lagrange. Οι πρώτης τάξης συνθήκες της μέγιστοποίησης είναι:

$$(4) \partial L / \partial q = u_q - \lambda p = 0$$

$$(5) \partial L / \partial \lambda = y - p'q = 0$$

όπου

$$(6) u_q = \partial u / \partial q = [u_1, \dots, u_n]'$$

θεωρούμε ότι  $u_i > 0$ ,  $i = 1, 2, \dots$ . Τότε με  $u_q$  και  $p$  αυστηρά θετικά, οι πρώτης τάξης συνθήκες συνεπάγονται μία θετική τιμή του  $\lambda$ .

Η λύση των (4), (5) είναι:

$$(7) q^0 = q(y, p)$$

$$(8) \lambda^0 = \lambda(y, p)$$

οι (7) ορίζονται ως "συναρτήσεις ζήτησης" (demand functions). Οι συναρτήσεις χρησιμότητας που είναι της μορφής (1) ορίζονται ως "άμεσες" (direct). Εάν στην άμεση συνάρτηση χρησιμότητας (1) αντικατασταθούν τα  $q$  με τα άριστα  $q^0$  της (7) τότε θα προκύψει η συνάρτηση χρησιμότητας:

$$(9) u^* = u^*(y, p)$$

που ορίζεται ως η "έμμεση" (indirect) συνάρτηση χρησιμότητας.

Το όλικό διαφορικό των διανυσμάτων των όριακων χρησιμότητων μπορεί να γραφεί ως  $du_q = Udq$  όπου  $U$  είναι η  $n \times n$  Έσσιανή μήτρα:

$$(10) U = [\partial^2 u / \partial q_i \partial q_j] = [u_{ij}]$$

Το όλικό διαφορικό των πρώτης τάξης συνθηκών δίνει τις:

$$Udq = p d\lambda + \lambda dp$$

$$dy = p' dq + q' dp$$

ή

$$(11) \begin{bmatrix} U & P \\ P' & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} dq \\ -d\lambda \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & \lambda I \\ 1 & -q' \end{bmatrix} \begin{bmatrix} dy \\ dp \end{bmatrix}$$

Ἡ (11) ὀρίζεται ὡς ἡ θεμελιώδης ἐξίσωση μητρῶν τῆς θεωρίας ζήτησης τοῦ καταναλωτῆ.

Τὸ ὄλικό διαφορικό τῶν (7), (8), ἐάν παραλειφθεῖ ὁ συμβολισμός ο μᾶς δίνει τίς:

$$dq = q_y dy + Q_p dp$$

$$d\lambda = \lambda_y dy + \lambda'_p dp$$

ή

$$(12) \begin{bmatrix} dq \\ -d\lambda \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} q_y & Q_p \\ -\lambda_y & -\lambda'_p \end{bmatrix} \begin{bmatrix} dy \\ dp \end{bmatrix}$$

ὅπου

$$(13) q_y = \left[ \frac{\partial q_i}{\partial y} \right], \lambda_y = \frac{\partial \lambda}{\partial y}, \lambda'_p = \left[ \frac{\partial \lambda}{\partial p_j} \right], Q_p = \left[ \frac{\partial q_i}{\partial p_j} \right]$$

Ἡ (11) βάσει τῆς (12) γράφεται:

$$(14) \begin{bmatrix} U & P \\ P' & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} q_y & Q_p \\ -\lambda_y & -\lambda'_p \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & \lambda I \\ 1 & -q' \end{bmatrix}$$

Γιὰ νά λυθεῖ ἡ (14) εἶναι ἀναγκαῖο νά εὑρεθεῖ ἡ ἀντίστροφη μήτρα:

$$(15) \begin{bmatrix} U & P \\ P' & 0 \end{bmatrix}^{-1} = (P' U P)^{-1} \begin{bmatrix} (P' U^{-1} P) U^{-1} & -U^{-1} P P' U^{-1} & U^{-1} P \\ & P' U^{-1} & -1 \end{bmatrix} = R$$

ὁπότε

$$(16) \begin{bmatrix} q_y & Q_p \\ -\lambda_y & -\lambda'_p \end{bmatrix} = R \begin{bmatrix} 0 & \lambda I \\ 1 & -q' \end{bmatrix}$$

καί τελικά

$$(17) \lambda_y = (p' U^{-1} p)^{-1}$$

$$(18) \lambda'_p = -(\lambda q_y + \lambda_y q)$$

$$(19) q_y = \lambda_y U^{-1} p$$

$$(20) Q_p = \lambda U^{-1} - \lambda \lambda_y^{-1} q_y q'_y - q_y q'_y$$



Ἡ (20) εἶναι ἡ ἐξίσωση Slutsky καὶ μπορεῖ νά γραφεῖ ὡς

$$(21) \quad Q_p = K - q_y q'_y$$

ὅπου

$$(21') \quad K = \lambda U^{-1} - \lambda \lambda'_y q_y q'_y$$

Ἡ  $K$  εἶναι ἡ μήτρα τῶν "ἀποτελεσμάτων ὑποκατάστασης" (matrix of substitution effects) καὶ ἡ  $-q_y q'_y$  ἡ μήτρα τῶν "ἀποτελεσμάτων εἰσοδήματος" (matrix of income effects). Ἐάν πολλαπλασιάσουμε τὴν (19) μὲ  $p'$  εὐρίσκειται ἡ

$$(22) \quad p' q_y = 1$$

πού εἶναι γνωστὴ ὡς συνθήκη "ἀθροιστικότητας τοῦ Engel" (Engel aggregation ἢ adding-up). Ἡ (22) γράφεται καὶ ὡς:

$$(23) \quad \sum_{i=1}^n p_i (\partial q_i / \partial y) = 1$$

πού σημαίνει ὅτι μιὰ αὐξηση στὶς ὀλικές δαπάνες κατανάλωσης θά κατανεμηθεῖ πλήρως μεταξὺ τῶν ἀγαθῶν.

Ἐάν πολλαπλασιάσουμε τὴν (20) μὲ  $p'$  θά βροῦμε:

$$(24) \quad p' Q_p = -q'_y$$

ἢ

$$(25) \quad p' K = 0$$

πράγματι ἀπὸ τὴν (24) θά εἶναι

$$\begin{aligned} p' K &= p' [\lambda U^{-1} - \lambda \lambda'_y q_y q'_y] = \lambda p' U^{-1} - \lambda \lambda'_y q'_y = \lambda p' U^{-1} - \lambda \lambda'_y \lambda_y (U^{-1} p)' = \\ &= \lambda p' U^{-1} - \lambda p' U^{-1} = 0 \end{aligned}$$

Ἡ (24) μὲ ἄλλη μορφή μπορεῖ νά γραφεῖ ὡς:

$$(26) \quad \sum_{i=1}^n w_i n_{ij} = -w_j, \quad j = 1, 2, \dots, n$$

ἢ

$$(27) \quad w' H + w' = 0$$

Τὸ  $w'$  εἶναι τὸ διάνυσμα

$$w' = [w_1 w_2 \dots w_1 \dots w_n] \quad \text{μὲ} \quad w_i = p_i q_i / y$$

ὅπου  $w_i$  εἶναι τὸ "μέσο ποσοστὸ συμμετοχῆς" τοῦ εἰσοδήματος πού δαπανᾶται γιὰ τὸ ἀγαθὸ  $i$ . Ἡ  $H$  εἶναι ἡ μήτρα τῶν ἐλαστικότητων τιμῶν

$$H = [n_{ij}] \quad \text{μὲ} \quad n_{ij} = (\partial q_i / \partial p_j) (p_j / q_i)$$

Ἄποιαδήποτε μορφή ἀπὸ τὶς (24)-(27) ὀρίζεται ὡς συνθήκη "ἀθροιστικότητας τοῦ Cournot" (Cournot aggregation). Ἡ συνθήκη αὕτη σημαίνει ὅτι

μιά αύξηση του μέσου ποσοστού συμμετοχής του εισοδήματος, πού δαπανᾶται για τήν αγορά του αγαθοῦ  $j$ , εἶναι ἴση ἀκριβῶς μέ τήν μείωση τῶν μέσων ποσοστῶν συμμετοχῆς τοῦ εισοδήματος πού δαπανᾶται για τήν αγορά τῶν ὑπολοίπων αγαθῶν. Οἱ ἐλαστικότητες  $\eta_{ij}$  χρησιμοποιοῦνται σάν σταθμικοί μέσοι.

Ἐάν τήν (20) πολλαπλασιάσουμε ἀπό ἀριστερά μέ  $\lambda_y \lambda^{-1}$  καί ἀπό δεξιά μέ  $p$  θά ἔχομε:

$$\lambda_y \lambda^{-1} Q_p p = \lambda_y U^{-1} p - q_y q'_y p - \lambda_y \lambda^{-1} q'_y q'_y p = \lambda_y U^{-1} p - q_y - \lambda_y \lambda^{-1} q'_y y$$

$$\text{ἢ } Q_p p = \lambda U^{-1} p - \lambda \lambda^{-1} q_y - q_y y = \lambda U^{-1} p - \lambda q_y p' U^{-1} p - q_y y = \lambda U^{-1} p - \lambda U^{-1} p - q_y y = -q_y y$$

ἢ τελικά

$$(28) \quad Q_p p + q_y y = 0$$

Ἐάν τήν (21) πολλαπλασιάσουμε ἀπό δεξιά μέ  $p$  θά ἔχομε:

$$K p = Q_p p + q_y q'_y p = -q_y y + q_y y = 0$$

ἢ

$$(29) \quad K p = 0$$

Ἡ (28) γράφεται καί σάν

$$(30) \quad \sum_{j=1}^n (\partial q_i / \partial p_j) p_j = -(\partial q_i / \partial y) y \quad (i = 1, 2, \dots, n)$$

ἢ

$$(31) \quad \sum_{j=1}^n \eta_{ij} = -\eta_{yi}$$

ὅπου  $\eta_{yi}$  εἶναι ἡ ἐλαστικότητα εισοδήματος για τό ἀγαθό  $i$

$$\eta_{yi} = (\partial q_i / \partial y) (y / q_i)$$

Μιά ἀπό τίς μορφές (28)-(31) ὀρίζεται σάν συνθήκη τῆς "ὁμογένειας" (homogeneity) Μιά ποσοστιαία, αύξηση, ἡ ἴδια για ὅλες τίς τιμές καί τό εισόδημα, δέν μεταβάλλει τίς ποσότητες τῶν αγαθῶν πού πρόκειται νά ἀγοράσει ὁ καταναλωτής. Στόν τύπο:

$$K = \lambda U^{-1} - \lambda \lambda^{-1} q_y q'_y$$

ἡ μήτρα  $q_y q'_y$  εἶναι συμμετρική καί ἡ  $U^{-1}$  εἶναι τέτοια, ἔάν ἡ  $U$  εἶναι συμμετρική. Ἀλλά ἀπό τό ἀξίωμα τῆς παραγωγισιμότητας ἰσχύει για τήν  $U$  ὅτι εἶναι συμμετρική.

Ἐτσι καί ἡ  $K$  εἶναι συμμετρική καί ἰσχύει:

$$(32) \quad K = K'$$

$$\text{ἢ } (33) \quad Q_p + q_y q'_y = Q_p' + q_y q'_y$$

καί μέ ἀλγεβρική μορφή

$$(34) \partial q_i / \partial p_j + (\partial q_i / \partial y) q_j = (\partial q_j / \partial p_i) + (\partial q_j / \partial y) q_i \quad (i, j = 1, 2, \dots, n)$$

Μία από τις μορφές (32)-(34) όρίζεται ως συνθήκη "συμμετρίας" (symmetry).

#### 2.1.4. Διαχωρίσιμες συναρτήσεις χρησιμότητας

Έστω ότι τό διάνυσμα αγαθών  $q$  είναι τής μορφής  $(q, q_r)$  όπου  $q_r$  είναι τό διάνυσμα μιās ομάδας  $r$  αγαθών καί  $q_r$  τό διάνυσμα τών υπολοίπων αγαθών.

Γιά κάθε σταθερό διάνυσμα  $\bar{q}_r$ , οι προτιμήσεις του καταναλωτή στό  $q$  θα προσδιορίζουν μιιά διάταξη στό  $q_r$ . Αύτή είναι μιιά "δεσμευμένη" (conditional) διάταξη στά αγαθά τής ομάδας  $r$ , γιατί ή έπιλογή από τόν καταναλωτή του διανύσματος  $q_r$ , θα εξαρτάται από τίς τιμές του  $\bar{q}_r$  που έχουν έπιλεγεί εκ τών προτέρων όταν αυτό δέν ισχύει όταν δηλαδή ή δεσμευμένη διάταξη στά αγαθά στήν ομάδα  $r$ , είναι ανεξάρτητη τών έπιπέδων κατανάλωσης έξω από τήν ομάδα, τότε ή ομάδα όρίζεται ως "διαχωρίσιμη" (separable)<sup>(1)-(4)</sup>. Σέ αύτή καί μόνο τήν περίπτωση, ή δεσμευμένη διάταξη μπορεί να αντιπροσωπευθεί από μιιά "συνάρτηση υπο-χρησιμότητας" (subutility function) ή "κλαδική συνάρτηση χρησιμότητας" (branch utility function), έστω τήν  $u_r(q_r)$ .

Έάν τό διάνυσμα  $q$  μπορεί να διαμερισθεί σε  $n$  τέτοιες ομάδες, όρίζομε ότι οι προτιμήσεις είναι "άσθενώς διαχωρίσιμες" (weakly separable). Έάν μιιά συνάρτηση χρησιμότητας είναι τής μορφής:

$$(1) u = u(q_{11}, \dots, q_{1n}, \dots, q_{r1}, \dots, q_{rn}, \dots, q_{m1}, \dots, q_{mn})$$

μέ

$$(2) n = \sum_{r=1}^m n_r$$

τότε οι άσθενώς διαχωρίσιμες προτιμήσεις αντιπροσωπεύονται από μιιά συνάρτηση χρησιμότητας τής μορφής:

- 
- (1) E.R. Berndt, and L.R. Christensen, "The Internal Structure of Functional Relationships: Separability, Substitution and Aggregation", Review of Economic Studies, vol 40, July 1973.
  - (2) L. Philips, "Applied Consumption Analysis", North-Holland/ American Elsevier, 1974.
  - (3) Dale W. Jorgenson and Lawrence J. Lau, "The Structure of Consumer preferences" Annals of Economic and Social Measurement, 4/1, 1975.
  - (4) Angus Deaton and John Muellbauer, "Economics and consumer behavior" Cambridge University Press, Cambridge, 1980.

$$(3) u = F(u_1(q_1), u_2(q_2), \dots, u_r(q_r), \dots, u_m(q_m))$$

μέ

$$u_r(q_r) = u_r(q_{r_1}, q_{r_2}, \dots, q_{r_{n_r}}), \quad r = 1, 2, \dots, m$$

καί  $F$  μιά συνάρτηση αύξουσα.

Αποδεικνύεται ότι <sup>(1),(2)</sup> "ή άναγκαία καί ίκανή συνθήκη για να είναι μιά συνάρτηση χρησιμότητας άσθενώς διαχωρίσιμη, είναι ότι ο όριακός λόγος ύποκατάστασης μεταξύ κάθε δύο μεταβλητών που άνήκουν στην ίδια ομάδα, πρέπει να είναι άνεξάρτητος της τιμής κάθε μιάς μεταβλητής που άνήκει σε κάθε άλλη ομάδα".

Αυτό σημαίνει ότι ή (1) μπορεί να εκφρασθεί όπως ή (3) εάν καί μόνο εάν ισχύει ή

$$(4) \frac{\partial}{\partial q_{sk}} \left( \frac{\partial u}{\partial q_{ri}} / \frac{\partial u}{\partial q_{rj}} \right) = 0 \quad \text{για κάθε}$$

$$s, r, i, j, k \quad (s, r = 1, 2, \dots, m; s \neq r \quad k = 1, 2, \dots, n_s; \quad i, j = 1, 2, \dots, n_r)$$

Στην ισχυρή διαχωρισιμότητα τά άγαθά  $i$  καί  $j$  άνήκουν στην ίδια ομάδα  $r$  ενώ τό άγαθό  $k$  άνήκει σε μιά διαφορετική ομάδα  $s$ . Είναι δυνατόν να όρισθεί ένας άλλος τύπος διαχωρισιμότητας όπου τά  $i, j$  καί  $k$  άνήκουν τό κάθε ένα σε διαφορετική ομάδα. Αύτή ή διαχωρισιμότητα όρίζεται ως "ισχυρή διαχωρισιμότητα" (strong separability). Σε αύτή τήν περίπτωση ή συνάρτηση χρησιμότητας μπορεί να γραφεί ως

$$(5) u = u_1(q_1) + u_2(q_2) + \dots + u_r(q_r) + \dots + u_m(q_m)$$

όπου κάθε  $u_r(q_r)$  είναι ή κλαδική συνάρτηση χρησιμότητας.

### 2.1.5 Προσθετικές συναρτήσεις χρησιμότητας

Εάν στον τύπο της "ισχυρά διαχωρίσιμης" συνάρτησης χρησιμότητας κάθε  $q_r$  εκφράζει ένα άγαθό, τότε ή συνάρτηση θά έχει τήν μορφή

$$(1) u = u_1(q_1) + u_2(q_2) + \dots + u_n(q_n) = \sum_{i=1}^n u_i(q_i)$$

καί όρίζεται ως "άμεσα προσθετική" συνάρτηση χρησιμότητας (direct addi-

(1) W. Leontief, "Introduction to a theory of the internal structure of functional relationships" *Econometrica* 15, pp. 361-373, 1947.

(2) H.A.J. Green, "Aggregation in economic analysis", Princeton University Press, Princeton, 1964.



(1)-(3)  
tive utility function). Εάν όμως η συνάρτηση χρησιμότητας έχει την μορφή

$$(2) u^* = \sum_{i=1}^n u_i^*(y/p_i)$$

τότε αυτή ορίζεται ως "έμμεσα προσθετική" (indirect additive) συνάρτηση χρησιμότητας.

Στήν περίπτωση της άμεσα προσθετικής συνάρτησης, η χρησιμότητα που προκύπτει από μία ομάδα αγαθών, είναι τό άθροισμα των χρησιμοτήτων που προκύπτουν από τά επί μέρους αγαθά. Η χρησιμότητα  $u_i(q_i)$  του αγαθοῦ  $q_i$  καί η όριακή χρησιμότητα  $u_i = \partial u / \partial q_i$ , προσδιορίζονται από τήν ποσότητα του  $q_i$  μόνο καί άνεξάρτητα από τήν ποσότητα των άλλων αγαθών.

### 2.1.6. Όμοθετικές συναρτήσεις χρησιμότητας

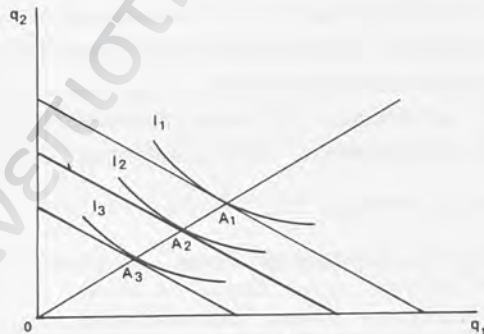
Οι προτιμήσεις ορίζονται ως "όμοθετικές" (homothetic), όταν για μία συνάρτηση χρησιμότητας

$$(1) u = F[f(q)] \quad \bullet$$

ισχύει

$$(2) f(\theta q) = \theta f(q) \quad \text{μέ } \theta > 0.$$

τότε η χρησιμότητα είναι μία συνάρτηση μονότονα αύξουσα, μιὰς άλλης συν-



Σχ.2.1

- 
- (1) H.A. John Green, "Consumer theory", Penguin modern economics, 1971.
  - (2) L. Phlips, "Applied Consumption Analysis", North-Holland/ American Elsevier, 1974.
  - (3) Θ.Γ. Γκαμαλέτσου, "Διαπλαστική ανάλυση των δαπανών ιδιωτικής καταναλώσεως της ελληνικής οικονομίας", ΚΕΠΕ, 1975

άρτησης πού είναι όμογενής πρώτου βαθμού<sup>(1),(2)</sup>

Στήν περίπτωση τών όμοθετικών προτιμήσεων οί αντίστοιχες καμπύλες άδιαφορίας έχουν τήν ίδια κλίση κατά μήκος μιās εύθειας πού διέρχεται άπό τήν άρχή τών αξόνων<sup>(3),(4)</sup> (σχ. 2.1).

Έάν ή συνάρτηση χρησιμότητας είναι όμοθετική, τά "ποσοστά συμμετοχής" (budget share), είναι ανεξάρτητα τών όλικων δαπανών καί οί είσοδηματικές έλαστικότητες ζήτησης για κάθε αγαθό είναι ίδιες καί ίσες μέ τήν μονάδα.

Ή άμεση καί συγχρόνως έμμεση προσθετικότητα σημαίνει ότι ή συνάρτηση χρησιμότητας είναι όμοθετική. Τό αντίθετο δέν άληθεύει: ή όμοθετικότητα δέν συνεπάγεται άμεση καί έμμεση προσθετικότητα.

Ή μεθοδολογία σχετικά μέ τίς συναρτήσεις ζήτησης μās παρέχει τήν δυνατότητα έξειδίκευσης τών προς έκτίμηση συναρτήσεων πού θά αναλυθοϋν σέ έπόμενα κεφάλαια.

## 2.2. Ένεργειακά ύποδείγματα

### 2.2.1. Ένεργειακά ύποδείγματα στόν διεθνή χώρο

Ή άσκηση σωστής ένεργειακής πολιτικής είναι, ώς γνωστόν, συγχρόνως θέμα οικονομικών καί τεχνολογικών αποφάσεων καί δυνατοτήτων.

Λόγω τής μεγάλης σημασίας πού έχει ή ένέργεια για τά περισσότερα κράτη άναπτύχθηκαν τήν τελευταία δεκαετία πολλά ύποδείγματα πού σχετίζονται μέ τήν ένέργεια, γνωστά ώς Energy Modelling.

Οί μεθοδολογίες πού ύπάρχουν στά ένεργειακά ύποδείγματα είναι άλγόριθμοι άριστοποίησης, προσομοιώσεων, άνάλυση αποφάσεων, οικονομικές έκτι-

(1) L. Philips, "Applied Consumption Analysis", North-Holland/ American Elsevier, 1974.

(2) Angus Deaton and John Muellbauer, "Economics and Consumer behavior" Cambridge University Press, Cambridge, 1980.

(3) H.A. John Green, "Consumer theory", Penguin modern economics, 1971.

(4) Θ.Γ. Γκαμαλέτσου, "Τό όμοθετικόν γραμμικόν σύστημα έξισώσεων ζητήσεως" ΣΠΟΥΔΑΙ, τόμος ΚΣΤ', 4, 1976

μήσεις κ.ά.<sup>(1)</sup>

Στό κεφάλαιο αυτό αναφέρονται συνοπτικά τὰ σπουδαιότερα ὑποδείγματα πού ἔχουν ἀναπτυχθεῖ.

α) Τό **Ἐπόδειγμα PIES** (Project Independence Evaluation System) πού ἀναπτύχθηκε στίς ΗΠΑ ἀπό τήν Ὁμοσπονδιακή Ἀρχή Ἐνέργειας (FEA, Federal Energy Administration).<sup>(2)</sup>

Τό PIES εἶναι ἕνα ὀλοκληρωμένο ὑπόδειγμα πού χρησιμοποιεῖ οἰκονομετρικές τεχνικές γιά τήν ἐκτίμηση ἐνεργειακῶν ζητήσεων, ὑποκατάσταση μεταξύ καυσίμων κ.ά. Στό ἀκόλουθο Σχῆμα 2.2 δίνεται συνοπτικά ἡ μεθοδολογία τοῦ PIES ὑποδείγματος.

β) Τό **Ἐπόδειγμα τῶν Hudson-Jorgenson** ἀναπτύχθηκε στό Harvard καί ἀποτελεῖ μία μεθοδολογία διερευνήσεως καί ἀλληλεπίδρασεων ἐνέργειας καί οἰκονομίας.

Τό ὑπόδειγμα αὐτό βασίζεται στήν ἀνάλυση εἰσοδῶν-ἐκροῶν μέ μήτρα πού περιλαμβάνει 9 τομεῖς.<sup>(3)</sup>

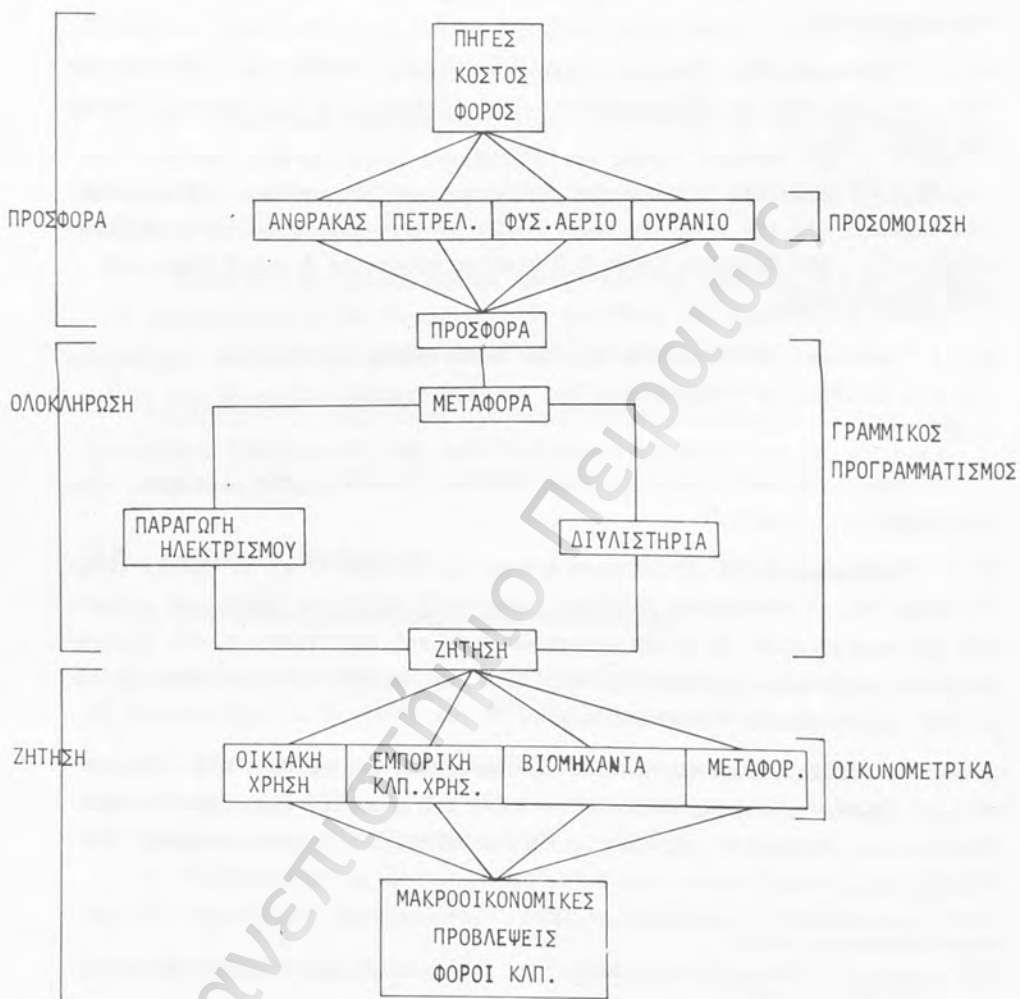
γ) Τό **Ἐπόδειγμα BESOM** (Brookhaven Energy System Optimization Model) ἀναπτύχθηκε ἀπό τό Brookhaven National Laboratory καί εἶναι ὑπόδειγμα γραμμικοῦ προγραμματισμοῦ. Τό BESOM περιγράφει τήν ροή τῆς ἐνέργειας ἀπό τίς πρωτογενεῖς πηγές στίς ζητήσεις καί ἐξετάζει τήν ὑποκατάσταση τῶν καυσίμων κάτω ἀπό τεχνολογικούς περιορισμούς κ.ά.<sup>(4)(5)</sup>

δ) Τό **ETA-MACRO Ἐπόδειγμα** ἐνέργειας-οἰκονομίας ἀναπτύχθηκε στό Πανεπιστήμιο Stanford. Ἀποτελεῖται ἀπό τό ETA, ἕνα γραμμικό ὑπόδειγμα πού ἀναφέρεται στήν ἐνεργειακή τεχνολογία καί τό MACRO, ἕνα μακροοικονομικό ὑπό-

- 
- (1) Manne, A., "Energy Policy Modelling : A survey" Operations Research, Vol 27, 1, 1979.
  - (2) Federal Energy Administration "National Energy Outlook" U.S. Government Printing Office, Washington, D.C. February 1976,
  - (3) Jorgenson D.W., "Econometric Studies of U.S. Energy Policy", North - Holland Pub. Co., 1976.
  - (4) Hoffman K.C., "A Unified Framework for Energy Modelling, M.Searl (Ed.) Resources for the Future, Washington, D.C. March, 1973.
  - (5) Energy Research and Development Administration "A National Plan for Energy Research Development and Demonstration : Creating Energy Choices for the Future" ERDA-48, U.S. Government Printing Office, Washington, D.C. December 1974.

Σχ. 2.2.

## ΤΟ ΥΠΟΔΕΙΓΜΑ PIES





δειγμα άριστης μεγέθυνσης.<sup>(1),(2)</sup>

Τό MACRO βασίζεται στην μελέτη της συνάρτησης παραγωγής σταθερής ελαστικότητας ύποκαταστάσεως, δηλαδή στην συνάρτηση:

$$(1) Y = [a(K^{\alpha}L^{1-\alpha})^{\rho} + b(E^{\beta}N^{1-\beta})^{\rho}]^{\frac{1}{\rho}}$$

όπου K = τό κεφάλαιο, L = ή εργασία, E = ή ήλεκτρική ένέργεια, N = ή μή ήλεκτρική ένέργεια.

ε) Τό **Ύπόδειγμα Kennedy** είναι ένα υπόδειγμα γενικής ίσορροπίας για τήν παγκόσμια αγορά πετρελαίου. Περιλαμβάνει τέσσερα τμήματα δηλαδή τήν παραγωγή άργου, τήν μεταφορά, τήν διύλιση καί τήν κατανάλωση τών προϊόντων.<sup>(3)</sup>

στ) Τό **Ύπόδειγμα MEDEE** (Modele de l'Evaluation de la Demande d'Energie) άναφέρεται στην Γαλλική Οίκονομία. Τό υπόδειγμα αυτό άναλύει τά συστήματα καταναλωτών της ένέργειας σέ ύποσυστήματα καταναλωτών, εφαρμόζει οίκονομικές τεχνικές καί τήν μεθοδολογία τών σεναρίων.<sup>(4)</sup>

#### 2.2.2. Ένεργειακά Ύποδείγματα στόν Έλληνικό χώρο

Σέ μία μελέτη τοϋ Π. Εϋθύμογλου (1974)<sup>(5)</sup> βάσει της οίκονομειρικής μεθοδολογίας άξιολογούνται οί προσδιοριστικοί παράγοντες της κατανάλωσης καυσίμων στίς θερμικές μονάδες ήλεκτροπαραγωγής. Στην ίδια μελέτη γίνεται έκτίμηση τών παραμέτρων ώριαίων συναρτήσεων κατανάλωσης καί κόστους καυσίμων πού μπορούν νά χρησιμοποιηθοϋν για τήν διατύπωση της άριστοποίησης της οίκονομειρικής λειτουργίας τοϋ διασυνδεεμένου ήλεκτρικού συστήματος της Έλλάδας.

Σέ άλλη μελέτη τοϋ Π. Εϋθύμογλου (1977)<sup>(6)</sup> χρησιμοποιείται ένα οίκονομειρικό

- (1) Hitch C.I. "Modelling Energy-Economy Interactions : Five Approaches" , Resources for the Future, Washington, D.C. September 1977.
- (2) Manne, A.Et at., "Energy Policy Modelling: A survey" Operations research, Vol 27, 1, 1979.
- (3) Jorgenson D.W., "Econometric Studies of U.S. Energy Policy", North-Holland Pub. Co., 1976.
- (4) Hafelle W. and Basille P., "Modelling of Long Range Energy Strategies with Global Perspectives" International Institute for Applied Systems Analysis (IIASA), Laxenburg, Austria, 1978.
- (5) Π. Εϋθύμογλου, "Οίκονομειρική άνάλυση συναρτήσεων καταναλώσεως καί κόστους καυσίμων θερμικών μονάδων ήλεκτροπαραγωγής", Σκουδαύ, τόμος ΚΔ', τεύχος 1, 1974.
- (6) Ρ. Εϋθύμογλου "Forecasts of Future Energy Requirements by the Manufacturing Sector of Greece", Σκουδαύ, τόμος ΚΖ', τεύχος 1, 1977.

νομετρικό υπόδειγμα πού αποτελείται από δύο εξισώσεις και χρησιμοποιείται να προβλέψει τήν μελλοντική ηλεκτρική ενέργεια και τήν ζήτηση άλλων καυσίμων από τόν τομέα τής βιομηχανίας στήν Έλλάδα.

Η διδακτορική διατριβή του Άργυρη Κανελλόπουλου (1978)<sup>(1)</sup> πού εκπονήθηκε στό Πανεπιστήμιο του Manchester, αναφέρεται στήν ζήτηση τής ηλεκτρικής ενέργειας στόν οικιακό τομέα στήν Έλλάδα και Άγγλία. Στήν μελέτη αὐτή γίνεται χρήση τής οικονομετρικής μεθοδολογίας. Ειδικότερα χρησιμοποιούνται τά υπόδειγματα του Houthaker (1951), Stone (1954), Cramer (1959), Balestra (1967), Forster Whiting (1968), Anderson (1973), Ruffel (1973), Bolly (1973) κ. ἄ.

Στήν διδακτορική διατριβή του Ε.Ι. Σαμουηλίδη (1979)<sup>(2)</sup> χρησιμοποιείται ἡ οικονομετρική ἀνάλυση γιά τίς ἐκτιμήσεις τῶν ἐλαστικότητων και προβλέψεων και ἡ μέθοδος του φίλτρου Kalman γιά τίς προβλέψεις.

Ἀναλυτικότερα χρησιμοποιεῖται ἡ μέθοδος τῶν ἐλαχίστων τετραγῶνων γιά τίς ἐκτιμήσεις τῶν παραμέτρων και ἐλαστικότητων γιά ὑποδείγματα πού ἀναφέρονται στό σύνολο τής ἑλληνικῆς οἰκονομίας και στούς κλάδους τής βιομηχανίας τῶν μεταφορῶν και στόν οικιακό τομέα. Γιά τούς ἴδιους κλάδους γίνονται ἐκτιμήσεις κατά μορφή ἐνέργειας δηλ. στερεά καύσιμα, ὑγρά καύσιμα, ηλεκτρική ἐνέργεια.

Μία ἐργασία του Κ. Δελῆ<sup>(3)</sup> μελετᾶ τήν πρόβλεψη τής ζήτησης τής ηλεκτρικῆς ἐνέργειας και τήν συνολική παραγωγική ἱκανότητα.

- 
- (1) Argyris A. Kanellopoulos, "A comparative Study of the household sector's demand for Electricity in England L Wales and in Greece, and the Implications for the forecasting of Electricity Demand", University of Manchester, 1978.
  - (2) Ε.Ι. Σαμουηλίδη, "Μαθηματικά πρότυπα ἐνεργειακῶν ζητήσεων και ἐφαρμογές", Διδακτορική Διατριβή, ΕΜΠ, Ἀθήνα, 1979.
  - (3) Κ. Δελῆ, "Πρόβλεψις τής ζητήσεως ηλεκτρικῆς ἐνέργειας και ἐπιλογή τής συνολικῆς παραγωγικῆς ἱκανότητος" ΣΠΟΥΔΑΙ, τόμος ΚΕ', τεύχος 1, 1975

### 2.3. Τό Υπόδειγμα Γραμμικής Παλινδρομήσεως

Τό κλασσικό Υπόδειγμα Γραμμικής Παλινδρομήσεως (Classical Linear Regression Model) προσδιορίζεται από τις ακόλουθες υποθέσεις.<sup>(1),(2),(3)</sup>

$$(1) \quad \mathbf{y} = \mathbf{X}\boldsymbol{\beta} + \boldsymbol{\varepsilon}$$

$$(2) \quad \mathbf{E}\boldsymbol{\varepsilon} = \mathbf{0}$$

$$(3) \quad \mathbf{E}\boldsymbol{\varepsilon}\boldsymbol{\varepsilon}' = \sigma^2 \mathbf{I}$$

(4) Η μήτρα  $\mathbf{X}$  είναι διαστάσεων  $T \times (1+N)$  και είναι σταθερή σε επαναλαμβανόμενα δείγματα.

(5) Η τάξη της  $\mathbf{X}$  είναι  $r(\mathbf{X}) = 1+N \leq T$ .

Τό  $\mathbf{y}$  είναι τό  $T \times 1$  διάνυσμα της εξαρτημένης μεταβλητής, τό οποιο στην παρούσα εργασία είναι ή ζήτηση για ενέργεια σε απόλυτα μεγέθη ή κατά κεφαλή, κατά κλάδο οικονομίας ή κατά μορφή ενέργειας.

Η μήτρα στις εφαρμογές πού ακολουθούν θά έχει τήν μορφή  $\mathbf{X} = [x_{11} \dots x_{1n} \dots x_{T1} \dots x_{Tn}]$  όπου  $x_{it}$  είναι ανεξάρτητες μεταβλητές και εκφράζουν τό εισόδημα, τήν τιμή της ενέργειας κ.α.

Οί υποθέσεις (2) και (3) δηλώνουν ότι οί τυχαίες αποκλίσεις προέρχονται από μιá κατανομή για τήν όποία γνωρίζομε ότι ό μέσος αυτής είναι ίσος μέ τό μηδέν και ή διακύμανση είναι ή ίδια για κάθε  $\varepsilon_i$  ( $t = 1, 2, \dots, T$ ) και ίσοῦται μέ  $\sigma^2$ . Τά  $\varepsilon_i$  κατανέμονται ανεξάρτητα μεταξύ τους, συνεπώς είναι άσυσχέτιστα, δηλαδή ή συνδιακύμανση όποιουδήποτε ζεύγους αυτών είναι ίση μέ τό μηδέν. Η (4) δηλώνει ότι οί  $N$  ανεξάρτητες μεταβλητές δέν είναι στοχαστικές.

Η υπόθεση (5) εξηγεί γιατί οί "βαθμοί έλευθερίας" πρέπει νά είναι θετικοί.

(1) Goldberger, A.S., *Econometric Theory*, Willey, New York, 1964.

(2) Malinvaud, E., *Statistical Methods in Econometrics*, Chicago, North-Holland, 1970.

(3) Θ.Γ. Γκαμαλέτσος, *Θεωρητική οικονομετρία, τόμος α' έκδόσεις Καραπερόπουλος*, 1980.

Σάν συνέπεια τῆς μῆ στοχαστικότητας τῆς μήτρας  $X$  εἶναι οἱ

$$(6) \quad E(\varepsilon|X) = 0 \quad (\text{γιατὶ } E\varepsilon = 0),$$

$$(7) \quad E(X'\varepsilon) = (EX'X)E\varepsilon = X'0 = 0 \quad \text{καὶ}$$

$$(8) \quad E(\varepsilon\varepsilon'|X) = E\varepsilon\varepsilon' = \sigma^2 I$$

Μέ βάση τίς ὑποθέσεις (1)-(8) εἶναι δυνατόν νά ἐκτιμηθεῖ τὸ Κλασσικό Ὑπόδειγμα Γραμμικῆς Παλινδρομῆσεως.

Ἐάν ἡ ὑπόθεση (3) ἀντικατασταθεῖ μέ τήν

$$(9) \quad E\varepsilon\varepsilon' = \sigma^2 \Phi$$

καί διατηρηθοῦν οἱ ὑπόλοιπες ὑποθέσεις, τότε ἔχομε τὸ Γενικό Κλασσικό Ὑπόδειγμα.

Ἡ μήτρα  $\Phi$  εἶναι μία  $T \times T$  αὐστηρῶς θετικὴ συμμετρικὴ μήτρα. Ἡ ὑπόθεση (9) σημαίνει ὅτι κάθε μία ἀπὸ τίς τυχαῖες ἀποκλίσεις  $\varepsilon_i$  ( $i = 1, 2, \dots, T$ ) μπορεῖ νά ἔχει διαφορετικὴ διακύμανση καί ὅτι οἱ συνδιακυμάνσεις τους νά μὴν εἶναι ὑποχρεωτικά μηδέν. Ἡ ἐκτίμηση τοῦ Γενικοῦ Γραμμικοῦ Ὑποδείγματος γίνεται στό κεφάλαιο 4.1.

#### 2.4. Τὸ θεωρητικό Ὑπόδειγμα ARIMA

Τὸ Ὑπόδειγμα ARIMA (Autoregressive Integrated Moving Average) εἶναι ἓνα ὑπόδειγμα πού χρησιμοποιεῖται γιὰ προβλέψεις (Forecasting) καί ἀνήκει στήν τάξη τῶν ὑποδειγμάτων τῶν χρονοσειρῶν πού ἀκολουθοῦν τὴν μεθοδολογία τῶν Box-Jenkins.<sup>(1)(2)(3)</sup>

Ἡ γενικὴ μορφή τοῦ ὑποδείγματος ARIMA πού γράφεται καί ὡς ARIMA( $p, d, q$ ) εἶναι :

$$(1) \quad \Phi_p(B)\Delta^d Z_t = \theta_q(B)a_t$$

(1) Box G., Jenkins, G., Time Series Analysis, Forecasting and Control, Holden - Day, 1976.

(2) Macridakis S., Wheelwright S., Forecasting Methods and Applications, John Wiley and Sons, 1978.

(3) Θ. Γκαμαλέτσου, Θεωρητικὴ Οἰκονομετρία, τόμος Β' Ἐκδόσεις Καραπερόπουλος, 1981.



όπου

$Z_t$  : ή χρονοσειρά. Στην παρούσα μελέτη τό  $Z$  εκφράζει τις καταναλώσεις τών διαφόρων μορφών ενέργειας.

$B$  : ό τελεστής ή μετασχηματιστής χρονικών ύστερήσεων (backshift ή lag operator), δηλαδή

$$(2) \quad BZ_t = Z_{t-1}$$

$\Delta$  : ό τελεστής διαφοράς, δηλαδή

$$(3) \quad \Delta Z_t = Z_t - Z_{t-1} = Z_t - BZ_t = (1-B)Z_t$$

$d$  : ή τάξη τής διαφοράς πού άπαιτείται για νά προκύψει στάσιμη (stationary) χρονοσειρά.

