



ΠΑΝΤΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ  
ΚΟΙΝΩΝΙΚΩΝ ΚΑΙ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ

«ΕΦΗΡΜΟΣΜΕΝΩΝ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΩΝ ΚΑΙ ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ»

ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ: ΕΦΗΡΜΟΣΜΕΝΩΝ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΩΝ ΚΑΙ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ

### Διπλωματική Εργασία

«Η διαχρονική εξάρτηση της Οικονομίας από τους Φυσικούς Πόρους – Η περίπτωση των Η.Π.Α τον 20<sup>ο</sup> και 21<sup>ο</sup> αιώνα»

Επιβλέπων: Επίκουρος Καθηγητής Σιουρούνης Γρηγόρης

Μέλη Επιτροπής: Καθηγητής Μπίθας Κωνσταντίνος, Επίκουρος Καθηγητής Στοφόρος Χρυσόστομος

Όνοματεπώνυμο: Ελένη Κοιλάκου

Αριθμός Μητρώου: 0817M028

Ακαδημαϊκό έτος: 2018 – 2019

*Στην μητέρα μου, Σοφία.*

## **ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ**

<b>Κατάλογος Πινάκων.....</b>	<b>6</b>
<b>Κατάλογος Διαγραμμάτων.....</b>	<b>6</b>
<b>Κατάλογος Εικόνων .....</b>	<b>7</b>
<b>Κατάλογος Σχημάτων .....</b>	<b>7</b>
<b>Κατάλογος Ακρωνυμίων .....</b>	<b>7</b>
<b>Περίληψη- Abstract .....</b>	<b>9</b>

### **ΜΕΡΟΣ Α: Η ΔΙΑΧΡΟΝΙΚΗ ΣΥΝΔΕΣΗ ΤΩΝ ΦΥΣΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ ΜΕ ΤΗΝ ΟΙΚΟΝΟΜΙΑ**

<b>1.1</b>	<b>Εισαγωγή .....</b>	<b>12</b>
<b>1.2</b>	<b>Οικονομία Οργανικής Ενέργειας .....</b>	<b>13</b>
<b>1.2.1</b>	<b>Η ανακάλυψη της φωτιάς και οι πρώτες κοινότητες .....</b>	<b>13</b>
<b>1.2.2</b>	<b>Οι αγροτικές κοινωνίες .....</b>	<b>13</b>
<b>1.3</b>	<b>Οικονομία Ορυκτών Καυσίμων .....</b>	<b>16</b>
<b>1.4</b>	<b>Σύγχρονα Ενεργειακά Συστήματα .....</b>	<b>18</b>
<b>1.5</b>	<b>Η Παγκόσμια Ανάγκη για κατανάλωση ενέργειας και η διαχρονική διαμόρφωση των Πολιτικών Ενέργειας.....</b>	<b>20</b>

1.5.1	Η Ανάγκη για Κατανάλωση Ενέργειας .....	20
1.5.2	Η Διαμόρφωση Πολιτικών Ενέργειας... .....	21

## ΜΕΡΟΣ Β: ΦΥΣΙΚΟΙ ΠΟΡΟΙ ΚΑΙ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΑΝΑΠΤΥΞΗ

2.1	Η Οικονομική Διαδικασία και ο Νόμος της Εντροπίας.....	24
2.2	Ο Νόμος της Εντροπίας και το Οικονομικό Πρόβλημα.....	29
2.3	Η παγκόσμια οικονομική ανάπτυξη και η χρήση της τεχνολογίας.....	31
2.4	Το θέμα της Βιώσιμης Οικονομικής Ανάπτυξης και οι Σχολές «Ασθενούς» και «Ισχυρής» Βιωσιμότητας .....	33
2.5	Η ανάγκη για Αποσύνδεση (Decoupling effect) από την Κατανάλωση Φυσικών Πόρων – Case Study Φυσιολογίας Χωρών Παρόμοιας Οικονομικής Κλίμακας .....	37
2.6	Ο δείκτης της Ενεργειακής Έντασης και οι προσδιοριστικοί του παράγοντες.....	41
2.7	Η περίπτωση του Πετρελαίου .....	44

## ΜΕΡΟΣ Γ: ΕΜΠΕΙΡΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ: Η ΜΕΛΕΤΗ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗΣ ΤΩΝ ΗΝΩΜΕΝΩΝ ΠΟΛΙΤΕΙΩΝ ΑΜΕΡΙΚΗΣ (Η.Π.Α)

3.1	Ιστορική αναδρομή: Η διαχρονική σύνδεση της Οικονομίας των Η.Π.Α με τους Φυσικούς Πόρους.....	47
3.1.1	Ο ρόλος του άνθρακα.....	47
3.1.2	Το πετρέλαιο και ο ρόλος του στην μαζική παραγωγή και κατανάλωση .....	47

3.1.3	<i>Η πετρελαϊκή κρίση του 1973 και η μετέπειτα περίοδος</i> .....	48
3.2	Επισκόπηση δεδομένων.....	49
3.3	Η Ενεργειακή Κατανάλωση και η Οικονομική Ανάπτυξη στις Η.Π.Α την περίοδο 1965 – 2010... ..	52
3.4	Ο δείκτης Ενεργειακής Έντασης (Energy Intensity) στις Η.Π.Α την περίοδο 1965 – 2010.....	55
3.5	Ο δείκτης Ενεργειακής Απόδοσης (Energy Efficiency) στις Η.Π.Α την περίοδο 1965 -2010... ..	57
3.6	Πληθυσμός και Μέγεθος Νοικοκυριού στις Η.Π.Α την περίοδο 1965 –2010.....	58
3.7	Εκπομπές CO <sub>2</sub> στις Η.Π.Α την περίοδο 1965 – 2010... ..	60
3.8	Το φαινόμενο της Αποσύνδεσης (Decoupling) και οι Χρηματοοικονομικές Υπηρεσίες στις Η.Π.Α την περίοδο 1965 -2010.....	61
3.9	Οικονομετρική προσέγγιση – Μελέτη βασικών προσδιοριστικών παραγόντων της Ενεργειακής Έντασης .....	64
3.9.1	<i>Μέθοδος Ελαχίστων Τετραγώνων</i> .....	64
3.9.2	<i>Έλεγχος Συνολοκλήρωσης Johansen</i> .....	72
	Συμπεράσματα - Conclusions.....	77
	Βιβλιογραφία - References .....	79
	Παράρτημα Α: Πίνακες δεδομένων εμπειρικής ανάλυσης.....	84
	Παράρτημα Β: Πίνακες αποτελεσμάτων ελέγχου στασιμότητας.....	97

## ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

<b>Πίνακας 2.1:</b> Η φυσιολογία τριών διαφορετικών οικονομιών ίδιας οικονομικής κλίμακας .....	39
<b>Πίνακας 3.1:</b> Διαχρονικές μεταβολές σε Χρηματοοικονομικές Υπηρεσίες – Ενεργειακή Απόδοση – Ενεργειακή Ένταση .....	63
<b>Πίνακας 3.2:</b> Αποτελέσματα μεθόδου OLS για το Υπόδειγμα 1.....	65
<b>Πίνακας 3.3:</b> Τεστ Ετεροσκεδαστικότητας Breusch – Pagan – Godfrey για το Υπόδειγμα 1.....	65
<b>Πίνακας 3.4:</b> Αποτελέσματα μεθόδου OLS για το Υπόδειγμα 2.....	67
<b>Πίνακας 3.5:</b> Τεστ Ετεροσκεδαστικότητας Breusch – Pagan – Godfrey για το Υπόδειγμα 2.....	68
<b>Πίνακας 3.6:</b> Αποτελέσματα μεθόδου OLS για το Υπόδειγμα 3.....	70
<b>Πίνακας 3.7:</b> Τεστ Ετεροσκεδαστικότητας Breusch – Pagan – Godfrey για το Υπόδειγμα 3.....	72
<b>Πίνακας 3.8:</b> Τεστ Μοναδιαίας Ρίζας (ADF Unit Root Test) .....	73
<b>Πίνακας 3.9:</b> Έλεγχος συνολοκλήρωσης Johansen (Johansen Cointegration Rank Test) .....	74

## ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ

<b>Διάγραμμα 3.1:</b> Α.Ε.Π, Εισόδημα και Κατανάλωση Πρωτογενούς Ενέργειας στις Η.Π.Α για την περίοδο 1965 – 2010.....	53
<b>Διάγραμμα 3.2:</b> Χρηματοοικονομικές Υπηρεσίες, Α.Ε.Π και Κατανάλωση Πρωτογενούς Ενέργειας στις Η.Π.Α για την περίοδο 1965 – 2010.....	54
<b>Διάγραμμα 3.3:</b> Ενεργειακή Ένταση, Χρηματοοικονομικές Υπηρεσίες/Α.Ε.Π και Χρηματοοικονομικές Υπηρεσίες/(Α.Ε.Π – Χρηματοοικονομικές Υπηρεσίες) στις Η.Π.Α για την περίοδο 1965 – 2010.....	56
<b>Διάγραμμα 3.4:</b> Χρηματοοικονομικές Υπηρεσίες, Ενεργειακή Απόδοση και Ενεργειακή Ένταση στις Η.Π.Α για την περίοδο 1965 – 2010.....	57
<b>Διάγραμμα 3.5:</b> Πληθυσμός, Μέγεθος Νοικοκυριού και Ενεργειακή Ένταση στις Η.Π.Α για την περίοδο 1965 – 2010.....	58
<b>Διάγραμμα 3.6:</b> Κατανάλωση Πρωτογενούς Ενέργειας, Πληθυσμός και Μέγεθος Νοικοκυριού στις Η.Π.Α για την περίοδο 1965 – 2010.....	59