$\Phi_p(B)$  : πολυώνυμο  $p$  βαθμού του τελεστή  $B$

$\theta_q(B)$  : " " " " " "  $B$

$\alpha_t$  : ή τυχαία άπόκλιση τής χρονοσειράς

Τό ύπόδειγμα (1) μέ τήν βοήθεια του μετασχηματισμού

$$(4) \quad \varphi(B) = \Phi_p(B)\Delta^d$$

γράφεται ώς

$$(5) \quad \varphi(B)Z_t = \theta_q(B)\alpha_t$$

όπου

$$\begin{aligned} (6) \quad \varphi(B) &= \Phi_p(B)\Delta^d = \Phi_p(B)(1-B)^d = \\ &= (1-\phi_1 B - \phi_2 B^2 - \dots - \phi_p B^p)(1-B)^d = \\ &= 1 - \varphi_1 B - \varphi_2 B^2 - \dots - \varphi_{p+d} B^{p+d} \end{aligned}$$

Τό πολυώνυμο  $\Phi_p(B)$  ονομάζεται καί "τελεστής άυτοπαλινδρομήσεως" (autoregressive operator).

Τό  $\varphi(B) = \Phi_p(B)\Delta^d$  ονομάζεται "γενικευμένος τελεστής άυτοπαλινδρομήσεως" (generalized autoregressive operator).

Τό  $\theta_q(B)$  θά καλεϊται "τελεστής κινητού μέσου" (moving average operator).

Ἡ γενική μορφή (5) τοῦ ARIMA (p,d,q) γράφεται ἀναλυτικά ὡς

$$(7) \quad Z_t = \varphi_1 Z_{t-1} + \dots + \varphi_{p+d} Z_{t-p-d} - \theta_1 a_{t-1} - \dots - \theta_q a_{t-q} + a_t$$

Γιὰ διευκόλυνση στὸν ὑπολογισμό τῶν διακυμάνσεων τῶν προβλέψεων μπο-  
ροῦμε νὰ γράψουμε τὴν  $Z_t$  ὡς :

$$(8) \quad Z_t = a_t + \psi_1 a_{t-1} + \psi_2 a_{t-2} + \dots = \\ = a_t + \sum_{j=1}^{\infty} \psi_j a_{t-j} = \psi(B) a_t$$

Ἐάν πολλαπλασιασθοῦν καί τὰ δύο μέλη τῆς (8) μὲ  $\varphi(B)$  τότε

$$(9) \quad \varphi(B) Z_t = \varphi(B) \psi(B) a_t$$

καί βάσει τῆς (5)

$$(10) \quad \varphi(B) \psi(B) = \theta_q(B)$$

Ἔτσι τὰ  $\psi_j$  εὐρίσκονται ἀπὸ τὴν ἰσότητα (10) ἢ τὴν ἰσοδύναμη τῆς :

$$(11) \quad (1 - \varphi_1 B - \dots - \varphi_{p+d} B^{p+d}) (1 + \psi_1 B + \psi_2 B^2 + \dots) = \\ = (1 - \theta_1 B - \dots - \theta_q B^q)$$

Οἱ προβλέψεις γιὰ μελλοντικές χρονικές περιόδους  $\ell = 1, 2, \dots$  παρέχο-  
νται ἀπὸ τοὺς τύπους (12) καί (13) πού εἶναι ἀνάλογοι πρὸς τοὺς (7) καί (8)

$$(12) \quad Z_{t+\ell} = \varphi_1 Z_{t+\ell-1} + \dots + \varphi_{p+d} Z_{t+\ell-p-d} - \theta_1 a_{t+\ell-1} - \dots - \theta_q a_{t+\ell-q} + a_{t+\ell}$$

ἢ

$$(13) \quad Z_{t+\ell} = \sum_{j=0}^{\ell-1} \psi_j a_{t+\ell-j}$$

ὅπου  $\psi_0 = 1$  καί τὰ  $\psi_j$  εὐρίσκονται ἀπὸ τίς ἰσότητες (10) καί (11).

Τὸ σφάλμα προβλέψεως γιὰ τὴν χρονική περίοδο  $\ell$  εἶναι

$$(14) \quad \hat{1}_t(\ell) = a_{t+\ell} + \psi_1 a_{t+\ell-1} + \dots + \psi_{\ell-1} a_{t+1}$$

καί ἡ διακύμανση τοῦ σφάλματος προβλέψεως εἶναι

$$(15) \quad V(\ell) = \left(1 + \sum_{j=1}^{\ell} \psi_j^2\right) \sigma_a^2$$

Ἐάν ἡ ἐκτίμηση τῆς προβλέψεως γιὰ τὴν χρονική περίοδο  $\ell$  εἶναι  $\hat{Z}_t(\ell)$  τότε ἡ πρόβλεψη θά εἶναι :

$$(16) \quad Z_{t+\ell}(\pm) = \hat{Z}_t(\ell) \pm u_{\ell/2} \left(1 + \sum_{j=1}^{\ell-1} \psi_j^2\right)^{1/2} s_a$$

ὅπου  $s_a^2$  ἡ ἐκτίμηση τῆς διακυμάνσεως  $\sigma_a^2$ .

Τὸ  $u_{\ell/2}$  εὐρίσκεται ἀπὸ τοὺς πίνακες τῆς κανονικῆς κατανομῆς. Γιὰ ἐπί-  
πεδο σημαντικότητας 95% τὸ  $u_{\ell/2} = 1,96$ .

Στις εφαρμογές είναι απαραίτητος ο προσδιορισμός των παραμέτρων  $\rho, d, q$  του υποδείγματος πριν από κάθε εκτίμηση. Ο προσδιορισμός αυτός είναι γνωστός με το όνομα "ταυτοποίηση" (Identification) του υποδείγματος.

Η ταυτοποίηση μπορεί να γίνει με τήν βοήθεια :

- α) της συναρτήσεως αυτοσυσχετίσεως (autocorrelation function)
- β) της συναρτήσεως μερικής αυτοσυσχετίσεως (partial autocorrelation function) καί
- γ) του διαγράμματος αυτοσυσχετίσεως (correlogram) της μεταβλητής  $Z$ , για τήν όποια θέλομε να προβλέψομε τίς μελλοντικές της τιμές.

Τονίζεται ότι για τήν ολοκλήρωση της προβλέψεως οί Box-Jenkins προτείνουν τήν ακόλουθη διαδικασία:

- α) Ταυτοποίηση του υποδείγματος, β) Εκτίμηση των παραμέτρων του υποδείγματος, γ) Διαγνωστικό έλεγχο.

## 2.5. Τό θεωρητικό Υπόδειγμα LES

Τό Υπόδειγμα LES (Linear Expenditure System) του καθηγητή Stone είναι γνωστό από τό 1954, όταν δημοσίευσε τήν πρώτη εμπειρική εκτίμηση του υποδείγματος στό περιοδικό *Economic Journal*<sup>(1)-(6)</sup>.

- 
- (1) Stone, R., "Linear Expenditure System and Demand Analysis : An Application to the Pattern of British Demand", *Economic Journal*, τόμ. 64, Σεπτ. 1954 σελ. 511-527.
  - (2) Gamaletsos Theodore, "International Comparison of Consumer Expenditure Patterns : An Econometric Analysis" Doctoral Dissertation, University of Wisconsin, 1970.
  - (3) Θεόδωρος Γκαμαλέτσος, "Διακλαδική Ανάλυση των Δαπανών Ίδιωτικής Καταναλώσεως της Έλληνικής Οικονομίας", ΚΕΠΕ, σειρά ειδικών μελετών Α, Αθήνα 1975.
  - (4) Goldberger A.S. and Theodore Gamaletsos "A Cross-country Comparison of Consumer Expenditure Patterns" *European Economic Review*, spring 1970.
  - (5) Philips, L., "Applied Consumption Analysis" North Holland/American Elsevier.
  - (6) Lebanon, A., "The Household Demand for Energy and Fuels in OECD Countries", *European Economic Review* 9 (1977) σελ.61-81.

Τό LES θεμελιώνεται επί της αρχής της μεγιστοποίησης μιᾶς προσθετικῆς συναρτήσεως χρησιμότητας τύπου Stone-Geary καί ἔχει τήν μορφή :

$$(1) \quad u = \sum_{i=1}^n \beta_i \ln(q_i - \gamma_i)$$

μέ τόν εισοδηματικό περιορισμό :

$$(2) \quad \sum_{i=1}^n p_i q_i = y$$

ὅπου

$q_i$  : οἱ ποσότητες τῶν ἀγαθῶν

$p_i$  : οἱ τιμές " "

$\beta_i$  : παράμετροι μέ

$$(3) \quad \sum_{i=1}^n \beta_i = 1, \quad 0 < \beta_i < 1$$

$\gamma_i$  : παράμετροι μέ

$$(4) \quad \gamma_i < q_i$$

$y$  : τό συνολικό εἰσόδημα τῶν καταναλωτῶν.

Ἡ συνάρτηση χρησιμότητας (1) εἶναι ἕνας λογαριθμικός μετασχηματισμός τῆς συναρτήσεως

$$(5) \quad v = \prod_{i=1}^n (q_i - \gamma_i)^{\beta_i}$$

πού εἶναι μιᾶ συνάρτηση σταθερῶν ἐλαστικότητων (ἢ Cobb-Douglas).

Τό (πλήρες) Γραμμικό Σύστημα ἐξισώσεων ζητήσεως προκύπτει ἀπό τήν μεγιστοποίηση τῆς συναρτήσεως (1) ἢ (5) μέ τόν εισοδηματικό περιορισμό.

Ἡ ἀναγκαία συνθήκη τῆς μεθόδου τῶν πολ/τῶν Lagrange δίνει τό ἀκόλουθο σύστημα :

$$(6) \quad \frac{\partial u}{\partial q_i} + \lambda(-p_i) = 0$$

$$(7) \quad \sum_{i=1}^n p_i q_i - y = 0, \quad i = 1, 2, \dots, n$$

Ἡ (6) δίνει :

$$\frac{\partial u}{\partial q_i} = \lambda p_i$$

$$\text{ἢ} \quad \beta_i \frac{1}{q_i - \gamma_i} = \lambda p_i$$



$$\eta \quad \beta_i = \lambda p_i (q_i - y_i)$$

καί

$$\sum_{i=1}^n \beta_i = \sum_{i=1}^n \lambda p_i (q_i - y_i)$$

$\eta$

$$1 = \lambda \left( \sum_{i=1}^n p_i q_i - \sum_{i=1}^n p_i y_i \right)$$

$\eta$

$$1 = \lambda \left( y - \sum_{i=1}^n p_i y_i \right)$$

καί

$$\lambda = \frac{1}{y - \sum_{i=1}^n p_i y_i}$$

όποτε

$$(8) \quad \beta_i = \frac{p_i (q_i - y_i)}{y - \sum_{i=1}^n p_i y_i}$$

Από τήν (8) θά εἶναι :

$$\beta_i y - \beta_i \sum_{i=1}^n p_i y_i = p_i (q_i - y_i)$$

$\eta$

$$p_i q_i = p_i y_i + \beta_i \left( y - \sum_{i=1}^n p_i y_i \right)$$

$$(9) \quad e_i = p_i y_i + \beta_i \left( y - \sum_{i=1}^n p_i y_i \right)$$

όπου  $e_i$  ἡ δαπάνη γιά τό ἀγαθό  $i$ .

Ἐάν ἰσχύει ἡ συνθήκη τῆς "ἀμέσου προσθετικότητας" γιά τήν συνάρτηση χρησιμότητας τοῦ καταναλωτῆ καί οἱ συντελεστές  $\partial e_i / \partial y$  εἶναι σταθεροί ὡς πρός τίς μεταβολές τῶν  $y, p_1, \dots, p_n$ , τότε ἡ συνάρτηση αὐτή χρησιμότητας πρέπει νά εἶναι τῆς μορφῆς (1)<sup>(1)</sup>.

Τό υπόδειγμα LES εἶναι υπόδειγμα ἐπιμερισμοῦ<sup>(2)</sup> καί ἡ οἰκονομική ἐρμηνεία αὐτοῦ, πού βασίζεται στήν κλασσική θεωρία ζητήσεως, εἶναι ἡ ἀκόλουθη:

Ὁ καταναλωτής ὅταν ἔχει προσδιορίσει τί ποσό θά καταναλώσει ἀπό τό εἰσόδημά του, προσπαθεῖ νά κατανεῖμει τίς καταναλωτικές του δαπάνες μεταξύ τῶν διαφόρων ἀγαθῶν, ὥστε νά ἐπιτύχει τήν μέγιστη ἱκανοποίησή του. Ὁ κα-

(1) Goldberger A.S., "Directly Additive Utility and Constant Marginal Budget Shares", Review of Economic Studies, τόμ. XXXVI (2), 1969, σελ.251-254.

(2) Γκαμαλέτσος Θ., "Ἡ ζήτηση ἰδιωτικῶν καταθέσεων ἐν Ἑλλάδῃ: Οἰκονομετρική Ἀνάλυσις". Κεφ.5, Ἀθῆναι 1971.

καταναλωτής αγοράζει ένα ελάχιστο ποσό από κάθε αγαθό έστω  $y_1, y_2, \dots, y_n$ . Τά  $y_i$  είναι γνωστά ως "άναγκαϊες ποσότητες" (necessary quantities) ή "ελάχιστα ποσοστά συμμετοχής" (minimal required quantities). 'Η δαπάνη της αγοράς τών  $y_i$  είναι  $\sum_{j=1}^n p_j y_j$ , με  $p_j$  τίς τιμές, είναι γνωστή ως "είσοδημα επιβιώσεως" (subsistence income), ενώ ή διαφορά  $y - \sum_{j=1}^n p_j y_j$  ονομάζεται "υπερβάλλον εισόδημα".

'Ο καταναλωτής κατανέμει τό υπερβάλλον εισόδημα μεταξύ τών  $n$  αγαθών με αναλογίες  $\beta_i$ .

'Από τήν (9) προκύπτει :

$$(10) \quad \partial e_i / \partial y = \beta_i \quad (i = 1, 2, \dots, n)$$

'Η (10) δίνει τούς συντελεστές του συνόλου τών καταναλωτικών δαπανών που ονομάζονται "όριακά ποσοστά αμμετοχής" (marginal budget shares), για νά ξεχωρίζουν από τά "μέσα ποσοστά συμμετοχής" (average budget shares), που είναι

$$(11) \quad W_i = e_i / y \quad (i = 1, 2, \dots, n)$$

'Από τήν (10) φαίνεται ότι τά όριακά ποσοστά συμμετοχής παραμένουν διαχρονικά άμετάβλητα. 'Ο καταναλωτής δηλαδή, δέν έπηρεάζεται από τυχόν άλλες στίς τιμές, ποιότητα κ.τ.λ. τών αγαθών καί διατηρεί τά  $\beta_i$  άμετάβλητα.

Αυτό θεωρείται ως μειονέκτημα του ύποδείγματος του Stone, που έρχεται νά διορθώσει τό Γενικό Γραμμικό 'Υπόδειγμα.

Οί έλαστικότητες τιμών κατά Cournot είναι,

$$(12) \quad n_{ii} = (\partial q_i / \partial p_i) / (q_i / p_i) = -1 + (1 - \beta_i) y_i / q_i \quad (i = 1, 2, \dots, n)$$

$$(13) \quad n_{ij} = (q_i / p_j) / (q_i / p_i) = -\beta_j y_j p_j / p_i q_i \quad (i = 1, 2, \dots, n)$$

ένω ή εισοδηματική έλαστικότητα του αγαθού  $i$  είναι

$$(14) \quad n_i = (\partial q_i / \partial y) / (q_i / y) = \beta_i / W_i \quad (i = 1, 2, \dots, n)$$

Οί έλαστικότητες τιμών κατά Slutsky είναι

$$(15) \quad n_{ii}^* = -(1 - \beta_i)(1 - y_i / q_i) = n_i(1 - \beta_i)\varphi^* \quad (i = 1, 2, \dots, n)$$

καί

$$(16) \quad n_{ij}^* = -n_i \beta_j \varphi^* \quad (i \neq j) \quad (i, j = 1, 2, \dots, n)$$

όπου

$$(17) \quad \varphi^* = -(y - \sum_{j=1}^n p_j y_j) / y$$

Από την (14) φαίνεται ότι όλες οι εισοδηματικές ελαστικότητες είναι θετικές, έφ' όσον όλα τα  $\beta_j$  είναι θετικά.

Από την (12) παρατηρούμε ότι όλα τα  $\eta_{ij}$  είναι αρνητικά και μικρότερα της μονάδας κατ' απόλυτο τιμή, έφ' όσον  $\gamma_i > 0$  ενώ από την (13) τα  $\eta_{ij}$  είναι αρνητικά, αφού τα  $\beta_j$  και  $\gamma_i$  είναι θετικά.

Από τις (15), (16), φαίνεται ότι τα  $\eta_{ij}^*$  είναι μεταξύ 0 και -1, ενώ τα  $\eta_{ij}^*$  είναι θετικά.

## 2.6. Τό θεωρητικό Υπόδειγμα GLES

Τό Γενικό Γραμμικό Σύστημα Έξισώσεων Ζητήσεως (Generalized Linear Expenditure System ή GLES) του καθηγητή θεοδ. Γκαμαλέτσου είναι γνωστό από τό 1968.<sup>(1)-(6)</sup>

Τό Υπόδειγμα GLES είναι ολιγώτερο περιοριστικό και υπερέχει θεωρητικά τουλάχιστον του υποδείγματος LES στα εξής : α) οι συντελεστές εισοδήματος ή τα "οριακά ποσοστά συμμετοχής" εξαρτώνται από τις τιμές. β) Η ελαστικότητα υποκαταστάσεως μεταξύ δύο ζητούμενων ποσοτήτων μετά την άφαιρηση των αναγκαίων ποσοτήτων, μπορεί να λάβει οιαδήποτε τιμή μεταξύ 0 και  $\infty$  και δέν ισούται αναγκαστικά πρὸς την μονάδα. γ) Οι ελαστικότητες τιμών κατά Slutsky λαμβάνουν οιαδήποτε τιμή μεταξύ 0 και  $-\infty$ .

Τό Υπόδειγμα GLES θεμελιώνεται σέ μία συνάρτηση χρησιμότητας της μορφής :

- 
- (1) Gamaletsos Theodore, "International Comparison of Consumer Expenditure Patterns : An Econometric Analysis", Doctoral Dissertation, University of Wisconsin, 1970, Κεφ. 3.
  - (2) Θ.Γ.Γκαμαλέτσου, "Διακλαδική Ανάλυση των Δαπανών Ίδιωτικής Καταναλώσεως της Έλληνικής Οικονομίας, ΚΕΠΕ, 1975".
  - (3) A.S. Goldberger and Th. Gamaletsos, "Utility Functions and Demand Functions", European Congress of Econometric Society, Amsterdam, Σεπτέμβριος 1968.
  - (4) Gamaletsos Theodore, "A Generalized Linear Expenditure System" Applied Economics, τόμ. 6, 1974, σελ. 59-71.
  - (5) Gamaletsos Theodore "Further Analysis of Cross-Country Comparison of Consumer Expenditure Patterns", European Economic Review, April 1973.
  - (6) Wales, T.J., "A Generalized Linear Expenditure Model of the Demand for non-Durable Goods in Canada", The Canadian Journal of Economics, τόμ. IV άρ.2, Νοέμβριος 1971, σελ. 471-484.

$$(1) \quad u = \sum_{i=1}^n \delta_i^{(1-\rho)} (q_i - v_i)^{\rho}$$

όπου τά  $\delta_i$ ,  $v_i$  καί  $\rho$  είναι παράμετρος μέ τούς περιορισμούς :

$$0 < \delta_i < 1, \quad 0 < \rho < 1, \quad \sum_{i=1}^n \delta_i = 1, \quad q_i - v_i > 0, \quad i = 1, 2, \dots, n.$$

Τά  $q_i$  είναι οί ζητούμενες ποσότητες αγαθών.

Ἡ συνάρτηση (1) εἶναι ἕνας λογαριθμικός μετασχηματισμός τῆς "σταθερῆς ἐλαστικότητας ὑποκαταστάσεως" (constant elasticity of substitution) συναρτήσεως :

$$(2) \quad v = \left[ \sum_{i=1}^n \delta_i^{(1-\rho)} (q_i - v_i)^{\rho} \right]^{\frac{1}{\rho}}$$

ὅπως ἡ συνάρτηση χρησιμότητας τῶν Stone - Geary εἶναι μετασχηματισμός μιᾶς συναρτήσεως Cobb-Douglas. Ἡ συνάρτηση (2) ὅταν  $\rho \rightarrow 0$  ἔχει τήν μορφή τῆς συναρτήσεως χρησιμότητας τῶν Stone-Geary, ἐνῶ ὅταν  $\rho \rightarrow \infty$  τότε ἔχει τήν μορφή τῆς "ὁμοθετικῆς" (homothetic) συναρτήσεως χρησιμότητας :

$$(3) \quad u = \sum_{i=1}^n \beta_i e^{-x_i}$$

ὅπου  $\beta_i$  εἶναι παράμετρος καί  $x_i$  οἱ ζητούμενες ποσότητες.<sup>(1)</sup>

Τό Γενικό Γραμμικό Σύστημα ἐξισώσεων ζητήσεως προκύπτει ἀπό τήν μεγιστοποίηση τῆς συναρτήσεως (1) μέ τόν εἰσοδηματικό περιορισμό :

$$(4) \quad \sum_{i=1}^n p_i q_i = y$$

ὅπου  $p_i$  εἶναι ἡ τιμή τοῦ αγαθοῦ  $i$  καί  $y$  τό "εἰσόδημα".

Ἀπό τίς συνθήκες ἀ' τάξεως τῆς μεγιστοποίησεως τῆς (1) θά εἶναι :

$$(5) \quad u_i = \lambda_i p_i$$

ὅπου

$$(6) \quad u_i = \partial u / \partial q_i = \rho \delta_i^{(1-\rho)} (q_i - v_i)^{(1-\rho)} \quad (i = 1, 2, \dots, n)$$

ἢ (5) βάσει τῆς (6) γίνεται :

$$(7) \quad \rho \delta_i^{(1-\rho)} (q_i - v_i)^{(1-\rho)} = \lambda p_i \quad (i = 1, 2, \dots, n)$$

(1) Chipman, J.S., "A survey of the Theory of International Trade: Part II, The Neo-Classical Theory" *Econometrica*, τόμ.33, ἀρ. 4, 1, 1965, σελ. 685-750.



από τήν όποία προκύπτει ή

$$(8) \quad q_i = y_i + (\rho^{-1} \lambda p_i)^{\left(\frac{1}{\rho-1}\right)} \delta_i \quad (i = 1, 2, \dots, n)$$

Έάν πολλαπλασιάσουμε καί τά δύο μέλη τής (8) μέ  $\rho$  καί άθροίσουμε ώς πρός  $i$  θά προκύψει ή :

$$(9) \quad y = \sum_{i=1}^n p_i q_i = \sum_{i=1}^n p_i y_i + (\lambda \rho^{-1})^{\left(\frac{1}{\rho-1}\right)} \sum_{i=1}^n \delta_i p_i^{\left(\frac{\rho}{\rho-1}\right)} \quad (2)$$

Άπό τήν (9) ό πολ/στής Lagrange εΐναι :

$$(10) \quad \lambda = \rho \left[ \sum_{i=1}^n \delta_i p_i^{\left(\frac{\rho}{\rho-1}\right)} \right] \left( y - \sum_{i=1}^n p_i y_i \right)^{\rho-1} \quad (2)$$

Έάν άντικατασταθεΐ ή (10) στήν (8) θά εΐναι :

$$(11) \quad q_i = y_i + \delta_i p_i^{(r-1)} \left( \sum_{j=1}^n \delta_j p_j^r \right)^{-1} \left( y - \sum_{j=1}^n p_j y_j \right) \quad (i = 1, 2, \dots, n)$$

όπου  $r = \rho/(\rho-1)$ . Έτσι όταν  $0 < \rho < 1$  θά εΐναι  $-\infty < r < 0$ .

Έάν πολλαπλασιασθεΐ ή (11) μέ  $p_i$  θά προκύψει τό ύπόδειγμα GLES στήν τελική του μορφή

$$(12) \quad e_i = p_i y_i + \delta_i p_i^r \left( \sum_{j=1}^n \delta_j p_j^r \right)^{-1} \left( y - \sum_{j=1}^n p_j y_j \right) \quad (i = 1, 2, \dots, n)$$

Τό GLES όπως τό ύπόδειγμα του Stone εΐναι ύπόδειγμα έπιμερισμού, άλλα γενικώτερης μορφής. Εΐδικά όταν  $r = 0$  τότε τό GLES θά έχει τήν μορφή του ύποδείγματος Stone .

Τό  $r$  μπορεί νά έχει οιαδήποτε τιμή μεταξύ  $-\infty$  καί  $+\infty$ . Ό τρόπος που γίνεται ό έπιμερισμός του συνόλου των καταναλωτικών δαπανών στις επί μέρους κατηγορίες αυτών στο GLES εΐναι ό ίδιος μέ έκεΐνον του LES . Η ουσιαστική διαφορά μεταξύ των δύο ύποδειγμάτων εΐναι, ότι τά "όριακά ποσοστά συμμετοχής"  $\delta_i p_i^r \left( \sum_{j=1}^n \delta_j p_j^r \right)^{-1}$  στο GLES, δέν εΐναι σταθερά όπως στο ύπόδειγμα του Stone , άλλα εξαρτώνται από τις τιμές. Μέ βάση τό ύπόδειγμα Stone, ό καταναλωτής δέν μεταβάλλει τά ποσοστά αυτά συμμετοχής διαχρονικά. Αντίθετα στο GLES όποιαδήποτε μεταβολή των τιμών διαχρονικά ή γενικώτερα οιαδήποτε μεταβολή των προτιμήσεων του καταναλωτή έχει σαν συνέπεια τήν μεταβολή των όριακών ποσοστών συμμετοχής. Οι συντελεστές :

$$(13) \quad \beta_i = \partial e_i / \partial y = \delta_i p_i^r \left( \sum_{j=1}^n \delta_j p_j^r \right)^{-1} \quad (i = 1, 2, \dots, n)$$

εΐναι άνεξάρτητοι από τό εισόδημα.

Οι ελαστικότητες ως προς τις τιμές κατά Cournot είναι :

$$(14) \quad \eta_{ii} = -1 + (1 - \beta_i) [(1 - r) \gamma_i q_i^{-1} + r] \quad (i = 1, 2, \dots, n)$$

καί

$$(15) \quad \eta_{ij} = -\beta_i \gamma_j p_j' / (p_i q_i) - r \beta_i \beta_j (\gamma_j - \sum_{j=1}^n p_j \gamma_j) / (\beta_i q_i) \quad i \neq j, \quad i, j = 1, 2, \dots, n$$

ένω η εισοδηματική ελαστικότητα του αγαθοῦ  $i$  είναι :

$$(16) \quad \eta_i = (\partial q_i / \partial y) / (q_i / y) = \delta_i p_i' \left( \sum_{j=1}^n \delta_j p_j' \right)^{-1} / w_i = \beta_i / w$$

οι ελαστικότητες τιμών κατά Slutsky είναι :

$$(17) \quad \eta_{ij}^* = \eta_{ij} + \eta_i w_j \quad (i, j = 1, 2, \dots, n)$$

Από τήν (14) φαίνεται ότι τα  $\eta_{ii}$  είναι μεταξύ 0 και  $-\infty$ , ενώ από τήν (15) τα  $\eta_{ij}$  είναι αρνητικά με τις προϋποθέσεις  $0 < \beta_i < 1$ ,  $(\gamma_j - \sum_{j=1}^n p_j \gamma_j) > 0$  και  $-\infty < r < 1$ .

Τα  $\eta_{ii}^*$  είναι αρνητικά ενώ τα  $\eta_{ij}^*$  είναι θετικά.

## 2.7. Το Translog Υπόδειγμα Χρησιμότητας

### 2.7.1. Είσαγωγή

Τά διάφορα υποδείγματα ζήτησης πού έχουν προταθεί προϋποθέτουν περιορισμούς στην συνάρτηση χρησιμότητας. Τό σύστημα ζήτησης π.χ. διπλά λογαριθμικό των Henry, Schultz, Richard Stone και Herman Wold προέρχεται από μία συνάρτηση χρησιμότητας πού είναι γραμμικά λογαριθμική.<sup>(1)(2)</sup>

Επίσης τό σύστημα ζήτησης Rotterdam τών A.P. Barten και Henri Theil προέρχεται από μία συνάρτηση χρησιμότητας πού είναι γραμμικά λογαριθμική.<sup>(3)(4)</sup> Μία γραμμική λογαριθμική συνάρτηση χρησιμότητας είναι προσθετική και όμοθετική. Σ' αυτή τήν περίπτωση όλα τά ποσοστά συμμετοχής είναι

(1) H. Wold, "Demand Analysis: A study in Econometrics", New York, 1953

(2) J.R.N Stone, "Measurement of Consumers Expenditures and Behavior in the United Kingdom", Vol 1, Cambridge, 1954.

(3) A.P. Barten, "Consumer Demand Functions under Conditions of Almost-additive Preferency", *Econometrica*, 1-38, Jan./Apr. 1964.

(4) H.Theil, "The Information Approach to Demand Analysis", *Econometrica*, 33, 67-87, Jan. 1965.

σταθερά και οι ελαστικότητες υποκατάστασης μεταξύ όλων των ζευγών των αγαθών είναι σταθερές και ίσες με την μονάδα. Τα υπόδειγμα LES και GLES που έχουν ήδη μελετηθεί σε άλλη παράγραφο, προέρχονται από μία άμεσα προσθετική συνάρτηση χρησιμότητας. Ο Houthakker μελέτησε το άμεσο addilog σύστημα που βασίζεται σε μία προσθετική συνάρτηση χρησιμότητας που σε ορισμένες περιπτώσεις είναι και όμοιοτική.<sup>(1)</sup> Οι Robert Basman, Leif Johansen και Kazuo Sato έχουν μελετήσει ένα υπόδειγμα που είναι συνδυασμός των υποδειγμάτων Stone και Houthakker που η συνάρτηση χρησιμότητας είναι προσθετική αλλά όχι όμοιοτική.<sup>(2)</sup>

Οι Christensen, Jorgenson και Lau<sup>(3)-(7)</sup> πρότειναν το υπόδειγμα Translog που δεν απαιτεί οι συναρτήσεις χρησιμότητας να είναι, ούτε προσθετικές, ούτε όμοιοτικές.

Το Translog υπόδειγμα χρησιμότητας διακρίνεται σε αυτό με άμεση και έμμεση συνάρτηση χρησιμότητας. Η άμεση αναφέρεται ως άμεση "υπερβατική λογαριθμική" (transcendental logarithmic) ή απλά άμεση (direct) translog συνάρτηση χρησιμότητας. Αυτή είναι μία υπερβατική συνάρτηση των λογαριθμών των ποσοτήτων πούκαταναλώνονται. Κατά παρόμοιο τρόπο αναφέρεται και η έμμεση (indirect) translog συνάρτηση χρησιμότητας.

- 
- (1) Theodore Camaletsos: "Consumer Demand Systems: An application of indirect addilog expenditure system" ΣΠΟΥΔΑΙ, τόμος ΚΖ', τεύχος 1, σελ. 19-44, 1977
  - (2) J.A.C. Brown and A.S. Deaton, "Models of Consumer Behavior: A survey Econ. J., 82, 1145-1236, Dec. 1972.
  - (3) L.R. Christensen, D.W. Jorgenson, L.J. Lau, "Trancendental Logarithmic Production Frontiers", Review of Economics and Statistics, 55, 28-45, Feb. 1973.
  - (4) L.R. Christensen, D.W. Jorgenson, L.J. Lau, "Transcendental Logarithmic - Utility Functions", The American Economic Review, Vol. 65, No 3, June 1975.
  - (5) D.W. Jorgenson, L.J. Lau, "The Structure of Consumer Preferences" Annals of Economic and Social Measurement, 4/1, 1975.
  - (6) R.S. Pindyck, "International Comparison of the residential Demand for Energy", European Economic Review 13 (1980) Σελ. 1-24.
  - (7) Robert S. Pindyck, "The structure of World Energy Demand", The MIT Press, 1979.

### 2.7.2 α) Τό 'Υπόδειγμα μέ Άμεση Συνάρτηση Χρησιμότητας.

Στήν περίπτωση αὐτή τό ὑπόδειγμα χρησιμοποιεῖ τήν λογαριθμική συνάρτηση χρησιμότητας :

$$(1) \quad \ln U = \ln U(q_1, q_2, \dots, q_n)$$

ὅπου  $q_i$  ἡ καταναλισκόμενη ποσότητα τοῦ ἀγαθοῦ καί

$$(2) \quad \sum_{i=1}^n p_i q_i = y$$

ὁ εἰσοδηματικός περιορισμός μέ  $p_i$  : τήν τιμή τοῦ  $i$  ἀγαθοῦ καί  $y$  : τήν ὀλική δαπάνη.

Άπό τήν (1) θά εἶναι :

$$\frac{\partial \ln U}{\partial \ln q} = \frac{\partial U}{U} / \frac{\partial q_i}{q_i} = \frac{\partial U}{\partial q_i} \cdot \frac{q_i}{U} = \frac{\partial y}{\partial q_i} \frac{q_i}{U} =$$

$$(3) \quad = \mu p_i \frac{q_i}{U} = \mu \frac{p_i q_i}{U} \quad j = 1, 2, \dots, n$$

ὅπου  $\mu = \frac{\partial U}{\partial y}$  : ἡ ὀριακή χρησιμότητα καί

$$(4) \quad \frac{\partial y}{\partial q_i} = p_i$$

ἡ τιμή πού προκύπτει ἀπό τήν παραγώγιση τῆς (2).

Άπό τήν (3) θά εἶναι :

$$(5) \quad p_i q_i = \frac{U}{\mu} \frac{\partial \ln U}{\partial \ln q_i}$$

ὁ εἰσοδηματικός περιορισμός (2) μέ βάση τήν (5) θά γίνει :

$$(6) \quad y = \sum_{i=1}^n p_i q_i = \sum_{i=1}^n \frac{U}{\mu} \frac{\partial \ln U}{\partial \ln q_i} = \frac{U}{\mu} \sum_{i=1}^n \frac{\partial \ln U}{\partial \ln q_i}$$

ἢ

$$(7) \quad \frac{\mu}{U} = \frac{1}{y} \sum_{i=1}^n \frac{\partial \ln U}{\partial \ln q_i} \quad (7)$$

Άπό τίς (3) καί (7) θά ἔχομε :

$$(8) \quad \frac{\partial \ln U}{\partial \ln q_i} = \frac{p_i q_i}{y} \sum_{i=1}^n \frac{\partial \ln U}{\partial \ln q_i}$$

Έάν, εἰδικώτερα, λάβομε τήν λογαριθμική συνάρτηση χρησιμότητας :

$$(9) \quad \ln U = \alpha_0 + \sum_{i=1}^n \alpha_i \ln q_i + \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \beta_{ij} \ln q_i \ln q_j$$



τότε από τις (8) και (9) προκύπτει ότι :

$$(10) \quad \frac{\partial \ln U}{\partial \ln q_i} = \alpha_i + \sum_{j=1}^n \beta_{ji} \ln q_j = \frac{p_i q_i}{y} \sum_{j=1}^n (\alpha_k + \sum_{k=1}^n \beta_{ki} \ln q_k)$$

και θέτοντες

$$(11) \quad \alpha_y = \sum_{k=1}^n \alpha_k$$

$$(12) \quad \beta_{yi} = \sum_{k=1}^n \beta_{ki}$$

θά είναι :

$$(13) \quad w_j = \frac{p_j q_j}{y} = (\alpha_j + \sum_{i=1}^n \beta_{ji} \ln q_i) / (\alpha_y + \sum_{i=1}^n \beta_{yi} \ln q_i)$$

όπου  $w_j$  = τά μέσα ποσοστά συμμετοχής.

Οι ελαστικότητες τιμών θά είναι :

$$(14) \quad \eta_{ii} = -1 + (\beta_{ii} / y_i - \sum_{j=1}^n \beta_{ji}) / (1 + \sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^n \beta_{ij} \ln p_j)$$

και

$$(15) \quad \eta_{ij} = (\beta_{ij} / y_j - \sum_{j=1}^n \beta_{jj}) / (1 + \sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^n \beta_{ij} \ln p_j)$$

και οι εισοδηματικές ελαστικότητες :

$$(16) \quad \eta_i = 1 + (\sum \beta_{ji} / y_i + \sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^n \beta_{ji}) / (1 + \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \ln p_j)$$

Οι τύποι αυτοί των ελαστικοτήτων ισχύουν με την υπόθεση ότι η όλική δαπάνη παραμένει σταθερή. Οι ελαστικότητες αυτές είναι ανεξάρτητες των  $\alpha_i$ .

### 2.7.3. Τό Υπόδειγμα με Έμμεση Συνάρτηση Χρησιμότητας.

Στήν περίπτωση αυτή τό υπόδειγμα χρησιμοποιεί τήν λογαριθμική συνάρτηση χρησιμότητας μέ μεταβλητές όχι τίς ποσότητες  $q_i$  αλλά τούς λόγους  $p_i / y$ , δηλαδή :

$$(17) \quad \ln V = \ln V \left( \frac{p_1}{y}, \frac{p_2}{y}, \dots, \frac{p_n}{y} \right)$$

Από τήν ταυτότητα του Rene Roy <sup>(1),(2)</sup> υπολογίζεται ότι :

(1) L.R.Christensen, D.W. Jorgenson. L.J. Lau "Transcendental Logarithmic Utility Functions" The American Economic Review, Vol.65, No 3, June 1975.

(2) R.Roy, De l'Utilité : Contribution à la Theorie des Choix, Paris 1943.

$$(18) \quad \frac{p_i q_i}{y} = \frac{\partial l_n V}{\partial l_n p} / \frac{\partial l_n V}{\partial l_n y_j} \quad (j = 1, 2, \dots, n)$$

Όπως στο προηγούμενο λάβουμε την λογαριθμική συνάρτηση χρησιμότητας

$$(19) \quad l_n V = \alpha_0 + \sum_{i=1}^n \alpha_i \cdot l_n \frac{p_i}{y} + \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \beta_{ij} l_n \frac{p_i}{y} l_n \frac{p_j}{y}$$

Τότε θα είναι :

$$(20) \quad \frac{\partial l_n V}{\partial l_n p_i} = \alpha_i + \sum_{j=1}^n \beta_{ji} l_n \frac{p_j}{y}$$

καί

$$(21) \quad \frac{\partial l_n V}{\partial l_n y} = \sum_{\kappa=1}^n \left( \alpha_{\kappa} + \sum_{i=1}^n \beta_{\kappa i} l_n \frac{p_i}{y} \right)$$

θέτοντες

$$(22) \quad \alpha_y = \sum_{\kappa=1}^n \alpha_{\kappa}$$

καί

$$(23) \quad \beta_{y_i} = \sum_{\kappa=1}^n \beta_{\kappa i}$$

ή (18) θα γίνει τελικά :

$$(24) \quad w_j = \frac{p_i q_i}{y} = \left( \alpha_i + \sum_{i=1}^n \beta_{ji} l_n \frac{p_i}{y} \right) / \left( \alpha_y + \sum_{i=1}^n \beta_{yi} l_n \frac{p_i}{y} \right)$$

Οι ελαστικότητες τιμών θα είναι :

$$(25) \quad \eta_{j_i} = -1 + (\beta_{j_i} / y - \beta_{y_i}) / \left( \alpha_y + \sum_{i=1}^n \beta_{yi} l_n \frac{p_i}{y} \right)$$

καί

$$(26) \quad \eta_{j_i} = (\beta_{j_i} / y - \beta_{y_i}) / \left( \alpha_y + \sum_{i=1}^n \beta_{yi} l_n \frac{p_i}{y} \right)$$

Όπως στην περίπτωση της Άμέσου συναρτήσεως χρησιμότητας οι ελαστικότητες αυτές ισχύουν με την υπόθεση ότι η συνολική δαπάνη παραμένει σταθερή.

## 2.7.4. Έπεκτάσεις του Translog 'Υποδείγματος

Είναι δυνατόν στο Translog υπόδειγμα νά γίνουν όρισμένες τροποποιήσεις ανάλογα μέ τις υποθέσεις πού γίνονται σέ αυτό. Για διευκόλυνση από τις δύο μορφές Translog περιοριζόμαστε στό έμμεσο Translog υπόδειγμα.

Έάν τεθοούν καί προτιμήσεις πού μεταβάλλονται μέ τόν χρόνο τότε ή έμμεση Translog συνάρτηση χρησιμότητας είναι:<sup>(1)</sup>

$$(1) \ln V = a_0 + \sum_i q_i \ln(p_i/y) + a_1 t + \frac{1}{2} \sum_i \sum_j \beta_{ij} \ln(p_i/y) \ln(p_j/y) + \sum_i \beta_{it} \ln(p_i/y) t + \frac{1}{2} \beta_{11} t^2$$

Τό έμμεσο Translog υπόδειγμα μπορεί νά χρησιμοποιηθεῖ α) όταν οί κατηγορίες τών αγαθών πού καταναλώνονται είναι ένέργεια καί άλλα μή ενεργειακά αγαθά, π.χ. διαρκή αγαθά, υπηρεσίες κ.λ.π. β) όταν τά αγαθά καταναλώσεως είναι οί διάφορες μορφές ενέργειας π.χ. στερεά καύσιμα, ήλεκτρ. ενέργεια, βενζίνη, μαζούτ, ντήζελ, ύγραέρια κ.ά.

Στήν πρώτη περίπτωση τό  $p_i$  είναι ό δείκτης τιμών τής  $i$  κατηγορίας καί  $y$  ή όλική δαπάνη. Στή δεύτερη περίπτωση τό  $p_i$  είναι ή τιμή τής  $i$  μορφής ενέργειας καί  $y$  ή όλική δαπάνη για ένέργεια. Από τήν (1) προκύπτουν οί εξισώσεις τών ποσοστών συμμετοχής, από τήν ύπόθεση τής μεγιστοποίησης τής χρησιμότητας:

$$(2) w_j = \frac{p_j q_j}{y} = (a_j + \sum_i \beta_{ji} \ln(p_i/y) + \beta_{jt} t) / (a_y + \sum_i \beta_{yi} \ln(p_i/y) + \beta_{yt} t)$$

$$j = 1, 2, \dots, n$$

όπου  $q_j$  είναι ή καταναλισκόμενη ποσότητα τής κατηγορίας  $j$  (ή τής μορφής ενέργειας  $j$ ) καί

$$(3) a_y = \sum_{k=1}^n q_k, \quad \beta_{yi} = \sum_{k=1}^n \beta_{ki}, \quad \beta_{yt} = \sum_{k=1}^n \beta_{kt}$$

Η έμμεση translog συνάρτηση είναι "στασιμη" (stationary) εάν οί προτιμήσεις δέν μεταβάλλονται μέ τόν χρόνο. Η στασιμότητα συνεπάγεται ότι οί παράμετρος  $\beta_{jt}$  είναι όλες ίσες μέ τό μηδέν.