**Διάγραμμα 3.7:** Εκπομπές CO<sub>2</sub>, Πληθυσμός και Μέγεθος Νοικοκυριού στις Η.Π.Α για την περίοδο 1965 – 2010 .....60

**Διάγραμμα 3.8:** Α.Ε.Π, Κατανάλωση Πρωτογενούς Ενέργειας και Ενεργειακή Ένταση στις Η.Π.Α για την περίοδο 1965 – 2010.....62

**Διάγραμμα 3.9:** Χρηματοοικονομικές Υπηρεσίες, Κατανάλωση Πρωτογενούς Ενέργειας και Εκπομπές CO<sub>2</sub> στις Η.Π.Α για την περίοδο 1965 – 2010..... 62

### **ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ**

**Εικόνα 3.1:** Έλεγχος αυτοσυσχέτισης για το Υπόδειγμα 1 ..... 66

**Εικόνα 3.2:** Έλεγχος αυτοσυσχέτισης για το Υπόδειγμα 2 ..... 69

**Εικόνα 3.3:** Έλεγχος αυτοσυσχέτισης για το Υπόδειγμα 3 ..... 71

### **ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ**

**Σχήμα 2.1:** Παραδοσιακή Προσέγγιση του οικονομικού συστήματος .....25

**Σχήμα 2.2:** Νέα Προσέγγιση του οικονομικού συστήματος..... 26

### **ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΑΚΡΩΝΥΜΙΩΝ**

**Α.Ε.Π :** Ακάθαρστο Εγχώριο Προϊόν

**Η.Π.Α :** Ηνωμένες Πολιτείες Αμερικής

**U.S(A) :** United States (of America)

**GDP :** Gross Domestic Product

**DI :** Decoupling Index

**MI :** Material Intensity

**EI :** Energy Intensity

**DMC :** Domestic Material Consumption

**CO<sub>2</sub>** : Διοξείδιο του Άνθρακα

**toe** : tons of oil equivalent

**US\$** : δολάριο των Η.Π.Α

**OLS** : Ordinary Least Squares

**ADF** : Augmented Dickey – Fuller

**FS**: Financial & Business Services

**EF** : Energy Efficiency

**LN<sub>EI</sub>** : ο φυσικός λογάριθμος του Energy Intensity

**LN<sub>FS</sub>** : ο φυσικός λογάριθμος του Financial & Business Services

**LN<sub>EF</sub>** : ο φυσικός λογάριθμος του Energy Efficiency

**DL<sub>NEI</sub>** : η απόδοση του φυσικού λογαρίθμου του Energy Intensity

**DL<sub>NFS</sub>** : η απόδοση του φυσικού λογαρίθμου του Financial & Business Services

**DL<sub>NEF</sub>** : η απόδοση του φυσικού λογαρίθμου του Energy Efficiency

**VECM** : Vector Error Correction Model

**UNEP** : United Nations Environment Programme

**EIA** : U.S Energy Information Administration

**ACEEE** : American Council for an Energy – Efficient Economy

**BP** : British Petroleum

**AEEI** : Autonomous Energy Efficiency Improvements



## Περίληψη – Abstract

Η εν λόγω εργασία έχει σκοπό την διερεύνηση της μακροχρόνιας σύνδεσης της οικονομίας με τους φυσικούς πόρους. Μέσω της ιστορικής αναδρομής που παρατίθεται στο Μέρος Α μελετάται ο εξέχων ρόλος των φυσικών πόρων στην λειτουργία της οικονομίας αλλά και στην ουσιαστική εξέλιξη της ανθρωπότητας.

Στο Μέρος Β της διπλωματικής εργασίας θα θέσουμε τις βάσεις της Οικονομικής του Περιβάλλοντος και θα ασχοληθούμε με την σύνδεση της κατανάλωσης φυσικών πόρων και ενέργειας με την τεχνολογική πρόοδο και την οικονομική ανάπτυξη. Στην συνέχεια εξετάζεται ο όρος βιωσιμότητα, οι σχετικές σχολές οικονομικής σκέψης που δημιουργήθηκαν καθώς και η ανάγκη, πλέον, για αποσύνδεση των φυσικών πόρων από την παραγωγή. Ακόμη, αναλύονται λεπτομερώς οι δείκτες που μας καταδεικνύουν την εν λόγω αποσύνδεση (Decoupling Index, Energy Intensity, Material Intensity) και παρατίθεται σχετικό case study αναφορικά με την σημαντικότητα του πληθυσμού στην προσπάθεια αυτή (Bithas & Kalimeris, 2018). Στο τέλος του Μέρους Β της διπλωματικής μελετάμε τον σημαντικότερο φυσικό πόρο «κίνησης» της οικονομίας: το πετρέλαιο.

Στο Μέρος Γ εξετάζεται η μελέτη περίπτωσης των Ηνωμένων Πολιτειών Αμερικής. Αφού αρχικά γίνεται μία σύντομη ιστορική αναδρομή σχετικά με την σύνδεση της οικονομίας της με τους εκάστοτε κινητήριους φυσικούς πόρους, γίνεται ανασκόπηση των δεδομένων που χρησιμοποιήθηκαν. Στην συνέχεια εξετάζονται αναλυτικά, με διαγραμματική απεικόνιση για την περίοδο 1965 – 2010, τα εξής 9 μεγέθη:

- ✚ Α.Ε.Π
- ✚ Εισόδημα (κατά κεφαλήν Α.Ε.Π)
- ✚ Χρηματοοικονομικές Υπηρεσίες
- ✚ Πρωτογενής Κατανάλωση Ενέργειας
- ✚ Ενεργειακή Ένταση
- ✚ Ενεργειακή Απόδοση
- ✚ Πληθυσμός
- ✚ Μέγεθος Νοικοκυριού
- ✚ Εκπομπές Διοξειδίου του Άνθρακα

Τέλος, με βάση την υπάρχουσα βιβλιογραφία θεωρούμε ως βασικότερους προσδιοριστικούς παράγοντες της Ενεργειακής Έντασης την ενεργειακή απόδοση – βελτίωση της τεχνολογίας και την στροφή της οικονομίας προς τις Υπηρεσίες, ειδικότερα τις Χρηματοοικονομικές και Διοικητικές Υπηρεσίες. Με χρήση της οικονομετρίας γίνεται προσπάθεια εντοπισμού του ποσοστού επίδρασης των εν λόγω προσδιοριστικών παραγόντων στον δείκτη της Ενεργειακής Έντασης των Η.Π.Α, όταν αυξάνονται κατά 1% έκαστος και επαλήθευσης της γενικότερης θεωρίας.

Σε αυτό το σημείο θα ήθελα να ευχαριστήσω ιδιαίτερω τον Καθηγητή κ.Κωνσταντίνο Μπίθα για την καθοδήγησή του στο γνωσιακό αντικείμενο της Οικονομικής των Φυσικών Πόρων

και την ανεκτίμητη επιστημονική καθώς και ψυχολογική υποστήριξη που μου παρείχε καθόλη την περίοδο εκπόνησης της διπλωματικής εργασίας . Επίσης θα ήθελα να ευχαριστήσω τον διδακτορικό φοιτητή κ.Παναγιώτη Δελή για τις πολύτιμες συμβουλές του στο οικονομετρικό κομμάτι της έρευνας αυτής.

**ΜΕΡΟΣ Α: Η ΔΙΑΧΡΟΝΙΚΗ ΣΥΝΔΕΣΗ ΤΩΝ ΦΥΣΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ ΜΕ**  
**ΤΗΝ ΟΙΚΟΝΟΜΙΑ**

## 1.1 Εισαγωγή

Σε αυτό το πρώτο μέρος της διπλωματικής εργασίας θα γίνει λόγος για την αλληλένδετη σχέση που παρουσιάζει ο ανθρώπινος πολιτισμός και κατ' επέκτασιν η οικονομία με τους φυσικούς πόρους διαχρονικά. Ειδικότερα θα εξετάσουμε την πορεία αυτής της σύνδεσης ως προς τη μορφή της ενέργειας. Ξεκινώντας τη μελέτη μας από την διαμόρφωση των πρώτων κιάλας ανθρώπινων κοινοτήτων, με την ανακάλυψη της φωτιάς, συνεχίζουμε με την μετάβαση στο αγροτικό καθεστώς οικονομίας και την δημιουργία των πρώτων μόνιμων αποικισμών, συνθέτοντας έτσι το πρώτο στάδιο της σύνδεσης του ανθρώπου με την ενέργεια: την Οικονομία της Οργανικής Ενέργειας.

Στην μετέπειτα πορεία του ανθρώπινου πολιτισμού συναντάμε την Οικονομία των Ορυκτών Καυσίμων, η οποία αποτελεί από τα μεγαλύτερα κεφάλαια του κοινωνικο – οικονομικού μεταβολισμού της ανθρωπότητας. Αυτή την περίοδο συμβαίνει πληθώρα τεχνολογικών και επιστημονικών ανακαλύψεων και σπουδαιών ανακατατάξεων στο πεδίο της χρήσης ενέργειας – φυσικών πόρων. Στον επόμενο σταθμό της αναζήτησης της σύνδεσης των φυσικών πόρων με την οικονομία εντοπίζουμε σύγχρονα ενεργειακά συστήματα αλλά και μορφές ενέργειας που συνκαθόρισαν την μέχρι τώρα πορεία της Παγκόσμιας Οικονομίας.