(1) R.S. Pindyck, "International Comparison of the residential Demand for Energy", European Economic Review, 13, p. 1-24, 1980.

### 2.7.5. Έλεγχοι περιορισμών στο Translog Ύπόδειγμα

Το Translog υπόδειγμα όπως αναφέρθηκε δέν υποθέτει ότι έκ τών προτέρων ισχύουν οί περιοριστικές ιδιότητες τής προσθετικότητας, όμοθετικότητας, διαχωρισιμότητας κ.ά.

Είναι όμως δυνατόν νά τεθούν οί ιδιότητες αυτές σάν περιορισμοί στό υπόδειγμα καί νά γίνουν έλεγχοι στατιστικών γιά νά διαπιστωθεί κατά πόσο οί ιδιότητες αυτές ισχύουν. Ή διαδικασία έλέγχου τών διαφόρων ιδιοτήτων στό έμμεσο Translog υπόδειγμα είναι ή ακόλουθη:

#### α) Έλεγχος Διαχωρισιμότητας

Είναι δυνατόν νά γίνει έλεγχος στατιστικών γιά νά διαπιστωθεί εάν υπάρχει "άσθενής διαχωρισιμότητα" (weak separability) ή "διαχωρισιμότητα κατά ομάδες" (group-wise separability) μεταξύ ένέργειας καί άλλων κατηγοριών κατανάλωσης. Έάν  $p_1$  καί  $w_1$  είναι ό δείκτης τιμών ένέργειας καί τό ποσοστό δαπάνης γιά ένέργεια αντίστοιχα καί  $p_2, p_3, \dots, p_n$   $w_2, w_3, \dots, w_n$  οί τιμές καί τά ποσοστά συμμετοχής γιά τίς άλλες κατηγορίες αγαθών, ή διαχωρισιμότητα σημαίνει ότι ή έμμεση συνάρτηση χρησιμότητας μπορεί νά γραφεί ώς:

$$(1) \ln V = F[\ln V'(p_2/y, p_3/y, \dots, t), p_1/y, t]$$

Έάν ή έμμεση συνάρτηση χρησιμότητας είναι διαχωρίσιμη κατά ομάδες, τότε πρέπει νά ισχύουν οί ακόλουθοι περιορισμοί παραμέτρων:

$$(2) \beta_{12} = \rho_1 a_2, \quad \beta_{13} = \rho_1 a_3, \dots, \beta_{1n} = \rho_1 a_n$$

όπου  $\rho_1$  είναι μία σταθερά.<sup>(1)</sup> Έάν ή έμμεση συνάρτηση χρησιμότητας είναι διαχωρίσιμη κατά ομάδες, ή προσέγγιση translog μπορεί νά μήν είναι. Ή "ρητή" (explicit) διαχωρισιμότητα κατά ομάδες έπιβεβαιώνει ότι ή προσέγγιση Translog είναι έπίσης διαχωρίσιμη κατά ομάδες. Ή ρητή διαχωρισιμότητα απαιτεί τόν πρόσθετο περιορισμό  $\rho_1 = 0$ .

#### β) Έλεγχος Όμοθετικότητας

Μπορούμε νά υπολογίσουμε έξισώσεις ποσοστών συμμετοχής πού βασίζονται σέ όμοθετικές έμμεσες συναρτήσεις χρησιμότητας. Ή έμμεση συνάρτηση χρησιμότητας είναι όμοθετική εάν μπορεί νά γραφεί ώς

$$(3) \ln V = F[\ln H(p, y, \dots, p_n/y), t]$$

(1) Dale W. Jorgenson, and Lawrence J. Lau, "The structure of consumer preferences", Annals of Economic and Social Measurement, 4/1, 1975.



όπου  $H$  είναι ομογενής βαθμού 1. Με την ομοθετικότητα τά ποσοστά συμμετοχής  $w_j$  είναι ανεξάρτητα των όλικων δαπανών  $y$ , πράγμα πού συνεπάγεται ότι οι εισοδηματικές ελαστικότητες ζήτησης για κάθε αγαθό είναι ίδιες και ίσες με την μονάδα. Δέν θεωρούμε ότι υπάρχει ομοθετικότητα στο υπόδειγμα των όλικων δαπανών κατανάλωσης, αλλά στο υπόδειγμα δαπανών για ενέργεια.

Ἡ ἔμμεση συνάρτηση χρησιμότητας εἶναι ομοθετική ἔάν ἰσχύει ἡ:

$$(4) \beta_{yj} = \sigma \alpha_j, \quad j = 1, 2, \dots, n$$

όπου  $\sigma$  εἶναι μία σταθερή. Ἡ ρητή ομοθετικότητα ἐπιβεβαιώνει ότι ἡ προσέγγιση Translog εἶναι ἐπίσης ομοθετική καί αὐτό ἀπαιτεῖ τήν πρόσθετη ὑπόθεση ότι  $\sigma = 0$ .

#### γ) Ἐλεγχος Προσθετικότητας

Μία ἔμμεση Translog συνάρτηση χρησιμότητας εἶναι προσθετική (additive) ἔάν μπορεῖ νά γραφεῖ ὡς:

$$(5) \ln V = F \left[ \sum_i \ln V^i(p_i/y) \right]$$

Ἐάν ἰσχύει ἡ ὑπόθεση τῆς προσθετικότητας, οἱ περιορισμοί τῆς Translog συνάρτησης χρησιμότητας, ἰκανοποιοῦν τούς περιορισμούς:

$$(6) \beta_{ij} = \theta \alpha_i \alpha_j, \quad i \neq j, \quad i, j = 1, 2, \dots, n.$$

όπου  $\theta$ : σταθερή.

Μία ἔμμεση Translog συνάρτηση χρησιμότητας εἶναι "ρητά προσθετική" (explicit additive) ἔάν αὐτή γράφεται ὡς:

$$(7) \ln V = \sum_{i=1}^n \ln V^i(p_i/y, t)$$

οἱ περιορισμοί παραμέτρων πού προκύπτουν ἀπό τήν ρητή προσθετικότητα εἶναι:

$$(8) \beta_{ij} = 0, \quad \text{μέ } i \neq j$$

#### δ) Ἡ στατιστική $\lambda$

Ἐάν ὑποθέσουμε ότι οἱ ἐξισώσεις τῶν ποσοστῶν συμμετοχῆς ἔχουν προσθετικά σφάλματα, κατανέμονται ἀνεξάρτητα καί κανονικά τότε μπορούμε νά ἐλέγξουμε τούς περιορισμούς τῶν παραμέτρων χρησιμοποιώντας ἕνα ἀπλό κριτήριο  $\chi^2$ .

Μία κατάλληλη στατιστική ἐλέγχου εἶναι αὐτή πού βασίζεται στόν λόγο  $\lambda$  τῆς πιθανοφάνειας (likelihood ratio) όπου

$$(9) \lambda = \max_{\gamma} \mathcal{L} / \max_{\gamma} \mathcal{L}$$

Ο λόγος πιθανοφάνειας  $\lambda$  είναι ο λόγος της μέγιστης τιμής της συνάρτησης πιθανοφάνειας  $\mathcal{L}$  για το υπόδειγμα όταν υπόκειται στον περιορισμό  $(r)$ , πρὸς τὴν μέγιστη τιμὴ τῆς συνάρτησης πιθανοφάνειας, χωρίς περιορισμό  $(u)$ . Γιά κανονικά κατανεμημένες τυχαῖες ἀποκλίσεις, ὁ λόγος  $\lambda$  δίνεται ἀπὸ τὸν τύπο:

$$(10) \quad -2 \ln \lambda = T(\ln |\hat{\Sigma}_r| - \ln |\hat{\Sigma}_u|)$$

ὅπου  $T$  ὁ ἀριθμὸς τῶν παρατηρήσεων καὶ  $|\hat{\Sigma}_r|$ ,  $|\hat{\Sigma}_u|$  εἶναι οἱ ὀρίζουσες τῶν μητρῶν διακυμάνσεων-συνδιακυμάνσεων τῶν ἐκτιμωμένων τυχαίων ἀποκλίσεων, γιὰ τὰ ὑποδείγματα μὲ περιορισμοὺς καὶ χωρίς περιορισμοὺς ἀντίστοιχα. Αὐτὴ ἡ στατιστικὴ κατανέμεται ὅπως ἡ  $\chi^2$  μὲ βαθμοὺς ἐλευθερίας  $\zeta$ -σους μὲ τὸν ἀριθμὸ τῶν περιορισμῶν τῶν παραμέτρων πού πρόκειται νὰ ἐλεγεθῶν.

## 3. ΤΑ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

### 3.1. Γενικά

Τά στατιστικά στοιχεία πού χρησιμοποιήθηκαν στήν παρούσα έργασία προέρχονται από τίς ακόλουθες πηγές : Τό Έθνικό Συμβούλιο Ένεργείας (ΕΣΕ) πού υπάγεται στό Υπουργείο Συντονισμού, τήν Δημοσία Έπιχείρηση Ήλεκτρισμού, τήν Έθνική Στατιστική Υπηρεσία (ΕΣΥΕ), τήν ΙΙΙ Γενική Διεύθυνση Πετρελαιοειδών καί Ένεργείας του Υπουργείου Βιομηχανίας καί Ένεργείας, τήν Διεύθυνση Καυσίμων του Υπουργείου Έμπορίου κ.ά.

Σ'ότι άφορά τίς στατιστικές άλλων χωρών τά στοιχεία προέρχονται από τίς δημοσιεύσεις των Energy Balances καί Energy Statistics του ΟΟΣΑ.

Σάν μονάδα μετρήσεων των ένεργειακών καταναλώσεων χρησιμοποιείται κυρίως ό Τόνος Ίσοδυναμού Πετρελαίου (ΤΙΠ) ή ΤΟΕ (Tonne of Oil Equivalent)<sup>(1)-(5)</sup>, όπου 1 ΤΙΠ συμβατικά ίσοδυναμεί μέ  $10^7$  Kcal. Ή τιμή αυτή άντιστοιχεϊ περίπου στή μέση σταθμική κατώτερη θερμική ικανότητα των προϊόντων πού προέρχονται από ένα μετρικό τόννο (ΜΤ) τυπικού άργου πετρελαίου. Για τό άργό πετρέλαιο καί τά προϊόντα του θεωρήθηκε ότι ένας ΜΤ άντιστοιχεϊ σέ ένα ΤΙΠ άν καί ή άντιστοιχία αυτή δέν είναι άκριβής-για τό κάθε ένα προϊόν χωριστά.

- 
- (1) Α. Σταυρόπουλου, "Τό Ένεργειακό πρόβλημα : τό παρόν καί τό μέλλον", έκδόσεις Καραμπερόπουλος, 1980.
  - (2) Έθνικό Συμβούλιο Ένεργείας "Τό ένεργειακό ίσοζύγιο της Έλλάδος", 1976-1980.
  - (3) ΔΕΗ, 'Ισολογισμού καί Έκθεση πεπραγμένων, 1971- 1980.
  - (4) Energy Balances of OECD Countries, IEA, OECD, 1970-79
  - (5) " Statistics, OECD, 1978.

Ο πίνακας 3.1.1. μās δίνει τούς συντελεστές αναγωγής σε ΤΙΠ για τὰ διάφορα καύσιμα ἢ μορφές ἐνέργειας πού υπάρχουν στό Ἑλληνικό Ἴσοζύγιο Ἐνέργειας. Οἱ συντελεστές πού ἰσχύουν μόνο για τό ἔτος 1978 σημειώνονται μέ ἀστερίσκο.

ΠΙΝΑΚΑΣ 3.1.1.

ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΕΣ ΑΝΑΓΩΓΗΣ ΣΕ ΤΙΠ

ΚΑΥΣΙΜΟ/ΜΟΡΦΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ	ΦΥΣΙΚΗ ΜΟΝΑΔΑ ΜΕΤΡΗΣΕΩΣ	ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΑΝΑΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΣΕ ΤΙΠ
Λιγνίτης	ΜΤ	0,135*
Λιγνιτόπλινθοι (μπρικέττες)	ΜΤ	0,370
Ξηρός Λιγνίτης	ΜΤ	0,360
Γαιάνθρακες, κώκ Μεταλλουργικό καί Φωταέριο	ΜΤ	0,700
Φωταέριο	$10^3$ ΜΤ <sup>3</sup>	0,420
Ἄργό πετρέλαιο καί προϊόντα διύλισης	ΜΤ	1,000
Ἡλεκτρική Ἐνέργεια	MWh	0,254*

\* Ἰσχύουν μόνο για τό 1978

Πηγή : ΕΣΥΕ, Στατιστική Ἐπετηρίδα, 1980

Ἄλλες μονάδες εἶναι ὁ ΤCE (Tonne Coal Equivalent) ἢ ΤΙΑ (Τόννος Ἴσοδύναμου Ἄνθρακα), μεταξύ ΤCE καί ΤΟΕ ἰσχύει ἡ σχέση μετατροπῆς :

$$1 \text{ ΤCE} = 0,7 \text{ ΤΟΕ}$$

Τό 1 βαρέλι πετρελαίου (bbl) ἰσοδυναμεῖ μέ 0,136 ΜΤ. Για τήν σχέση ἀναγωγῆς ΚWh σε ΤΙΠ ἰσχύει ὁ πίνακας 3.1.2. τῶν συντελεστῶν πού ἀνάγουν τὰ GWh σε  $10^3$  ΤΙΠ ( $1 \text{ GWh} = 10^9 \text{ Wh} = 10^6 \text{ kWh}$ ).



## ΠΙΝΑΚΑΣ 3.1.2.

ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΕΣ ΑΝΑΓΩΓΗΣ GWH ΣΕ 10<sup>3</sup> ΤΙΠ

ΕΤΟΣ	ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ	ΕΤΟΣ	ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ
1965	0,289	1973	0,256
1966	0,283	1974	0,251
1967	0,282	1975	0,253
1968	0,271	1976	0,257
1969	0,259	1977	0,254
1970	0,249	1978	0,254
1971	0,246	1979	0,254
1972	0,252	1980	0,254

Πηγή : ΔΕΗ

**3.2. Ή κατανάλωση ενέργειας στο σύνολο της οικονομίας**

Ή κατανάλωση τής συνολικής ενέργειας στην ελληνική οικονομία ακολούθησε ύψηλους ρυθμούς αύξησης. Τό χαρακτηριστικό γνώρισμα τής εκβιομηχάνισης τής ελληνικής οικονομίας κατά τήν περίοδο 1958-1979 είναι ότι ό λόγος του ρυθμού αύξησης ενέργειας πρός τόν ρυθμό αύξησης του ΄Ακαθάριστου ΄Εγχώριου Προϊόντος (ΑΕΠ) παρέμεινε μεγαλύτερος τής μονάδας.<sup>(1),(2)</sup>

Στήν περίοδο 1958-75 ό μέσος ετήσιος ρυθμός αύξησης τής καταναλώσεως τής ενέργειας ήταν 10,6% ενώ για τήν ίδια περίοδο τό ΑΕΠ αύξήθηκε μέ ρυθμό 6,6%.

Οί τελικές καταναλώσεις, οί τιμές καί οί αξίες κατά κατηγορία ενέργειας για τό σύνολο τής ελληνικής οικονομίας δίνονται στόν πίνακα 3.2.1. παράρτημα Β. Οί ποσότητες είναι σέ χιλιάδες ΤΙΠ, οί τιμές σέ δραχμές/ΤΙΠ (σέ τρέχουσες τιμές) καί οί αξίες σέ έκατομμύρια δραχμές (τρέχουσες τιμές). Οί κατηγορίες ενέργειας είναι α) στερεά καί άέρια καύσιμα β) υγρά καύσιμα γ) ηλεκτρική ενέργεια. ΄Ο πίνακας 3.2.2. παράρτημα Β δίνει α) τό ΄Ακαθάριστο ΄Εγχώριο Προϊόν (ΑΕΠ) σέ σταθερές τιμές 1970 (σέ έκατομμύρια δραχμές), β)

(1) Τό ΄Ενεργειακό πρόβλημα τής ΄Ελληνικής οικονομίας σήμερα, Τεχνικά Χρονικά, 3-4/78, ΄Εκδόσεις ΤΕΕ.

(2) Ε. Σαμουηλίδη, Μαθηματικά Πρότυπα ΄Ενεργειακών Ζητήσεων καί ΄Εφαρμογές, ΄Αθήνα 1979.

τό ποσοστό συμμετοχής του ΑΕΠ βιομηχανίας σε σταθερές τιμές 1970 (αυτό που στα δελτία εθνικών λογαριασμών αναφέρεται ως "μεταποίηση") στο ΑΕΠ της συνολικής οικονομίας και γ) την τιμή της συνολικής ενέργειας σε Δρχ/ΤΙΠ, σε σταθερές τιμές 1970.

### 3.3. Η κατανάλωση Ενέργειας στην Βιομηχανία

Η συμμετοχή της βιομηχανικής κατανάλωσης ενέργειας στην συνολική ενεργειακή κατανάλωση είναι αρκετά μεγάλη.

Ο πίνακας 3.3.1. δείχνει την ποσοστιαία συμμετοχή της βιομηχανίας στην συνολική ενεργειακή κατανάλωση στην περίοδο 1970-80.<sup>(1)(2),(3)</sup>

ΠΙΝΑΚΑΣ 3.3.1.

ΕΤΟΣ	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980
%	41,4	42,0	41,9	42,1	45,4	44,5	43,4	42,2	41,6	42,8	42,6

Πηγή : ΕΣΕ

Η συνολική ενεργειακή κατανάλωση στην βιομηχανία κατά μορφή ενέργειας, οι τιμές και οι δαπάνες για ενέργεια έχουν καταχωρηθεί στον πίνακα 3.3.2. παράρτημα Β. Οι μορφές ενέργειας που αναγράφονται είναι α) Στερεά και αέρια καύσιμα β) υγρά καύσιμα γ) ηλεκτρική ενέργεια. Οι ποσότητες εκφράζονται σε χιλιάδες ΤΙΠ, οι τιμές σε δρχ/ΤΙΠ και οι δαπάνες σε εκατομμύρια δρχ. (τρέχουσες τιμές). Παρατηρούμε ότι η κατανάλωση των υγρών καυσίμων και της ηλεκτρικής ενέργειας είναι υψηλή ενώ η κατανάλωση των στερεών καυσίμων είναι μικρότερη.

Οι μεγάλοι καταναλωτές της ενέργειας είναι οι μονάδες βαρειάς βιομηχανίας που είναι κατ'έξοχήν εντάσεως κεφαλαίου.

Στους κλάδους της βαρειάς βιομηχανίας η ενέργεια μετατρέπεται κυρίως σε θερμότητα.

(1) Τεχνικά Χρονικά, "Τό Ένεργειακό πρόβλημα της Έλληνικής οικονομίας σήμερα, ΤΕΕ 3-4/78.

(2) Ε. Σαμουηλίδη, Μαθηματικά πρότυπα Ένεργειακών Ζητήσεων και Έφαρμογές, Αθήνα 1979.

(3) Ε. Άργαλιζά, Τό Ένεργειακό Έσοζύγιο της Έλλάδος, ΕΣΕ, 1976.

Οι πύο ένεργειοβόροι κλάδοι τής βιομηχανίας είναι < μέ στοιχεύα τοϋ 1979 - κατά σειρά οί άκόλουθοι :

- 1) 'Ο κλάδος 33 τής βιομηχανίας μή μεταλλικών όρυκτών.
- 2) 'Ο " 20 εΐδη διατροφής
- 3) 'Ο " 34 βασικές μεταλλουργικές
- 4) 'Ο " 31 χημικές βιομηχανίες
- 5) 'Ο " 23 ύφαντουργικές βιομηχανίες
- 6) 'Ο " 27 βιομηχανία χαρτιοϋ
- 7) 'Ο " 32 βιομηχανία παραγώγων πετρελαίου-άνθρακα

Στόν πίνακα 3.3.3 παράρτημα Β' δίνονται : α) τό άκαθάριστο έγχώριο προϊόν τής βιομηχανίας σέ έκατομ.δραχμές (σταθ.τιμές 1970) καί β) ή τιμή πωλήσεως τής ένεργειας στήν βιομηχανία σέ σταθερές τιμές 1970, σέ Δρχ/ΤΙΠ.

Στούς πίνακες 3.3.4 , 3.3.5 , 3.3.6 παράρτημα Β' , έχουν καταχωρηθεΐ γιά τούς 20 κλάδους τής συνολικής βιομηχανίας τά μεγέθη : προστιθέμενη άξία, έξοδα γιά ένεργεια καί άριθμός άπασχολούμενων.

Οί πίνακες 3.3.7, 3.3.8, 3.3.9 παράρτημα Β' , πού προκύπτουν άπό τούς τρεις προηγούμενους δίνουν αντίστοιχα τά έξοδα γιά ένεργεια άνά άπασχολούμενο, τήν παραγωγικότητα ένεργειας (προστιθέμενη άξία : έξοδα γιά ένεργεια) καί τήν παραγωγικότητα έργασίας (προστιθέμενη άξία : άπασχολούμενοι). Στούς κλάδους τής βαρειάς βιομηχανίας ή παραγωγικότητα έργασίας είναι πολύ ύψηλή, ή παραγωγικότητα ένεργειας πολύ χαμηλή καί τά έξοδα γιά ένεργεια άνά άπασχολούμενο πολύ ύψηλά. Π.χ. γιά τό 1979 γιά τίς βασικές μεταλλουργικές ή παραγωγικότητα ένεργειας είναι 3,77 , ή παραγωγικότητα έργασίας 370,90 καί ή ένεργεια άνά άπασχολούμενο 632,60. Τήν περισσότερη ένεργεια άνά άπασχολούμενο καταναλίσκει ό κλάδος τών βασικών μεταλλουργικών (632,40 τό 1979). Δεύτερη είναι ή βιομηχανία τών μή μεταλλικών όρυκτών (167,80 τό 1979).

### 3.4. Η κατανάλωση Ένεργειας στίς Μεταφορές

Η συμμετοχή τής κατανάλωσης ένεργειας άπό τόν τομέα τών μεταφορών γιά τήν χρονική περίοδο 1970-1980 φαίνεται άπό τόν πίνακα 3.4.1.<sup>(1)(2)</sup>

(1) Ε. Άργαλιά, Τό ένεργειακό ίσοζύγιο τής Έλλάδος, ΕΣΕ, 1976.

(2) ΚΕΠΕ, "Μεταφορές : Διαπεριφερειακή καί περιφερειακή Διάσταση", Αθήνα 1980.

## ΠΙΝΑΚΑΣ 3.4.1.

ΕΤΟΣ	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980
%	27,5	26,2	26,2	26,1	23,8	23,2	23,8	26,7	26,9	23,6	26,2

**Πηγή : ΕΣΕ**

Παρατηρούμε ότι οι μεταφορές απορροφούν σημαντικό ποσοστό ενέργειας της τάξεως του 25%.

Η συνολική κατανάλωση ενέργειας, ή κατανάλωση κατά μορφή ενέργειας, οι τιμές και οι δαπάνες για τον τομέα των μεταφορών εμφανίζονται στον πίνακα 3.4.2. παράρτημα Β.

Ο τομέας μεταφορές περιλαμβάνει τις καταναλώσεις για τις ιδιωτικές και δημόσιες μεταφορές ξηράς, τις θαλάσσιες μεταφορές εσωτερικού και τις εσωτερικές και διεθνείς μεταφορές. Στόν τομέα των μεταφορών περιλαμβάνονται οι καταναλώσεις των Ένόπλων Δυνάμεων και των Πρεσβειών των Ξένων Χωρών.

Η κατανάλωση των υγρών καυσίμων στόν τομέα των μεταφορών είναι αρκετά υψηλή ενώ αυτή των στερεών καυσίμων και της ηλεκτρικής ενέργειας είναι ασήμαντη.

**3.5. Η κατανάλωση Ενέργειας στόν τομέα Οικιακές χρήσεις**

Στόν τομέα Οικιακή κ.α. χρήσεις περιλαμβάνονται οι καταναλώσεις ενέργειας των νοικοκυριών, του εμπορίου, των υπηρεσιών, της γεωργίας κ.α.<sup>(1),(2)</sup>

Η συμμετοχή της κατανάλωσης ενέργειας από τον τομέα αυτόν για την χρονική περίοδο 1970-1980 φαίνεται από τον πίνακα 3.5.1.

(1) Ε. Αργαλιά, "Τό ενεργειακό ισοζύγιο της Ελλάδος" ΕΣΕ, 1976.

(2) Τεχνικά Χρονικά, "Τό ενεργειακό πρόβλημα της Ελληνικής οικονομίας σήμερα, ΤΕΕ, 3-4/78.



ΠΙΝΑΚΑΣ 3.5.1.

ΕΤΟΣ	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980
%	31,1	31,8	31,9	31,8	30,8	32,3	32,8	31,1	31,5	33,6	31,3

Πηγή : ΕΣΕ

Ἡ συνολικὴ κατανάλωση ἐνέργειας ἀπὸ τὸν τομέα αὐτόν, ἡ κατανάλωση κατὰ μορφή ἐνέργειας, οἱ τιμές καὶ οἱ δαπάνες ἀναγράφονται στὸν πίνακα 3.5.2. παράρτημα Β.

Στὸν ἀνωτέρω τομέα ἡ κατανάλωση τῶν ὑγρῶν καυσίμων καὶ τῆς ἠλεκτρικῆς ἐνέργειας εἶναι ἀρκετὰ ὑψηλὴ ἐνῶ τῶν στερεῶν καυσίμων εἶναι πολὺ μικρὴ.

## 4. ΕΚΤΙΜΗΣΕΙΣ ΤΩΝ ΥΠΟΔΕΙΓΜΑΤΩΝ

### 4.1. Εκτίμηση του υποδείγματος Γραμμικής Παλινδρομώσεως

Οι παράμετρος  $\beta$  του υποδείγματος γραμμικής παλινδρομώσεως μπορούν να εκτιμηθούν με διαφόρους μεθόδους, όπως είναι ή των ελαχίστων τετραγώνων, ή μέθοδος μέγιστης πιθανότητας κ.ά. Με την μέθοδο των ελαχίστων τετραγώνων οι εκτιμητές  $\hat{\beta}$  των  $\beta$  προσδιορίζονται από την ελαχιστοποίηση του άθροισματος των τετραγώνων των υπολοίπων.<sup>(1)(2)(3)</sup> Εάν αντί της (1) της 2.2 έχουμε την συνάρτηση στο δείγμα

$$(1) \quad y = \mathbf{x}\beta + e$$

καί  $\hat{y}$  είναι μία εκτίμηση της παλινδρομώσεως

$$(2) \quad \hat{y} = \mathbf{x}\hat{\beta}$$

τότε τα υπόλοιπα είναι

$$(3) \quad e = y - \hat{y}$$

καί τό άθροισμα των τετραγώνων των υπολοίπων είναι :

$$(4) \quad z = \sum_{i=1}^T e_i^2 = e'e$$

Γιά την ελαχιστοποίηση της (4) θά έχουμε

$$(5) \quad z = e'e = (y - \mathbf{x}\hat{\beta})'(y - \mathbf{x}\hat{\beta}) = \\ = y'y - y'\mathbf{x}\hat{\beta} - \hat{\beta}'\mathbf{x}'y + \hat{\beta}'\mathbf{x}'\mathbf{x}\hat{\beta} = \\ = y'y - 2\hat{\beta}'\mathbf{x}'y + \hat{\beta}'\mathbf{x}'\mathbf{x}\hat{\beta}$$

παραγωγίζοντας την (5) ως προς τό διάνυσμα  $\hat{\beta}$  θά έχουμε

$$(6) \quad \frac{\partial z}{\partial \hat{\beta}} = -2\mathbf{x}'y + 2\mathbf{x}'\mathbf{x}\hat{\beta}$$

καί εάν εξισώσουμε μέ 0 βρίσκουμε τίς εκτιμήσεις

$$(7) \quad \hat{\beta} = (\mathbf{x}'\mathbf{x})^{-1} \mathbf{x}'y$$

(1) Goldeberger, A.S., *Econometric Theory*, Willey, New York, 1964 .

(2) Malinwand, E., *Statistical Methods in Econometrics*, Chicago, North - Holland, 1970.

(3) Θ.Γ. Γκαμαλέτσος, *Θεωρητική Οικονομετρία*, τόμος α', 'Εκδόσεις Καραμπερόπουλος, 1980.

Ἡ μήτρα τῶν διακυμάνσεων-συνδιακυμάνσεων τῶν ἐκτιμητῶν  $b$  εἶναι ἡ

$$(8) \quad V_b = s^2 (x'x)^{-1}$$

καὶ ὁ ἐκτιμητῆς τῆς  $V_b$  εἶναι ἡ μήτρα  $S_b$  ὅπου

$$(9) \quad S_b = s^2 (x'x)^{-1}$$

καὶ τὸ  $s^2$  εἶναι ἀμερόληπτος ἐκτιμητῆς τῆς  $\sigma^2$ .

Σκοπὸς τῶν οἰκονομετρικῶν ὑποδειγμάτων ἐκτός ἀπὸ τὴν ἐκτίμηση τῶν παραμέτρων αὐτῶν εἶναι καὶ ἡ πρόβλεψη τῶν μελλοντικῶν τιμῶν τῶν ἐξαρτημένων μεταβλητῶν, ὅταν δοθοῦν οἱ τιμές τῶν ἀνεξαρτήτων μεταβλητῶν.

Ὁ ἐκτιμητῆς πού προκύπτει μέ τὴν μέθοδο τῶν ἐλαχίστων τετραγῶνων εἶναι ὁ

$$(10) \quad \hat{y}_* = x_*'b$$

πού εὐρίσκεται ἐάν χρησιμοποιήσουμε τοὺς ἐκτιμητές  $b$  καὶ τίς δεδομένες τιμές  $x_*$ .

Στὸ ὑπόδειγμα ὑπολογίζεται ὁ συντελεστής προσδιορισμοῦ

$$(11) \quad R^2 = (\hat{y} - \bar{y})^2 / \sum (y - \bar{y})^2$$

πού εἶναι ἓνα μέτρο τοῦ βαθμοῦ συσχέτισης μεταξὺ τῶν  $y$  καὶ τῶν  $x$  στὸ δείγμα.

Τὸ  $R^2$  ὀνομάζεται καὶ ἀπλὸς συντελεστής προσδιορισμοῦ γιὰ νά γίνεται διάκριση ἀπὸ τὸν "διορθωμένο" συντελεστή  $\bar{R}^2$  πού εἶναι :

$$(12) \quad \bar{R}^2 = 1 - (1 - R^2)(T - 1) / (T - N - 1)$$

ὅπου  $T$  τὸ σύνολο τῶν παραμέτρων τοῦ δείγματος καὶ  $N$  ὁ ἀριθμὸς τῶν ἀνεξαρτήτων μεταβλητῶν. Ὁ  $\bar{R}^2$  ὑπερέχει τοῦ  $R^2$  ὡς μέτρο συγκρίσεως παλινδρομήσεων μέ διαφορετικὸ ἀριθμὸ ἀνεξαρτήτων μεταβλητῶν, γιὰ τὸ ὅτι  $\bar{R}^2$  λαμβάνει ὑπὸψη τὸν ἀριθμὸ τῶν ἀνεξαρτήτων μεταβλητῶν.

Γιὰ τὸν ἔλεγχο συσχέτισης μεταξὺ τῶν ὑπολοίπων  $e_i$  καὶ  $e_{i-1}$  ἢ διαφορετικὰ γιὰ τὸν ἔλεγχο αὐτοσυσχέτισης, χρησιμοποιοῦμε τὸν τύπο  $d$  τῶν Durbin-Watson πού εἶναι

$$(13) \quad d = \frac{\sum_{i=2}^T (e_i - e_{i-1})^2}{\sum_{i=1}^T e_i^2} \approx 2(1 - \hat{\rho})$$

ὅπου  $\hat{\rho}$  ὁ συντελεστής συσχέτισης μεταξὺ  $e_i$  καὶ  $e_{i-1}$

Γιὰ  $d = 2$  δεχόμεστε τὴν ὑπόθεση  $\hat{\rho} = 0$  ἢ  $\rho = 0$  δηλαδὴ ὅτι δὲν ἔχομε αὐτοσυσχέτιση.

Στὴν πράξη ἐπειδὴ ἡ κατανομή τοῦ  $d$  δὲν εἶναι γνωστὴ γιὰ νά ἐλεγχθεῖ ἡ

ύποθεση  $d = 2$ , χρησιμοποιούνται οι κατανομές των  $d_L$  και  $d_U$ . Γιατά διάφορα  $T$  και  $N$  και για  $\alpha = 0,05$  υπάρχουν στατιστικοί πίνακες για τόν έλεγχο του  $d$ .

Έάν  $d \leq d_L$  τότε δεχόμαστε ότι έχουμε αυτοσυσχέτιση  
 "  $d \geq d_U$  " " " " δέν έχουμε αυτοσυσχέτιση  
 "  $d_L < d < d_U$  δέν μπορούμε νά άποφανθοϋμε  
 Στην πράξη εξετάζομε κατά πόσο ό'  $d$  είναι κοντά στό 2.

Στό Γενικό Γραμμικό Ύπόδειγμα οί άριστοι έκτιμητές των παραμέτρων  $\beta$  είναι :

$$(14) \quad \mathbf{b}^* = (\mathbf{x}'\Phi^{-1}\mathbf{x})^{-1} \mathbf{x}'\Phi^{-1}\mathbf{y}$$

μέ μήτρα διακυμάνσεων-συνδιακυμάνσεων αυτών τήν

$$(15) \quad \mathbf{V}_b^* = \sigma^2 (\mathbf{x}'\Phi^{-1}\mathbf{x})^{-1}$$

Ο άμερόληπτος έκτιμητής τής διακυμάνσεως  $\sigma^2$  είναι ό

$$(16) \quad s^{*2} = \mathbf{e}^* \Phi^{-1} \mathbf{e}^* / (T-N-1)$$

όπου

$$(17) \quad \mathbf{e}^* = \mathbf{M}^* \mathbf{e} = \mathbf{I} - \mathbf{x}(\mathbf{x}'\Phi^{-1}\mathbf{x})^{-1} \mathbf{x}'\Phi^{-1}$$

Ο άμερόληπτος έκτιμητής τής μήτρας διακυμάνσεων-συνδιακυμάνσεων  $\mathbf{V}_b^*$  δίδεται άπό τόν τύπο

$$(18) \quad \mathbf{S}_b^* = s^{*2} (\mathbf{x}'\Phi^{-1}\mathbf{x})^{-1}$$

πού είναι αντίστοιχος του (9) του κλασσικού γραμμικού ύποδείγματος.

Η επίλυση του γραμμικού ύποδείγματος έγινε μέ τό πρόγραμμα ηλεκτρονικού ύπολογιστού SPSS (Statistical Package for the Social Sciences) και ειδικώτερα μέ τό ύποπρόγραμμα REGRESSION. Τό ύποπρόγραμμα αυτό έτρεξε σέ ηλεκτρονικό ύπολογιστή τύπου CDC 7600 στό CYBERNET SERVICES των Άθηνών.

## 4.2. Έκτίμηση του ύποδείγματος ARIMA

### 4.2.1. Ταυτοποίηση του Ύποδείγματος .

Όπως έχει άναφερθει στην παράγραφο 2.3 για τήν έκτίμηση του ύποδείγματος ARIMA είναι άπαραίτητη άπό πριν ή ταυτοποίησή του. Για τόν σκοπό αυτό πρέπει νά ύπολογισθοϋν κατ'άρχήν οί αυτοσυσχετίσεις και οί μερικές αυτο-



συσχετίσεις.<sup>(1),(2),(3)</sup>

Εάν αντικαταστήσουμε την αρχική χρονολογική σειρά  $Z_t$  με την  $W_t$  όπου

$$(1) \quad W_t = \Delta^d Z_t$$

για να έχομε στασιμότητα τότε τό υπόδειγμα (1) τής παραγράφου 2.3 γίνεται

$$\eta \quad (2) \quad \Phi_p(B)W_t = \theta_q(B)\alpha_t$$

$$(3) \quad \Phi_p(B)W_t = \theta_0 + \theta_q(B)\alpha_t$$

έάν προστεθεῖ ή σταθερά  $\theta_0$  για διευκόλυνση τών υπολογισμών.

Η (3) αναλυτικότερα γίνεται :

$$(4) \quad W_t = \Phi_1 W_{t-1} + \dots + \Phi_p W_{t-p} + \theta_0 + \alpha_t - \theta_1 \alpha_{t-1} - \dots - \theta_q \alpha_{t-q}$$

Οί αυτοσυσχετίσεις παρέχονται από τόν τύπο :

$$(5) \quad \rho_k = C_k / C_0 \quad \text{όπου}$$

$$(6) \quad C_k = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^{n-k} (W_t - \bar{W})(W_{t+k} - \bar{W}) \quad (\text{οί αυτοδιακυμάνσεις})$$

$$\text{καί } (7) \quad C_0 = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n (W_t - \bar{W})^2$$

$$\text{μέ } k = 1, 2, \dots, K \quad \text{καί } n = T-d$$

Στίς εφαρμογές τό  $K$  συνήθως δέν υπερβαίνει τό  $n/4$ .

Τά  $\bar{W}$  καί  $C_0$  είναι ό μέσος καί ή διακύμανση τής χρονολογικής σειράς  $W_t$

$$(8) \quad \bar{W} = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n W_t$$

$$\text{καί } (9) \quad S_W^2 = C_0$$

Τό  $\rho_k$  είναι ή εκτίμηση τής αυτοσυσχετίσεως μέ ύστέρηση  $k$  χρονικῶν περιόδων.

Οί εκτιμήσεις τών συντελεστῶν μερικής αυτοσυσχετίσεως εύρίσκονται από τούς αναγωγικούς τύπους :

$$(10) \quad \Phi_{\ell\ell} = \rho_\ell \quad \text{έάν } \ell = 1 \text{ καί}$$

$$\Phi_{\ell\ell} = (\rho_\ell - \sum_{j=1}^{\ell-1} \Phi_{\ell-1,j} \rho_{\ell-j}) / (1 - \sum_{j=1}^{\ell-1} \hat{\Phi}_{\ell-1,j} \rho_j)$$

$$\text{μέ } \ell = 2, 3, \dots, L$$

$$\text{καί } (11) \quad \Phi_{\ell j} = \Phi_{\ell-1,j} - \Phi_{\ell\ell} \Phi_{\ell-1,\ell-j}$$

$$\text{μέ } j = 1, 2, \dots, \ell-1$$

Τό  $L$  στίς εφαρμογές είναι  $L \leq K$ .

(1) Box G., Jenkins G., Time Series - Analysis, Forecasting and Control, Holden-Day, 1976.

(2) Macridakis S., Wheelwright S., Forecasting Methods and Applications, John Wiley & Sons, 1978.

(3) Θ. Γκαμαλέτσου, Θεωρητική Οικονομετρία, τόμος β', Έκδόσεις Καραμπερόπουλος, 1981.

"Όπως απέδειξαν οι Anderson, Bartlett, Quenouill κ.ά.<sup>(1)</sup> οι συντελεστές αυτοσυσχετίσεως  $\rho_k$ , έχουν μία κατανομή που προσεγγίζεται από μία κανονική κατανομή με μέσο 0 και τυπική απόκλιση  $1/\sqrt{n}$  ( $n = T-d$ ). Με την πληροφορία αυτή, το κριτήριο που έχει προταθεί, να εύρισκονται τα  $\rho_k$  εντός του διαστήματος

$$(12) \quad -u_{\epsilon/2} (1/\sqrt{n}) \leq \rho_k \leq u_{\epsilon/2} (1/\sqrt{n})$$

προσδιορίζει, σ'ένα ώρισμένο επίπεδο σημαντικότητας, ότι η χρονολογική σειρά είναι τυχαία. Για επίπεδο σημαντικότητας 95% τό  $u_{\epsilon/2} = 1,96$ . Εάν τα  $\rho_k$  δέν εύρισκονται εντός του διαστήματος (12) τότε λαμβάνονται οι πρώτες διαφορές της χρονολογικής σειράς. Στην περίπτωση αυτή τό  $d = 1$ . Η διαδικασία μπορεί να συνεχισθεί με τίς δεύτερες διαφορές, δηλ.  $d = 2$ , κ.ο.κ.

Ο προσδιορισμός του  $\rho$  γίνεται με την στατιστική<sup>(2),(3)</sup>

$$(13) \quad u_\ell = \frac{\hat{\Phi}_{\ell\ell}}{\sqrt{V(\hat{\Phi}_{\ell\ell})}}$$

όπου  $\hat{\Phi}_{\ell\ell}$  ή έκτίμηση του συντελεστή μερικής αυτοσυσχετίσεως και

$$(14) \quad \sqrt{V(\hat{\Phi}_{\ell\ell})} = \frac{1}{n-1}, \quad \ell = 1, 2, \dots$$

Εάν ή στατιστική (13) που κατανέμεται κανονικά είναι (για επίπεδο σημαντικότητας 95%) κατά απόλυτο τιμή μικρότερη του 1,96, τότε ή διαδικασία είναι αυτοσυσχετιζόμενη βαθμού  $\ell-1$ , δηλ.  $\rho = \ell-1$ .

Ο προσδιορισμός του  $q$  γίνεται με την βοήθεια της στατιστικής

$$(15) \quad s_k = \frac{\hat{\rho}_k}{\sqrt{V(\hat{\rho}_k)}}$$

όπου  $\hat{\rho}_k$  ή έκτίμηση του συντελεστή αυτοσυσχετίσεως και

$$(16) \quad V(\hat{\rho}_k) = \frac{1}{n} \left( 1 + 2 \sum_{r=1}^{k-1} \rho_r^2 \right) \quad (\text{τύπος του Bartlett})$$

Εάν ή διαδικασία  $Z_t$  είναι βαθμού  $k$ , ή στατιστική (15) κατανέμεται τυπικά κανονικά. Τό  $q$  θά είναι  $q = k-1$  βαθμού, εάν για  $k < q$  ή  $s_k$  δέν είναι στατιστικά σημαντική, ενώ για  $k > q$  ή  $s_k$  είναι σημαντική.