Τέλος, διαβλέπουμε την επιτακτική παγκόσμια ανάγκη για κατανάλωση ενέργειας, ένα «καύσιμο» ουσιαστικά της λειτουργίας της οικονομίας. Τον λόγο έχει το κράτος με τον ρόλο ως ρυθμιστή της αγοράς ενέργειας και την διαμόρφωση πολιτικών ενέργειας. Συμπερασματικά, υπογραμμίζεται η μετάβασή του ανθρώπινου πολιτισμού σε μία μεταβιομηχανική οικονομία, στραμμένη στην ανάπτυξη των υπηρεσιών και θα εξεταστεί το κατά πόσο είναι εφικτό να συντελεστεί με αυτόν τον τρόπο αισθητή μείωση στην παγκόσμια κατανάλωση ενέργειας και φυσικών πόρων. Το τελευταίο ερώτημα θα εξεταστεί αναλυτικότερα και στην μελέτη περίπτωσης – εμπειρική ανάλυση του τρίτου μέρους της διπλωματικής εργασίας.

## 1.2 Οικονομία Οργανικής Ενέργειας

### 1.2.1 Η ανακάλυψη της φωτιάς και οι πρώτες κοινότητες

Τον πρώτο και καθοριστικότερο σταθμό στην ανάπτυξη του ανθρώπινου πολιτισμού αποτέλεσε η ανακάλυψη της φωτιάς. Το γεγονός αυτό σήμανε την έλευση των παρακάτω γεγονότων (Bithas & Kalimeris, 2016):

- ✚ Με την χρήση της φωτιάς ουσιαστικά εφευρέθηκε το φως και με αυτόν τον τρόπο οι άνθρωποι δημιούργησαν τους πρώτους αποικισμούς – κοινότητες, τις οποίες πλέον χαρακτήριζε η ασφάλεια.
- ✚ Οι άνθρωποι κάνουν χρήση των πρώτων υπηρεσιών που παρέχει η ενέργεια: το μαγείρεμα της τροφής και η θέρμανση των κοινοτήτων (4- 500.000 χρόνια πριν). Αυτό επιτυγχάνεται με την καύση βιομάζας και κυρίως ξυλείας.
- ✚ Με την πάροδο του χρόνου εφευρίσκονται οι πρώτοι φούρνοι, οι οποίοι βελτιώνουν τη διαδικασία του μαγειρέματος και οδηγούν τους ανθρώπους στην ενασχόληση με τις πρώτες μορφές χειροτεχνίας. Με αυτό τον τρόπο επέρχεται η συγκρότηση της κεραμικής τέχνης.
- ✚ Οι πρώτοι άνθρωποι πληθυσμοί υιοθετούν έναν νομαδικό τρόπο ζωής, ο οποίος συγχρονίζεται με την αλλαγή των εποχών και την περιοδική ανάπτυξη των φυτών. Το τελευταίο αυτό γεγονός οδηγεί σιγά σιγά την ανθρωπότητα στο επόμενο σημείο – σταθμό της εξέλιξής της.

Ο άνθρωπος της περιόδου αυτής αναφέρεται ως κυνηγός-συλλέκτης τροφής και οι κοινότητες στις οποίες εντάσσεται αναπτύσσονται έχοντας ως περιορισμούς το μέγεθος της επικράτειας που αποικείται περιοδικά και τη διαθεσιμότητα της αξιοποιήσιμης βιομάζας ανά μονάδα γης. Καθώς δεν έχει την ικανότητα να βελτιώσει σκόπιμα τις δυνατότητες του οικοσυστήματος που κατοικεί, η συνεχόμενη αύξηση του πληθυσμού οδηγούσε σε υπερβολική εκμετάλλευση των φυσικών συστημάτων. Σε αυτό το σημείο η βιβλιογραφία υποστηρίζει ότι οι πρώτες κοινότητες ανθρώπων - συλλεκτών τροφής λειτουργούσαν με αποτελεσματικούς κοινωνικούς μηχανισμούς ώστε να διατηρείται η πυκνότητα του πληθυσμού χαμηλή και να αποφεύγονται οι αρνητικές επιπτώσεις στις φυσικές συνθήκες. Ο παγκόσμιος πληθυσμός αυξήθηκε με αργό ρυθμό στα 4 έως 5 εκατομμύρια και εισήχθηκε στην Νεολιθική πλέον Εποχή, η οποία χρονολογείται 10.000 χρόνια πριν (Krausmann, 2011).