(1) Macridakis S., Wheelwright S., Forecasting Methods and Applications, John Willey and Sons, 1978.

(2) Θ.Γ.Γκαμαλέτσος, Θρωρητική Οικονομετρία, τόμος β', Έκδόσεις Καραμπερόπουλος, 1981

(3) Theodore Gamaletsos, "Integrated Autoregressive Moving Average Process in Consumption Functions: A critique on Zellner's et al Paper", ΣΠΟΥΔΑΙ, Τόμος ΚΗ', Τεύχος 2, 1978.



$$(13) \quad \hat{\theta}_{j0} = -r_j / r_0, \quad j = 1, 2, \dots, q$$

Τό υπόδειγμα (4) τῆς 4.2.1. γράφεται καί ὡς

$$(14) \quad a_t = W_t - \sum_{i=1}^p \phi_i W_{t-i} - \theta_0 + \sum_{j=1}^q \theta_j a_{t-j}$$

Ἡ ἐκτίμηση τῶν παραμέτρων  $\Phi$  καί  $\theta$  ἦ

$$(15) \quad \beta = (\Phi, \theta) = (\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_n) \quad \text{μέ } k = p+q$$

γίνεται ἀπό τήν ἐλαχιστοποίηση τοῦ

$$(16) \quad \sum_{t=1}^n a_t^2 = \sum_{t=1}^n [a_t^2 | \beta, W]$$

ὅπου τό σύμβολο  $[ \ ]$  σημαίνει τήν δευσευμένη μαθηματική ἐλπίδα

$$(17) \quad [a_t] = E [a_t]$$

Τό  $[a_t]$  ἀναπτύσσεται κατά Taylor καί δίνει τήν

$$(18) \quad [a_t] = [a_{t,0}] - \sum_{i=1}^k (\beta_i - \beta_{i,0}) \chi_{i,t}$$

ἢ (19)  $a_t = a_{t,0} - \sum_{i=1}^k (\beta_i - \beta_{i,0}) \chi_{i,t}$  μέ  $a_t = [a_t | \beta, W], a_{t,0} = [a_t | \beta_0, W]$  καί

$$(20) \quad \chi_{i,t} = - \frac{\partial a_t}{\partial \beta_i}$$

Ἡ ἐπαναληπτική μέθοδος Marquardt μέ τήν ὅποیان εὐρίσκονται οἱ παράμετρος  $\beta_i$ , ἀκολουθεῖ συνοπτικά τήν ἀκόλουθη διαδικασία :

Ἐπολογίζονται τά μεγέθη :

ἡ κχκ μήτρα

$$(21) \quad \mathbf{A} = \{A_{ij}\} \quad \text{ὅπου} \\ A_{ij} = \sum_{t=1}^n \chi_{i,t} \chi_{j,t}$$

τό διάνυσμα  $\mathbf{g} = [g_1, g_2, \dots, g_1, \dots, g_k]'$  ὅπου

$$(22) \quad g_i = \sum_{t=1}^n \chi_{i,t} a_t$$

τά μεγέθη (23)  $D_i = \sqrt{A_{ii}}$

Στή συνέχεια ὑπολογίζονται οἱ γραμμικές ἐξισώσεις

$$(24) \quad \mathbf{A}^* \mathbf{h}^* = \mathbf{g}^*$$



πού εύρισκονται σύμφωνα μέ τούς τύπους :

$$(25) \quad A_{ij}^* = A_{ij} / D_i D_j$$

$$(26) \quad g_i^* = g_i / D_i$$

Μετά τόν ύπολογισμό τών  $h^*$  εύρισκονται έκ νέου τά  $h_i$  από τήν

$$(27) \quad h_j = h_j^* / D_j$$

Τότε οί νέες τιμές τών παραμέτρων έκτιμῶνται από τήν

$$(28) \quad \beta = \beta_0 + h$$

καί μετά έκτιμᾶται τό ἄθροισμα τετραγῶνων τών ύπολοίπων  $S(\beta)$ .

Ἡ διαδικασία τερματίζεται μέχρις ὅτι ὑπάρξει σύγκλιση ἢ ὅταν ἔχει ἐκτελεσθεῖ ἕνας προσδιορισμένος έκ τών προτέρων ἀριθμός ἐπαναλήψεων.

Οί έκτιμήσεις τοῦ ὑποδείγματος ARIMA ἔγιναν μέ προγράμματα πού χρησιμοποίησαν τίς ὑπορουτίνες FTAUTO, FTARPS, FTMPS, FTCAST, FTCPM τῆς βιβλιοθήκης IMSL (International Mathematical and Statistical Library).

#### 4.3. Ἐκτίμηση τοῦ ὑποδείγματος LES

Γιά τήν έκτίμηση τοῦ LES χρησιμοποιεῖται τό πρόγραμμα SPSS (Ἵγποπρόγραμμα NONLINEAR).<sup>(1)(2)(3)</sup>

Ἡ μή γραμμική παλινδρόμηση συνίσταται στήν ἐλαχιστοποίηση τοῦ ἄθροισματος τών τετραγῶνων τών τυχαίων ἀποκλίσεων.

Ἐάν δηλαδή, ἡ ἐξαρτημένη μεταβλητή  $y_i$  ὀρίζεται

$$(1) \quad y_i = f_i(x, b) + \varepsilon_i \quad (i = 1, 2, \dots, n)$$

ὅπου

$x$  : εἶναι οἱ ἀνεξάρτητες μεταβλητές

$b$  : εἶναι οἱ παράμετροι

$\varepsilon_i$  : οἱ τυχαῖες ἀποκλίσεις

τότε τό κριτήριο πού χρησιμοποιεῖται εἶναι ἡ ἐλαχιστοποίηση τοῦ ἄθροισματος :

(1) Nie, Hull, Jenkins, Steinbrenner and Bent, SPSS, Second Edition. McGraw-Hill, Inc., New York, 1975.

(2) SPSS Version 70, Update Manual, Vogelback computing Center Manual No 437, Northwestern University, 1977.

(3) Barry Robinson, Nonlinear Regression Analysis: Subprogram Nonlinear, Vogelback Computing Center, Northwestern University, 1979.

$$(2) \quad S(b) = \sum_{i=1}^n \varepsilon_i^2 = \sum_{i=1}^n [y_i - f_i(x, b)]^2$$

Τό SPSS-NONLINEAR επιτρέπει νά γίνεται ἐπιλογή ἀπό δύο μεθόδους ἐλαχιστοποιήσεως τοῦ  $S(b)$ , τήν μέθοδο τοῦ Gauss<sup>(3)(4)(5)</sup> καί τήν μέθοδο τοῦ Marquardt<sup>(3)(6)</sup>. Ἡ ἀρχή τῶν μεθόδων αὐτῶν εἶναι ἡ ἀκόλουθη :

Ἐάν οἱ ἀρχικές ἐκτιμήσεις τῶν τιμῶν τῶν παραμέτρων εἶναι  $b_0$ , τότε τό ἀνάπτυγμα Taylor τῆς συνάρτησεως  $f(x, b)$  στήν περιοχὴ τῆς ἀρχικῆς τιμῆς, ἐάν παραλείψομε τοὺς ὄρους ὑψηλοτέρας τάξεως θά εἶναι :

$$(3) \quad f(x, b) = f(x, b_0) + \sum_{k=1}^n \left[ \frac{\partial f}{\partial b_k} \right]_{b=b_0} (b_k - b_{0k})$$

Ἐάν συμβολίσομε μέ

$$(4) \quad f(x, b_0) = f^0$$

$$(5) \quad Z_k^0 = \left[ \frac{\partial f}{\partial b_k} \right]_{b=b_0}$$

$$(6) \quad \beta_k^0 = b_k - b_{0k}$$

τότε ὁ τύπος (3) γράφεται :

$$(7) \quad f(x, b) = f^0 + \sum_{k=1}^n Z_k^0 \beta_k^0$$

καί τό ὑπόδειγμα

$$y = f(x, b) + \varepsilon$$

θά γίνει

$$(8) \quad y - f^0 = \sum_{k=1}^n Z_k^0 \beta_k^0 + \varepsilon$$

ἢ

$$(8') \quad y = Z\beta + \varepsilon \quad \text{ὅταν ὑπάρχουν } T \text{ ἐξισώσεις.}$$

Ὁ τύπος (8') εἶναι ἡ τυποποιημένη μορφή ἐνός γραμμικοῦ ὑποδείγματος καί μπορεῖ νά λυθεῖ μέ τήν ἐπαναληπτικὴ μέθοδο Gauss καί νά δώσει τίς ἀριστες ἐκτιμήσεις τοῦ  $\beta_k^0$ .

(4) Θ. Γκαμαλέτσος, "Διακλαδικὴ Ἀνάλυσις τῶν Δαπανῶν Ἰδιωτικῆς Καταναλώσεως τῆς Ἑλληνικῆς Οἰκονομίας", ΚΕΠΕ, σειρὰ εἰδικῶν μελετῶν Α, Ἀθῆναι 1975.

(5) Nonlinear Regression Routines, Madison Academic Computing Center, University of Wisconsin, 1972.

(6) Marquardt, D., "An algorithm for Least-Squares Estimation of Nonlinear Parameters" J. of SIAM, Vol.11 (1963), pp. 431-441.

Γιά τόν ύπολογισμό τοῦ συστήματος ἐξισώσεων τοῦ ὑποδείγματος LES εἶναι ἀπαραίτητος ὁ στοχαστικός προσδιορισμός αὐτοῦ.<sup>(1)</sup>

Στήν περίπτωση αὐτή θεωροῦμε ὅτι κάθε μιά ἀπό τίς ἐξισώσεις (9) τῆς 2.5 εἶναι ἡ δεσμευμένη μέση τιμή (Conditional expectation) τῆς  $e_i$ , ὅταν δοθοῦν τὰ  $y, p_1, p_2, \dots, p_n$ . Ἐπομένως ἐάν  $e_i(t)$  εἶναι ἡ τυχαία ἀπόκλιση στήν  $i$  ἐξίσωση καί σέ χρόνο  $t (i = 1, 2, \dots, n; t = 1, 2, \dots, T)$  ὑποθέτουμε ὅτι :

$$E e_i(t) = 0$$

ἀνεξάρτητα ἀπό τὰ  $y(t), p_1(t), \dots, p_n(t)$ .

Τό σύστημα (9) τῆς 2.5 μέ τήν στοχαστική του μορφή γίνεται :

$$(9) \quad e_i(t) = p_i(t)v_i + \beta_i [y(t) - \sum_{j=1}^n p_j(t)v_j] + \varepsilon_i(t) \\ (i = 1, 2, \dots, n \quad t = 1, 2, \dots, T)$$

οἱ  $n$  ἐξισώσεις τοῦ συστήματος (9) ἀποτελοῦν ὑπόδειγμα συσχετιζομένων ἐξισώσεων. Τό κριτήριο πού χρησιμοποιεῖται γιά τόν ὑπολογισμό τοῦ ὑποδείγματος αὐτοῦ, εἶναι ἡ εὔρεση ἐκτιμήσεων τῶν παραμέτρων  $\beta_i$  καί  $v_i (i = 1, 2, \dots, n)$  τέτοιων ὥστε νά ἐλαχιστοποιοῦν τό ἄθροισμα τῶν τετραγώνων τοῦ γενικοῦ συνόλου τῶν ἀποκλίσεων, δηλαδή μέ ἄθροιση ὡς πρὸς  $i$  καί  $t$ .

Ἐάν ὀρίσομε ὡς  $b_1, b_2, \dots, b_n$  καί  $c_1, c_2, \dots, c_n$  τίς ἐκτιμήσεις τῶν παραμέτρων  $\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_n$  καί  $v_1, v_2, \dots, v_n$  ἀντίστοιχα καί  $v_i(t)$  τό ὑπόλοιπο τῆς  $i$  ἐξίσωσης σέ χρόνο  $t$ , τότε οἱ ἐξισώσεις (9) γίνονται :

$$(10) \quad e_i(t) = p_i(t)c_i + b_i [y(t) - \sum_{j=1}^n p_j(t)c_j] + v_i(t) \\ (i = 1, 2, \dots, n \quad t = 1, 2, \dots, T)$$

Τό κριτήριο πού χρησιμοποιεῖται εἶναι ἡ εὔρεση τῶν ἐκτιμήσεων  $b_i$  καί  $c_i$  πού ἐλαχιστοποιοῦν τήν  $\sum_{t=1}^T \sum_{i=1}^n v_i^2(t)$ .

Γιά τήν ἐκτίμηση τοῦ ὑποδείγματος LES τό χρησιμοποιηθέν πρόγραμμα ὑπολογίζει τίς μερικές παραγώγους τοῦ (10) ὡς πρὸς τίς παραμέτρους  $b_i, c_i$ , θά εἶναι :

(1) Θ. Γκαμαλέτσος, "Διακλαδική Ἀνάλυση τῶν Δαπανῶν Ἰδιωτικῆς Καταναλώσεως τῆς Ἑλληνικῆς Οἰκονομίας", ΚΕΠΕ σεμινὰ εἰδικῶν μελετῶν Α, Ἀθῆναι, 1975.

$$(11) \quad \frac{ae_j}{ab_j} = \begin{cases} y - \sum_{i=1}^n p_i c_i & \text{γιά } i = j \\ 0 & \text{γιά } i \neq j \end{cases}$$

καί

$$(12) \quad \frac{ae_j}{ac_j} = (\delta_{ij} - b_i) p_i \quad \delta_{ij} = \begin{cases} 1 & i = j \\ 0 & i \neq j \end{cases}$$

$i, j = 1, 2, \dots, n$

Κατά τήν ἐκτίμηση τοῦ ὑποδείγματος πρέπει νά ἀπαλειφθεῖ μία ἐξίσωση καί νά ἐκτιμηθοῦν οἱ ἄλλες  $n-1$ . Ἡ μέθοδος αὐτή πιθανόν νά δώσει ἐκτιμήσεις πού ἐξαρτῶνται ἀπό τήν ἐξίσωση πού παράλειπεται. Ἡ ἀπαλοιφή τῆς μιᾶς ἐξίσωσης, δικαιολογεῖται ἀπό τό γεγονός ὅτι ἡ μήτρα<sup>(1)(2)</sup>

$$(13) \quad \Sigma = E \varepsilon(t) E'(t)$$

εἶναι μὴ ὀμαλή (singular). Ἡ μὴ ὀμαλότητα τῆς  $\Sigma$  εὑρίσκεται ἐάν ἀθροίσουμε τίς (9):

$$(14) \quad \sum_{i=1}^n e_i(t) = \sum_{i=1}^n p_i(t) v_i + \sum_{i=1}^n \beta_i \left[ y(t) - \sum_{i=1}^n p_i(t) v_i \right] + \sum_{i=1}^n \varepsilon_i(t)$$

καί ἐφ' ὅσον ἰσχύει ἡ  $\sum_{i=1}^n \beta_i = 1$  ἀπό τήν (14) εὑρίσκεται ὅτι:

$$(15) \quad \sum_{i=1}^n \varepsilon_i(t) = 0 \quad \text{ἢ} \quad \iota' \varepsilon(t) = 0$$

ὅπου  $\iota' = [1 \ 1 \ \dots \ 1]$ . Τά στοιχεῖα δηλ. τοῦ διανύσματος

$\varepsilon'(t) = [\varepsilon_1(t) \ \varepsilon_2(t) \ \dots \ \varepsilon_n(t)]$  εἶναι γραμμικά ἐξαρτημένα καί ἔτσι ἡ μήτρα  $\Sigma$  εἶναι:

$$\Sigma = E \varepsilon'(t) \varepsilon(t) = \begin{bmatrix} E\varepsilon'(1)\varepsilon(1) & \dots & E\varepsilon'(1)\varepsilon(T) \\ \vdots & E\varepsilon'(t)\varepsilon(t) & \vdots \\ E\varepsilon'(T)\varepsilon(1) & \dots & E\varepsilon'(T)\varepsilon(T) \end{bmatrix} =$$

$$= \begin{bmatrix} \Sigma_1 & & \\ & \circ & \\ & \circ & \Sigma_T \end{bmatrix}$$

(1) Θ.Γ. Γκαμαλέτσου, "Διακλαδική Ἀνάλυση τῶν δαπανῶν Ἰδιωτικῆς Κατανάλωσης τῆς Ἑλληνικῆς οἰκονομίας", ΚΕΠΕ, 1975

(2) Theil, H., "Theory and Measurement of Consumer Demand" North - Holland, 1975



$$\begin{aligned} \text{έπειδή } \varepsilon(t) = 0 \text{ ή } \varepsilon' &= E[\varepsilon(t)\varepsilon'(t)] = \\ &= E[\varepsilon(t)]^2 = 0, \text{ δηλ. ή } \Sigma \text{ είναι μή όμαλή.} \end{aligned}$$

Τό πρόγραμμα SPSS-NONLINEAR άπαιτεί κατάλληλες άρχικές τιμές τών παραμέτρων  $b_i, c_i$  γιά τήν έκτίμησή των. Τό πρόγραμμα ύπολογίζει καί τυπώνει τίς τιμές τών παραμέτρων, τίς προβλέψεις, τίς παρατηρήσεις καθώς καί τά ύπόλοιπα. Έκτός αútων δίνει καί τά διαστήματα έμπιστοσύνης γιά τήν  $k$  παράμετρο. Τά όρια τών διαστημάτων γιά τήν  $k$  παράμετρο είναι  $b_k \pm 2\theta_k$  όπου

$$\theta_k = \sqrt{\frac{d_{kk} S}{Tn - \xi}}$$

όπου  $n$  ό άριθμός τών έξισώσεων πού έκτιμώνται,  $\xi$ : ό άριθμός τών παραμέτρων καί  $T$  ό άριθμός τών παρατηρήσεων. Τά  $d_{ii}$  είναι τά διαγώνια στοιχεία τής μήτρας  $A = (Z_F' Z_F)^{-1}$  όπου  $Z_F$  είναι ή 'Ιακωβιανή μήτρα τών πρώτων παραγώγων τής  $f(x, b)$  πού ύπολογίζονται στίς τελευταίες τιμές τών παραμέτρων. Καί  $S$  τό άθροισμα τετραγώνων τών ύπολοίπων πού ύπολογίζονται.

Άκόμη ύπολογίζεται ή τετραγωνική ρίζα τοϋ μέσου τετραγώνου τών ύπολοίπων (root mean square residual) πού είναι:

$$\sqrt{\frac{S}{\text{Βαθμοί Έλευθερίας}}}$$

Οί βαθμοί Έλευθερίας είναι  $T.n - \xi$ , όπου  $T$  ό άριθμός τών παρατηρήσεων,  $n$  ό άριθμός τών έξισώσεων πού έκτιμώνται καί  $\xi$  ό άριθμός τών παραμέτρων.

Τά LES, GLES, TRANSLOG ύπολογίσθηκαν μέ τό ύποπρόγραμμα NONLINEAR τοϋ SPSS, από τόν Η.Υ. CDC 7600 τής CYBERNET SERVICES.

#### 4.4. Έκτίμηση τοϋ Υποδείγματος GLES

Τό GLES έκτιμάται μέ τό ύποπρόγραμμα NONLINEAR τοϋ SPSS. Γιά νά έφαρμοσθεί έμπειρικά τό ύπόδειγμα GLES πρέπει νά θεθεί σέ μιά στοχαστική μορφή. Στην περίπτωση αútή χρησιμοποιούμε τόν ίδιο στοχαστικό προσδιορισμό μέ έκείνον τοϋ LES. Έρμηνεύομε, δηλαδή, κάθε μιά έξίσωση ζήτησεως σάν τήν δεσμευμένη μέση τιμή (conditional expectation)  $e_i(t)$  μέ δεδομένα τά  $y(t), p_1(t), \dots, p_n(t)$  γιά κάθε  $t = 1, 2, \dots, T$ .<sup>(1)</sup>

Τό σύστημα GLES μέ τήν στοχαστική του μορφή γίνεται :

(1) Θ. Γκαμαλέτσος, "Διακλαδική Ανάλυση τών Δαπανών 'Ιδιωτικής Καταναλώσεως τής Έλληνικης Οίκονομίας", ΚΕΠΕ, σειρά ειδικών μελετών Α, Άθήνα 1975.

$$(1) \quad e_i(t) = p_i(t)v_i + \delta_i p_i'(t) \left[ \sum_{j=1}^n \delta_j p_j'(t) \right]^{-1} \left[ y(t) - \sum_{j=1}^n p_j(t)v_j \right] + \varepsilon_i(t)$$

(i = 1, 2, ..., n \quad t = 1, 2, ..., T)

όπου για τήν τυχαία απόκλιση  $\varepsilon_i(t)$  υποθέτομε ότι  $E\varepsilon_i(t) = 0$  ανεξάρτητα των  $y(t)$ ,  $p_i(t)$ , ...,  $p_n(t)$ .

Εάν συμβολίσουμε μέ  $d_i$ ,  $c_i$  καί  $\hat{r}$  τίς έκτιμήσεις των  $\delta_i$ ,  $v_i$  καί  $r$  αντίστοιχα τότε οί εξισώσεις πού πρέπει νά έκτιμηθοῦν εἶναι :

$$(2) \quad e_i(t) = p_i(t)c_i + d_i p_i^{\hat{r}}(t) \left[ \sum_{j=1}^n d_j p_j^{\hat{r}}(t) \right]^{-1} \left( y(t) - \sum_{j=1}^n p_j(t)c_j \right) + v_i(t)$$

(i = 1, 2, ..., n \quad t = 1, 2, ..., T)

Τό κριτήριο για τήν έκτίμηση τοῦ συστήματος αὐτοῦ των  $n$  εξισώσεων εἶναι ὁ ὑπολογισμός των έκτιμητῶν πού νά ἐλαχιστοποιοῦν τό ἄθροισμα των τετραγώνων των ὑπολοίπων για ὅλες τίς κατηγορίες των ἀγαθῶν καί για ὅλα τά ἔτη, δηλαδή ἡ ἐλαχιστοποίηση τοῦ

$$\sum_{i=1}^n \sum_{t=1}^T (v_i(t))^2$$

Τό κριτήριο αὐτό ἔχει χρησιμοποιηθεῖ ἀπό τόν Stone<sup>(1),(2)</sup> καί ἀπό ἄλλους ἐρευνητές ὅπως οί Goldberger καί Gamaletsos<sup>(3)</sup>, Gamaletsos<sup>(4)</sup>.

Ὅπως στό LES ἔτσι καί στό GLES ὑπολογίζονται ἀπό τό πρόγραμμα οί μερικές παράγωγοι τῆς (2) ὡς πρὸς τίς παραμέτρους.

Εάν χρησιμοποιηθεῖ ὁ περιορισμός  $\sum_{j=1}^n d_j = 1$  ἡ παράσταση

$$\left[ \sum_{j=1}^n d_j p_j^{\hat{r}}(t) \right]^{-1} \quad \text{τῆς (2) γράφεται ὡς:}$$

$$\left[ \sum_{j=1}^n d_j p_j^{\hat{r}} + \left( 1 - \sum_{j=1}^{n-1} d_j \right) p_n^{\hat{r}} \right]^{-1} \quad \text{καί ἡ (2) γράφεται}$$

(1) Stone, R., "Models for Demand Projections" σελ. 271-290 στό C.R.Rao Editor, "Essays on Econometrics and Planning, Oxford: Pergamon, 1965.

(2) Stone, R., Brown, A., and Rowe, D.A. "Demand Analysis and Projection for Britain 1960-1970 A study in Method," σελ. 200-225,

(3) Goldberger, AS. and Gamaletsos Th., "A cross-Country Comparison of consumer Expenditure Patterns", European Economic Review, Spring 1970.

(4) Gamaletsos, Th., "International Comparison of Consumer Expenditure Patterns: An Econometric Analysis", Doctoral Dissertation, University of Wisconsin, 1970,

$$(2') \quad e_i(t) = p_i(t)c_i + d_i p_i^{\hat{}}(t) \left[ \sum_{j=1}^{n-1} d_j p_j^{\hat{}} + (1 - \sum_{j=1}^{n-1} d_j) p_n^{\hat{}} \right]^{-1} \left( y(t) - \sum_{j=1}^n p_j(t)c_j \right) + v_i(t)$$

μέ  $i = 1, 2, \dots, n-1, t = 1, 2, \dots, T$ .

οι μερικές παράγωγοι της (2) ως προς τις παραμέτρους θά είναι:

$$\frac{\partial e_i}{\partial d_i} = p_i^{\hat{}} \left[ \sum_{j=1}^{n-1} d_j p_j^{\hat{}} + (1 - \sum_{j=1}^{n-1} d_j) p_n^{\hat{}} \right]^{-1} \left( y - \sum_{j=1}^n p_j c_j \right) -$$

$$d_i p_i^{\hat{}} \left( y - \sum_{j=1}^{n-1} p_j c_j \right) \left[ \sum_{j=1}^{n-1} d_j p_j^{\hat{}} + (1 - \sum_{j=1}^{n-1} d_j) p_n^{\hat{}} \right]^{-2} (p_i^{\hat{}} - p_n^{\hat{}})$$

$$\frac{\partial e_i}{\partial d_{n-1}} = -d_i p_i^{\hat{}} \left[ \sum_{j=1}^{n-1} d_j p_j^{\hat{}} + (1 - \sum_{j=1}^{n-1} d_j) p_n^{\hat{}} \right]^{-2} \left( y - \sum_{j=1}^n p_j c_j \right) (p_{n-1}^{\hat{}} - p_n^{\hat{}})$$

$$\frac{\partial e_i}{\partial c_i} = p_i - d_i p_i^{\hat{}} \left[ \sum_{j=1}^{n-1} d_j p_j^{\hat{}} + (1 - \sum_{j=1}^{n-1} d_j) p_n^{\hat{}} \right]^{-1}$$

$$\frac{\partial e_i}{\partial c_n} = -d_i p_i^{\hat{}} p_n \left[ \sum_{j=1}^{n-1} d_j p_j^{\hat{}} + (1 - \sum_{j=1}^{n-1} d_j) p_n^{\hat{}} \right]^{-1}$$

$$\frac{\partial e_i}{\partial p_i^{\hat{}}} = d_i p_i^{\hat{}} \ln p_i \left[ \sum_{j=1}^{n-1} d_j p_j^{\hat{}} + (1 - \sum_{j=1}^{n-1} d_j) p_n^{\hat{}} \right]^{-1} \left( y - \sum_{j=1}^n p_j c_j \right) +$$

$$d_i p_i^{\hat{}} \left[ \sum_{j=1}^{n-1} d_j p_j^{\hat{}} + (1 - \sum_{j=1}^{n-1} d_j) p_n^{\hat{}} \right]^{-2} \left( y - \sum_{j=1}^n p_j c_j \right) \left[ \sum_{j=1}^{n-1} d_j p_j^{\hat{}} \ln p_j + (1 - \sum_{j=1}^{n-1} d_j) \cdot p_n^{\hat{}} \ln p_n \right]$$

Καί στην περίπτωση αυτή του GLES απαιτούνται κατάλληλες αρχικές τιμές των παραμέτρων για να "τρέξει" το πρόγραμμα. Όπως και στο LES έτσι και στο GLES εκτιμώνται  $n-1$  εξισώσεις και υπολογίζονται τα άλλα στοιχεία δηλ. τα όρια των διαστημάτων εμπιστοσύνης, ή root mean square residual, οι προβλέψεις, οι παρατηρήσεις και τα υπόλοιπα.

#### 4.5. Εκτίμηση του Translog Υποδείγματα

Για την εκτίμηση του Translog Υποδείγματος με έμμεση συνάρτηση χρησιμότητας, <sup>(1),(2)</sup> ακολουθείται η ίδια μέθοδος Gauss-Marquard που χρησιμοποιήθηκε για τα υποδείγματα LES και GLES. Οι μερικές παράγωγοι ως προς τις παραμέτρους των εξισώσεων (24) της 2.7 είναι :

$$G_{11} = \frac{\partial W_1}{\partial \alpha_1} = 1 / \left( \alpha_1 + \sum_{i=1}^n \beta_i \ln \frac{p_i}{y} \right)$$

(1) R.Pindyck, "The Structure of World Energy Demand", MIT Press, 1979 σελ. 104-106.

(2) R.Pindyck, "International Comparisons of the Residential Demand For Energy, European Economic Review 3 (1980), 1-24.

$$G_{2,1} = \frac{\partial W_1}{\partial \beta_{11}} = \ln \frac{p_1}{y} \left( \alpha_y + \sum_{i=1}^n \beta_{y_i} \ln \frac{p_i}{y} - \alpha_j - \sum_{i=1}^n \beta_{ji} \ln \frac{p_i}{y} \right) / \left( \alpha_y + \sum_{i=1}^n \beta_{y_i} \ln \frac{p_i}{y} \right)^2$$

$$G_{3,1} = \frac{\partial W_1}{\partial \beta_{12}} = \ln \frac{p_2}{y} \left( \alpha_y + \sum_{i=1}^n \beta_{y_i} \ln \frac{p_i}{y} - \alpha_j - \sum_{i=1}^n \beta_{ji} \ln \frac{p_i}{y} \right) / \left( \alpha_y + \sum_{i=1}^n \beta_{y_i} \ln \frac{p_i}{y} \right)^2$$

.....

$$G_{n+1,1} = \frac{\partial W_1}{\partial \beta_{1n}} = \ln \frac{p_n}{y} \left( \alpha_y + \sum_{i=1}^n \beta_{y_i} \ln \frac{p_i}{y} - \alpha_j - \sum_{i=1}^n \beta_{ji} \ln \frac{p_i}{y} \right) / \left( \alpha_y + \sum_{i=1}^n \beta_{y_i} \ln \frac{p_i}{y} \right)^2$$

.....

$$G_{n^2+1,1} = \frac{\partial W_1}{\partial \beta_{2n}} = -\ln \frac{p_n}{y} \cdot \left( \alpha_j + \sum_{i=1}^n \beta_{ji} \ln \frac{p_i}{y} \right) / \left( \alpha_y + \sum_{i=1}^n \beta_{y_i} \ln \frac{p_i}{y} \right)^2$$

$$G_{n^2+1,2} = \frac{\partial W_2}{\partial \alpha_2} = 1 / \left( \alpha_y + \sum_{i=1}^n \beta_{y_i} \ln \frac{p_i}{y} \right)$$

.....

$$G_{n(n^2+1),n} = \frac{\partial W_n}{\partial \beta_{nn}} = \ln \frac{p_n}{y} \left( \alpha_y + \sum_{i=1}^n \beta_{y_i} \ln \frac{p_i}{y} - \alpha_y - \sum_{i=1}^n \beta_{y_i} \ln \frac{p_i}{y} \right) / \left( \alpha_y + \sum_{i=1}^n \beta_{y_i} \ln \frac{p_i}{y} \right)^2$$

Από τις  $n$  εξισώσεις του υποδείγματος εκτιμώνται οι  $n-1$  γιατί ο εισοδηματικός περιορισμός συνεπάγεται ότι  $\sum_{j=1}^n w_j = 1$ .

Έτσι από τις  $n-1$  εξισώσεις συνήθως τις πρώτες, πού εκτιμώνται καί εξ αφαιρέσεως από την τελευταία, προσδιορίζονται όλες οι παράμετροι του υποδείγματος, Κατά την εκτίμηση λαμβάνεται υπ'όψη ότι η  $\ln y$  είναι διπλά παραγωγίσιμη, πού σημαίνει ότι ισχύουν οι ακόλουθοι περιορισμοί συμμετρίας:

$$\beta_{ij} = \beta_{ji}, \quad i \neq j, \quad i, j = 1, 2, \dots, n.$$

Όπως στά υποδείγματα LES καί GLES έτσι καί στό TRANSLOG υπολογίζονται έκτός των παραμέτρων, τά όρια των διαστημάτων εμπιστοσύνης, ή τετραγωνική ρίζα του μέσου τετραγώνου των υπολοίπων καθώς καί οι προβλέψεις οι παρατηρήσεις καί τά υπόλοιπα.



## 5. ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΣΕ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΑ ΜΕΓΕΘΗ

### 5.1. Έφαρμογές του Υποδείγματος Γραμμικής Παλινδρομήσεως.

#### 5.1.1. Ζήτηση ενέργειας στο σύνολο της οικονομίας.

Οι εξισώσεις του υποδείγματος γραμμικής παλινδρομήσεως που εκτιμώνται για το σύνολο της οικονομίας είναι οι :

$$(1) \ln(ENE) = \alpha + \beta_1 \ln(AEP) + \epsilon$$

$$(2) \ln(ENE) = \alpha + \beta_1 \ln(AEP) + \beta_2 \ln(TIMEN) + \epsilon$$

$$(3) \ln(ENE) = \alpha + \beta_1 \ln(AEP) + \beta_3 \ln(POSB) + \epsilon$$

$$(4) \ln(ENE) = \alpha + \beta_1 \ln(AEP) + \beta_2 \ln(TIMEN) + \beta_3 \ln(POSB) + \epsilon \quad \delta\text{που}$$

ENE = η συνολική κατανάλωση ενέργειας, σε  $10^3$  ΤΙΠ.

(πίνακας 3.2.1 παράρτημα Β).

AEP = το Άκαθάριστο Έγχωριο Προϊόν, σε εκατομ.δραχμές σε σταθερές τιμές 1970 (πίνακας 3.2.2 παράρτημα Β).

POSB = τό ποσοστό συμμετοχής του ΑΕΠ βιομηχανίας, σε σταθερές τιμές 1970, στο ΑΕΠ της συνολικής οικονομίας (πίνακας 3.2.2 παράρτημα Β).

$\alpha$  = σταθερά,  $\epsilon$  = η τυχαία απόκλιση,  $\beta_1$  = η εισοδηματική ελαστικότητα,  $\beta_2$  = η ελαστικότητα ζήτησεως ως προς την τιμή,  $\beta_3$  = η ελαστικότητα ζήτησεως ως προς το ποσοστό συμμετοχής.

Ο πίνακας 5.1.1. δίνει τα αποτελέσματα των εκτιμήσεων αυτών των εξισώσεων για την χρονική περίοδο 1966-1979. Οι αριθμοί εντός των παρενθέσεων είναι τα τυπικά σφάλματα, τα  $R^2$  και  $\bar{R}^2$  οι συντελεστές προσδιορισμού άπλως και διορθωμένος αντίστοιχα και D.W. ο συντελεστής Durbin-Watson. Τα αποτελέσματα έδωσαν ίκανοποιητικές τιμές των  $R^2$ ,  $\bar{R}^2$ .

Το υπόδειγμα (1) εκφράζει την ζήτηση της ενέργειας όταν ως έρμηνευτι-

κή μεταβλητή λαμβάνεται τό 'Ακαθάριστο Έγχώριο Προϊόν. Τά στατιστικά αποτελέσματα θεωρούνται ικανοποιητικά ενώ ή τιμή του δείκτη Durbin-Watson μάς δείχνει ότι υπάρχει κάποια θετική αὐτοσυσχέτιση τῶν καταλοίπων πού πιθανόν νά ὀφείλεται στήν παράλειψη ἐρμηνευτικῶν μεταβλητῶν.

#### ΠΙΝΑΚΑΣ 5.1.1

##### ΖΗΤΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΟ ΣΥΝΟΛΟ ΤΗΣ ΟΙΚΟΝΟΜΙΑΣ

(ΠΕΡΙΟΔΟΣ 1966-1979)

- 1)  $\ln(\text{ENER}) = -8,375 + 1,385 \ln(\text{AEP})$   
 (0,300) (0,024)  
 $R^2 = 0,99645, \bar{R}^2 = 0,99615, \text{D.W.} = 1,64328$
- 2)  $\ln(\text{ENER}) = -7,509 + 1,427 \ln(\text{AEP}) - 0,174 \ln(\text{TIMEN})$   
 (0,439) (0,027) (0,072)  
 $R^2 = 0,99768, \bar{R}^2 = 0,99726, \text{D.W.} = 1,24287$
- 3)  $\ln(\text{ENER}) = -8,875 + 1,469 \ln(\text{AEP}) - 0,189 \ln(\text{POSB})$   
 (0,620) (0,094) (0,205)  
 $R^2 = 0,99671, \bar{R}^2 = 0,99611, \text{D.W.} = 1,83926$
- 4)  $\ln(\text{ENER}) = -8,166 + 1,571 \ln(\text{AEP}) - 0,206 \ln(\text{TIMEN}) - 0,307 \ln(\text{POSB})$   
 (0,519) (0,078) (0,066) (0,158)  
 $R^2 = 0,99832, \bar{R}^2 = 0,99781, \text{D.W.} = 1,85379$

Ἡ εἰσαγωγή τῶν τιμῶν μάς δίνει ἀποτελέσματα πού εἶναι σύμφωνα μέ τήν οἰκονομική θεωρία. Ἡ στατιστική σημαντικότητα δέν εἶναι πολύ ικανοποιητική γιά τίς τιμές ἀλλά ὑπάρχει πιθανότητα οἱ τιμές στήν λογαριθμική τους μορφή νά συσχετίζονται μέ τόν σταθερό ὄρο, δηλ. νά ὑπάρχει τό ἐνδεχόμενο τῆς συμπολυγραμμικότητας.<sup>(1)</sup>

Οἱ ἐπιπτώσεις τῆς συμπολυγραμμικότητας στήν συγκεκριμένη περίπτωση εἶναι ἡ μείωση τῆς σημαντικότητας τῶν τιμῶν νά ἐρμηνεύσουν τήν ζήτηση στό

(1) Θ. Γκαμαλέτσος, Θεωρητική οἰκονομετρία, τόμος Β', Ἐκδόσεις Καραμπερόπουλος, 1981.

σύνολο της οικονομίας. Τό Durbin-Watson είναι πολύ μικρό, που σημαίνει ότι υπάρχουν άλλες μεταβλητές οι οποίες θα μπορούσαν να ερμηνεύσουν την ζήτηση της ενέργειας.

Η εισαγωγή της μεταβλητής POSB στο υπόδειγμα (3) αφ' ενός μὲν αὐξάνει τὸ  $R^2$ , ἀφ' ἑτέρου δὲ μειώνει τὸ  $\bar{R}^2$ . Αὐτὸ σὲ συνδυασμὸ μὲ τὴν μὴ στατιστικὴ σημαντικότητά της μεταβλητῆς δὲν ἀφήνει περιθώρια νὰ δεχθοῦμε ὅτι ἡ μεταβλητὴ POSB θὰ μπορούσε νὰ ἐπηρεάσει τὴν διακύμανση τῆς μεταβλητῆς ENEP. Τὰ ἀποτελέσματα τοῦ ὑποδείγματος (4) δὲν θεωροῦνται ἱκανοποιητικὰ συγκρινόμενα μὲ τὰ ὑποδείγματα (1) καὶ (2). Ἀπὸ τὰ ὑποδείγματα (1)-(4) θεωροῦνται κατάλληλα τὰ (1), (2). Μεταξὺ δὲ αὐτῶν ἐπιλέγομε τὸ (2) γιατί εἶναι σύμφωνο μὲ τὴν οἰκονομικὴ θεωρία καὶ ὁ  $\bar{R}^2$  τοῦ (2) εἶναι μεγαλύτερος τοῦ  $\bar{R}^2$  τοῦ (1). Φυσικὰ ὑπάρχει τὸ πρόβλημα τῆς αὐτοσυσχετίσεως τὸ ὁποῖο μᾶς δείχνει ὅτι ἡ εισαγωγή νέων μεταβλητῶν θὰ μπορούσε νὰ ἐξηγήσει καλύτερα τὴν συμπεριφορὰ τῆς μεταβλητῆς ζήτησεως ἐνέργειας.

Ὁ συντελεστὴς εἰσοδηματικῆς ἐλαστικότητος ὅταν ὡς ἐρμηνευτικὴ μεταβλητὴ λαμβάνεται μόνο τὸ ΑΕΠ εἶναι 1,385. Σὲ προηγούμενη ἐρευνα<sup>(1)</sup> ὁ ἴδιος συντελεστὴς ἔχει ἐκτιμηθεῖ 1,72 γιὰ τὸ 1958-73 καὶ 1,48 γιὰ τὸ 1965-75. Διαπιστώνεται μία συνεχῆς μείωση τοῦ συντελεστῆ εἰσοδηματικῆς ἐλαστικότητος στὴν χρονικὴ περίοδο 1958-79. Ἐρευνες πού ἔχουν γίνεи διεθνῶς σὲ οἰκονομικὰ ἀναπτυγμένες χῶρες δίνουν τιμές στὸν συντελεστὴ εἰσοδηματικῆς ἐλαστικότητος λίγο μικρότερες τῆς μονάδας. Ὁ ἴδιος συντελεστὴς σὲ χῶρες πού διέρχονται τὸ στάδιο τῆς ἐκβιομηχάνισης, ὅπως ἡ Ἑλλάδα εἶναι μεγαλύτερος τῆς μονάδας. Αὐτὸ ἐρμηνεύεται γιατί οἱ κλάδοι πού ἀναπτύσσονται ταχύτερα στίς οἰκονομικὰ προηγμένες χῶρες, εἶναι οἱ μὴ ἐνεργειοβόροι.

Οἱ τιμές τοῦ συντελεστῆ ἐλαστικότητος ὡς πρὸς τὴν τιμὴ πού ἐκτιμήθηκαν, ἔχουν πρόσημο ἀρνητικὸ καὶ εἶναι -0,174 ἐάν ὡς ἐρμηνευτικὴ μεταβλητὴ λαμβάνονται τὸ ΑΕΠ καὶ ἡ τιμὴ τῆς ἐνέργειας<sup>(2)</sup>.

(1) Ε. Σαμουηλίδη, "Μαθηματικὰ κρότυπα Ἐνεργειακῶν Ζητήσεων καὶ Ἐφαρμογές", Ἀθήνα, 1979.

(2) Στὴν ἐργασία τοῦ Ε. Σαμουηλίδη ὁ συντελεστὴς αὐτὸς γιὰ τὴν περίοδο 1958-75 ἦταν -0,30 καὶ γιὰ τὸ 1965-75 ἦταν -0,16.

## 5.1.2. Ζήτηση ενέργειας στον τομέα της Βιομηχανίας.

Τά υποδείγματα πού χρησιμοποιήθηκαν στον τομέα της βιομηχανίας είναι της ίδιας μορφής μέ αυτά πού εκτιμήθηκαν γιά τήν ζήτηση της ενέργειας στό σύνολο της οίκονομίας. Οί εξισώσεις πού προκύπτουν από τήν κλασσική θεωρία καί δίνουν τήν καταναλισκόμενη ενέργεια στον βιομηχανικό τομέα είναι της μορφής Cobb-Douglas :

$$(1) \text{ ENEPB} = \alpha_0 (\text{AEPB})^{\beta_1} (\text{TIMENB})^{\beta_2}$$

$$\eta \quad (2) \ln(\text{ENEPB}) = \alpha + \beta_1 \ln(\text{AEPB}) + \beta_2 \ln(\text{TIMENB}) + \varepsilon$$

όπου

ENEPB = ή καταναλισκόμενη ενέργεια στήν βιομηχανία σέ  $10^3$  ΤΙΠ. (πίνακας 3.3 2., παράρτημα Β').

AEPB = τό άκαθάριστο έγχώριο προϊόν της βιομηχανίας σέ έκατομμύρια δραχμές (σταθερές τιμές 1970), όπως δίνεται από τά δελτία έθνικων λογαριασμων ως "μεταποίηση" (πίνακας 3.3.3 παράρτημα Β').

TIMENB = ή τιμή πωλήσεως της ενέργειας στή βιομηχανία σέ Δρχ./ΤΙΠ, σέ σταθερές τιμές 1970 (πίνακας 3.3.3 παράρτημα Β').

$\beta_1$  = ή εισοδηματική έλαστικότητα,  $\beta_2$  = ή έλαστικότητα ζήτησεως ως προς τήν τιμή,  $\alpha$  = σταθερά καί  $\varepsilon$  = ή τυχαία απόκλιση. Τά αποτελέσματα των εκτιμήσεων των εξισώσεων στον τομέα της βιομηχανίας γιά τήν περίοδο 1966-1979 δίνονται στον πίνακα 5.1.2.

## ΠΙΝΑΚΑΣ 5.1.2

ΖΗΤΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΟ ΣΥΝΟΛΟ ΤΗΣ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑΣ  
(ΠΕΡΙΟΔΟΣ 1966-1979)

$$1) \ln(\text{ENEPB}) = -2,464 + 0,9741 \ln(\text{AEPB})$$

$$(0,395) \quad (0,036)$$

$$R^2 = 0,98350, \quad \bar{R}^2 = 0,98250, \quad \text{D.W.} = 1,23474$$

$$2) \ln(\text{ENEPB}) = -5,229 + 0,9681 \ln(\text{AEPB}) + 0,3901 \ln(\text{TIMENB})$$

$$(1,646) \quad (0,034) \quad (0,0226)$$

$$R^2 = 0,98728, \quad \bar{R}^2 = 0,98497, \quad \text{D.W.} = 1,87662$$

Η εκτίμηση της εισοδηματικής έλαστικότητας εύρίσκεται θετική καί μικρότερη της μονάδας καί στά δύο υποδείγματα. Η έλαστικότητα ζήτησεως ως προς τήν τιμή στό δεύτερο υπόδειγμα εμφανίζεται θετική καί έρχεται σέ αντίθεση μέ τήν οίκονομική θεωρία. Έκ των δύο υποδειγμάτων επιλέγεται ως κα-



λύτερο τό πρώτο. Σ'αυτό τά  $R^2$  καί  $\bar{R}^2$  εἶναι ἱκανοποιητικά ἀλλά ὁ δείκτης Durbin-Watson φανερώνει θετική αὐτοσυσχέτιση τῶν καταλοίπων πού ὀφείλονται στήν παράλειψη σημαντικῶν μεταβλητῶν γιά τήν ἐρμηνεία τῆς διακυμάνσεως τῆς ζητήσεως ἐνέργειας στήν βιομηχανία.

### 5.1.3. Ζήτηση ἐνέργειας στόν τομέα τῶν Μεταφορῶν.

Οἱ ἐξισώσεις πού ἐκτιμῶνται γιά τόν τομέα τῶν μεταφορῶν εἶναι τῆς ἴδιας μορφῆς μέ τίς ἐξισώσεις στήν Βιομηχανία.

$$(1) \ln(\text{ENERM}) = \alpha + \beta_1 \ln(\text{DEIS}) + \varepsilon$$

$$(2) \ln(\text{ENERM}) = \alpha + \beta_1 \ln(\text{DEIS}) + \beta_2 \ln(\text{TIMENM}) + \varepsilon$$

ὅπου

ENERM = ἡ συνολική κατανάλωση ἐνέργειας ἀπό τόν τομέα τῶν μεταφορῶν, σέ  $10^3$  ΤΙΠ (Πίνακας 3.4.3 παράρτημα Β').

DEIS = τό διαθέσιμο ἀτομικό εἰσόδημα σέ σταθερές τιμές 1970 σέ ἑκατομ. δραχμές (πίνακας 3.4.3 παράρτημα Β')

TIMENM = ἡ τιμή τῆς ἐνέργειας στόν τομέα τῶν μεταφορῶν σέ Δρχ./ΤΙΠ σέ σταθερές τιμές 1970. (πίνακας 3.4.3 παράρτημα Β').

$\alpha$  = στάθερά,  $\varepsilon$  = ἡ τυχαία ἀνάκλιση,  $\beta_1$  = ἡ εἰσοδηματική ἐλαστικότητα καί  $\beta_2$  = ἡ ἐλαστικότητα ζητήσεως ὡς πρός τήν τιμή, Τά ἀποτελέσματα τῶν ἐκτιμήσεων τῶν ἐξισώσεων στόν τομέα τῶν μεταφορῶν γιά τήν περίοδο 1966-1979 παρέχονται ἀπό τόν πίνακα 5.1.3.

#### ΠΙΝΑΚΑΣ 5.1.3

##### ΖΗΤΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΟΝ ΤΟΜΕΑ ΜΕΤΑΦΟΡΩΝ (ΠΕΡΙΟΔΟΣ 1966-1979)

$$1) \ln(\text{ENERM}) = -5,087 + 1,0281 \ln(\text{DEIS}) \\ (1,491) (0,119)$$

$$R^2 = 0,86106, \quad \bar{R}^2 = 0,84948, \quad D.W. = 0,69040$$

$$2) \ln(\text{ENERM}) = -5,425 + 1,2351 \ln(\text{DEIS}) - 0,2651 \ln(\text{TIMENM}) \\ (1,471) (0,196) \quad (0,202)$$

$$R^2 = 0,87988, \quad \bar{R}^2 = 0,85804, \quad D.W. = 0,47660$$

'Από τόν πίνακα 5.1.3. παρατηροῦμε ὅτι οἱ εἰσοδηματικές ἐλαστικότητες καί στά δύο ὑποδείγματα εἶναι θετικές καί μεγαλύτερες τῆς μονάδας, ἐνῶ ἡ

ελαστικότητα ζήτησεως ως προς την τιμή είναι αρνητική. Οι εκτιμήσεις δηλ. των ελαστικοτήτων είναι σύμφωνες με την οικονομική θεωρία. Το  $R^2$  στην πρώτη εξίσωση θεωρείται ικανοποιητικό αλλά η τιμή του δείκτη Durbin - Watson φανερώνει την ύπαρξη θετικής αυτοσυσχετίσεως ή οποία πιθανόν να οφείλεται στην παράλειψη βασικών μεταβλητών για την έρμηνεία της ζήτησεως της ενέργειας στις μεταφορές. Η εισαγωγή της μεταβλητής TIMENM στην δεύτερη εξίσωση βελτιώνει το  $R^2$  και  $R$  αλλά η τιμή του δείκτη Durbin-Watson εξακολουθεί να δείχνει ότι υπάρχει θετική αυτοσυσχέτιση. Έκ των δύο υποδειγμάτων επιλέγουμε το δεύτερο.

#### 5.1.4. Ζήτηση ενέργειας στον οικιακό τομέα.

Για τον οικιακό τομέα εκτιμώνται οι ακόλουθες εξισώσεις :

$$(1) \ln(ENERO) = \alpha + \beta_1 \ln(DEIS) + \epsilon$$

$$(2) \ln(ENERO) = \alpha + \beta_1 \ln(DEIS) + \beta_2 \ln(TIMENO) + \epsilon$$

όπου

ENERO = η συνολική κατανάλωση ενέργειας από τον οικιακό τομέα, σε  $10^3$  ΤΙΠ (Πίνακας 3.4.3 παράρτημα Β').

DEIS = τό διαθέσιμο άτομικό εισόδημα σε σταθερές τιμές 1970 (πίνακας 3.4.3 παράρτημα Β').

TIMENO = η τιμή της ενέργειας στον τομέα οικιακή χρήση σε Δρχ./ΤΙΠ σε σταθερές τιμές 1970 (πίνακας 3.4.3 παράρτημα Β').

$\alpha$  = σταθερά,  $\epsilon$  = η τυχαία απόκλιση,  $\beta_1$  = η εισοδηματική ελαστικότητα και  $\beta_2$  = η ελαστικότητα ζήτησεως ως προς την τιμή. Οι εκτιμήσεις των εξισώσεων (1), (2) για την χρονική περίοδο 1966-1979 εμφανίζονται στον πίνακα 5.1.4.

#### ΠΙΝΑΚΑΣ 5.1.4

##### ΖΗΤΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΟΝ ΟΙΚΙΑΚΟ ΤΟΜΕΑ (ΠΕΡΙΟΔΟΣ 1966 - 1979)

$$1) \ln(ENERO) = -15,107 + 1,8351 \ln(DEIS) \\ (0,628) (0,050)$$

$$R^2 = 0,99112, \quad R^{-2} = 0,99038, \quad D.W. = 1,89699$$

$$2) \ln(ENERO) = -13,501 + 1,8071 \ln(DEIS) - 0,1541 \ln(TIMENO) \\ (2,782) (0,070) \quad (0,260)$$

$$R^2 = 0,99140, \quad R^{-2} = 0,98340, \quad D.W. = 1,96743$$

Οι είσοδηματικές ελαστικότητες καί στά δύο υποδείγματα ἐμφανίζονται θετικές καί μεγαλύτερες τῆς μονάδας καί ἡ ἐλαστικότητα ζητήσεως ὡς πρός τήν τιμή στό δεύτερο ὑπόδειγμα εἶναι ἀρνητική. Οἱ ἐκτιμήσεις δηλαδή τῶν ἐλαστικότητων εἶναι σύμφωνες μέ τήν οἰκονομική θεωρία. Οἱ είσοδηματικές ἐλαστικότητες εἶναι μεγαλύτερες ἀπό τίς ἀντίστοιχες ἐλαστικότητες τοῦ τομέα τῶν μεταφορῶν. Οἱ δείκτες  $R^2$ ,  $\bar{R}^2$  καί D.W. θεωροῦνται ἱκανοποιητικοί. Ἐκ τῶν δύο ὑποδειγμάτων ἐπιλέγομε τό δεύτερο. Ἡ ἐπιλογή γίνεται βάσει δύο ἐναλλακτικῶν ὑποθέσεων. Ἡ πρώτη ὑπόθεση εἶναι ἡ ὑπαρξη πιθανῆς συμπολυγραμμικότητας μεταξύ τοῦ σταθεροῦ ὄρου καί τῆς μεταβλητῆς τῶν τιμῶν, γεγονός πού καθιστᾷ τήν ἐκτίμηση τῆς μεταβλητῆς τῶν τιμῶν μή στατιστικά σημαντική. Ἡ δεύτερη ὑπόθεση εἶναι ὅτι πιθανόν νά μήν ὑπάρχει τό φαινόμενο τῆς συμπολυγραμμικότητας καί οἱ τιμές νά μήν εἶναι στατιστικά σημαντικές. Παρατηροῦμε ὅμως ὅτι μέ τήν εἰσαγωγή τῆς μεταβλητῆς τῶν τιμῶν στό ὑπόδειγμα ὁ σταθερός ὄρος ἀλλάζει σχετικά καί γίνεται ὀλιγώτερο στατιστικά σημαντικό πρᾶγμα πού ἀποτελεῖ ἔνδειξη συμπολυγραμμικότητας. Ἄλλωστε ὁ  $\bar{R}^2$  συμπεριφέρεται κατά τέτοιο τρόπο πού νά εἰσηγεῖται τήν ἐπιλογή τοῦ δευτέρου ὑποδείγματος ὡς τό καλύτερο.

## 5.2. Προβλέψεις Ένεργειακῶν Ζητήσεων με τὸ Ὑπόδειγμα ARIMA

### 5.2.1. Προβλέψεις στὸ σύνολο τῆς οἰκονομίας.

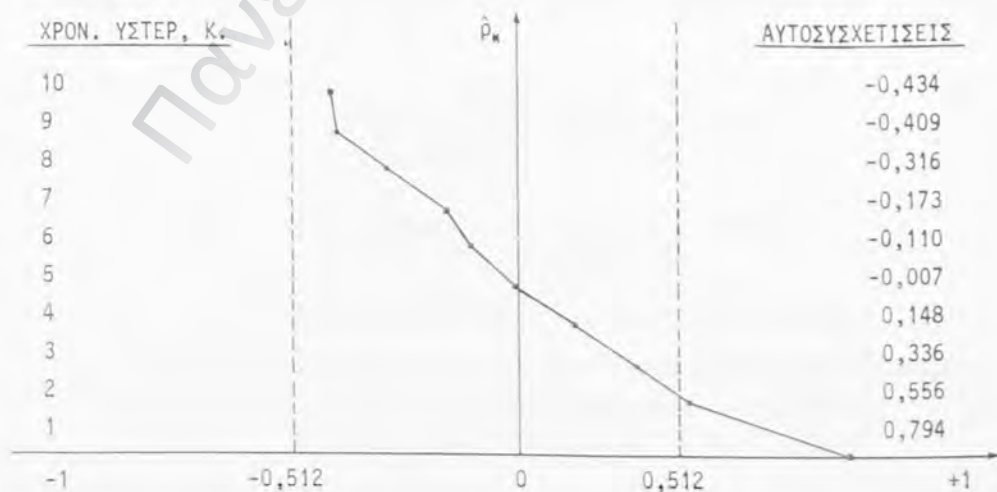
Ἡ πρώτη στήλη τοῦ πίνακα 5.2.1 δείχνει τίς ἐνεργειακές καταναλώσεις  $Z_t$  σέ  $10^3$  ΤΙΠ, στὸ σύνολο τῆς οἰκονομίας, γιὰ τὰ ἔτη 1966-1980. Γιὰ τὴν πρόβλεψη καταναλώσεως ἐνέργειας μετὰ τὸ ὑπόδειγμα ARIMA ὑπολογίζονται πρῶτα οἱ αὐτοσυσχετίσεις καὶ οἱ μερικές αὐτοσυσχετίσεις τῶν  $Z_t$  γιὰ 10 χρονικές ὑστερήσεις.

Στὸ Σχῆμα 5.2.1 ἀπεικονίζονται οἱ ἐκτιμηθεῖσες αὐτοσυσχετίσεις ἐνῶ δεξιά καὶ ἀριστερά ἀναγράφονται ἀντίστοιχα οἱ χρονικές ὑστερήσεις  $K = 1, 2, \dots, 10$  καὶ οἱ τιμές τῶν αὐτοσυσχετίσεων  $0,794, \dots, 0,434$ . Τὰ  $\hat{\rho}_k$  δέν εὐρίσκονται ὅλα ἐντὸς τοῦ διαστήματος  $[-1,96(1/\sqrt{15}), +1,96(1/\sqrt{15})]$  (ἐπίπεδο σημαντικότητας 95%) ἢ τοῦ  $[-0,512, +0,512]$ . Συνεπῶς ἡ χρονολογική σειρά  $Z_t$  δέν εἶναι στάσιμη. Γιὰ νὰ προκύψει μιὰ στάσιμη χρονολογική σειρά ὑπολογίζομε τίς πρῶτες διαφορές τῶν  $Z_t$ . Τὰ ἀποτελέσματα ἔχουν καταχωρηθεῖ στὴν δευτέρα στήλη τοῦ πίνακα 5.2.1. Στὸ σχῆμα 5.2.2. ἀπεικονίζονται οἱ ἐκτιμηθεῖσες αὐτοσυσχετίσεις τῶν  $W_t$ . Οἱ τιμές τῶν  $\hat{\rho}_k$  εὐρίσκονται ὅλες ἐντὸς τοῦ διαστήματος  $[-1,96(1/\sqrt{14}), +1,96(1/\sqrt{14})]$  ἢ τοῦ  $[-0,532, +0,532]$ . Ἄρα ἡ χρονολογική σειρά  $W_t$  εἶναι στάσιμη, δηλ. προσδιορίζεται ἐδῶ ὅτι  $d = 1$ .

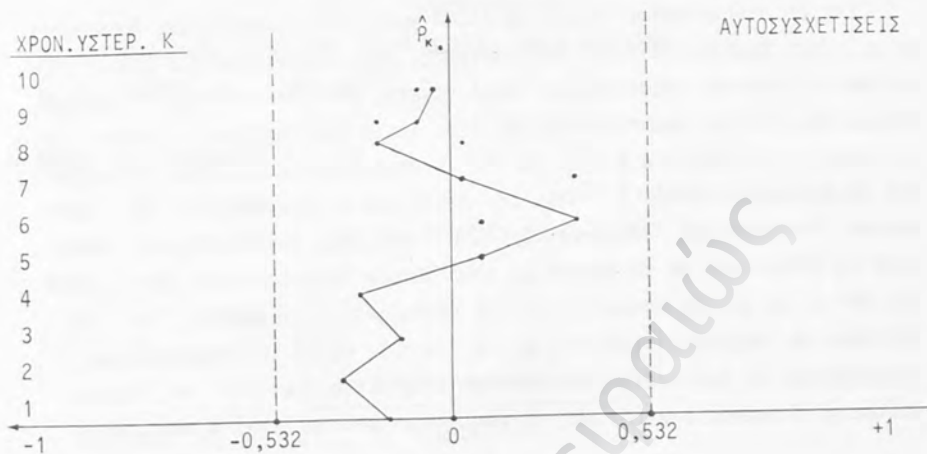
Μετὰ τὸν ἔλεγχο τῶν στατιστικῶν πού ἀναπτύχθηκαν στὸ κεφάλαιο 4.2.1. προσδιορίζονται τὰ  $p = 1, q = 0$ . Ἔτσι τὸ ὑπόδειγμα πρὸς ἐκτίμηση εἶναι τὸ ARIMA (1,1,0). Οἱ ἐκτιμήσεις τοῦ ὑποδείγματος γιὰ τὸ  $W_t$  τοῦ πίνακα 5.2.1 ἔδωσαν τὰ ἀκόλουθα ἀποτελέσματα :

$$\Phi_1 = 0,335$$

$$\theta_0 = 431,19$$







Σχῆμα 5.2.2.

Τά ἀποτελέσματα τῶν προβλέψεων τῶν  $W_t$  γιά τό 1981-85 ἀναγράφονται στόν πίνακα 5.2.2 (στήλη 2). Εὐκόλα ὑπολογίζονται οἱ προβλέψεις τοῦ  $Z_t$  γιά τά ἔτη 1981-85 (πίνακας 5.2.2, στήλη 1).

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.2.2

ΠΡΟΒΛΕΨΕΙΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΩΝ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΕΩΝ ΣΤΟ ΣΥΝΟΛΟ ΤΗΣ ΟΙΚΟΝΟΜΙΑΣ

ΕΤΟΣ	ΕΝΕΡΓ. ΚΑΤΑΝ. $Z_t$ , ( $10^3$ ΤΙΠ)	ΔΙΑΦΟΡΕΣ $W_t$
1981	14217	280
1982	15004	787
1983	16392	1388
1984	18412	2020
1985	20675	2263

Επειδή στο παραπάνω υπόδειγμα ARIMA χρησιμοποιούνται λίγες παρατηρήσεις, είναι δυνατόν να έχουμε περισσότερες, εάν υπολογίσουμε τις εξαιρησιακές από τις έτησιες παρατηρήσεις. Αυτό γίνεται εάν υπολογισθεί τό ήμιθροισμα δύο έτησιων παρατηρήσεων και έτσι οι 15 παρατηρήσεις γίνονται 29. (πίνακας 5.2.3. Παράρτημα Β'). Με τις 29 Παρατηρήσεις γίνεται έκτιμηση του υποδείγματος ARIMA. Σ' αυτήν τήν περίπτωση χρησιμοποιείται τό πρόγραμμα 'Ηλεκτρονικού 'Υπολογιστού FTCMP<sup>(1)</sup> τής IMSL πού ταυτοποιεί αυτόματα τό υπόδειγμα. Με τό πρόγραμμα αυτό θέτομε ελάχιστες και μέγιστες τιμές τών  $p$ ,  $d$ ,  $q$ , και υπολογίζονται οι κατάλληλες τιμές αυτών. Εάν π.χ. αρχίσουμε με ελάχιστες τιμές τών  $p = d = q = 1$ , βάσει του προγράμματος υπολογίζονται οι αυτοσυσχετίσεις και μερικές αυτοσυσχετίσεις και συγκρίνονται με διάφορες στατιστικές. Συγκεκριμένα υπολογίζεται ή στατιστική

$$(1) \quad Q = (T-d) \sum_{k=1}^K r_k^2(\hat{a})$$

όπου  $T$  = ό αριθμός τών παρατηρήσεων,  $d$  = ό αριθμός τών διαφορών,  $r_k$  = οι έκτιμήσεις τών αυτοσυσχετίσεων,  $K$  = ό αριθμός τών  $r_k$  αυτοσυσχετίσεων πού λαμβάνονται. Συνήθως τό  $K$  λαμβάνεται ίσο με  $T/10+p+q$ <sup>(1)</sup>. Η στατιστική  $Q$  κατά προσέγγιση κατανέμεται ως ή  $\chi^2(K-p-q)$  με  $K-p-q$  βαθμούς έλευθερίας. Η στατιστική  $Q$  (ή portmanteau κριτήριο) συγκρίνεται με τις αντίστοιχες τιμές πού υπάρχουν για τήν κατανομή  $\chi^2$ . Εάν τό  $Q$  είναι μικρότερο τής αντίστοιχης τιμής τότε σε ένα επίπεδο σημαντικότητας, οι τιμές τών  $p$ ,  $d$ ,  $q$  θεωρούνται οι κατάλληλες, διαφορετικά λαμβάνονται μεγαλύτερες τιμές κ.ο.κ. Μετά τόν προσδιορισμό τών  $p$ ,  $d$ ,  $q$  υπολογίζονται οι παράμετρος του υποδείγματος ARIMA ( $p, d, q$ ). Στο Παράρτημα Γ' δίνονται τά προγράμματα AUTO και AR111. Με τό AUTO υπολογίζονται οι αυτοσυσχετίσεις και οι έκτιμήσεις του υποδείγματος ενώ με τό AR111 δίνονται απ' εύθείας οι έκτιμήσεις του υποδείγματος με τόν τρόπο πού αναλύθηκε πιά πάνω.

Τά αποτελέσματα τών έκτιμήσεων δίνονται στον πίνακα 5.2.4.

(1) International Mathematical Statistical Library, Routine name FTCMP, IMSL, Inc., Texas, 1979.

(2) Box G., Jenkins G., Time Series Analysis, Forecasting and Control, Holden - Day, 1976.

(3) Macridakis S., Wheelwright S., Forecasting Methods and Applications, John Willy and Sons, 1978.

## ΠΙΝΑΚΑΣ 5.2.4

α. ΣΥΝΟΛΟ ΟΙΚΟΝΟΜΙΑΣ

$$\theta_1 = 1,016, \theta_2 = -0,171, \theta_3 = 0,155, \theta_0 = 369,165,$$

$$\varphi_1 = -0,562, \varphi_2 = -93,492$$

ΕΤΟΣ	ΠΡΟΒΛΕΨΕΙΣ
1981	14250
1981 I	14620
1982	14946
1982 I	15263

β. ΣΥΝΟΛΟ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑΣ

$$\theta_1 = 1,727, \theta_2 = -0,727, \theta_0 = 37,697,$$

$$\varphi_1 = 1,009, \varphi_2 = -133,319$$

ΕΤΟΣ	ΠΡΟΒΛΕΨΕΙΣ
1981	6111
1981 I	6273
1982	6428
1982 I	6578

γ. ΣΥΝΟΛΟ ΜΕΤΑΦΟΡΩΝ

$$\theta_1 = 0,829, \theta_2 = 0,171, \theta_0 = 76,854$$

$$\varphi_1 = -1,252, \varphi_2 = -549,803$$

ΕΤΟΣ	ΠΡΟΒΛΕΨΕΙΣ
1981	2857
1981 I	3035
1982	3081
1982 I	3150

δ. ΣΥΝΟΛΟ ΟΙΚΙΑΚΗΣ

$$\theta_1 = 0,658, \theta_2 = 0,341, \theta_0 = 145,082$$

$$\varphi_1 = -0,631, \varphi_2 = -60,319$$

ΕΤΟΣ	ΠΡΟΒΛΕΨΕΙΣ
1981	4350
1981 I	4461
1982	4568
1982 I	4676

## ΠΙΝΑΚΑΣ 5.2.1

## ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΣΤΟ ΣΥΝΟΛΟ ΤΗΣ ΟΙΚΟΝΟΜΙΑΣ

ΕΤΟΣ	ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΣΤΟ ΣΥΝ.ΟΙΚΟΝ. (10 <sup>3</sup> ΤΙΠ)		ΔΙΑΦΟΡΕΣ
	Z <sub>t</sub>	Z <sub>t</sub>	W <sub>t</sub>
1966	4864		-
1967	5404		540
1968	5772		368
1969	6549		777
1970	6999		450
1971	7964		965
1972	9036		1072
1973	10320		1284
1974	9669		-651
1975	10222		553
1976	11265		1043
1977	11890		625
1978	13220		1330
1979	13884		664
1980	13937		53

Πηγή : Έθνικό Συμβούλιο Ένεργείας.

### 5.3. Έφαρμoγή του LES

#### 5.3.1 Κατανάλωση ενέργειας στο σύνολο της οικονομίας.

Τό LES εφαρμόζεται για τό σύνολο της καταλισκόμενης ενέργειας στό σύνολο της οικονομίας της Ελλάδας μέ  $i = 1,2,3$ . Τό σύνολο της καταναλισκόμενης ενέργειας υποδιαιρείται σέ τρεις κατηγορίες όπου 1 = Στερεά καί Άέρια Καύσιμα, 2 = Άγρά Καύσιμα, 3 = Άλεκτρική Ένεργεια.

Ό πίνακας 3.2.1, παράρτημα Β, δίνει για τά έτη 1966-79 καί για τό σύνολο της οικονομίας τίς τιμές  $P_i$  καί τίς ποσότητες  $q_i$  για τίς τρεις μορφές ενέργειας. Οί τιμές είναι τρέχουσες καί εκφράζονται σέ Δρχ/ΤΙΠ (ή σέ 10<sup>3</sup> Δρχ/ΤΙΠ), ενώ οί ποσότητες σέ 10<sup>3</sup> ΤΙΠ. Για τήν εκτίμηση του LES χρησιμοποιήθηκε τό πρόγραμμα SPSS-NONLINEAR της μεθόδου Gauss - Marquardt. Τά αποτελέσματα των εκτιμήσεων των παραμέτρων καί των διαστημάτων έμπι-



στούνης του υποδείγματος LES αναγράφονται στον πίνακα 5.3.1.

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.3.1  
ΥΠΟΔΕΙΓΜΑ LES  
ΕΚΤΙΜΗΣΕΙΣ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ ΚΑΙ ΔΙΑΣΤΗΜΑΤΩΝ  
ΕΜΠΙΣΤΟΣΥΝΗΣ

ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΣ	ΕΚΤΙΜΗΣΗ	ΔΙΑΣΤΗΜΑ ΕΜΠΙΣΤΟΣΥΝΗΣ
$\beta_1$	0,0016	(-0,466, 0,466)
$\beta_2$	0,1183	(-76,07, 76,31)
$\beta_3$	0,8801	-
$\gamma_1$	560	(-27356, 28476)
$\gamma_2$	8500	(-726654, 743654)
$\gamma_3$	4800	(-3197574, 3207174)

Η τιμή  $\beta_3$  προκύπτει με αφαίρεση επειδή  $\beta_1 + \beta_2 + \beta_3 = 1$ . Παρατηρούμε ότι όλες οι εκτιμήσεις των παραμέτρων  $\beta_i$  είναι θετικές και μικρότερες της μονάδας. Τα ελάχιστα ποσοστά συμμετοχής είναι επίσης θετικά με τιμές που περιέχονται μέσα στο δείγμα.

Στόν πίνακα 5.3.2 δίνονται οι προβλέψεις για τις δαπάνες  $p_i$  σε εκατομ.δραχμές, οι παρατηρήσεις, τα υπόλοιπα και οι ποσοστιαίες μεταβολές για την κατηγορία 1 των στερεών καυσίμων.

Στόν πίνακα 5.3.3 δίνονται τα ίδια στοιχεία με εκείνα του 5.3.2 για την κατηγορία 2 των υγρών καυσίμων. Στην περίπτωση των στερεών καυσίμων ή μέση ποσοστιαία μεταβολή των 6 αρνητικών τιμών είναι 19,53% ενώ η μέση των 8 θετικών είναι 10,60%. Για τα υγρά καύσιμα η μέση τιμή των τριών θετικών τιμών είναι 11,13% ενώ η μέση τιμή των ένδεκα αρνητικών τιμών είναι 51,53% κατ' απόλυτο τιμή.

Στόν πίνακα 5.3.4 αναγράφονται οι ελαστικότητες κατά Cournot όπως αυτές εκτιμήθηκαν στο μέσο του χρησιμοποιηθέντος δείγματος, δηλ.  $\bar{y}$ ,  $\bar{p}_1$ ,  $\bar{p}_2$ ,  $\bar{p}_3$ .

Οι εισοδηματικές ελαστικότητες είναι όλες θετικές με υψηλότερη τιμή αυτή που αντιστοιχεί στην ηλεκτρική ενέργεια.

Από τις ελαστικότητες τιμών οι  $\bar{\eta}_{11}$  και  $\bar{\eta}_{22}$  είναι θετικές ενώ η  $\bar{\eta}_{33}$  είναι αρνητική. Οι σταυροειδείς ελαστικότητες είναι όλες αρνητικές και άπολύτως μικρότερες της μονάδας εκτός της  $\bar{\eta}_{32}$  που είναι κατ' απόλυτο τιμή μεγαλύτερη της μονάδας.

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.3.4  
ΥΠΟΔΕΙΓΜΑ LES

Είσοδ. Έλαστικότητας <sup>(1)</sup>	Έλαστικ. τιμών <sup>(2)</sup>	Σταυρ. έλαστικότητας <sup>(3)</sup>
$\bar{n}_{y_1} = 0,262$	$\bar{n}_{11} = 0,137$	$\bar{n}_{12} = -0,118$
$\bar{n}_{y_2} = 0,300$	$\bar{n}_{22} = 0,022$	$\bar{n}_{13} = -0,179$
$\bar{n}_{y_3} = 1,467$	$\bar{n}_{33} = -0,786$	$\bar{n}_{21} = -0,002$
		$\bar{n}_{23} = -0,209$
		$\bar{n}_{31} = -0,016$
		$\bar{n}_{32} = -1,029$

$$(1) \quad \bar{n}_{y_i} = \beta_i / \bar{w}_i$$

$$(2) \quad \bar{n}_{ii} = -\bar{n}_{y_i} [\bar{w}_i - \varphi^*(1 - \bar{w}_i \bar{n}_{y_i})], \quad -\varphi^* = (\bar{y} - \sum_{j=1}^3 p_j y_j) / \bar{y}$$

$$(3) \quad \bar{n}_{ij} = -\bar{n}_{y_i} \bar{w}_j (1 + \varphi^* \bar{n}_{y_i})$$

### Έφαρμογή του GLES

#### 5.4.1. Κατανάλωση ενέργειας στο σύνολο της οικονομίας.

Στόν πίνακα 5.4.1. δίνονται τα αποτελέσματα των εκτιμήσεων των προγράμματος SPSS-NONLINEAR για τό υπόδειγμα GLES. Τό υπόδειγμα αυτό εφαρμόστηκε για τά ίδια στοιχεία της καταναλισκόμενης ενέργειας πού αναλύθηκαν στό κεφάλαιο 5.3.

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.4.1  
ΥΠΟΔΕΙΓΜΑ GLES

#### ΕΚΤΙΜΗΣΕΙΣ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ ΚΑΙ ΔΙΑΣΤΗΜΑΤΩΝ ΕΜΠΙΣΤΟΣΥΝΗΣ

Κατηγορία	$\delta_i$	$\gamma_i$	$r$	Διαστήματα έμπιστοσύνης
Στερεά Καύσιμα	0,001			(-0,004, 0,006)
Υγρά "	0,706			(0,686, 0,726)
Ήλεκ.ένέργεια	<u>0,293</u>			—
Στερεά καύσιμα		<u>448</u>		( 345, 551)
Υγρά "		<u>2666</u>		( 1826, 3507)
Ήλεκτρ.ένέργ.		<u>1320</u>		( 897, 1742)
			0,222	(-0,0003, 0,4437)

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.3.2  
ΥΠΟΔΕΙΓΜΑ LES

ΔΑΠΑΝΕΣ ΓΙΑ ΣΤΕΡΕΑ ΚΑΥΣΙΜΑ ΣΤΟ ΣΥΝΟΛΟ ΤΗΣ ΟΙΚΟΝΟΜΙΑΣ  
(10<sup>6</sup> ΔΡΧ.)

ΕΤΟΣ	ΠΡΟΒΛΕΨΕΙΣ	ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ	ΥΠΟΛΟΙΠΑ	% ΜΕΤΑΒΟΛΕΣ
1966	472,0	418,4	-53,4	-12,76
1967	427,0	391,1	-35,9	- 9,18
1968	443,5	396,4	-47,1	-11,88
1969	433,3	456,0	22,8	5,00
1970	412,1	339,6	-72,4	-21,32
1971	432,2	296,5	-135,7	-45,77
1972	450,8	387,7	-63,0	-16,25
1973	445,7	482,6	36,8	7,63
1974	670,6	752,1	81,4	10,82
1975	617,8	758,6	140,8	18,56
1976	882,1	934,8	52,7	5,64
1977	924,2	803,3	-120,9	15,05
1978	979,2	864,8	-114,3	13,22
1979	1144,5	1255,9	111,0	8,84

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.3.3  
ΥΠΟΔΕΙΓΜΑ LES

ΔΑΠΑΝΕΣ ΓΙΑ ΥΓΡΑ ΚΑΥΣΙΜΑ ΣΤΟ ΣΥΝΟΛΟ ΤΗΣ ΟΙΚΟΝΟΜΙΑΣ (10<sup>6</sup> ΔΡΧ.).

ΕΤΟΣ	ΠΡΟΒΛΕΨΕΙΣ	ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ	ΥΠΟΛΟΙΠΑ	% ΜΕΤΑΒΟΛΕΣ
1966	20346,4	8795,2	-11548,2	-131,30
1967	20539,1	9600,7	-10938,4	-113,93
1968	20453,7	10488,7	- 9965,1	- 95,01
1969	18351,8	10891,7	- 7460,1	- 68,49
1970	21241,1	13681,5	- 7559,7	- 55,25
1971	21385,3	15941,3	- 5444,0	- 34,15
1972	22270,7	18427,8	- 3842,8	- 20,85
1973	26146,1	24343,7	- 1802,4	- 7,40
1974	46350,3	38321,1	- 8291,6	- 21,64
1975	52470,1	45508,9	- 6961,3	- 15,30
1976	55338,5	53482,7	- 1855,8	- 3,47
1977	59305,4	61810,5	2505,1	4,05
1978	67662,1	77787,3	10125,2	13,02
1979	84066,0	100474,4	16408,4	16,33

Ἡ τιμὴ  $\delta_3$  εὐρίσκεται μετὰ ἀφαίρεση ἀπὸ τὴν  $\delta_1 + \delta_2 + \delta_3 = 1$ , ὅλες οἱ ἐκτιμήσεις τῶν παραμέτρων  $\delta_i$  εἶναι θετικές καὶ μικρότερες τῆς μονάδας, σύμφωνα μετὰ τὸ θεωρητικὸ ὑπόδειγμα. Τὰ ἐλάχιστα ποσοστὰ συμμετοχῆς  $\gamma_i$  εὐρέθησαν θετικά μετὰ τιμές πού περιέχονται στὶς ἀντίστοιχες τιμές τοῦ δείγματος.

Ὁ πίνακας 5.4.2 δίνει γιὰ τὸ GLES τὶς προβλέψεις γιὰ τὶς δαπάνες σέ ἐνέργεια κατὰ κατηγορία σέ ἑκατομ.δραχμές, τὶς παρατηρήσεις, τὰ ὑπόλοιπα καὶ τὶς ποσοστιαῖες μεταβολές τῆς κατηγορίας τῶν στερεῶν καυσίμων.

Ὁ πίνακας 5.4.3 περιέχει τὰ ἴδια στοιχεῖα μετὰ ἐκεῖνα τοῦ πίνακα 5.4.2 γιὰ τὴν κατηγορία τῶν ὑγρῶν καυσίμων. Τὰ ποσοστὰ μεταβολῆς τῶν ὑπολοίπων γιὰ τὴν κατηγορία τῶν στερεῶν καυσίμων μεταβάλλονται κατ'ἀπόλυτο τιμὴ ἀπὸ 0,28% τὸ ἐλάχιστο ἕως 37,47% τὸ μέγιστο.

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.4.2  
ΥΠΟΔΕΙΓΜΑ GLES

ΔΑΠΑΝΕΣ ΓΙΑ ΣΤΕΡΕΑ ΚΑΥΣΙΜΑ ΣΤΟ ΣΥΝΟΛΟ ΤΗΣ ΟΙΚΟΝΟΜΙΑΣ (10<sup>6</sup> ΔΡΧ).

ΕΤΟΣ	ΠΡΟΒΛΕΨΕΙΣ	ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ	ΥΠΟΛΟΙΠΑ	% ΜΕΤΑΒΟΛΕΣ
1966	427,5	418,4	- 9,1	- 2,17
1967	392,2	391,1	- 1,1	- 0,28
1968	407,7	396,4	- 11,3	- 2,85
1969	398,8	456,0	57,2	12,54
1970	387,3	339,6	- 47,6	- 14,02
1971	407,6	296,5	-111,1	- 37,47
1972	427,1	387,7	- 39,4	- 10,16
1973	436,1	482,6	46,5	9,64
1974	660,5	752,1	91,5	12,17
1975	636,6	758,6	122,0	16,08
1976	866,8	934,8	68,0	7,27
1977	919,6	803,3	-116,3	- 14,48
1978	995,8	864,8	-131,0	- 15,15
1979	1183,1	1255,9	72,8	5,80

Ἡ μέση ποσοστιαία μεταβολὴ πού ἀντιστοιχεῖ στὰ 5 θετικά ὑπόλοιπα εἶναι 10,19% ἐνῶ αὐτὴ πού ἀντιστοιχεῖ στὰ 9 ἀρνητικά ὑπόλοιπα εἶναι 9,62%. Τὰ ἀποτελέσματα δείχνουν καλὴ προσαρμογὴ τοῦ ὑποδείγματος. Τὰ ἀντίστοιχα ποσοστὰ μεταβολῆς γιὰ τὴν κατηγορία τῶν ὑγρῶν καυσίμων μεταβάλλονται κατ'ἀ-



πόλυτο τιμή από 0,001% τό ελάχιστο έως 1,44% τό μέγιστο. Ἡ μέση μεταβολή τῶν θετικῶν τιμῶν εἶναι 0,81 ἐνῶ αὐτή τῶν ἀρνητικῶν τιμῶν 0,47%. Τά πολύ μικρά ποσοστά δείχνουν ἄριστη προσαρμογή τοῦ ὑποδείγματος στήν κατηγορία τῶν ὑγρῶν καυσίμων.

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.4.3  
ΥΠΟΔΕΙΓΜΑ GLES

ΔΑΠΑΝΕΣ ΓΙΑ ΥΓΡΑ ΚΑΥΣΙΜΑ ΣΤΟ ΣΥΝΟΛΟ ΤΗΣ ΟΙΚΟΝΟΜΙΑΣ (10<sup>6</sup> ΔΡΧ.).

ΕΤΟΣ	ΠΡΟΒΛΕΨΕΙΣ	ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ	ΥΠΟΛΟΙΠΑ	% ΜΕΤΑΒΟΛΕΣ
1966	8675,6	8795,2	119,6	1,36
1967	9739,3	9600,7	-138,6	-1,44
1968	10549,5	10488,7	- 60,8	-0,60
1969	11008,6	10891,7	-116,9	-1,07
1970	13508,0	13681,5	173,5	1,27
1971	15786,9	15941,3	154,4	0,97
1972	18491,9	18427,8	- 64,0	-0,35
1973	24389,3	24343,7	- 45,6	-0,19
1974	38177,6	38321,1	143,5	0,37
1975	45583,7	45508,9	- 74,8	-0,16
1976	53627,3	53482,7	-144,6	-0,27
1977	61816,1	61810,5	- 5,7	-0,01
1978	77711,2	77787,3	76,1	0,10
1979	100475,6	100474,4	- 1,2	-0,001

Στά σχήματα 5.4.1 καί 5.4.2 ἀπεικονίζονται ἀντίστοιχα γιά τά στερεά καί ὑγρά καύσιμα, οἱ πραγματικές τιμές, καί οἱ τιμές πού προκύπτουν ἀπό τά ὑποδείγματα LES καί GLES.

Οἱ μέσες ἐλαστικότητες κατά Cournot , δηλαδή οἱ ἐλαστικότητες πού ὑπολογίζονται στό σημεῖο  $\bar{y}$ ,  $\bar{p}_1$ ,  $\bar{p}_2$ ,  $\bar{p}_3$ , τοῦ ὑποδείγματος GLES δίνονται ἀπό τόν πίνακα 5.4.4.