### 1.2.2 Οι αγροτικές κοινωνίες

Η μετάβαση από το καθεστώς της κοινωνίας του κυνηγιού και της συλλογής τροφής σε ένα αγροτικό κοινωνικό καθεστώς αναφέρεται συνήθως ως Νεολιθική Επανάσταση, η οποία παρουσιάζει τα κάτωθι χαρακτηριστικά (Krausmann, 2011):

- ✚ Η ανάπτυξη της γεωργίας, όπως εύκολα μπορεί να ευνοηθεί, αποτελεί το βασικότερο χαρακτηριστικό αυτής της περιόδου, το οποίο και σηματοδοτεί την συγκρότηση των πρώτων μόνιμων αποικισμών σε μία περιοχή.

- ✚ Οι αγροτικές κοινωνίες τροφοδοτούνται από ένα σύστημα ηλιακής ενέργειας, η οποία αποθηκεύεται από τα φυτά μέσω της διαδικασίας της φωτοσύνθεσης στη βιομάζα.
- ✚ Οι γεωργικές τεχνικές επιτρέπουν στις ανθρώπινες κοινωνίες να αυξήσουν την αξιοποιήσιμη βιομάζα, κυρίως ζωικής προέλευσης για την εκτέλεση εργασιών και τη δημιουργία ιών στην κατασκευή ρούχων.
- ✚ Σε αντίθεση με τους κυνηγούς-συλλέκτες τροφής, ο άνθρωπος - γεωργός πλέον διαχειρίζεται ενεργά χερσαία και υδάτινα οικοσυστήματα, τροποποιώντας συστηματικά οι δυνατότητες των οικοσυστημάτων που κατοικεί. Η ανάπτυξη γεωργικών τεχνικών, η καλλιέργεια και η εξημέρωση των ζώων – κτηνοτροφία υποστηρίζουν ένα πολύ υψηλότερο επίπεδο χρήσιμης ενέργειας ανά μονάδα εδάφους σε σύγκριση με το καθεστώς του ανθρώπου κυνηγού – συλλέκτη τροφής.

Το τελευταίο χαρακτηριστικό είναι και το κρισιμότερο για την διάκριση των δύο οικονομικών καθεστώτων και συνοψίζει τις βασικές τους διαφορές στα ενεργειακά τους προφίλ και στην αλληλεπίδρασή τους με το περιβάλλον. Αναμφίβολα, η γεωργία σηματοδοτεί μια σημαντική μετάβαση στην ιστορία της ανθρωπότητας. Οι μελετητές όμως εξακολουθούν να είναι αναποφάσιστοι για τα αίτια της Νεολιθικής Επανάστασης. Υπάρχουν αποδείξεις πως η Νεολιθική Επανάσταση εμφανίστηκε παράλληλα σε διάφορες περιοχές του κόσμου από τις οποίες η «Γόνιμη Ημισέληνος» είναι ίσως η πιο γνωστή.

Αν και η κύρια πηγή ενέργειας εξακολουθεί να είναι η βιομάζα και επομένως το σύστημα εφοδιασμού ενέργειας παραμένει χερσαίο σύστημα με χαμηλή ενεργειακή πυκνότητα, το ποσοστό της αξιοποιήσιμης ενέργειας ανά μονάδα γης αυξάνεται κατά δύο με τρεις φορές, ανάλογα με τις φυσικές συνθήκες και τις γεωργικές τεχνικές που επικρατούν (Krausmann, 2011).

Η ενέργεια των αγροτικών κοινωνιών ονομάστηκε ελεγχόμενο ηλιακό ενεργειακό σύστημα και η βιομάζα εξακολουθεί να είναι η μόνη σημαντική πηγή ενέργειας για τον κοινωνικοοικονομικό μεταβολισμό, ανερχόμενη σε ποσοστό άνω του 95% του πρωτογενούς ενεργειακού εφοδιασμού. Οι μόνες επιπλέον πηγές ενέργειας είναι η υδραυλική και αιολική ενέργεια. Η εφεύρεση του νερόμυλου χρονολογείται 2.500 χρόνια πριν και φτάνοντας στο τέλος της Ρωμαϊκής Αυτοκρατορίας είναι πλέον ο κυρίαρχος μηχανισμός για θραύση σιτηρών, δημιουργία υφασμάτων, βυρσοδεψία και τήξη και διαμόρφωση του σιδήρου και της ξυλείας. Η διάδοση των υδρόμυλων και στη συνέχεια των ανεμόμυλων τον 12<sup>ο</sup> αιώνα στην Ευρώπη μείωσε το κόστος του αλεύρου και του ψωμιού. Στην Μεσαιωνική Εποχή συντελέστηκε μία Μικρή Βιομηχανική Επανάσταση και ιδίως στην Βρετανία, όπου η εργασία των ζώων στην παραγωγή προμήθευε πολύ περισσότερη ενέργεια απ' ότι ο ανεμόμυλος και ο υδρόμυλος. Ακόμη, στο τέλος της Μεσαιωνικής Εποχής, βλέπουμε τη διαμόρφωση των πρώιμων ενεργειακών πολιτικών, έχοντας ως σκοπό να αντιμετωπιστεί το πρόβλημα προμήθειας ξυλείας (Fouquet, 2011).