Οἱ μέσες ἐλαστικότητες εἶναι ὅλες θετικές καί γιά τήν κατηγορία τῶν ὑγρῶν καυσίμων εἶναι μεγαλύτερη τῆς μονάδας. Οἱ ἐλαστικότητες τιμῶν καί οἱ σταυροειδεῖς ἐλαστικότητες εἶναι ὅλες ἀρνητικές σύμφωνα μέ τό θεωρητικό ὑπόδειγμα. Ἀπό τίς ἐλαστικότητες τήν μεγαλύτερη τιμή κατ'ἀπόλυτο μέγεθος παρουσιάζει ἡ κατηγορία τῶν ὑγρῶν καυσίμων. Οἱ σταυροειδεῖς ἐλαστικότητες,

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.4.4  
ΥΠΟΔΕΙΓΜΑ GLES

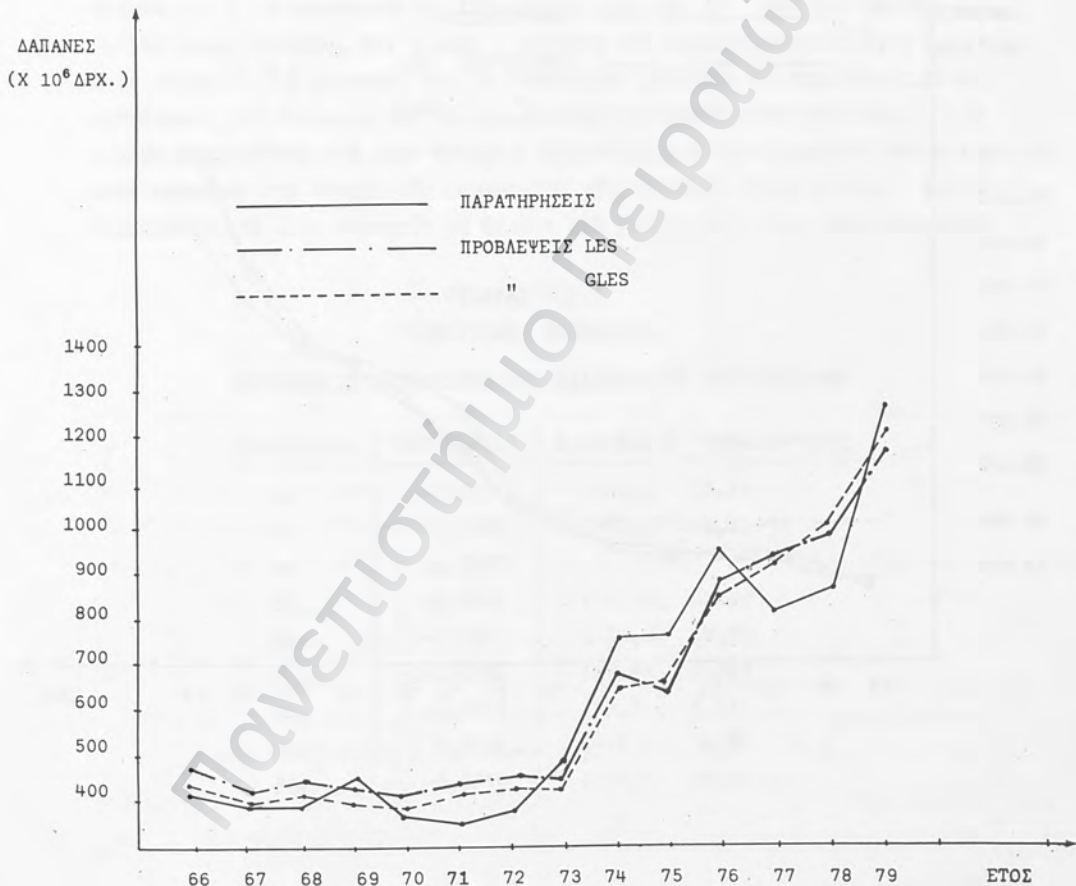
Είσοδ.ελαστικότητες <sup>(1)</sup>	Ελαστ.τιμών <sup>(2)</sup>	Σταυρ.ελαστικότητες <sup>(3)</sup>
$\bar{n}_{y_1} = 0,090$	$\bar{n}_{11} = -0,038$	$\bar{n}_{12} = -0,046$
$\bar{n}_{y_2} = 1,041$	$\bar{n}_{22} = -0,961$	$\bar{n}_{13} = -0,006$
$\bar{n}_{y_3} = 0,727$	$\bar{n}_{33} = -0,344$	$\bar{n}_{21} = -0,014$
		$\bar{n}_{23} = -0,066$
		$\bar{n}_{31} = -0,010$
		$\bar{n}_{32} = -0,373$

$$(1) \bar{n}_{y_i} = \beta_i / \bar{w}_i$$

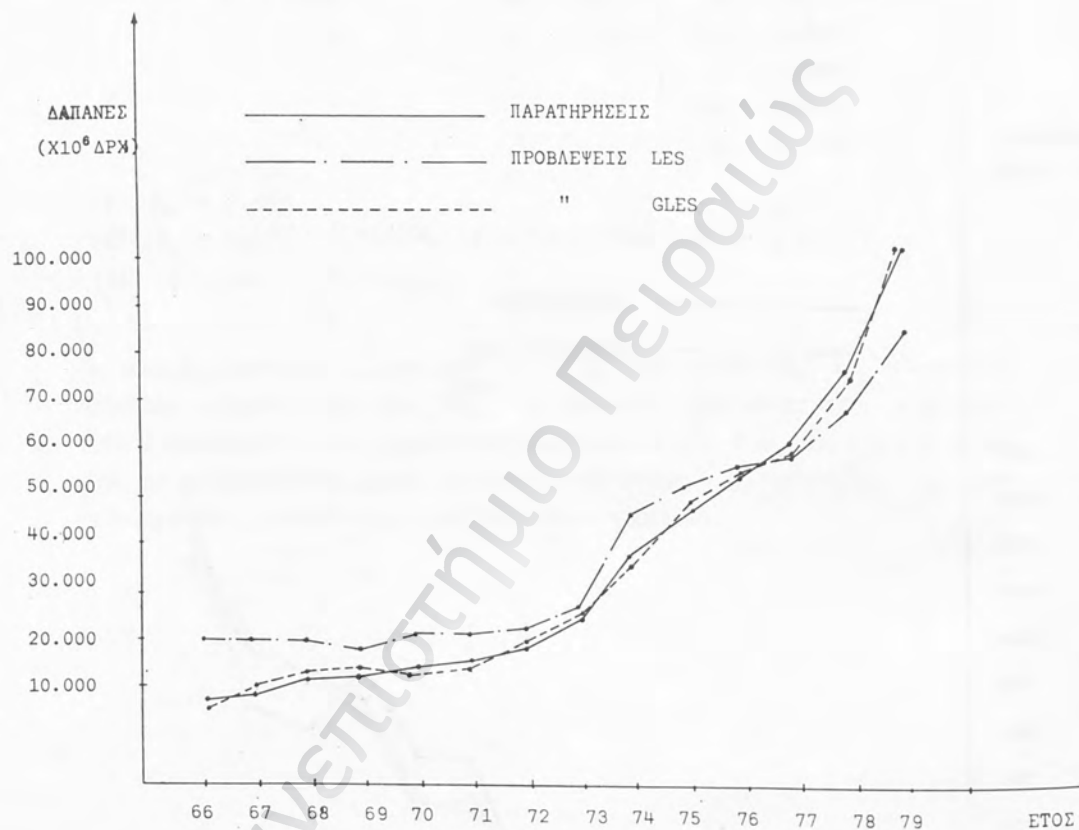
$$(2) \bar{n}_{ii} = -\bar{n}_{y_i} [\bar{w}_i - n_{\lambda y}^{-1} (1 - \bar{w}_i \bar{n}_{y_i})] \quad , \quad n_{\lambda y} = (r-1)^{-1} [\bar{y} / (\bar{y} - \sum_{j=1}^3 p_j v_j)]$$

$$(3) n_{ij} = -\bar{n}_{y_i} \bar{w} (1 + n_{\lambda y}^{-1} \bar{n}_{y_i})$$

ώς γνωστόν, δίνουν τίς μεταβολές τῆς τιμῆς κάθε κατηγορίας  $i$  συγκριτικά πρὸς τὴν μεταβολή τῆς τιμῆς τῆς  $j$  κατηγορίας. Ἀπὸ αὐτές τίς σταυροειδεῖς ἐλαστικότητες, τὴν μεγαλύτερη τιμὴ παρουσιάζει ὅπως καὶ στό LES ἢ  $\bar{n}_{32}$  δηλ. οἱ μεταβολές τῆς τιμῆς τοῦ ἠλεκτρικοῦ ρεύματος ἐπηρεάζονται περισσότερο ἀπὸ τὴν μεταβολή τῆς τιμῆς τῶν ὑγρῶν καυσίμων.

1. ΔΑΠΑΝΕΣ ΓΙΑ ΣΤΕΡΕΑ ΚΑΥΣΙΜΑ ΣΤΟ ΣΥΝΟΛΟ ΤΗΣ ΟΙΚΟΝΟΜΙΑΣ (10<sup>6</sup> ΔΡΧ.)

Σχ. 5.4.1.

2. ΔΑΠΑΝΕΣ ΓΙΑ ΥΓΡΑ ΚΑΥΣΙΜΑ ΣΤΟ ΣΥΝΟΛΟ ΤΗΣ ΟΙΚΟΝΟΜΙΑΣ (10<sup>6</sup> ΔΡΧ.).

Σχ. 5.4.2.



## 5.5. Έφαρμογή του TRANSLOG.

### 5.5.1. Κατανάλωση ενέργειας στο σύνολο της οικονομίας.

Τό υπόδειγμα TRANSLOG εκτιμήθηκε για τὰ ἴδια στοιχεῖα τῆς καταναλισκόμενης ἐνέργειας, πού ἀναλύθηκαν στό κεφάλαιο 5.3. Ὁ πίνακας 5.5.1 δίνει τὰ ἀποτελέσματα τῶν ἐκτιμήσεων τῶν παραμέτρων, τοῦ προγράμματος SPSS-NONLINEAR γιά τό υπόδειγμα TRANSLOG .

Ἡ ἐκτίμηση τῆς  $\alpha_3$  εὐρίσκεται μέ ἀφαίρεση ἀπό τήν  $\alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3 = -1$ . Στόν πίνακα 5.5.3 ἀναγράφονται οἱ ἐκτιμήσεις μόνο τῶν  $\beta_{ij}$  καί ὄχι τῶν  $\beta_{ji}$ , ἐπειδή ἔχομε ὑποθέσει ὅτι ἰσχύει ἡ συνθήκη τῆς συμμετρικότητας  $\beta_{ij} = \beta_{ji}$ . Στόν πίνακα 5.5.2 δίνονται γιά τό υπόδειγμα TRANSLOG, οἱ προβλέψεις, οἱ παρατηρήσεις, τὰ ὑπόλοιπα καί οἱ ποσοστιαῖες μεταβολές τῶν ὑπολοίπων. Τά μεγέθη ἀναφέρονται στά μέσα ποσοστά συμμετοχῆς γιά τήν κατηγορία τῶν στερεῶν καυσίμων στό σύνολο τῆς οικονομίας τῆς Ἑλλάδος. Στόν πίνακα 5.5.3 περιέχονται τὰ ἴδια στοιχεῖα μέ ἐκεῖνα τοῦ πίνακα 5.5.2 γιά τήν κατηγορία

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.5.1  
ΥΠΟΔΕΙΓΜΑ TRANSLOG

#### ΕΚΤΙΜΗΣΕΙΣ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ ΚΑΙ ΔΙΑΣΤΗΜΑΤΩΝ ΕΜΠΙΣΤΟΣΥΝΗΣ

Παράμετροι	Ἐκτιμήσεις	Διαστήματα Ἐμπιστοσύνης
$\alpha_1$	-1,000	(-24,7, 22,7)
$\alpha_2$	0,1547	(-20,4, 20,8)
$\alpha_3$	-0,1547	-
$\beta_{11}$	-0,0012	(-0,19, 0,19)
$\beta_{12}$	-0,0851	(-20,9, 19,2)
$\beta_{13}$	-0,0158	(-0,45, 0,42)
$\beta_{22}$	-0,3411	(-7,3, 6,6)
$\beta_{23}$	0,7248	(-17,4, 18,9)
$\beta_{33}$	-0,4619	(-11,5, 10,6)

τῶν ὑγρῶν καυσίμων. Τά ποσοστά μεταβολῆς τῶν ὑπολοίπων γιά τήν κατηγορία τῶν στερεῶν καυσίμων μεταβάλλονται κατ'ἀπόλυτο τιμή ἀπό 1,09% τό ἐλάχιστο

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.5.2  
ΥΠΟΔΕΙΓΜΑ TRANSLOG

ΜΕΣΑ ΠΟΣΟΣΤΑ ΚΑΤΗΓΟΡΙΑΣ ΣΤΕΡΕΩΝ ΚΑΥΣΙΜΩΝ

ΕΤΟΣ	ΠΡΟΒΛΕΨΕΙΣ	ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ	ΥΠΟΛΟΙΠΑ	% ΜΕΤΑΒΟΛΕΣ
1966	0,0303	0,0324	0,0021	6,48
1967	0,0279	0,0276	-0,0003	-1,09
1968	0,0259	0,0255	-0,0004	-1,57
1969	0,0225	0,0274	0,0049	17,88
1970	0,0212	0,0174	-0,0038	-21,84
1971	0,0179	0,0130	-0,0049	-37,69
1972	0,0153	0,0146	-0,0006	- 4,11
1973	0,0127	0,0140	0,0014	10,00
1974	0,0149	0,0145	-0,0003	- 2,07
1975	0,0137	0,0123	-0,0015	-12,20
1976	0,0114	0,0128	0,0014	10,94
1977	0,0099	0,0095	-0,0005	-5,26
1978	0,0078	0,0081	0,0003	3,70
1979	0,0069	0,0092	0,0022	23,91

έως 37,69% τό μέγιστο. Ἡ μέση ποσοστιαία μεταβολή γιά τίς 6 θετικές τιμές εἶναι 12,15% ἐνῶ γιά τίς 8 ἀρνητικές 10,73% . Στήν περίπτωση τῶν ὑγρῶν καυσίμων ὑπάρχει καλύτερη προσαρμογή γιατί ἡ ἐλάχιστη τιμή εἶναι 0,16% καί ἡ μέγιστη 1,71%. Ἡ μέση ποσοστιαία μεταβολή γιά τήν κατηγορία τῶν ὑγρῶν καυσίμων εἶναι γιά τίς 6 θετικές τιμές 0,83% ἐνῶ γιά τίς 8 ἀρνητικές 0,63%.

Στό σχῆμα 5.5.1 ἀπεικονίζονται οἱ πραγματικές τιμές, οἱ τιμές πού προκύπτουν ἀπό τό ὑπόδειγμα TRANSLOG καί τά ἀντίστοιχα ὑπόλοιπα γιά τήν κατηγορία τῶν στερεῶν καυσίμων. Τά ἀντίστοιχα στοιχεῖα μέ αὐτά τοῦ σχήματος 5.5.1 , ἀπεικονίζονται στό σχῆμα 5.5.2 γιά τά ὑγρά καύσιμα .

Ἐπίσης ὁ πίνακας 5.5.4 περιέχει τίς μέσες ἐλαστικότητες ὅπως αὐτές ἐκτιμήθηκαν στό μέσο τοῦ χρησιμοποιηθέντος δείγματος δηλαδή στό σημεῖο  $\bar{y}$  ,  $\bar{p}_1$  ,  $\bar{p}_2$  ,  $\bar{p}_3$  .

Ἀπό τίς εἰσοδηματικές ἐλαστικότητες ἡ  $\eta_{y_1}$  πού ἀντιστοιχεῖ στά στερεά καύσιμα εὐρίσκεται ἀρνητική καί οἱ ἄλλες δύο θετικές. Οἱ ἐλαστικότητες τιμῶν εἶναι ὅλες ἀρνητικές σύμφωνα μέ τό θεωρητικό ὑπόδειγμα. Οἱ σταυροειδείς ἐλαστικότητες δέν εἶναι ὅλες ἀρνητικές. Ἀπό αὐτές οἱ τρεῖς ἐμφανίζονται θετικές καί οἱ ἄλλες τρεῖς ἀρνητικές.

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.5.3  
ΥΠΟΔΕΙΓΜΑ TRANSLOG  
ΜΕΣΑ ΠΟΣΟΣΤΑ ΚΑΤΗΓΟΡΙΑΣ ΥΓΡΩΝ ΚΑΥΣΙΜΩΝ

ΕΤΟΣ	ΠΡΟΒΛΕΨΕΙΣ	ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ	ΥΠΟΛΟΙΠΑ	% ΜΕΤΑΒΟΛΕΣ
1966	0,6757	0,6807	0,0050	0,73
1967	0,6860	0,6779	-0,0081	-1,19
1968	0,6791	0,6743	-0,0048	-0,71
1969	0,6661	0,6549	-0,0112	-1,71
1970	0,6887	0,7005	0,0118	1,68
1971	0,6874	0,6972	0,0098	1,44
1972	0,6936	0,6951	0,0015	0,22
1973	0,7058	0,7076	0,0018	0,25
1974	0,7358	0,7407	0,0049	0,66
1975	0,7380	0,7368	-0,0012	-0,16
1976	0,7326	0,7307	-0,0019	-0,26
1977	0,7284	0,7279	-0,0004	-0,05
1978	0,7351	0,7327	-0,0025	-0,34
1979	0,7383	0,7336	-0,0047	-0,64

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.5.4  
ΥΠΟΔΕΙΓΜΑ TRANSLOG

Είσοδ. 'Ελαστικότητες <sup>(1)</sup>	'Ελαστ. τιμών <sup>(2)</sup>	Σταυροειδείς 'Ελαστικότητες <sup>(3)</sup>
$\bar{n}_{y_1} = -0,349$	$\bar{n}_{11} = -1,006$	$\bar{n}_{12} = 1,110$
$\bar{n}_{y_2} = 0,996$	$\bar{n}_{22} = -0,838$	$\bar{n}_{13} = 0,246$
$\bar{n}_{y_3} = 1,093$	$\bar{n}_{33} = -0,603$	$\bar{n}_{21} = 0,004$
		$\bar{n}_{23} = -0,161$
		$\bar{n}_{31} = -0,009$
		$\bar{n}_{32} = -0,480$

$$(1) n_{y_i} = 1 + \left( \sum_{j=1}^3 \beta_{y_j} - \sum_{j=1}^3 \beta_{j_i} / \bar{w}_i \right) / \left( \alpha_y + \sum_{j=1}^3 \beta_y \ln \frac{p_j}{y} \right)$$

$$(2) n_{j_i} = -1 + (\beta_{j_i} / \bar{w}_j - \beta_{y_j}) / \left( \alpha_y + \sum_{j=1}^3 \beta_y \ln \frac{p_j}{y} \right)$$

$$(3) n_{j_i} = (\beta_{j_i} / \bar{w}_j - \beta_{y_j}) / \left( \alpha_y + \sum_{j=1}^3 \beta_y \ln \frac{p_j}{y} \right)$$

$$\alpha_y = \sum_{\kappa=1}^3 \alpha_{\kappa}, \quad \beta_{y_i} = \sum_{\kappa=1}^3 \beta_{\kappa i}$$



Σχῆμα 5.5.1

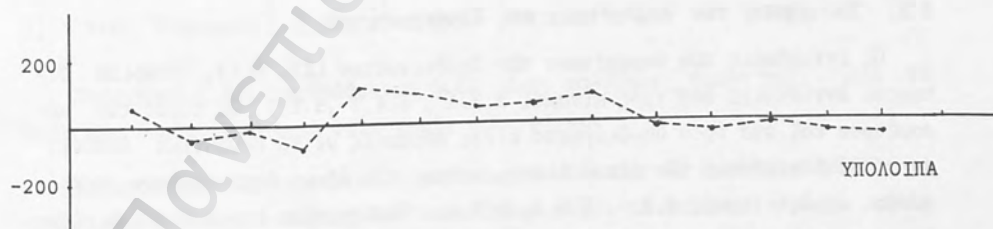
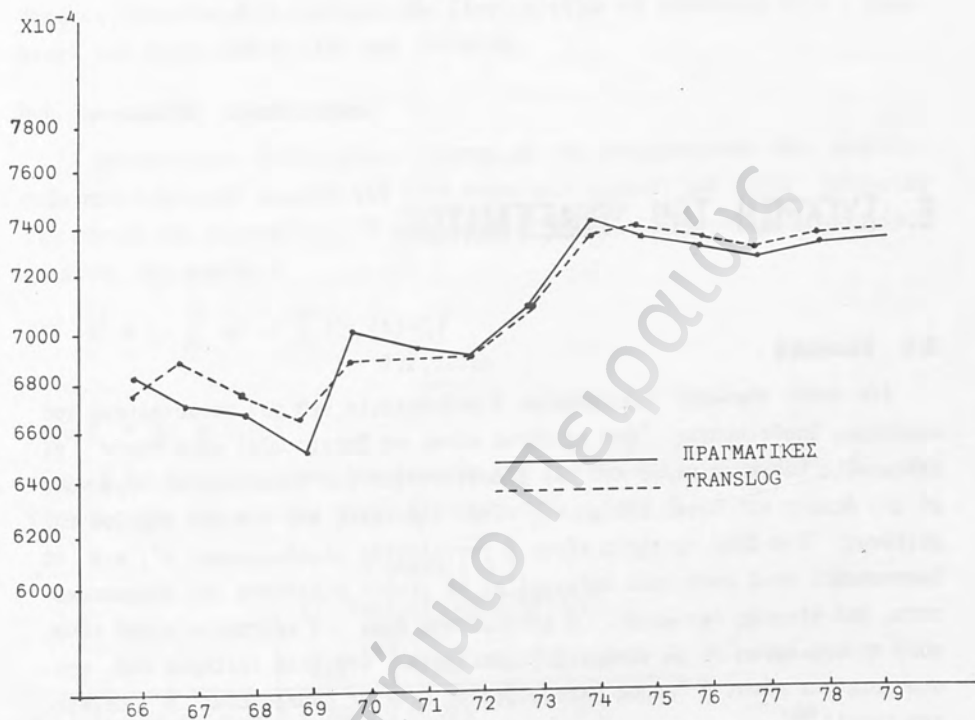
ΥΠΟΔΕΙΓΜΑ TRANSLOG

1. ΣΤΕΡΕΑ ΚΑΥΣΙΜΑ



## ΥΠΟΔΕΙΓΜΑ TRANSLOG

## 2. ΥΓΡΑ ΚΑΥΣΙΜΑ



Σχῆμα 5.5.2

ΥΠΟΔΕΙΓΜΑ TRANSLOG

2. ΥΓΡΑ ΚΑΥΣΙΜΑ

## 6. ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΤΩΝ ΥΠΟΔΕΙΓΜΑΤΩΝ

### 6.1. Είσαγωγή

Στό παρόν κεφάλαιο αναπτύσσεται η μεθοδολογία για τόν προσδιορισμό του καλύτερου υποδείγματος. Ένα κριτήριο είναι να διαπιστωθεί κατά πόσον οι εκτιμήσεις των παραμέτρων και των ελαστικοτήτων του υποδείγματος συμφωνούν με την θεωρία και ποιές εκτιμήσεις είναι καλύτερες από πλευράς σημείου και μεγέθους. Ένα άλλο κριτήριο είναι ο συντελεστής προσδιορισμού  $R^2$ , για να διαπιστωθεί ποιά υπόδειγμα απεικονίζει με μεγάλη πιστότητα την πραγματικότητα, από πλευράς εφαρμογής. Η χρησιμότητα όμως του κριτηρίου αυτού είναι πολύ περιορισμένη σε μη γραμμικά υποδείγματα. Ένα άλλο κριτήριο που χρησιμοποιείται είναι ο "μέσος πληροφοριακός δείκτης άνακριβείας" ή "δείκτης του Theil"<sup>(1)(2)</sup>.

### 6.2. Εκτιμήσεις των παραμέτρων και Έλαστικοτήτων

Οι εκτιμήσεις των παραμέτρων των υποδειγμάτων LES, GLES, TRANSLOG δίνονται αντίστοιχα από τους πίνακες 5.3.1, 5.4.1, 5.5.1. Οι τιμές των παραμέτρων και στά τρία υποδείγματα είναι σύμφωνες με τά θεωρητικά υποδείγματα. Οι εκτιμήσεις των μέσων ελαστικοτήτων των ίδιων υποδειγμάτων περιέχονται στους πίνακες 5.3.4, 5.4.4, 5.5.4. Παρατηρούμε ότι από τις 9 εισοδηματικές ελαστικότητες οι 8 είναι θετικές.

Τό GLES και τό TRANSLOG έχουν όλες τις ελαστικότητες τιμών αρνητικές σύμφωνα με την οικονομική θεωρία, ενώ τό LES έχει τή 1 από τις 3 ελαστικό-

---

(1) Theil, H and Mnookin, R.H. "The Information Value of Demand Equations and Predictions", The Journal of Political Economy, 1966.

(2) Γκαμαλέτσος Θ., "Διακλαδική Ανάλυση των Δαπανών Ίδιωτικής Καταναλώσεως της Έλληνικής Οικονομίας", ΚΕΠΕ, 1975

τητες τιμών θετικές. Τό GLES καί τό LES έχουν όλες τίς σταυροειδείς ελαστικότητατες άρνητικές ενώ τό TRANSLOG έχει τίς 3 από τίς 6 ελαστικότητατες θετικές. "Όσον άφορά τό κριτήριο τών ελαστικοτήτων τό υπόδειγμα GLES υπερτερεί τών υποδειγμάτων LES καί TRANSLOG.

### 6.3. Συντελεστές προσδιορισμού

Η σύγκριση τών υποδειγμάτων γίνεται μέ τήν χρησιμοποίηση τών συντελεστών προσδιορισμού χωριστά γιά κάθε κατηγορία δαπανών κατ'είδος ενέργειας στό σύνολο τής οικονομίας. Ό συντελεστής προσδιορισμού πού χρησιμοποιήθηκε είναι τής μορφής :

$$(1) R_i^2 = 1 - \frac{\sum_{t=1}^T e_i^2}{\sum_{t=1}^T ((y_i(t) - \bar{y}_i)^2)}$$

$i = 1, 2, \dots, n$

$$\delta\text{που } \bar{y}_i = \frac{\sum_{t=1}^T y_i(t)}{T}$$

είναι ό άριθμητικός μέσος τών δαπανών τής  $i$  κατηγορίας ενέργειας. Οί εκτιμήσεις τών συντελεστών αύτών δίνονται στόν πίνακα 6.3.1.

**ΠΙΝΑΚΑΣ 6.3.1.**  
**ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΕΣ ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΥ**

	LES	GLES	TRANSLOG
$R_1^2$ : Στερεά Καύσιμα	0,900	0,923	0,902
$R_2^2$ : Ύγρ ά Καύσιμα	0,908	0,985	0,945
$R_3^2$ : Ηλεκ. Ένέργεια	0,539	0,997	0,854

Παρατηρούμε ότι τό υπόδειγμα GLES έχει καλύτερες τιμές του από τά άλλα δύο υποδείγματα καί στις τρεις κατηγορίες.

Συγκρίνοντας τά έμπειρικά άποτελέσματα μπορούμε νά συμπεράνουμε ότι τό υπόδειγμα GLES του καθηγητή θ. Γκαμαλέτσου είναι τό καλύτερο από τά άλλα δύο υποδείγματα γιατί έδωσε καλύτερες τιμές στις ελαστικότητατες από πλευράς σημείου καί μεγέθους καί καλύτερο συντελεστή προσδιορισμού. Έπειδή τό GLES υπερτερεί καί θεωρητικά είναι αυτό στην πρώτη γραμμή τών υποδειγμάτων πού έρμηνεύουν δαπάνες καταναλωτών.

## 7. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ

Στήν παρούσα διατριβή έγινε εφαρμογή μερικῶν οἰκονομετρικῶν ὑποδειγμάτων σέ ἐνεργειακά μεγέθη τῆς ἑλληνικῆς οἰκονομίας. Ἀπό τήν χρησιμοποίηση τοῦ ὑποδείγματος τῆς γραμμικῆς παλινδρόμησης ἐξάγεται τό συμπέρασμα ὅτι γιά νά ἐρμηνευθεῖ καλύτερα ἡ συμπεριφορά τῆς μεταβλητῆς ζητήσεως τῆς ἐνέργειας, ἀπαιτοῦνται καί ἄλλες ἐρμηνευτικές μεταβλητές. Τό ὑπόδειγμα ARIMA μπορεῖ νά δώσει καλές προβλέψεις γιά τήν κατανάλωση τῆς ἐνέργειας ἀλλά πρέπει ὅπωςδήποτε νά αὐξηθεῖ ὁ ἀριθμός τῶν παρατηρήσεων. Τά ὑποδείγματα LES, GLES, TRANSLOG μποροῦν νά ἐρμηνεύσουν τίς καταναλωτικές δαπάνες γιά ἐνέργεια στήν ἑλληνική οἰκονομία, μέ βάση τίς τιμές καί τό σύνολο τῶν δαπανῶν. Ἀπό τήν σύγκριση τῶν τριῶν αὐτῶν ὑποδειγμάτων, διαπιστώθηκε ὅτι τό GLES ὑπερέχει τῶν δύο ἄλλων γιατί περιγράφει πληρέστερα τήν πραγματικότητα. Ἐνα σημαντικό μειονέκτημα τῶν διαφόρων προγραμμάτων οἰκονομικῆς ἀνάπτυξης εἶναι ὅτι στίς περισσότερες προβλέψεις οἱ ἐλαστικότητες εἰσοδήματος λαμβάνονται σταθερές καί οἱ ἐλαστικότητες τιμῶν ἀγνοοῦνται τελείως. Τό μειονέκτημα αὐτό μπορεῖ νά ἐξαλειφθεῖ ἐάν ὑπολογισθοῦν ἀπό ἕνα πλήρες σύστημα ἐξισώσεων ζητήσεως οἱ ἐλαστικότητες εἰσοδήματος καί τιμῶν πού μεταβάλλονται διαχρονικά. Σέ μία ἐκτενέστερη ἔρευνα τά ὑποδείγματα LES, GLES, TRANSLOG μποροῦν νά ἐφαρμοσθοῦν σέ διαφόρους τομεῖς τῆς ἑλληνικῆς οἰκονομίας ὅπως π.χ. στόν οἰκιακό τομέα, στόν τομέα τῶν μεταφορῶν, στήν βιομηχανία κ.ἄ. καί οἱ ἐνεργειακές κατηγορίες νά διασπασθοῦν σέ περισσότερες ἀπό τρεῖς : στερεά, ντῆζελ, βενζίνη, μαζούτι, ἠλεκτρική ἐνέργεια κ.ο.κ. Ἡ μέθοδος τῶν σεναρίων μπορεῖ νά δώσει χρήσιμα συμπεράσματα. Π.χ. τί ἐπιπτώσεις θά ἔχουν οἱ αὐξήσεις τῶν τιμῶν τῶν διαφόρων μορφῶν τῆς ἐνέργειας, τοῦ συνόλου τῶν δαπανῶν γιά ἐνέργεια κ.ἄ. Ὑπάρχει δυνατότητα τό GLES πού ἐπιλέχθηκε ὡς τό καλύτερο, νά τεθεῖ σέ μία δυναμική μορφή καί νά μετασχηματισθεῖ στό Δυναμικό Γενικό Γραμμικό Σύστημα Ἐξισώσεων Ζητήσεως (Dynamic Generalized Linear Ex-



penditure System) ή DGLES<sup>(1)</sup>. Σύμφωνα με το DGLES οι δαπάνες για ενέργεια της κατηγορίας  $i$  δεν εξαρτώνται μόνο από το εισόδημα και όλες τις τιμές, αλλά εξαρτώνται επί πλέον και από τις δαπάνες της προηγούμενης περιόδου της ίδιας κατηγορίας  $i$  και ακόμη από τις προηγούμενες δαπάνες όλων των άλλων κατηγοριών. Μία άλλη σκέψη για παραπέρα έρευνα είναι να μελετηθούν τα αποτελέσματα των εκτιμήσεων των υποδειγμάτων GLES, DGLES όταν για τις παραμέτρους αυτών γίνουν όρισμένες υποθέσεις<sup>(2)</sup>. Μπορούν να μελετηθούν και άλλα υποδείγματα, όπως το Generalized Leontief<sup>(3)</sup>, το Generalized Cobb-Douglas<sup>(4)</sup>, το AIDS (Almost Ideal Demand System)<sup>(5)</sup> κ.ά. 'Εάν υποθεθεί ότι υπάρχει μία γενική συνάρτηση χρησιμότητας είναι δυνατόν με τον μετασχηματισμό Box-Cox να διερευνηθεί πιά ακριβώς συνάρτηση χρησιμότητας είναι ή καλύτερη<sup>(6)</sup>. Μία άλλη κατεύθυνση της έρευνας είναι όλα τα οικονομετρικά υποδείγματα να μετασχηματισθούν σε μορφή που να επιτρέπει την εφαρμογή της μεθοδολογίας της θεωρίας του άριστου ελέγχου (optimal control Theory)<sup>(7),(8),(9)</sup>, της τεχνικής των προβλέψεων του φίλτρου KALMAN<sup>(10),(11)</sup> κ.ά. 'Απαραίτητες προϋποθέσεις για εκτενέστερη έρευνα είναι περισσότερα στατιστικά στοιχεία και μεγαλύτερη βοήθεια σε προγράμματα ηλεκτρονικού υπολογιστή.

(1) Θεόδωρου Γ.Γκαμαλέτσου, "Η πρόβλεψη της Διακλαδικής Τελικής Ζήτησεως από ένα Δυναμικό Σύστημα 'Εξισώσεων Ζήτησεως", ΚΕΠΕ, 'Αθήνα 1980 (Μετάφραση από το άγγλικό "Forecasting Sectoral Final Demand by a Dynamic Expenditure System" του Θ.Γ.Γκαμαλέτσου).

(2) Spiros Georgadelis, "The Estimation and Testing of Generalized Linear Expenditure Systems for Greece (1953-1974)", ΣΠΟΥΔΕΣ, τεύχος 3-4, τόμος Λ', 1980.

(3) W.E.Diewert, "An Application of the Shephard Duality Theorem: A Generalized Leontief Production Function, Journal of Political Economy, LXXIX (May/June, 1971).

(4) E.R.Berndt, M.N.Darough and W.E. Diewert, "Flexible Functional Forms and Expenditure Distributions: An Application to Canadian Consumer Demand Functions", International Economic Review, vol 18, 1977.

(5) A. Deaton and J. Muellbauer, "An almost ideal demand system" American Economic Review, Vol 70, No 3, June, 1980.

(6) Nicholas M. Kiefer "Quadratic Utility, Labor Supply and Commodity Demand", in "Studies in Nonlinear Estimation" edited by: S.Goldfeld and R. Quandt, Ballinger Publishing Company, Cambridge, Mass., 1976.

(7) Robert S.Pindyck, "Optimal Planning for Economic Stabilization" North-Holland/American Elsevier, 1973.

(8) Masanao Aoki, "Optimal Control and System theory in Dynamic Economic Analysis", North-Holland, 1976.

(9) Κ.Α. Ρήγα, "Η θεωρία του άριστου ελέγχου στην Οικονομική" Σπουδές, τεύχος 3, 1977.

(10) Ι.Ε.Σαμουηλίδης, "Εφαρμογή του αλγορίθμου Kalman σε συστήματα προβλέξεων των ενεργειακών ζητήσεων", Τ.Χρονικά 'Ιαν.-Μάρτ. 1979.

(11) Κ.Α. Ρήγα, "Εφαρμογές του φίλτρου Kalman." \*Από την Εισήγηση "Ενεργειακά οικονομετρικά 'Υποδείγματα" στο συνέδριο της ΕΕΕΕ, Πειραιώς 1981,

## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α΄

ΠΙΝΑΚΑΣ 1.2.2. ΑΝΑΓΚΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΤΟ ΕΤΟΣ 2.000 (10<sup>6</sup> ΤΙΠ)

## ΠΕΡΙΟΧΕΣ

## 1. ΣΕΝΑΡΙΟ ΕΝΤΟ-

ΝΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ(α)	ΑΝΘΡΑΚ.	ΠΕΤΡΕΛ.	ΦΥΣ.ΑΕΡ.	ΥΔΡΟΗΛ.ΠΥΡ.ΕΝ.	ΔΙΑΦΟΡΑ	ΣΥΝΟΛΟΝ
------------------	---------	---------	----------	----------------	---------	---------

ΟΟΣΑ ΕΥΡΩΠΗ	250	1045	420	100	625	100	2540
Β. ΑΜΕΡΙΚΗ	750	1205	450	175	650	100	3300
ΙΑΠ.ΚΑΙ ΕΙΡΗΝ.	130	670	120	40	170	30	1160
ΣΥΝΟΛΟ ΟΟΣΑ	1130	2920	990	315	1415	230	7000
ΕΣΣΔ	580	755	640	95	185	45	2300
Α.ΕΥΡΩΠΗ	360	240	130	15	40	15	800
ΣΥΝΟΛΟ ΑΝΑΠΤ. ΧΩΡΩΝ	2070	3915	1760	425	1640	290	10100
ΚΙΝΑ	950	555	105	50	75	45	1780
ΟΠΕΚ ΚΑΙ ΑΛΛΕΣ ΑΝΑΠΤΥΣ.ΧΩΡΕΣ ΣΥΝ.ΑΝΑΠΤΥΣ. ΧΩΡΩΝ	270	1490	440	300	140	80	2720
ΠΑΓΚΟΣΜΙΟ ΣΥΝ.	1220	2045	545	350	215	125	4500
%	22 %	41 %	16 %	5 %	13 %	3 %	100 %

II. ΣΕΝΑΡΙΟ ΕΝΤΟ-  
ΝΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ (β)

ΠΑΓΚΟΣΜΙΟ ΣΥΝ.	3610	5230	2150	420	2640	350	14400
%	25 %	36 %	15 %	3 %	18 %	3 %	100 %

III. ΣΕΝΑΡΙΟ ΑΣΘΕ-  
ΝΟΥΣ ΑΝ/ΞΗΣ (β)

ΠΑΓΚΟΣΜΙΟ ΣΥΝ.	2915	4025	1610	410	2100	290	11350
%	26 %	35 %	14 %	4 %	18 %	3 %	100 %

(α) Έκθεση Interfuturs

(β) Έκθεση Institut International pour l'analyse fonctionnelle appliquee

Πηγή : Οίκ. Ταχυδρ. Φ6 (13.44), 7-2-1980.

## ΠΙΝΑΚΑΣ 1.2.3.

ΠΑΓΚΟΣΜΙΑ ΠΡΟΣΦΟΡΑ - ΖΗΤΗΣΗ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΥ 1980-2000  
(ΜΕ ΚΑΝΟΝΙΚΗ ΧΡΗΣΗ ΤΩΝ ΠΗΓΩΝ) Έκατομ. Βαρέλια τήν ημέρα)

ΕΤΟΣ	ΠΑΓΚ. ΖΗΤΗΣΗ	α ΠΑΓΚΟΣΜΙΑ ΠΡΟΣΦΟΡΑ			
		ΟΛΙΚΗ	ΟΡΕΣ	ΕΚΤΟΣ ΟΡΕΣ	ΕΛΛΕΙΜΜΑΤΑ
1980	62.966	62.966	29.901	33.065	-
1983	67.870	67.870	32.254	35.616	-
1985	71.350	71.350	34.797	36.553	-
1987	75.008	74.095	36.256	37.839	0.913
1990	80.850	74.757	36.232	38.535	6.093
1995	89.353	74.365	36.596	37.769	14.988
1997	92.999	73.988	36.458	37.530	19.011
2000	98.750	73.960	36.925	37.035	24.790

α. Ρυθμός αύξησης 2.5%, 1980-1990 \* 2% 1991-2000

Πηγή : The Journal of Energy and Development (Autumn 1979).

## ΠΙΝΑΚΑΣ 1.2.4.

ΠΑΓΚΟΣΜΙΑ ΠΡΟΣΦΟΡΑ - ΖΗΤΗΣΗ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΥ  
(ΜΕ ΕΝΤΑΤΙΚΗ ΧΡΗΣΗ ΤΩΝ ΠΗΓΩΝ - Έκατ.Βαρέλια τήν ημέρα)

ΕΤΟΣ	ΠΑΓΚ. ΖΗΤΗΣΗ	α ΠΑΓΚΟΣΜΙΑ ΠΡΟΣΦΟΡΑ			
		ΟΛΙΚΗ	ΟΡΕΣ	ΕΚΤΟΣ ΟΡΕΣ	ΕΛΛΕΙΜΜΑΤΑ
1980	62.966	62.966	29.901	33.065	-
1983	67.870	67.870	32.254	35.616	-
1985	71.350	71.350	34.797	36.553	-
1987	75.008	75.008	37.182	37.826	-
1990	80.850	80.850	42.322	38.528	-
1995	89.353	85.642	47.871	37.771	3.711
1997	92.999	83.988	46.456	37.532	9.011
2000	98.750	85.581	45.543	37.038	16.169

α. Ρυθμός αύξησης. 2,5% 1980-1990 \* 2%, 1991-2000

Πηγή : Η ίδια του πίνακα 1.2.3.

## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α'

## ΠΙΝΑΚΑΣ 1.3.1.

## ΕΙΣΑΓΩΓΕΣ - ΕΞΑΓΩΓΕΣ ΚΑΥΣΙΜΩΝ ΛΙΠΑΝΤΙΚΩΝ

	Είσαγωγές έκ. δρχ.	%	Έξαγωγές έκ.δρχ.	%	Ίσοζύγιο
1961	1545,68	7,2	0,36	0,0	- 1545,32
1962	1534,86	7,3	17,6	0,2	- 1517,26
1963	2109,87	8,7	18,95	0,2	- 2090,32
1964	1847,54	7,0	15,47	0,2	- 1832,07
1965	2864,17	8,4	4,27	0,0	- 2859,90
1966	2709,45	7,4	103,93	0,9	- 2605,52
1967	2824,27	7,9	143,35	1,0	- 2680,92
1968	3014,98	7,2	181,98	1,3	- 2833,00
1969	3558,16	7,4	165,37	1,0	- 3392,79
1970	4039,63	6,9	192,26	1,0	- 3847,37
1971	4603,06	7,3	182,23	0,9	- 4420,83
1972	6935,14	10,0	327,03	1,2	- 6608,11
1973	12631,48	12,3	5990,48	13,9	- 6641,00
1974	29231,16	9,5	5477,96	9,0	-23753,20
1975	38079,88	22,2	8188,04	11,0	-29891,84
1976	45262,05	20,3	5483,45	5,8	-39778,60
1977	38353,63	15,2	4901,32	4,9	-33452,31
1978	52381,83	18,2	11753,84	9,5	-40627,99
1979	75787,72	21,2	17076,20	11,8	-58711,52

ΠΗΓΗ : ΕΣΥΕ , Στατιστική Έπετηρίδα Έλλάδας, 1980



## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α΄

## ΠΙΝΑΚΑΣ 1.3.2α.

ΕΙΣΑΓΩΓΕΣ ΥΓΡΩΝ ΚΑΥΣΙΜΩΝ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ ΚΑΤΑ ΧΩΡΑ (ΧΙΛ.ΜΕΤ.ΤΟΝΝΟΙ, ΕΤΟΣ 1979)

ΕΙΣΑΓΩΓΕΣ ΑΠΟ	ΑΡΓΟ ΠΕΤΡΕΛ.	ΠΡΟΙΟΝΤΑ ΠΕΤΡΕΛ.	ΝΑΦΘΑ	ΒΕΝΖΙΝΗ	ΝΤΗΖΕΛ	ΜΑΖΟΥΤ
ΑΛΓΕΡΙΑ	79	17				17
ΙΡΑΝ	357					
ΙΡΑΚ	3312					
ΚΟΥΒΕΙΤ	311					
ΛΙΒΥΗ	870	304	78			19
ΣΑΟΥΔ.ΑΡΑΒΙΑ	8856	125	95			27
ΕΣΣΔ	962	119			38	63
ΒΕΛΓΙΟ-ΛΟΥΞΕΜΒ.		2				
ΓΑΛΛΙΑ		962		165	486	165
ΓΕΡΜΑΝΙΑ		3				
ΙΤΑΛΙΑ		1118		348	400	159
ΚΑΤΩ ΧΩΡΕΣ		111			78	
ΠΟΡΤΟΓΑΛΙΑ		3				
ΙΣΠΑΝΙΑ		48		18		7
ΗΝ. ΒΑΣΙΛΕΙΟ		33		8	6	
Η.Π.Α.		128			42	
ΚΙΝΑ		15		15		
ΡΟΥΜΑΝΙΑ		439	44		244	151
ΒΕΝΕΖΟΥΕΛΑ		32			27	
ΆΛΛΕΣ ΧΩΡ.ΑΝ.ΕΥΡ.		762	158	138	371	54
ΆΛΛΕΣ ΧΩΡΕΣ ΝΟΤ. ΚΑΙ ΚΕΝΤΡ.ΑΜΕΡΙΚ.		49		8		
ΛΟΙΠΕΣ ΧΩΡΕΣ	2424	310	20	32	93	83
ΣΥΝΟΛΟ	17171	4587	395	732	1785	745

Πηγή : Oil Statistics 1980

## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α'

ΠΙΝΑΚΑΣ 1.3.2β.

ΕΞΑΓΩΓΕΣ ΥΓΡΩΝ ΚΑΥΣΙΜΩΝ ΑΠΟ ΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ ΚΑΤΑ ΧΩΡΑ (ΧΙΛ.ΜΕΤ.ΤΟΝΝΟΙ,ΕΤΟΣ 1979)

ΕΞΑΓΩΓΕΣ ΠΡΟΣ	ΑΡΓΟ ΠΕΤΡΕΛ.	ΠΡΟΪΟΝ.ΠΕΤΡ.	ΝΑΦΘΑ	ΒΕΝΖΙΝΗ	ΝΤΗΖΕΛ	ΜΑΖΟΥΤ
ΙΤΑΛΙΑ	118	1198	35	10	69	1056
ΙΑΠΩΝΙΑ	62	32	32			
Η.Π.Α.	186	866	175		386	40
ΑΝ.ΕΥΡΩΠΗ	32					
ΑΦΡΙΚΗ	1074	852	7	103	247	165
ΒΕΛΓΙΟ-ΛΟΥΞΕΜΒ.		43	23			20
ΔΑΝΙΑ		33				33
ΓΑΛΛΙΑ		279	160		19	100
ΓΕΡΜΑΝΙΑ		2				
ΚΑΤΩ ΧΩΡΕΣ		961	562			277
ΠΟΡΤΟΓΑΛΙΑ		20	.			
ΙΣΠΑΝΙΑ		28	28			
ΤΟΥΡΚΙΑ		484	44		3	431
ΗΝ. ΒΑΣΙΛΕΙΟ		207	86			119
ΑΛΛΕΣ Δ.ΕΥΡ.		55			12	21
ΑΛΛΕΣ ΑΝ.ΕΥΡ.		46				40
ΑΛΛΕΣ ΚΕΝ.ΚΑΙ ΝΟΤ.ΑΜΕΡΙΚΗΣ		403	134		87	155
ΛΟΙΠΕΣ ΧΩΡΕΣ		1787		354	1159	159
ΣΥΝΟΛΟ	1472	7296	1286	471	1982	2616

Πηγή : Oil Statistics 1980

## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α'

## ΠΙΝΑΚΑΣ 1.3.3.

## ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΠΡΟΪΟΝΤΩΝ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑΣ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΥ ΑΝΘΡΑΚΟΣ (ΣΕ ΤΟΝΝΟΥΣ)

	1975	1976	1977	1978
<u>Αέρια Πετρελαίου</u>				
Αέρια Καύσιμα	84.272	95.034	108.039	135.409
Υγραέρια	132.417	133.656	126.593	156.525
<u>Βενζίνη</u>				
Βενζίνη κοινή (84 όκταν(ων κτλ)	505.080	571.481	581.817	558.177
Βενζίνη ένισχυμένη (super, 94 όκτ. κλπ.)	346.761	419.229	412.945	676.446
Καύσιμο άεροθουμένων (J.P.G. κλπ.)	637.736	579.507	487.850	711.873
<u>Πετρέλαια</u>				
" έξωτ. καύσεως (μαζούτ)	5.702.928	5.461.482	5.165.851	5.714.233
" έσωτ. " (ντήζελ όιλ)	2.901.714	2.672.197	2.704.484	2.860.316
" φωτιστικόν	48.283	46.119	28.179	27.435
" Βακουμ γκαζόιλ	21.697	28.985	28.933	100.210
" Χέβυ ντήζελ	106.926	39.782	-	-
<u>Προϊόντα άσφάλτου</u>				
Ασφαλτος θερμή	85.625	119.310	53.439	109.098
" ψυχρά	4.329	5.039	4.709	4.812
Ασφαλτομαστίχες	256	1.148	2.185	2.263
Μονωτικά ύλικά (ύγρασίας κλπ.)	11.919	10.573	12.685	12.926
<u>Προϊόντα λιπάνσεως</u>				
Όρυκτά λίπη (γράσσα κλπ)	1.872	1.226	1.222	1.235
Όρυκτέλαια (βαλβολίνες κλπ)	77.627	68.718	105.738	152.553
Άλλα προϊόντα				
<u>Ναφθαλίνη</u>				
Ναφθαλίνη	1.469	1.267	1.170	1.183
Αποσμητικά χώρων W.C.	76	111	109	83
" δωματίων	151	341	280	359
<u>Λιγνιτόπλινθοι (Μπρικέττες)</u>				
Λιγνιτόπλινθοι	87.710	92.031	82.770	71.635
Ασφαλτόπανο κλπ.	1.462	1.200	802	799
<u>Πισόχαρτο</u>				
Πισόχαρτο	611	1.441	1.421	1.508
<u>Νάφθα άκάθ.</u>				
Νάφθα άκάθ.	890.613	724.453	572.508	547.486
<u>Κώκ Μεταλλουργικό</u>				
Κώκ Μεταλλουργικό	420.930	336.989	255.074	185.930

Πηγή : ΕΣΥΕ, Στατιστική Έπετηρίδα Έλλάδος, 1980.

## ΠΑΡΤΙΜΑ Α'

## ΠΙΝΑΚΑΣ 1.3.7.

## ΚΑΤΑΜΕΤΡΗΣΗ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

ΕΤΟΣ	1. ΟΙΚΙΑΚΗ ΧΡΗΣΗ				2. ΕΜΠΟΡΙΚΗ ΧΡΗΣΗ				3. ΒΙΟΜ. ΧΡΗΣΗ ΧΑΜ. ΤΑΣΕΩΣ				4. ΒΙΟΜ. ΧΡ. ΥΨΗΛ. ΤΑΣ.				5. ΓΕΩΡΓ. ΧΡΗΣΗ				6. ΑΛΛΕΣ ΧΡΗΣΕΙΣ				ΣΥΝΟΛΟΝ		
	P ΤΙΜΗ ΔΡ/ΚΩΗ	Q ΠΟΣΟΤ. 10 <sup>6</sup> ΚΩΗ	M ΑΣΙΑ	P ΤΙΜΗ ΔΡ/ΚΩΗ	Q ΠΟΣΟΤ. 10 <sup>6</sup> ΚΩΗ	K ΑΣΙΑ	P ΤΙΜΗ ΔΡ/ΚΩΗ	Q ΠΟΣΟΤ. 10 <sup>6</sup> ΚΩΗ	V ΑΣΙΑ	P ΤΙΜΗ ΔΡ/ΚΩΗ	Q ΠΟΣΟΤ. 10 <sup>6</sup> ΚΩΗ	V ΑΣΙΑ	P ΤΙΜΗ ΔΡ/ΚΩΗ	Q ΠΟΣΟΤ. 10 <sup>6</sup> ΚΩΗ	V ΑΣΙΑ	P ΤΙΜΗ ΔΡ/ΚΩΗ	Q ΠΟΣΟΤ. 10 <sup>6</sup> ΚΩΗ	V ΑΣΙΑ	P ΤΙΜΗ ΔΡ/ΚΩΗ	Q ΠΟΣΟΤ. 10 <sup>6</sup> ΚΩΗ	V ΑΣΙΑ	P ΤΙΜΗ ΔΡ/ΚΩΗ	Q ΠΟΣΟΤ. 10 <sup>6</sup> ΚΩΗ	P ΤΙΜΗ ΔΡ/ΚΩΗ	Q ΠΟΣΟΤ. 10 <sup>6</sup> ΚΩΗ	M ΑΣΙΑ	H 10 <sup>6</sup> ΔΡ.
1964	1.154	945.1	1090.8	1.441	350.7	505.5	0.607	1445.4	877.1	0.319	161.4	51.5	0.610	39.3	23.9	0.825	266.2	190.9	0.854	3208.1	2739.7						
1965	1.148	1082.6	1243.2	1.424	403.5	574.5	0.606	1651.4	1000.5	0.378	258.0	97.5	0.626	50.1	37.0	0.825	283.2	205.7	0.845	3737.8	3158.3						
1966	1.138	1244.3	1415.7	1.417	457.2	647.6	0.598	1907.7	1141.2	0.231	989.2	228.1	0.651	73.0	47.5	0.821	315.4	227.0	0.743	4986.7	3707.1						
1967	1.147	1400.3	1605.8	1.410	468.3	660.7	0.627	1972.6	1256.1	0.218	1739.8	379.0	0.631	74.2	46.8	0.827	323.4	242.8	0.698	5979.0	4171.1						
1968	1.213	1519.1	1842.0	1.445	499.4	721.4	0.644	2090.4	1345.9	0.234	2013.5	470.9	0.609	80.3	53.8	0.853	275.9	235.3	0.721	6478.6	4669.3						
1969	1.184	1772.9	2098.7	1.222	829.6	1013.5	0.614	2066.7	1269.3	0.235	2292.1	538.4	0.641	105.4	67.4	0.809	367.0	297.0	0.711	7433.6	5284.3						
1970	1.177	1990.4	2342.4	1.226	948.5	1162.8	0.600	2271.6	1363.0	0.239	2614.8	626.0	0.646	111.2	71.8	0.818	420.8	343.7	0.707	8357.3	5509.7						
1971	1.149	2290.7	2632.0	1.165	1075.6	1252.9	0.611	2495.4	1525.6	0.226	3357.6	759.7	0.562	120.9	67.9	0.805	481.6	388.0	0.675	9821.8	6625.9						
1972	1.155	2676.5	3092.2	1.122	1320.4	1481.7	0.614	2757.3	1692.2	0.247	3766.5	929.3	0.580	130.3	75.6	0.787	532.5	424.6	0.688	11183.6	7695.7						
1973	1.237	3070.2	3796.4	1.198	1524.8	1826.3	0.681	3138.5	2137.0	0.281	4221.0	1185.2	0.674	184.3	124.1	0.900	562.3	506.2	0.754	12701.1	9575.3						
1974	1.627	3001.8	4883.5	1.620	1513.8	2452.8	0.945	3071.3	2902.9	0.351	4529.6	1588.7	0.961	207.2	203.2	1.211	523.0	633.2	0.986	12846.5	12664.3						
1975	1.776	3339.9	5931.0	1.818	1634.8	2972.4	1.065	3269.3	3482.4	0.449	4613.5	2071.4	1.115	232.9	259.6	1.357	576.3	781.4	1.134	13666.8	15498.2						
1976	1.885	3749.3	7066.2	1.964	1855.9	3645.1	1.191	3519.8	4192.6	0.519	6124.0	2659.2	1.262	237.6	300.0	1.525	596.7	909.8	1.245	15083.2	18772.9						
1977	2.068	4150.3	8582.3	2.075	2163.0	4488.2	1.282	3749.3	4804.9	0.579	4963.1	2872.1	1.310	385.4	505.1	1.619	645.9	1045.5	1.389	16056.9	22298.1						
1978	2.111	4778.7	10089.6	2.359	2395.8	5651.2	1.473	4094.7	6031.6	0.651	5805.3	3817.2	1.576	381.4	601.1	1.889	703.2	1328.3	1.510	18218.9	27518.9						
1979	2.303	5121.0	11793.9	3.033	2518.9	7639.4	1.895	4318.0	8181.4	0.827	6096.4	5040.1	2.084	365.3	761.1	2.440	745.9	1820.0	1.838	19165.5	35235.9						

Πηγή : Δ.Ε.Η. \*Ισολογισμός κατ'έκταση πεπραγμένων, 1980



## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β'

ΠΙΝΑΚΑΣ 3.2.1.

ΤΙΜΕΣ ΚΑΙ ΠΟΣΟΤΗΤΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΟ ΣΥΝΟΛΟ ΤΗΣ ΟΙΚΟΝΟΜΙΑΣ (ΤΡΕΧ. ΤΙΜΕΣ).

ΕΤΟΣ	ΣΤΕΡΕΑ		ΥΓΡΑ		ΗΛΕΚ.ΕΝΕΡΓ.		ΣΥΝΟΛΟ ΟΙΚΟΝΟΜΙΑΣ	
	ΤΙΜΗ	ΠΟΣΟΤ.	ΤΙΜΗ	ΠΟΣΟΤ.	ΤΙΜΗ	ΠΟΣΟΤ.	ΤΙΜΗ	ΠΟΣΟΤΗΤΑ
	ΔΡ/ΤΙΠ	10 <sup>3</sup> ΤΙΠ	ΔΡ/ΤΙΠ	10 <sup>3</sup> ΤΙΠ	ΔΡ/ΤΙΠ	10 <sup>3</sup> ΤΙΠ	ΔΡ/ΤΙΠ	10 <sup>3</sup> ΤΙΠ
1966	951	440	2922	3010	2622	1414	2650	4864
1967	869	450	2936	3270	2477	1684	2621	5404
1968	901	440	2938	3570	2650	1762	2696	5772
1969	877	520	2663	4090	2725	1939	2540	6549
1970	847	401	3041	4499	2629	2096	2791	6999
1971	885	335	3068	5196	2727	2430	2871	7964
1972	921	421	3186	5784	2721	2828	2934	9036
1973	928	520	3720	6544	2943	3254	3334	10320
1974	1411	533	6494	5901	3917	3233	5351	9669
1975	1345	564	7352	6190	4471	3466	6043	10222
1976	1833	510	7768	6885	4853	3868	6497	11265
1977	1931	416	8346	7406	5484	4066	7142	11890
1978	2064	419	9499	8189	5969	4610	8031	13220
1979	2434	516	11790	8522	7274	4844	9868	13884

Πηγή : 'Εθνικό Συμβούλιο 'Ενέργειας (άδημοσίευτα στοιχεία για τρεις τιμές)

ΠΙΝΑΚΑΣ 3.2.2.ΣΥΝΟΛΟ ΟΙΚΟΝΟΜΙΑΣ

ΕΤΟΣ	ΑΕΠ, ΣΤΑΘ. ΤΙΜΕΣ 1970 ΕΚ.ΔΡΧ. (ΑΕΡ)	ΠΟΣΟΣΤΟ ΣΥΜΜΕΤ. ΑΕΠ ΒΙΟΜΗΧ.ΣΤΟ ΑΕΠ (ΡΟΣΒ)	ΤΙΜΗ ΕΝΕΡΓ. ΣΤΑΘ.ΤΙΜΕΣ 70 ΔΡΧ/ΤΙΠ(ΤΙΜΕΝ)
1966	197.011	15,57	2853
1967	206.176	16,17	2774
1968	217.895	17,08	2844
1969	238.201	17,90	2613
1970	257.855	19,11	2791
1971	278.154	19,62	2787
1972	303.140	19,43	2732
1973	327.406	21,14	2686
1974	324.219	20,75	3398
1975	339.833	20,88	3384
1976	360.399	21,65	3210
1977	371.022	21,33	3148
1978	394.803	21,36	3144
1979	409.507	21,73	3247

Πηγή: Δελτία Εθνικών Λογαριασμών 1980, ΕΣΕ.

ΠΙΝΑΚΑΣ 3.3.2.

ΣΥΝΟΛΟ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑΣ-ΕΝΕΡΓΕΙΑ (ΤΡΕΧ.ΤΙΜΕΣ)

ΕΤΟΣ	1. ΣΤΕΡΕΑ ΚΑΥΣΙΜΑ			2. ΥΓΡΑ ΚΑΥΣΙΜΑ			3. ΗΛΕΚΤΡ.ΕΝΕΡΓΕΙΑ			ΣΥΝΟΛΟ		
	P <sub>1</sub> ΤΙΜΗ ΔΡ/ΤΙΠ	Q <sub>1</sub> ΠΟΣΟΤ. 10 <sup>3</sup> ΤΙΠ	V <sub>1</sub> ΑΞΙΑ 10 <sup>6</sup> ΔΡΧ.	P <sub>2</sub> ΤΙΜΗ ΔΡ/ΤΙΠ	Q <sub>2</sub> ΠΟΣΟΤ. 10 <sup>3</sup> ΤΙΠ	V <sub>2</sub> ΑΞΙΑ 10 <sup>6</sup> ΔΡΧ.	P <sub>3</sub> ΤΙΜΗ ΔΡ/ΤΙΠ	Q <sub>3</sub> ΠΟΣΟΤ. 10 <sup>3</sup> ΤΙΠ	V <sub>3</sub> ΑΞΙΑ 10 <sup>6</sup> ΔΡΧ.	P ΤΙΜΗ ΔΡ/ΤΙΠ	Q ΠΟΣΟΤ. 10 <sup>3</sup> ΤΙΠ	V ΑΞΙΑ 10 <sup>6</sup> ΔΡΧ.
1966	710	320	227.2	1295	900	1155.5	1695	842	1427.2	1368	2062	2819.9
1967	695	350	243.3	1290	950	1225.5	1640	1071	1756.4	1360	2371	3225.2
1968	680	310	210.8	1284	900	1155.2	1621	1121	1816.8	1365	2331	3182.8
1969	690	390	269.1	1123	1150	1291.4	1580	1144	1807.6	1255	2684	3368.1
1970	720	341	245.5	1296	1327	1719.9	1614	1232	1988.9	1364	2900	3954.3
1971	740	279	206.5	1436	1616	2320.6	1574	1452	2285.3	1438	3347	4812.3
1972	810	367	297.3	1447	1764	2552.2	1585	1654	2621.5	1445	3785	5471.0
1973	820	459	376.4	1600	1999	3197.6	1762	1886	3322.5	1588	4344	6896.4
1974	1252	483	604.7	2689	1995	5365.5	2344	1916	4491.7	2381	4394	10462.1
1975	1218	517	629.7	2963	2032	6021.8	2774	2002	5553.8	2682	4551	12205.3
1976	1607	463	744.0	3004	2216	6655.9	3096	2213	6851.8	2913	4892	14251.8
1977	1679	375	629.5	3316	2439	8087.9	3490	2200	7677.0	3270	5014	16394.4
1978	1814	380	689.3	3546	2609	9251.5	3921	2512	9848.8	3579	5501	19690.6
1979	2130	461	981.9	4431	2861	12677.7	5043	2622	13221.5	4522	5944	26881.1
1980	2320	394		4810	2871		5324	2675			5940	

Πηγή : Πηγή: ΕΣΣ, Το ενεργειακό ισοζύγιο της Ελλάδας 1970-1980

## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β΄

## ΠΙΝΑΚΑΣ 3.3.3

## ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑ

ΕΤΟΣ	ΑΚΑΘ.ΕΓΧΩΡ. ΠΡΟΙΟΝ ΒΙΟΜ. ΕΚ.ΔΡΧ.	ΤΙΜΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑΣ ΔΡΧ/ΤΙΠ
1966	30672	1473
1967	33346	1439
1968	37208	1440
1969	42637	1291
1970	49266	1364
1971	54586	1396
1972	58892	1345
1973	69228	1280
1974	67266	1512
1975	70944	1502
1976	78029	1439
1977	79143	1441
1978	84341	1401
1979	88998	1488

Πηγή : Έθνικος Λογαριασμός 1980, ΕΣΕ



## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β'

## ΠΙΝΑΚΑΣ 3.3.4

ΣΥΝΟΛΟ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑΣ . ΠΡΟΣΤΙΘΕΜΕΝΗ ΑΞΙΑ (ΕΚΑΤ.ΔΡΧ.ΤΡΕΧ.)

	1966	1967	1968	1969	1970	1971	1972
20. Είδη Διατροφής	4372,8	4636,8	5018,2	5578,2	6602,1	8043,4	13018,7
21. Βιομηχ.Ποτών	962,1	1163,7	1174,5	1272,6	1755,6	1840,5	2881,4
22. Καπνοβιομηχανία	1395,4	1315,5	1308,4	1272,5	1233,5	1303,4	3383,4
23. Ύφαντ.Βιομηχ.	3910,9	4245,0	4679,8	5300,7	6106,7	7123,4	9928,8
24. Ύποδ.Ραπτική	2071,1	2730,5	2473,1	2666,8	3162,2	3421,6	4890,8
25. Βιομηχ. Ξύλου-φελλοῦ	854,3	1004,7	990,0	1139,1	1503,7	1557,5	2129,7
26. Έπιπλαποιζα	771,5	1079,2	1176,0	1420,8	1457,7	1515,0	2343,5
27. Χαρτοβιομηχανία	574,7	601,3	739,3	843,6	959,2	986,7	1704,5
28. Έκτυπώσεις- Έκδόσεις	1006,4	1113,9	1210,7	1369,9	1631,2	1690,5	2183,2
29. Δέρματα-Γουναρικά	422,5	471,3	510,3	565,9	703,9	717,4	1140,6
30. Προϊόντα πλαστικά	787,6	1037,5	1253,7	1403,2	1518,8	1576,4	2261,6
31. Χημ.Βιομηχανία	1781,1	2201,2	2326,7	3079,9	3366,0	3660,0	5208,6
32. Έπεξ.πετρελ. άνθρ.	389,6	459,4	422,3	834,2	1195,7	1233,6	1891,2
33. Προϊόν.μή μεταλ.όρυκ.	2738,7	2425,0	2728,6	3124,0	3924,2	4275,6	5339,5
34. Βασικές μεταλλουργ.	873,3	1150,0	1504,8	2466,7	3838,7	4073,2	3643,4
35. Μεταλ.προϊόντα πλύν μηχ.	1955,5	2060,7	2160,0	2584,5	2937,2	3170,3	4732,1
36. Μηχ.καί συσκευές	795,0	1003,2	931,9	1101,5	1263,7	1302,3	1819,0
37. Ήλεκ.συσκ.καί λοιπά	1251,4	1563,9	1657,5	1973,5	2513,7	2665,5	3601,1
38. Μεταφορ.Μέσα	1357,5	1566,3	1355,5	1677,8	2706,7	2827,1	2653,2
39. Λοιπές Βιομηχ.	326,1	434,0	527,4	530,3	564,5	572,6	855,7
Σύνολο	28097,6	32263,1	34128,5	40205,8	48945,3	53556,4	59633,7

Πηγή : ΕΣΥΕ Δελτία Έρευνας επί της Βιομηχανίας  
1971-74, 76-79 Κατ'έκτίμηση.

1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979
17155,6	14429,0	16998,8	30510,2	35742,3	40744,4	49301,6
3797,0	2950,7	3430,7	6752,7	7910,7	9010,7	10911,7
4458,5	1689,6	1944,9	7929,2	9288,9	10588,9	12812,8
13083,8	14217	16833,9	23268,9	27259,1	31074,0	37600,2
6445,0	6012,2	7665,5	11462,0	13427,6	15306,8	18521,5
2806,5	3177,9	3364,0	4991,2	5847,1	6665,4	8065,3
3088,1	2430,6	2906,4	5492,1	6433,9	7334,3	8874,6
2246,1	2651,5	1997,1	3994,6	4679,6	5334,5	6454,8
2876,9	2747,0	2979,6	5116,4	5993,8	6832,6	8267,6
1503,0	1167,0	1328,9	2673,1	3131,5	3569,7	4319,4
2980,2	3854,4	4268,6	5300,2	6209,1	7078,8	8564,5
6863,7	7848,0	9328,3	12206,7	14300,0	16301,2	19724,8
2492,2	3061,4	3062,3	4432,2	5192,3	5918,9	7162,0
7036,2	7564,9	8624,8	12513,5	14659,3	16710,9	20220,5
4801,1	7272,5	6213,7	8538,5	10002,7	11402,6	13797,4
6235,8	7218,8	8009,4	11090,0	12991,8	14809,9	17920,4
2397,0	2792,6	3372,7	4262,9	4993,9	5692,8	6888,4
4745,4	5019,4	5247,4	8439,4	9886,7	11270,3	13637,3
3496,4	6718,7	8330,3	6218,1	7284,4	8303,9	10047,8
1127,6	1110,8	1352,3	2005,4	2349,3	2678,1	3240,6
78583,5	104942,0	117259,2	139756,3	163722,6	186635,4	225832,6

## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β'

## ΠΙΝΑΚΑΣ 3.3.5

ΣΥΝΟΛΟ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑΣ ΕΞΟΔΑ ΓΙΑ ΕΝΕΡΓΕΙΑ (ΕΚΑΤ.ΔΡΧ.ΤΡΕΧ.)

	1966	1967	1968	1969	1970	1971
20. Εΐδη Διατροφής	478.4	495.2	520.1	514.4	549.5	748.8
21. Βιομηχ.Ποτών	66.0	69.8	79.1	73.9	77.3	104.9
22. Καπνοβιομηχανία	11.4	12.3	12.5	11.6	14.1	18.3
23. Ύφαντικές Βιομηχ.	236.1	255.7	260.9	283.6	295.6	397.0
24. Ύποδημ.Ραπτική	61.6	63.0	75.6	75.6	83.3	99.6
25. Βιομηχ.Ξύλου - Φελλοῦ	35.8	37.5	37.6	40.0	67.7	68.8
26. Ύπιλοποιτα	21.1	25.0	29.6	29.2	34.0	41.4
27. Χαρτοβιομηχανία	103.7	110.2	123.3	128.6	156.3	180.5
28. Έκτυπώσεις- Έκδόσεις	17.6	17.5	19.4	20.7	23.8	28.9
29. Δέρματα-Γοῦνες	14.6	15.4	16.9	17.9	22.1	24.5
30. Προϊόντα Πλαστικά	51.6	58.5	63.7	76.6	73.8	96.7
31. Χημικές Βιομηχανίες	207.0	277.9	312.8	326.1	347.7	430.2
32. Ύπεξ.πετρελ.-άνθρ.	85.2	97.3	107.6	99.7	106.0	174.2
33. Προϊόντα μή μετ.όρυκ.	718.4	776.8	819.2	912.2	888.9	1255.1
34. Βασικές μεταλλουργ.	222.4	348.7	421.7	450.5	890.8	733.4
35. Μεταλ.προϊόντα πλὴν μηχ.	118.4	119.7	138.2	144.0	150.6	197.3
36. Μηχανές καί συσκευές	29.2	31.8	34.8	35.4	36.5	49.1
37. Ήλεκτρ.συσκευές κ.τ.λ.	38.3	50.1	50.5	58.5	61.1	75.6
38. Μεταφορικά μέσα	36.1	38.8	43.0	51.6	60.3	66.9
39. Λοιπές βιομηχανίες	10.4	14.5	16.4	17.3	14.4	20.7
Σύνολο	2563.1	2915.5	3182.8	3368.1	3954.4	4812.3

Πηγή ΕΣΕ, ΕΣΥΕ Δελτία Έρευνας επί τῆς Βιομηχανίας  
1971-1973, 1976-1979 κατ'έκτιμηση.

1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979
851.3	1073.1	1274.8	1899.1	2217.6	2551.0	3063.9	4182.7
119.3	150.3	155.0	266.1	310.7	357.4	429.3	586.0
20.8	26.2	32.5	46.4	54.2	62.3	74.8	102.1
451.4	569.0	777.6	1006.9	1175.8	1352.5	1624.5	2217.7
113.2	142.8	121.0	252.7	295.0	339.4	407.6	556.4
78.2	98.6	190.0	174.5	203.8	234.4	281.6	384.4
47.1	59.3	88.3	105.0	122.6	141.0	169.3	231.2
205.2	258.6	319.4	457.7	534.4	614.8	738.4	1008.0
32.8	41.4	51.5	73.2	85.5	98.4	118.1	161.3
27.9	35.2	36.8	62.2	72.7	83.6	100.4	137.1
110.0	138.6	198.5	245.3	286.5	329.5	395.8	540.3
489.1	616.5	810.9	1091.2	1274.1	1465.7	1760.3	2403.2
198.1	249.7	630.4	441.8	515.9	593.5	712.8	973.1
1426.8	1798.6	2770.4	3183.1	3716.9	4275.7	5135.3	7010.6
833.8	1051.0	2265.0	1860.1	2172.0	2498.5	3000.9	4096.7
224.3	282.8	359.4	500.4	584.3	672.2	807.3	1102.1
55.8	70.3	88.5	124.5	145.4	167.1	200.8	274.2
85.9	108.3	138.4	191.6	223.8	257.4	309.1	422.0
76.0	95.9	124.1	169.7	198.1	227.9	273.7	373.6
23.5	29.7	29.5	52.5	61.3	70.5	84.7	115.6
5471.0	6896.4	10462.1	12205.3	14251.8	16394.4	19690.0	26881.1



## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β΄

## ΠΙΝΑΚΑΣ 3.3.6

## ΣΥΝΟΛΟ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑΣ

Αριθμός απασχολούμενων (μέσος ετήσιος)

	1966	1967	1968	1969	1970
20. Είδη Διατροφής	87.147	82.735	83.056	87.395*	87.396*
21. Βιομ.ποτών	12.656	13.476	13.538	13.928	13.929
22. Καπνοβιομηχανία	14.634	12.592	11.411	10.007	10.208
23. Ύφαντ.Βιομηχαν.	58.939	57.688	55.282	55.315	56.390
24. Ύποδ. Ραπτική	72.412	78.166	71.088	70.543	68.551
25. Βιομ.ξύλου-φελλοῦ	25.995	25.065	25.565	25.579	30.393
26. Έπιπλαποιζα	21.945	22.025	22.310	23.055	23.345
27. Χαρτοβιομηχανία	8.013	7.965	8.236	7.910	7.862
28. Έκτυπώσεις-έκδόσεις	13.688	13.361	13.964	13.754	13.729
29. Δέρματα-γουναρικά	9.333	9.227	8.843	8.373	9.718
30. Προϊόντα πλαστικά	9.388	9.859	10.395	11.678	12.077
31. Χημ.Βιομηχανία	15.566	15.685	15.670	16.325	16.795
32. Έπεξ.πετρ.άνθρ.	1.599	1.667	1.876	1.844	2.419
33. Προϊόντ.μή μεταλ.όρυκ.	35.056	34.341	33.782	34.213	34.343
34. Βασικές μεταλλουργ.	4.542	4.650	4.977	5.871	6.630
35. Μεταλ.προϊόντα πλήν μηχ.	39.475	38.914	38.603	40.704	41.018
36. Μηχ.καί συσκευές	14.882	14.552	14.696	14.939	17.036
37. Ηλεκ.συσκ.καί λοιπά	15.231	15.656	17.952	18.700	20.967
38. Μεταφορ.Μέσα	26.684	26.195	25.712	28.339	35.238
39. Λοιπές βιομηχ.	8.668	8.489	8.876	8.538	9.727
Σύνολον	495.853	496.300	485.514	492.331	513.240

Πηγή : ΕΣΥΕ Δελτία Έρευνας επί τής Βιομηχανίας

\* Κατ'έκτίμηση.

1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979
87.395*	87.396*	87.397*	94.436	99.728	102.813	102.814	102.815	102.817
13.928	13.929	13.930	12.781	13.202	16.385	16.386	16.386	16.387
12.174	12.175	12.176	8.927	8.264	14.322	14.323	14.323	14.323
58.632	58.633	58.634	69.967	74.052	68.975	68.976	68.977	68.978
74.605	74.606	74.607	68.341	69.914	87.767	87.768	87.769	87.770
27.383	27.384	27.384	30.799	30.992	32.214	32.214	32.215	32.215
23.291	23.292	23.293	24.606	27.599	27.400	27.401	27.401	27.401
8.269	8.270	8.271	8.312	8.615	9.727	9.728	9.728	9.728
14.162	14.163	14.164	15.645	15.118	16.661	16.662	16.662	16.662
9.399	9.400	9.401	10.511	10.757	11.057	11.058	11.058	11.058
11.030	11.031	11.032	15.546	16.488	12.976	12.977	12.977	12.977
16.542	16.543	16.544	21.430	21.387	19.460	19.461	19.461	19.462
1.940	1.941	1.942	3.962	3.974	2.283	2.283	2.283	2.283
35.504	35.505	35.506	38.130	37.277	41.767	41.768	41.769	41.769
5.504	5.505	5.506	8.939	9.557	6.475	6.476	6.476	6.476
41.072	41.073	41.074	49.498	51.044	48.318	48.314	48.320	48.320
15.719	15.720	15.721	20.356	20.683	18.492	18.493	18.493	18.494
18.224	18.225	18.226	28.264	25.632	21.440	21.441	21.441	21.441
29.313	29.314	29.315	47.154	47.746	34.485	34.486	34.486	34.486
9.152	9.153	9.154	11.137	11.759	10.767	10.767	10.767	10.767
513.246*	513.252*	513.258*	588.561	603.788	603.795*	603.802*	603.809*	603.816*

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β'  
ΠΙΝΑΚΑΣ 3.3.7  
ΣΥΝΟΛΟ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑΣ

ΕΞΟΔΑ ΓΙΑ ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΑΝΑ ΑΠΑΣΧΟΛΟΥΜΕΝΟ (ΧΙΛ. ΔΡΧ.)

	1966	1967	1968	1969	1970	1971	1972
20. Είδη Διατροφής	5,49	5,71	6,29	6,20	6,62	8,60	9,70
21. Βιομ. Ποτών	5,22	5,18	5,84	5,39	5,52	7,50	8,60
22. Καπνοβιομηχανία	0,78	0,98	1,10	1,16	1,38	1,50	1,70
23. Ύφαντ.βιομηχ.	4,01	4,43	4,72	5,13	5,24	6,80	7,70
24. Ύποδ. Ραπτική	0,85	0,81	1,06	1,07	1,21	1,30	1,50
25. Βιομ. Ξύλου - φελλοῦ	1,38	1,50	1,47	1,56	2,23	2,50	2,90
26. Ύπιλοποιεῖα	0,96	1,14	1,33	1,27	1,46	1,80	2,00
27. Χαρτοβιομηχανία	12,95	13,83	14,97	16,87	19,87	21,80	24,80
28. Έκτυπώσεις-έκδόσεις	1,29	1,31	1,39	1,50	1,73	2,00	2,30
29. Δέρματα-γουναρικά	1,56	1,67	1,91	2,13	2,27	2,60	3,00
30. Προϊόντα πλαστικά	5,49	5,94	6,13	6,56	6,11	8,80	10,00
31. Χημ.βιομηχανία	13,30	17,72	19,96	19,97	20,70	26,00	29,60
32. Ύπεξ.πετρ.άνθρ.	53,30	58,34	57,35	54,09	43,83	89,80	102,00
33. Προϊόν.μή μεταλ.δρυκ.	20,50	22,62	24,25	26,68	25,88	35,30	40,20
34. Βασικές μεταλλουργ.	48,96	74,98	84,73	76,73	134,35	133,20	151,50
35. Μεταλ.προϊόντα πλήν μηχ.	3,00	3,08	3,58	3,54	3,67	4,80	5,50
36. Μηχ.καί συσκευές	1,96	2,19	2,36	2,37	2,14	3,10	3,50
37. Ύλεκ.συσκ.καί λοιπά	2,51	3,20	2,81	3,13	2,95	4,10	4,70
38. Μεταφ.Μέσα	1,35	1,48	1,67	1,83	1,71	2,30	2,60
39. Λοιπές βιομηχ.	1,20	1,71	1,85	2,02	1,48	2,30	2,60
Σύνολο	5,17	5,88	6,56	6,84	7,71	9,37	10,66

Πηγή: Πίνακες 3.3.5 - 3.3.6

1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979
12,30	16,20	18,50	21,60	24,80	29,80	40,68
10,80	14,30	16,20	19,00	21,80	26,20	35,76
2,20	2,80	3,20	3,80	4,30	5,20	7,13
9,70	12,80	14,60	17,00	19,60	23,60	32,15
1,90	2,50	2,90	3,40	3,90	4,60	6,34
3,60	4,80	5,40	6,30	7,30	8,70	11,93
2,50	3,40	3,80	4,50	5,10	6,20	8,44
31,30	41,40	47,10	54,90	63,20	75,90	103,62
2,90	3,90	4,40	5,10	5,90	7,10	9,68
3,70	5,00	5,60	6,60	7,60	9,10	12,40
12,60	16,60	18,90	22,10	25,40	30,50	41,64
37,30	49,30	56,10	65,50	75,30	90,50	123,48
128,60	170,20	193,50	226,00	259,90	312,20	426,24
50,70	67,00	76,20	89,00	102,40	122,90	167,84
190,90	252,60	287,30	335,40	385,80	463,40	632,60
6,90	9,10	10,40	12,10	13,90	16,70	22,81
4,50	5,90	6,70	7,90	9,00	10,90	14,83
5,90	7,90	8,90	10,40	12,00	14,40	19,68
3,30	4,30	4,90	5,70	6,60	7,90	10,83
3,20	4,30	4,90	5,70	6,50	7,90	10,74
13,44	17,78	20,21	23,60	27,15	32,61	44,52



## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β'

## ΠΙΝΑΚΑΣ 3.3.8

## ΠΑΡΑΓΩΓΙΚΟΤΗΤΑ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ\*

## ΣΥΝΟΛΟ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑΣ

	1966	1967	1968	1969	1970	1971	1972
20. Εΐδη Διατροφής	9,14	9,36	9,65	10,84	12,02	10,74	15,29
21. Βιομ.Ποτών	14,58	16,67	14,84	17,23	22,72	17,55	24,16
22. Καπνοβιομηχανία	122,48	106,68	106,42	109,46	87,50	71,27	162,74
23. Ύφαντ.Βιομηχ.	16,56	16,61	17,94	18,69	20,66	17,94	22,00
24. Ύποδ. Ραπτική	33,65	43,37	32,72	35,28	37,98	34,35	43,19
25. Βιομ.Ξύλου - Φελλοῦ	23,87	26,82	26,34	28,50	22,20	22,63	27,22
26. Ἐπιπλοποιΐα	36,65	43,12	39,73	48,60	42,83	36,60	49,81
27. Χαρτοβιομηχανία	5,54	5,46	6,00	6,56	6,14	5,47	8,31
28. Ἐκτυπώσεις - Ἐκδόσεις	57,12	63,61	62,53	66,22	68,55	58,57	66,51
29. Δέρματα Γουναρικά	29,22	30,65	30,25	31,68	31,86	29,23	40,88
30. Προϊόντα πλαστικά	15,28	17,72	19,68	18,32	20,58	16,30	20,57
31. Χημ.Βιομηχανία	8,61	7,92	7,44	9,45	9,86	8,51	10,65
32. Ἐπεξεργ.Πετρελ. Ἀνθρ.	4,57	4,72	3,92	8,36	11,28	7,08	9,55
33. Προϊόντα μὴ μετ.δρυσκ.	3,12	3,12	3,33	3,42	4,42	3,41	3,74
34. Βασικὲς μεταλλ.	3,93	3,30	3,57	5,48	4,31	5,55	4,37
35. Μετ.προϊόντα	16,52	17,21	15,63	17,95	19,51	16,07	21,10
36. Μηχαν.καὶ συσκευές	27,19	31,54	26,81	31,12	34,62	26,53	32,60
37. Ἡλεκ.συσκ.καὶ λοιπά	32,72	31,21	32,85	33,71	41,13	35,28	41,93
38. Μεταφορικά Μέσα	37,60	40,37	31,06	32,49	44,86	42,27	34,90
39. Λοιπές Βιομηχανίες	31,28	29,94	32,10	30,73	39,13	27,67	36,37
Σύνολο	10,96	11,07	10,72	11,94	12,38	11,30	10,90

Πηγή πίνακες 3.3.4, 3.3.5.