Τον 14<sup>ο</sup> και 15<sup>ο</sup> αιώνα μία σειρά αγροτικών κρίσεων στην Ευρώπη οδηγεί τον πληθυσμό σε εσωτερική μετανάστευση και ενισχύει τη συγκέντρωση σε αστικά κέντρα. Το γεγονός αυτό γέννησε ένα μεγάλο εργατικό δυναμικό ικανό να εργαστεί για τη βιομηχανία ζυθοποιίας και κλωστοϋφαντουργίας, με τη δημιουργία οικονομικών κλίμακας στην παραγωγή, καθιστώντας

τα εν λόγω προϊόντα πιο φθηνά. Τον 16<sup>ο</sup> και 17<sup>ο</sup> αιώνα η οικονομία ανθίζει και προκειμένου να διαχειριστεί τη μετάλλαξή της σε μια βιομηχανική οικονομία έχει την ανάγκη μιας αξιόπιστης πηγής καυσίμου για θέρμανση. Η απάντηση έρχεται από την υγρή ύπαιθρο των περιοχών των Κάτω Χωρών, η οποία δημιούργησε μεγάλες ποσότητες τύρφης (φυτάνθρακας), η οποία με τον αργό ρυθμό ανάπτυξής της στο έδαφος ήταν μία μη ανανεώσιμη πηγή ενέργειας. Φλαμανδικές πόλεις όπως η Αμβέρσα και η Μπριζ, είχαν ήδη εκμεταλλευτεί αυτή τη πηγή ενέργειας από τον 13<sup>ο</sup> κιόλας αιώνα. Η προσφορά της εξαρτιόταν από τη διαθεσιμότητα γης, δηλαδή τη συγκέντρωση των αποθεμάτων και αυτή ήταν ουσιαστικά η διαφορά της από τα παραδοσιακά καύσιμα βιομάζας. Αποτέλεσε τον

«διαμεσολαβητή» μεταξύ των οργανικών και ορυκτών καυσίμων, με την ανάπτυξη της οικονομίας να εξαρτάται κατά μεγάλο ποσοστό από αυτή. Αργά ή γρήγορα όμως θα έφτανε στα όρια των αποθεμάτων της, γεγονός που ήγειρε προβληματισμό. Η απάντηση βρέθηκε με τη στροφή σε έναν φυσικό πόρο με μεγαλύτερο βάθος αποθεμάτων, του οποίου η εισαγωγή ξεκίνησε από την Βρετανία τον 18<sup>ο</sup> αιώνα: τον γαιάνθρακα (Fouquet, 2011).

### 1.3 Οικονομία Ορυκτών Καυσίμων

Το σημείο – σταθμός στην ανθρώπινη ιστορία που καθόρισε την μετάβαση από την Οργανική Οικονομία στην Οικονομία των Ορυκτών Καυσίμων, ήταν μία τεχνολογική ανακάλυψη η οποία χαρακτήρισε την εποχή ανακάλυψής της ως «Βιομηχανική Επανάσταση», και αυτή ήταν η εφεύρεση της ατμομηχανής. Οι ανάγκες της ανθρωπότητας πλέον πια εξυπηρετούνται από αποθέματα βιομάζας τα οποία ήταν συσσωρευμένα στην κρούστα της Γης για εκατοντάδες χιλιάδες χρόνια. Με την χρήση τους η χημική ενέργεια μέσω μιας συγκριμένη διαδικασίας μετατρέπεται σε μηχανική ενέργεια. Αρχικά η χρησιμότητά της έγκειται στην άντληση νερού από τα ορυχεία γαιάνθρακα, αλλά στη συνέχεια, με τις βελτιώσεις του Σκωτσέζου μηχανικού, James Watt, ήταν πλέον ικανή να εξάγει περισσότερο γαιάνθρακα, να αποτελέσει την κινητήρια δύναμη στην λειτουργία της βιομηχανίας παραγωγής, των τρένων και των πλοίων. Τον 18<sup>ο</sup> αιώνα πολλές βιομηχανίες αντικαθιστούν την ξυλεία με γαιάνθρακα: από το 1900 η ατμομηχανή προμήθευε τα δύο τρίτα του συνόλου των υπηρεσιών παγκοσμίως. Το 90% των χερσαίων μεταφορών προϊόντων εξυπηρετούνταν από την ανάπτυξη του σιδηροδρομικού δικτύου και το 80% των θαλάσσιων μεταφορών πραγματοποιούνταν μέσω των ατμόπλοιων, ενώ τον 19<sup>ο</sup> αιώνα οι υπηρεσίες θέρμανσης μεταβαίνουν από την χρήση της οργανικής βιομάζας πλέον σε γαιάνθρακα. (Bithas & Kalimeris, 2016).