\* Παραγ. Ἐνέργειας = προστιθ.ἀξία/ἐξοδα γιὰ ἐνέργεια

1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979
15,99	14,07	13,48	13,76	14,01	13,30	11,79
25,26	22,23	21,19	21,74	22,13	21,01	18,62
170,13	149,76	143,44	146,41	149,10	141,52	106,68
23,00	20,24	18,39	19,79	20,15	19,13	16,95
45,15	39,74	38,06	38,85	39,57	37,55	33,29
28,46	25,05	23,99	24,49	24,94	23,67	20,98
52,07	45,84	43,90	44,81	45,63	43,31	38,38
8,68	7,65	7,32	7,47	7,61	7,22	6,40
69,53	61,20	58,62	59,83	60,93	57,83	51,26
42,73	37,62	36,03	36,78	37,45	35,55	31,51
21,50	18,93	18,13	18,50	18,84	17,88	15,85
11,13	9,80	9,39	9,58	9,76	9,26	8,21
9,98	8,79	8,42	8,59	8,75	8,30	7,36
3,91	3,44	3,30	3,37	3,43	3,25	2,88
4,57	4,02	3,85	3,93	4,00	3,80	3,37
22,05	19,41	18,59	18,98	19,33	18,35	16,26
34,08	30,00	28,73	29,33	29,86	28,34	25,12
43,83	38,58	36,95	37,72	38,41	36,46	32,32
36,47	32,11	30,75	31,39	31,97	30,34	26,89
38,03	33,47	32,06	32,72	33,33	31,63	28,03
11,39	10,03	9,61	9,81	9,99	9,50	8,40

ΠΙΝΑΚΑΣ 3.3.9  
ΠΑΡΑΓΩΓΙΚΟΤΗΤΑ ΕΡΓΑΣΙΑΣ\*  
ΣΥΝΟΛΟ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑΣ

	1966	1967	1968	1969	1970	1971	1972
20. Εΐδη Διατροφής	50,18	53,46	60,75	67,18	79,49	92,03	148,96
21. Βιομηχ.Ποτών	76,02	86,35	86,74	92,84	125,35	132,12	206,86
22. Καπινοβιομηχανία	95,35	104,47	114,67	127,26	120,83	107,10	277,90
23. Ύφαντ.Βιομηχ.	66,36	73,59	84,66	95,83	108,29	121,50	169,34
24. Ύποδ. Ραπτική	28,60	34,93	34,79	37,80	46,13	45,86	65,56
25. Βιομηχ. Ξύλου-Φελλοῦ	32,86	40,08	38,72	44,53	49,48	56,88	77,77
26. Ύπιλοποιζα	35,16	49,00	52,71	61,63	62,44	65,05	100,61
27. Χαρτοβιομηχανία	72,72	75,49	89,76	106,65	122,01	119,32	206,12
28. Έκτυπώσεις- Έκδόσεις	73,52	83,37	86,72	99,60	118,82	119,42	154,14
29. Δέρματα - Γουναρικά	45,27	51,08	57,70	67,58	72,43	76,32	121,35
30. Προϊόντα πλαστικά	83,90	105,24	120,67	120,16	125,76	142,92	205,02
31. Χημ.Βιομηχανία	114,43	140,34	148,48	188,66	200,42	221,28	314,86
32. Ύπεξερ.Πετρελ. ΎΑνθρ.	243,65	275,61	225,10	452,39	494,30	635,90	974,49
33. Προϊόντα μή μετ. όρυκτ.	63,86	70,62	80,78	91,31	114,26	120,44	150,39
34. Βασικές μεταλλ.	192,27	247,32	302,40	420,15	578,99	740,00	661,89
35. Μετ. προϊόντα	49,54	52,95	55,96	63,50	71,61	77,14	115,21
36. Μηχαν.καί συσκευές	53,42	68,94	63,39	73,73	74,18	82,84	115,71
37. Ύλεκτρ. συσκ.καί λοιπά	82,16	99,89	92,34	105,54	121,45	146,30	197,59
38. Μεταφορικά Μέσα	50,87	59,80	51,94	59,42	76,81	96,46	90,51
39. Λοιπές Βιομηχανίες	37,63	51,12	59,41	62,12	58,03	62,56	93,50
Σύνολο	56,67	65,01	70,30	81,66	95,37	104,36	116,18

Πηγή πίνακες : 3.3.4 , 3.3.6

\* παραγωγικότητα εργασίας = προστιθ. άξια (χιλ. δρχ.) / άπασχολούμενοι.

1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979
196,30	228,60	248,99	296,75	347,64	396,29	479,59
272,60	317,45	345,77	412,10	482,77	550,32	665,80
366,21	426,47	464,51	553,62	648,55	739,31	894,70
223,15	259,87	283,05	337,35	395,19	450,49	545,10
86,39	100,60	109,57	130,59	152,99	174,40	211,00
102,49	119,35	130,00	154,94	181,51	206,91	250,40
132,59	154,40	168,17	200,44	234,81	267,67	323,89
271,62	316,32	344,53	410,63	481,04	548,35	663,50
203,13	236,55	257,65	307,08	359,73	410,07	496,26
159,90	186,22	202,83	241,74	283,19	322,82	390,55
270,17	314,63	342,69	408,44	478,47	545,43	659,83
414,91	483,19	526,28	627,25	734,80	837,63	1013,60
1284,14	1495,45	1628,83	1941,32	2274,20	2574,20	3137,10
198,17	230,79	251,37	299,59	350,97	400,08	484,10
872,21	1015,75	1106,34	1318,59	1544,69	1760,85	2131,00
151,82	176,80	192,57	229,52	268,87	306,50	370,90
152,48	177,57	193,41	230,51	270,04	307,83	372,55
260,37	303,22	330,26	393,62	461,12	525,65	636,10
119,27	138,90	151,29	180,31	211,23	240,79	291,30
123,20	143,48	156,18	186,26	218,19	248,73	300,89
153,09	178,30	194,20	231,50	271,20	309,10	374,00



ΠΙΝΑΚΑΣ 3.4.2.

ΜΕΤΑΦΟΡΕΣ (ΤΡΕΧ.ΤΙΜΕΣ)

ΕΤΟΣ	ΣΤΕΡΕΑ			ΥΓΡΑ			ΗΛΕΚΤΡ.ΕΝΕΡΓΕΙΑ			ΣΥΝΟΛΟ ΜΕΤΑΦΟΡΩΝ		
	ΠΟΣΟΤ. 10 <sup>3</sup> Τ/Π	ΤΙΜΗ ΔΡ/Τ/Π	ΑΕΙΑ 10 <sup>6</sup> ΔΡΧ.	ΠΟΣΟΤ. 10 <sup>3</sup> Τ/Π	ΤΙΜΗ ΔΡ/Τ/Π	ΑΕΙΑ 10 <sup>6</sup> ΔΡΧ.	ΠΟΣΟΤ. 10 <sup>3</sup> Τ/Π	ΤΙΜΗ ΔΡ/Τ/Π	ΑΕΙΑ 10 <sup>6</sup> ΔΡΧ.	ΠΟΣΟΤ. 10 <sup>3</sup> Τ/Π	ΤΙΜΗ ΔΡ/Τ/Π	ΑΕΙΑ 10 <sup>6</sup> ΔΡΧ.
1968	30	1820	54,6	1860	3715	6910,3	10	3810	38,1	1900	3715	7057,6
1969	30	1835	54,1	2070	3458	7158,4	10	3760	37,6	2110	3436	7251,0
1970	27	1870	50,5	1884	4055	7639,9	11	3342	36,8	1922	4020	7727,1
1971	21	1889	39,7	2051	4525	9076,4	11	3292	36,2	2083	4394	9152,1
1972	20	1964	39,3	2340	4670	10928,4	12	3042	36,5	2372	4640	11004,2
1973	21	1978	41,5	2660	5688	15103,4	12	3371	40,4	2693	5640	15185,4
1974	8	2045	16,4	2281	10555	24074,9	12	4553	52,7	2301	10496	24144,0
1975	4	3840	15,4	2359	11934	28152,9	12	4744	56,9	2375	11910	28225,2
1976	4	4355	17,4	2667	12660	33763,8	12	5250	63,0	2683	12610	33844,2
1977	3	5765	17,3	3165	13006	41163,5	12	5494	65,9	3180	12970	41246,7
1978	2	7143	14,3	3544	14624	51828,9	12	5234	62,8	3558	14590	51906,0
1979	2	8640	17,3	3717	18143	67438,1	10	8731	87,3	3729	18110	67542,7
1980										3447		

Πηγή: ΕΣΕ, Το ενεργειακό ισοζύγιο της Ελλάδας 1970-1980

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β΄  
ΠΙΝΑΚΑΣ 3.4.3

ΕΤΟΣ	ΜΕΤΑΦΟΡΕΣ		ΟΙΚ.ΤΟΜΕΑΣ		ΔΙΑΘ.ΑΤΟΜ.ΕΙΣΟΔ.
	ΠΟΣΟΤ. 10 <sup>3</sup> ΤΙΠ	ΤΙΜΗ ΔΡΧ/ ΤΙΠ ΣΤΑΘ. ΤΙΜ.1970	ΠΟΣΟΤ. 10 <sup>3</sup> ΤΙΠ	ΤΙΜΗ ΔΡΧ/ ΤΙΠ ΣΤΑΘ. ΤΙΜ.1970	ΕΚ. ΔΡΧ. ΣΤΑΘ. ΤΙΜΕΣ 1970
1966	1580	3994	1222	3724	182.420
1967	1770	3926	1263	3661	192.895
1968	1900	3919	1541	3645	204.164
1969	2110	3535	1755	3525	221.908
1970	1922	4020	2177	3606	240.023
1971	2083	4266	2534	3410	263.690
1972	2372	4320	2879	3248	285.960
1973	2693	4545	3283	3033	307.073
1974	2301	6664	2974	3657	296.250
1975	2375	6669	3296	3625	313.930
1976	2683	6230	3690	3361	325.240
1977	3180	5716	3696	3252	342.140
1978	3558	5713	4161	3253	352.040
1979	3729	5959	4211	3324	366.370

Πηγή : ΕΣΕ, Έθνικόν Λογαριασμό 1980

ΠΙΝΑΚΑΣ 3.5.2.

ΟΙΚΙΑΚΗ Κ.Α. ΧΡΗΣΕΙΣ (ΤΡΕΧ. ΤΙΜΕΣ)

ΕΤΟΣ	ΣΤΕΡΕΑ				ΥΓΡΑ				ΗΛΕΚΤΡ.ΕΝΕΡΓΕΙΑ				ΣΥΝΟΛΟ	
	Q <sub>1</sub> ΠΟΣΟΤ. ΙΟ <sup>3</sup> ΤΙΠ	P <sub>1</sub> ΤΙΜΗ ΔΡΧ/ΤΙΠ	ΑΞΙΑ ΙΟ <sup>6</sup> ΔΡΧ.	Q <sub>2</sub> ΠΟΣΟΤ. ΙΟ <sup>3</sup> ΤΙΠ	P <sub>2</sub> ΤΙΜΗ ΔΡΧ/ΤΙΠ	ΑΞΙΑ ΙΟ <sup>6</sup> ΔΡΧ.	Q <sub>3</sub> ΠΟΣΟΤ. ΙΟ <sup>3</sup> ΤΙΠ	P <sub>3</sub> ΤΙΜΗ ΔΡΧ/ΤΙΠ	ΑΞΙΑ ΙΟ <sup>6</sup> ΔΡΧ.	ΠΟΣΟΤ. ΙΟ <sup>3</sup> ΤΙΠ	ΤΙΜΗ ΔΡΧ/ΤΙΠ	ΑΞΙΑ ΙΟ <sup>6</sup> ΔΡΧ.	ΠΟΣΟΤ. ΙΟ <sup>3</sup> ΤΙΠ	ΤΙΜΗ ΔΡΧ/ΤΙΠ
1966	60	1340	80,4	600	2.930	1758,0	562	3.988	2241,5	1222	3460	4228,1		
1967	70	1325	92,8	590	2.930	1728,7	603	3.941	2376,5	1263	3460	4370,0		
1968	100	1310	131,0	810	2.936	2378,4	631	4.460	2814,4	1541	3455	5323,8		
1969	100	1320	132,0	870	2.959	2574,1	785	4.381	3439,1	1755	3426	6013,2		
1970	33	1325	43,7	1288	3.053	3931,8	853	4.542	3874,1	2177	3606	7849,6		
1971	35	1437	50,3	1529	2.973	4545,1	967	4.451	4304,1	2534	3512	8899,5		
1972	34	1505	51,2	1680	2.950	4955,6	1162	4.332	5033,7	2879	3488	10040,5		
1973	40	1685	64,4	1855	3.198	6028,4	1356	4.581	6212,3	3283	3752	12318,1		
1974	42	3120	131,0	1625	5.464	8879,0	1305	6.222	8119,9	2974	5760	17129,9		
1975	43	3783	113,5	1799	6.317	11336,8	1452	7.313	9887,4	3296	6474	21337,7		
1976	43	4030	173,5	2002	6.527	13067,0	1643	7.217	11858,1	3690	6802	25098,3		
1977	38	4120	156,6	1802	7.057	12717,1	1854	7.851	14555,2	3696	7379	27272,3		
1978	37	4360	161,3	2036	8.256	16809,9	2086	8.441	17607,3	4161	8310	34578,6		
1979	53	4850	257,1	1944	10.477	20365,5	2212	9.913	21927,0	4211	10104	42549,4		
1980	43	5230*		1840	11785*		2364	10.824*		4250				

\* προσωρινά στοιχεία

Πηγή: ΕΣΕ, Τό ένεργειακό ίσοζύγιο τής Έλλάδας 1970-1980

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β'  
ΠΙΝΑΚΑΣ 5.2.3.  
ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ (10<sup>3</sup> ΤΙΠ)

ΕΤΟΣ	ΣΥΝ.ΟΙΚ.	ΣΥΝ.ΒΙΟΜΗΧ.	ΣΥΝ.ΜΕΤΑΦ.	ΣΥΝ.ΟΙΚΙΑΚΗΣ
1966	4864	2062	1580	1222
	5134	2216	1675	1242
1967	5404	2371	1770	1263
	5588	2351	1835	1402
1968	5772	2331	1900	1541
	6161	2007	2005	1648
1969	6549	2684	2110	1755
	6774	2792	2016	1966
1970	6999	2900	1922	2177
	7481	3123	2002	2360
1971	7964	3347	2083	2534
	8500	3566	2227	2706
1972	9036	3785	2372	2879
	9678	4064	2532	3081
1973	10320	4344	2693	3283
	9994	4369	2497	3128
1974	9669	4394	2301	2974
	9945	4472	2338	3135
1975	10222	4551	2375	3296
	10743	4721	2529	3493
1976	11265	4892	2683	3690
	11577	4953	2931	3693
1977	11890	5014	3180	3696
	12555	5257	3369	3878
1978	13220	5501	3558	4161
	13552	5722	3643	4186
1979	13884	5944	3729	4211
	13910	5942	3573	4230
1980	13937	5940	3447	4250

Πηγή: ΕΣΕ, Τό ενεργειακό ισοζύγιο της Ελλάδας 1970-1980



# ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Γ

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ REGRESSION ΓΙΑ ΤΗΝ ΓΡΑΜΜΙΚΗ ΠΑΛΙΝΔΡΟΜΗΣΗ

CONTROL DATA CORPORATION  
CYBERNET SERVICES WORLDWIDE

SPSS - - STATISTICAL PACKAGE FOR THE SOCIAL SCIENCES

VERSION 8.2 -- JUNE 8, 1981

RUN NAME FULL SPSS RUN  
FILE NAME RIGASPW  
N OF CASES 14  
VARIABLE LIST .ENEP, LAEP, POSB, TIMEN  
INPUT MEDIUM DISK  
INPUT FORMAT FREEFIELD  
COMPUTE LENE $P$ =LN(ENEP)  
COMPUTE LAEP=-N(AEP)  
COMPUTE LTIMEN=LN(TIMEN)  
COMPUTE LPOSB=LN(POSB)  
REGRESSION VARIABLES=LENE $P$ , LAEP, LPOSB, LTIMEN/  
REGRESSION=LENE $P$  WITH LAEP/RESIDUALS/  
REGRESSION=LENE $P$  WITH LAEP, LTIMEN/RESIDUALS/  
REGRESSION=LENE $P$  WITH LAEP, LPOSB/RESIDUALS/  
REGRESSION=LENE $P$  WITH LAEP, LPOSB, LTIMEN/RESIDUALS  
STATISTICS 1 TO 5 8 10  
OPTIONS 8  
READ INPUT DATA

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Γ'  
ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ AUTO ΓΙΑ ΤΟ ARIMA

```

PROGRAM AUTO (INPUT .OUTPUT. TAPE1)
DIMENSION W(14).ACV(10).AC(10).PACV(10).WKAREA(10).ARPS(1).WA (14)
1. PMAS(1) FCST(3.5).LV(5).DARPS(2)
TO=6LOUTPUT $ REWIND IO
REWIND1 $ READ(1.*)W $ CALL IMSL
CALL FTAUTO(W.14.10.10.7.AMEAN.VAR.AC.V.AC.PACV.WKAREA)
PRINT* . "AMEAN=" . AMEAN $ PRINT* . VAR=" VAR
PRINT* . "ACV=" . ACV $ PRINT* . "AC=" . AC $ PRINT* . "PACV=" . PACV
PRINT* . "....."
WBAR=0
DO 10 J=1.12
WBAR=WBAR+(W(J)/12.)
10 CONTINUE
PRINT* .""
PRINT* . "MEAN OF TIME SERIES IS" . WBAR
PRINT* . ""
CALL FTARPS(ACB.WBAR.1.1.ARPS.PMAC.WA.IER)
PRINT* . "IER=" . IER
PRINT* . "ARPS=" . ARPS
PRINT* . "PMAC=" . PMAC
PRINT* . "*****!"
CALL FIMPS (ACV.1.1.PMAS.WNY.WA.IER)
PRINT* . "IER=" . IER
PRINT* . "PMAS=" . PMAS
PRINT* . "WNV=" . WNV
PRINT* . "$$$$$$$$$$$$$$$$$$$$"
LV(1)=12 $ LV(2)=LV(3)=LV(4)=1 $ LV(5) =5
CALL FTCAST (W.ARPS.PMAS.PMAC.0.05.LV.DARPS.FCST.WNV.IER)
PRINT* . "DARPS=" . DARPS
DO 20 J=1.3
LVV=LV(5) $ DO 20 I=1.LVV
PRINT* . "FCST(" . J . "." . I . ")=" . FCST(J.I)
20 CONTINUE
PRINT* . "WNV=" . WNV
PRINT* . "IER=" . IER
REWIND1 $ STOP $ END

```

READY.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Γ'  
ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ AR111 ΓΙΑ ΤΟ ARIMA

```
ATTACH,IMSL/UN=LIBRARY.
LIBRARY,IMSL.
RETURN,LGO.
FIN,I=AR111,L=0
LGO(INPUT,OUTF2,TAPE1).
```

\*

```
PROGRAM AR111(INPUT,OUTPUT,TAPE1)
INTEGER IND(10),IER
REAL X(28),ALPHA(2),ARPS(4),PMAS(2),PMAC,WNV,WK(96),FCST(3,4),
1SIM(8)
DOUBLE PRECISION DSEED
IO=6LOUTPUT $ REWIND IO
REWIND1 $ READ(1,* )X $ CALL IMSL
IND(1)=28 $ IND(2)=1 $ IND(3)=1 $ IND(4)=1 $ IND(5)=25 $ IND(6)=2
IND(7)=1 $ IND(8)=2 $ IND(9)=4 $ IND(10)=2
DSEED=123457.DO
ALPHA(1)=0.05 $ ALPHA(2)=0.05
CALL FTCMP(X,IND,DSEED,ALPHA,ARPS,PMAS,PMAC,WNV,FCST,SIM,WK,IER)
PRINT*,#IND=#,IND
PRINT*, #ALPHA=#,ALPHA
PRINT*, #ARPS=#ARPS
PRINT*, #PMAS=#,PMAS
PRINT*, #PMAC=#,PMAC
PRINT*, #WNV=#,WNV
PRINT*, ##
DO 20 J=1,3
DO 20 I=1,4
PRINT*, FCST( #,J,#,#,I,#)=#,FCST(J,I)
20 CONTINUE
PRINT* , #SIM= #, SIM
PRINT* , #IER=#, IER
REWIND1 $ STOP $ END
```

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Γ'  
 ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ NONLINEAR ΓΙΑ ΤΟ LES.

CONTROL DATA CORPORATION  
 CYBERNET SERVICES WORLDWIDE  
 SPSS - STATISTICAL PACKAGE FOR THE SOCIAL SCIENCES  
 VERSION 8.3 -- OCTOBER 12, 1981

RUN NAME FULL SPSS RUN  
 FILE NAME RIGASPW  
 N OF CASES 14  
 VARIABLE LIST P1, Q1, P2, Q2, P3, Q3  
 INPUT MEDIUM DISK  
 INPUT FORMAT FREEFIELD  
 COMPUTE  $Y = P1 * Q1 + P2 * Q2 + P3 * Q3$   
 COMPUTE  $Y1 = P1 * Q1$   
 COMPUTE  $Y2 = P2 * Q2$   
 COMPUTE  $Y3 = P3 * Q3$   
 NONLINEAR VARIABLES=Y1,Y2 WITH P1,P2,P3,NB=5  
 MODEL  $\hat{YHAT}(1) = B(3) * P1 + B(1) * (Y - B(3) * P1 - B(4) * P2 - B(5) * P3)$   
 $\hat{YHAT}(2) = B(4) * P2 + B(2) * (Y - B(3) * P1 - B(4) * P2 - B(5) * P3)$   
 PARAMETERS  $B(1) = 0.2$  \$  $B(2) = 0.45$  \$  $B(3) = 400$  \$  $B(4) = 3000$  \$  $B(5) = 1400$  \$  
 $BL(1) = 0$  \$  $BL(2) = 0$  \$  $BU(1) = 1$  \$  $BU(2) = 1$  \$  $BU(3) = 560$  \$  $BU(4) = 8500$  \$  
 $BU(5) = 4800$  \$  $TOL1 = 0.0001$  \$  $MAXIT = 25$   
 STATISTICS ALL.  
 READ INPUT DATA



## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Γ'

## ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ NONLINEAR ΓΙΑ ΤΟ GLES.

CONTROL DATA CORPORATION  
 CYBERNET SERVICES WORLDWIDE  
 SPSS - - STATISTICAL PACKAGE FOR THE SOCIAL SCIENCES  
 VERSION 8.3 -- OCTOBER 12, 1981

RUN NAME	FULL SPSS RUN
FILE NAME	RIGASPW
N OF CASES	14
VARIABLE LIST	P1,Q1,P2,Q2,P3,Q3
INPUT MEDIUM	DISK
INPUT FORMAT	FREEFIELD
COMPUTE	$Y=P1*Q1+P2*Q2+P3*Q3$
COMPUTE	$Y1=P1*Q1$
COMPUTE	$Y2=P2*Q2$
COMPUTE	$Y3=P3*Q3$
NONLINEAR	VARIABLES=Y1,Y2 WITH Y,P1,P2,P3,NB=6
MODEL	$B(8)=P1**B(6)$
	$B(9)=P2**B(6)$
	$B(10)=P3**B(6)$
	$B(7)=(B(1)*B(8)+B(2)*B(9)+(1-B(1)-B(2))*B(10))**(-1)$
	$YHAT(1)=P1*B(3)+B(1)*B(8)*B(7)*(Y-P1*B(3)-P2*B(4)-P3*B(5))$
	$YHAT(2)=P2*B(4)+B(2)*B(9)*B(7)*(Y-P1*B(3)-P2*B(4)-P3*B(5))$
PARAMETERS	$FIX(1)=0.03$ \$ $FIX(2)=0.4$ \$ $B(3)=400$ \$ $B(4)=3000$ \$ $B(5)=1400$ \$
	$B(6)=0.4$ \$
	$TOL1=0.0001$ \$ $MAXIT=25$
STATISTICS	ALL
READ INPUT DATA	

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Γ'  
ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ NONLINEAR ΓΙΑ ΤΟ TRANSLOG

CONTROL DATA CORPORATION  
CYBERNET SERVICES WORLDWIDE  
SPSS - - STATISTICAL PACKAGE FOR THE SOCIAL SCIENCES  
VERSION 8.3 -- OCTOBER 12, 1981

RJN NAME	FULL SPSS RUN
FILE NAME	RIGASPW
N OF CASES	14
VARIABLE-IST	P1,Q1,P2,Q2,P3,Q3
INPUT MEDIUM	DISK
INPUT FORMAT	FREEFIELD
COMPUTE	$Y = P1 * Q1 + P2 * Q2 + P3 * Q3$
COMPUTE	$Y1 = (P1 * Q1) / Y$
COMPUTE	$Y2 = (P2 * Q2) / Y$
COMPUTE	$Y3 = (P3 * Q3) / Y$
COMPUTE	$F1 = \text{LN}(P1 / Y)$
COMPUTE	$F2 = \text{LN}(P2 / Y)$
COMPUTE	$F3 = \text{LN}(P3 / Y)$
NONLINEAR	VARIABLES=Y1,Y2,EITH F1,F2,F3,NB=8
MODEL	$B(9) = B(3) + B(4) + B(5)$
	$B(10) = B(4) + B(6) + B(7)$
	$B(11) = B(5) + B(7) + B(8)$
	$B(12) = -1 + B(9) * F1 + B(10) * F2 + B(11) * F3$
	$\text{YHAT}(1) = (B(1) + B(3) * F1 + B(4) * F2 + B(5) * F3) / B(12)$
	$\text{YHAT}(2) = (B(2) + B(3) * F1 + B(6) * F2 + B(7) * F3) / B(12)$
PARAMETERS	$B(1) = -0.3$ \$ $B(2) = -0.4$ \$ $B(3) = -0.02$ \$ $B(4) = -0.01$ \$ $B(5) = 0.04$ \$
	$B(6) = -0.06$ \$ $B(7) = -0.03$ \$ $B(8) = 0.005$ \$
	$BL(1) = -1$ \$ $BL(2) = -1$ \$ $TOL1 = 0.001$ \$
	MACIT=25
STATISTICS	ALL
READ INPUT DATA	

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

### Α. ΕΛΛΗΝΙΚΗ

Θ. Ἀργαλιᾶ Ε., "Τό ἐνεργειακό Ἴσοζύγιο τῆς Ἑλλάδας, ΕΣΕ, 1976.

Γκαμαλέτσου Θ., "Ἡ ζήτηση ἰδιωτικῶν καταθέσεων ἐν Ἑλλάδι: Οἰκονομετρική Ἀνάλυσις". Ἀθῆναι 1971.

Θ.Γ.Γκαμαλέτσου, "Ἐφηρμοσμένη οἰκονομετρία", Τόμος Αἰ (Συναρτήσεις Παραγωγῆς, Τεχνολογική Μεταβολή), Ἐκδόσεις, Παπαζήση, Ἀθῆναι 1972.

Θεοδώρου Γκαμαλέτσου, "Διακλαδική Ἀνάλυσις τῶν Δαπανῶν Ἰδιωτικῆς καταναλώσεως τῆς Ἑλληνικῆς Οἰκονομίας", ΚΕΠΕ σειρά ἐιδικῶν μελετῶν Α, Ἀθῆναι 1975.

Θ.Γ. Γκαμαλέτσου, "Τό ὁμοθετικόν γραμμικόν σύστημα ἐξισώσεων ζήτησεως", ΣΠΟΥΔΑΙ, τόμος ΚΣΤ, τεύχος 4, 1976.

Θεόδωρου Γ. Γκαμαλέτσου, Ἡ Πρόβλεψη τῆς Διακλαδικῆς τελικῆς Ζήτησεως ἀπό ἓνα Δυναμικό Σύστημα Ἐξισώσεων Ζήτησεων", ΚΕΠΕ, Ἀθῆναι 1980 (Μετάφραση ἀπό τό ἀγγλικό "Forecasting Sectoral Final Demand by a Dynamic Expenditure System" τοῦ Θ. Γκαμαλέτσου.

Θ.Γ. Γκαμαλέτσου, "Θεωρητική Οἰκονομική," Τόμος α' (α' ἔκδοση 1974, β' ἔκδοση 1978) Πειραιᾶς (γ' ἔκδοση) 1980.

Θ.Γ.Γκαμαλέτσου, "Θεωρητική Οἰκονομική", Τόμος β' (α' ἔκδοση 1975), Πειραιᾶς (β' ἔκδοση, 1980).

Θ.Γ. Γκαμαλέτσου, Θεωρητική Οἰκονομετρία, τόμος α', Ἐκδόσεις Καραμπερόπουλος, 1980.

Θ. Γκαμαλέτσου, Θεωρητική Οἰκονομετρία, τόμος β', Ἐκδόσεις Καραμπερόπουλος 1981.

Δημοσία Ἐπιχείρηση Ἠλεκτρισμοῦ, Ἴσολογισμός καί Ἐκθεση πεπραγμένων, 1971-1980.

Ἐθνικό Συμβούλιο Ἐνέργειας, "Ἐκθεση γιὰ τὴν ἐνεργειακὴ Πολιτικὴ τῆς Ἑλλάδος", 1977.

Ἐθνικό Συμβούλιο Ἐνέργειας, "Τὸ ἐνεργειακὸ ἰσοζύγιο τῆς Ἑλλάδος", 1977-79

Εὐθύμογλου Π., "Οἰκονομετρικὴ ἀνάλυσις συναρτήσεων καταναλώσεως καὶ κόστους καυσίμων θερμικῶν μονάδων ἠλεκτροπαραγωγῆς", Σπουδαί, τόμος ΚΔ', τεῦχος 1, 1974

ΚΕΠΕ, Ἐνέργεια - καύσιμα, Σχῆδιον προτύπου μακροχρόνιου ἀναπτύξεως τῆς Ἑλλάδος, 1973 - 1987, Ἀθῆναι 1972.

ΚΕΠΕ, "Μεταφορές : Διαπεριφερειακὴ καὶ περιφερειακὴ Διάσταση", Ἀθῆναι, 1980.

Κ.Α. Ρήγα, "Ἡ θεωρία τοῦ ἀρίστου ἐλέγχου στὴν Οἰκονομικὴ", Σπουδές, τεῦχος 3, 1977.

Α.Χ. Παναγιωτόπουλου, "Στοιχεῖα μαθηματικῶν γιὰ τοὺς σπουδαστὰς οἰκονομικῶν σχολῶν", Πειραιᾶς, 1976

Κ.Α. Ρήγα, "Ἐφαρμογές τοῦ Φίλτρου Kalman". Ἀπὸ τὴν εἰσήγηση "Ἐνεργειακὰ οἰκονομετρικὰ Ὑποδείγματα" στό συνέδριο τῆς Ε.Ε.Ε.Ε., Πειραιᾶς 1981.

Ι.Ε. Σαμουηλίδη, "Ἐφαρμογὴ τοῦ ἀλγόριθμου Kalman σέ συστήματα προδείξεων τῶν ἐνεργειακῶν ζητήσεων", Τ. Χρονικά, Ἰαν-Μάρτ. 1979.

Ε. Σαμουηλίδη, Μαθηματικὰ Πρότυπα Ἐνεργειακῶν Ζητήσεων καὶ Ἐφαρμογές, Ἀθῆνα 1979.

Σαραντίδης, "Μαθήματα οἰκονομικῆς ἀναλύσεως", Πειραιᾶς, 1971

Α. Σταυρόπουλου, "Τὸ Ἐνεργειακὸ Πρόβλημα : Τὸ παρὸν καὶ τὸ μέλλον", ἐκδόσεις Καραμπερόπουλος, 1980.

Τεχνικά Χρονικά, "Τὸ ἐνεργειακὸ πρόβλημα τῆς Ἑλληνικῆς οἰκονομίας σήμερα", ΤΕΕ, 3-4, 5-6/1978



## B'ΕΝΗ

Aoki, Masanao, "Optimal Control and System theory in Dynamic Economic Analysis " , North-Holland, 1976.

Arrow, Intriligator M., "Handbook of Mathematical Economics", Volume II, North-Holland, 1982

Kenneth J. Arrow and F. H. Hahn, "General Competitive Analysis", Holden-Day, Inc., San Francisco, 1971

Barten A.P., "Consumer Demand Functions under conditions of Almost Additive preferences", *Econometrica*, 1-38, Jan/Apr., 1964

Berndt E., Christensen L., "The Internal Structure of functional Relationships: Separability, Substitution and Aggregation", *Review of Economic Studies*, vol. 40

Berndt, E.R., Darough, M.N., Diewert, W.E., "Flexible Functional Forms and Expenditure Distributions : An Application to Canadian Consumer Demand Functions", *International Economic Review*, Vol 18, 1977

Box G., Jenkins G., *Time Series Analysis, Forecasting and Control*, Holden-Day, 1976.

Brown J. and Deaton A., "Models of consumer Behavior: A survey" *Econ. J.*, 82, 1145-1236, Dec. 1972

Chipman, J.S., "A Survey of the Theory of International Trade , Part II, The Neo-Classical Theory" *Econometrica*, τόμ. 33, άρ. 4,1, 1965, σελ.685-760.

B.J. Choe της World Bank, "Energy Demand Prospects in Non-OPEC developing Countries "στο Workshops On Energy Supply and Demand, Έκδοση IEA του OECD, 1978.

L.R. Christensen, D.W. Jorgenson, L.J. Lau, "Transcendental Logarithmic Production Frontiers", *Review of Economics and Statistics*, Feb. 1973, 55,28-45.

L.R. Christensen, D.W. Jorgenson, L.J.Lau "Transcendental Logarithmic Utility Functions" *The American Economic Review*, Vol 65, No 3, June 1975.

Deaton A. and Muellbauer, "Economics and Consumer behavior", Cambridge University Press, 1980

Deaton A., and Muellbauer, "An almost ideal demand system", American Economic Review, Vol 70, No 3, June 1980.

Diewert, W.E., "An Application of the Shephard Duality Theorem :A Generalized Leontief Production function, Journal of Political Economy, LXXIX (May/June, 1971).

Efthymoglou, "Forecasts of future Energy Requirements by the Manufacturing Sector of Greece", Σπουδαί, τόμος ΚΖ', τεύχος 1, 1977.

Energy Statistics, OECD, 1978.

Energy Research and Development Administration "A National Plan for Energy Research Development and Demonstration : Creating Energy Choices for the future" ERDA-48, U.S. Government Printing Office, Washington, D.C. December 1974 .

Federal Energy Administration "National Energy Outlook" U.S. Government Printing Office, Washington, D.C. February 1976.

Gamaletsos Theodore, "International Comparison of Consumer Expenditure Patterns :An Econometric Analysis" Doctoral Dissertation, University of Wisconsin, 1970.

Gamaletsos Theodore "Further Analysis of Cross-Country Comparison of Consumer Expenditure Patterns", European Economic Review, April 1973.

Gamaletsos Theodore, "A Generalized Linear Expenditure System" Applied Economics ,τόμ 6, 1974, σελ. 59-71.

Gamaletsos T., "Consumer Demand Systems: An application of indirect addilog expenditure system", ΣΠΟΥΔΑΙ, τόμος ΚΖ', τεύχος 1, σελ. 19-44, 1977

Spiros Georgadelis, "The Estimation and Testing of Generalized Linear Expenditure Systems for Greece (1953-1974) ", ΣΠΟΥΔΕΣ, τεύχος 3-4, τόμος Λ', 1980.

Goldberger, A.S., Econometric Theory, Willey, New York, 1964.

A.S. Goldberger and Th. Gamaletsos, "Utility Functions and Demand Functions", European Congress of Econometric Society, Amsterdam, Σεπτέμβριος 1968.

- Goldberger A.S., "Directly Additive Utility and Constant Marginal Budget Shares", *Review of Economic Studies*, τόμ. XXXVI (2), 1969, σελ.251-254.
- Goldberger A.S. and Theodore Gamaletsos "A Cross-country Comparison of Consumer Expenditure Patterns" *European Economic Review*, spring 1970.
- Green H.A.J., "Aggregation in economic analysis", Princeton University Press, Princeton, 1964.
- Green H.A.J., "Consumption theory" Penguin modern economics, 1971
- Hafelle W. and Basilie P., "Modelling of Long Range Energy Strategies with Global Perspectives" International Institute for Applied Systems Analysis (IIASA), Laxenburg, Austria, 1978.
- Hitch C.I. "Modelling Energy-Economy Interactions : Five Approaches", Resources for the Future, Washington, D.C. September 1977.
- Hoffman K.C. "A Unified Framework for Energy Modelling, M.Searl (Ed.) Resources for the Future, Washington, D.C. March, 1973.
- IEA, Energy Balances of OECD Countries, OECD, 1970-79.
- Intriligator, M.D. "Mathematical Optimization and Economic Theory" Prentice - Hall, Englewood Cliffs, N.J., 1971.
- International Energy Agency, Workshops on Energy Supply and Demand, OECD, 1978.
- Jorgenson D.W., "Econometric Studies of U.S. Energy Policy", North-Holland Pub. C., 1976.
- D.W. Jorgenson, L.J. Lau, "The Structure of Consumer Preferences" *Annals of Economic and Social Measurement*, 4/1, 1975.
- Argyris A. Kanellopoulos, "A comparative Study of the household sector's demand for Electricity in England and Wales and in Greece, and the Implications for the forecasting of Electricity Demand", University of Manchester, 1978.
- Kiefer, M. Nicholas "Quadratic Utility, Labor Supply and Commodity Demand", In "Studies in Nonlinear Estimation" edited by : S.Goldfeld and R. Quandt, Ballinger Publishing Company, Cambridge, Mass, 1976.
- Lebanon, A., "The Household Demand for Energy and Fuels In OECD countries" *European Economic Review* 9 (1977)



Leontief W., "Introduction to a theory of the Internal structure of functional relationship *Econometrica* 15, pp. 361-373, 1947

Macridadis S., Wheelwright S., *Forecasting Methods and Applications*, John Willy and Sons, 1978.

Malinvaud, E., *Statistical Methods in Econometrics*, Chicago, North-Holland, 1970.

Malinvaud E., "Lectures on Microeconomic Theory" North-Holland/American Elsevier, 1972

Manne, A. Et al., "Energy Policy Modelling : A survey" *Operations research*, Vol 27, 1, 1979.

Manne, A., "Energy Policy Modelling : A survey" *Operations Research*, Vol. 27, 1, 1979.

Phlips, L., "Applied Consumption Analysis" North Holland/American Elsevier, 1974.

Pindyck, Robert S., "Optimal Planning for Economic Stabilization", North - Holland/American Elsevier, 1973.

Pindyck R., "The structure of world Energy Demand", The MIT Press , 1979

R.S. Pindyck, "International Comparison of the residential Demand for Energy", *European Economic Review* 13 (1980) σελ. 1-24.

R.Roy, *De l'Utilite : Contribution a la Theorie des Choix*, Paris 1943.

Stone J.R.N., "Measurement of consumers Expenditures and Behavior in the United Kingdom", Vol 1, Cambridge, 1954

Theil H., "The Information Approach to Demand Analysis", *Econometrica*, 33, 68-87, Jan. 1965

Theil, H., and Mookin, R.H. "The Information value of Demand Equations and Predictions", *The Journal of Political Economy*, 1966.

Wales, T.J., "A Generalized Linear Expenditure Model of the Demand for non-Durable Goods in Canada", *The Canadian Journal of Economics*, τόμ. IV , άρ. 2 Νοέμβριος 1971, σελ. 471-484.



Wold H., "Demand Analysis: A study in Econometrics", New York, 1953

Workshop on Alternative Energy Strategies, "Energy-Global Prospects 1985-2000", Mc Graw-Hill Book Company, 1977.

Πανεπιστήμιο Πειραιώς

## 10. ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

### ΕΙΣΑΓΩΓΗ

#### 1. ΤΟ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟ ΠΡΟΒΛΗΜΑ

- 1.1. Παγκόσμια αποθέματα, Παραγωγή
- 1.2. Παγκόσμια Κατανάλωση Ύεργειας
- 1.3. Ή Περιλίτωση τής Ήλλάδας
  - 1.3.1. Γενική Εικόνα
  - 1.3.2. Εισαγωγές - Ήξαγωγές Καυσίμων
  - 1.3.3. Παραγωγή προϊόντων Βιομηχανίας Πετρελαίου - Ήνθρακα
  - 1.3.4. Στερεά Καύσιμα
  - 1.3.5. Ήγρά Καύσιμα
  - 1.3.6. Ήλεκτρική Ήνέργεια
  - 1.3.7. Ήδροηλεκτρική Ήνέργεια
- 1.4. Πυρηνική Ήνέργεια
- 1.5. Ήλιακή Ήνέργεια
- 1.6. Γεωθερμική Ήνέργεια

#### 2. ΤΑ ΘΕΩΡΗΤΙΚΑ ΟΙΚΟΝΟΜΕΤΡΙΚΑ ΥΠΟΔΕΙΓΜΑΤΑ

- 2.1. Ή θεωρία τής ζήτησης του καταναλωτή
  - 2.1.1. Είσαγωγή
  - 2.1.2. Ήξιώματα προτιμήσεων
  - 2.1.3. Συναρτήσεις ζήτησης
  - 2.1.4. Διαχωρίσιμες συναρτήσεις χρησιμότητας
  - 2.1.5. Προσθετικές συναρτήσεις χρησιμότητας
  - 2.1.6. Ήμοθετικές συναρτήσεις χρησιμότητας
- 2.2. Ήνεργειακά Ήποδείγματα
  - 2.2.1. Ήνεργειακά ύποδείγματα στον διεθνή χώρο
  - 2.2.2. Ήνεργειακά ύποδείγματα στον Ήλληνικό χώρο
- 2.3. Τό Ήπόδειγμα Γραμμικής Παλινδρομώσεως
- 2.4. Τό θεωρητικό Ήπόδειγμα ARIMA
- 2.5. Τό θεωρητικό Ήπόδειγμα LES
- 2.6. Τό θεωρητικό Ήπόδειγμα GLES
- 2.7. Τό Translog Ήπόδειγμα Χρησιμότητας

- 2.7.1. Είσαγωγή
- 2.7.2. Τό υπόδειγμα με άμεση συνάρτηση χρησιμότητας
- 2.7.3. Τό υπόδειγμα με έμμεση συνάρτηση χρησιμότητας
- 2.7.4. Έπεκτάσεις του Translog υπόδειγματος
- 2.7.5. Έλεγχοι περιορισμών στο Translog υπόδειγμα

### 3. ΤΑ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

- 3.1. Γενικά
- 3.2. Έ κατανάληση Ένέργειας στο σύνολο τής οίκονομίας
- 3.3. Έ κατανάληση Ένέργειας στήν Βιομηχανία
- 3.4. Έ κατανάληση Ένέργειας στίς Μεταφορές
- 3.5. Έ κατανάληση Ένέργειας γιά οίκιακή κ.λ.π. χρήση

### 4. ΕΚΤΙΜΗΣΕΙΣ ΥΠΟΔΕΙΓΜΑΤΩΝ

- 4.1. Γενικά
- 4.2. Έκτίμηση του Έποδειγματος Γραμμικής Παλινδρομήσεως
- 4.3. Έκτίμηση του Έποδειγματος ARIMA
- 4.4. Έκτίμηση του Έποδειγματος LES
- 4.5. Έκτίμηση του Έποδειγματος GLES
- 4.6. Έκτίμηση του Έποδειγματος TRANSLOG

### 5. ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΣΕ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΑ ΜΕΓΕΘΗ

- 5.1. Γενικά
- 5.2. Έφαρμογές του Έποδειγματος Γραμμικής Παλινδρομήσεως
- 5.3. Έφαρμογές του Έποδειγματος ARIMA
- 5.4. Έφαρμογές του Έποδειγματος LES
- 5.5. Έφαρμογές του Έποδειγματος GLES
- 5.6. Έφαρμογές του Έποδειγματος TRANSLOG

### 6. ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΤΩΝ ΥΠΟΔΕΙΓΜΑΤΩΝ

- 6.1. Είσαγωγή
- 6.2. Έκτιμήσεις τών Παραμέτρων καί Έλαστικότητων
- 6.3. Συντελεστές Προσδιορισμού τών Δαπανών γιά Ένέργεια

### 7. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ

### 8. ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α΄

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β΄