Αξίζει να αναφέρουμε πως ο ρυθμός αφομοίωσης του άνθρακα ως κινητήρια πλέον δύναμη της οικονομίας ήταν διαφορετικός ανά περιοχή: για παράδειγμα, το 1850 λιγότερο από το 10% των αναγκών ενέργειας των Η.Π.Α εξυπηρετούνταν από γαιάνθρακα ενώ το 1910 το ποσοστό αυτό έφτασε το 90%. Η ενεργειακή μετάβαση στις Η.Π.Α διήρκεσε 60 χρόνια, ενώ η ίδια μετάβαση στην Βρετανία διήρκεσε 200 χρόνια, από το 1600 έως το 1800. Αυτό το γεγονός υποδεικνύει πως όσο μεγαλύτερο είναι το εύρος χρήσης της τεχνολογίας που λειτουργεί την «νέα» μορφή διαθέσιμης ενέργειας, η ταχύτητα της μετάβασης αυξάνεται. Ωστόσο, η ενεργειακή μετάβαση θα περιορίζεται πάντα από τη διαδικασία της κατάρτησης των παλαιών τεχνολογιών και την εγκατάσταση της υποδομής που συνδέεται με το νέο ενεργειακό σύστημα. Η βιομηχανοποίηση με βάση τον άνθρακα χαρακτηρίστηκε από μια ισχυρή σύνδεση μεταξύ της βιομηχανικής παραγωγής και της αυξανόμενης ζήτησης για ανθρώπινους και ζωικούς πόρους και την αύξηση του πληθυσμού (Fouquet & Pearson 2006; Bithas & Kalimeris, 2016).

Στο Ηνωμένο Βασίλειο καθώς και στο μεγαλύτερο μέρος της Ευρώπης, η ολική διείσδυση των ορυκτών καυσίμων στο ενεργειακό σύστημα ολοκληρώθηκε μόνο μετά τη δεκαετία του 1950, κατά τη διάρκεια της λεγόμενης Δεύτερης Βιομηχανικής Επανάστασης όταν το πετρέλαιο, ο κινητήρας εσωτερικής καύσης και η γενική ηλεκτροδότηση αντικατέστησε τις παλαιότερες τεχνολογίες με βάση τον άνθρακα και οδήγησε σε αποσύνδεση της βιομηχανικής παραγωγής από την ανθρώπινη εργασία και στην εκβιομηχάνιση της γεωργίας. Η εισαγωγή του πετρελαίου και των υπό – προϊόντων του ενίσχυσαν την βιομηχανία ορυκτών καυσίμων, τα πρώτα εδάφη με εκτεταμένα πετρελαϊκά κοιτάσματα ανακαλύφθηκαν το 1860 στην περιοχή της Πενσυλβάνια, Βορειοανατολικά των Ηνωμένων Πολιτειών. Όπως και στην Πρώτη Βιομηχανική Επανάσταση, ο πραγματικός ρόλος που καθόρισε την εκτεταμένη χρήση



του πετρελαίου ήταν η εφεύρεση της μηχανής εσωτερικής καύσης στην Γερμανία το 1880. Η υιοθέτηση της μηχανής εσωτερικής καύσης στην αρχή του 20<sup>ου</sup> αιώνα σήμανε το γεγονός της εκτεταμένης χρήσης του πετρελαίου στον κλάδο των μεταφορών (Krausmann 2011; Grübler 1998; McNeill 2000; Fouquet 2011; Yergin 1991).

Το 1880 η εταιρεία Standard Oil κατάφερε να ελέγξει την ποιότητα των πετρελαιοειδών προϊόντων και τις τιμές τους, αποτελώντας τον κύριο παραγωγό και προμηθευτή και δραστηριοποιούμενη σε μια συνεχώς μεταβλητή αγορά παρείχε σταθερότητα στους πελάτες της. Η μείωση των τιμών των αυτοκινήτων όμως μεταξύ των δύο Παγκοσμίων Πολέμων οδήγησε σε μία τεράστια αύξηση της βενζίνης. Η Standard Oil διαλύθηκε έπειτα από την εφαρμογή των βορειοαμερικανικών αντιμονοπωλιακών νόμων, περισσότεροι προμηθευτές εισήλθαν στην αγορά των καυσίμων και η τιμή του πετρελαίου μειώθηκε σταδιακά την περίοδο 1930 – 1970. Μετά τον Δεύτερο Παγκόσμιο Πόλεμο, η ζήτηση για ιδιωτικές μεταφορές αυξήθηκε ως αποτέλεσμα της συνεχούς αύξησης της παγκόσμιας παραγωγής και κατανάλωσης πετρελαίου. Ακόμη, το πετρέλαιο άρχισε να χρησιμοποιείται και σε άλλες υπηρεσίες, όπως στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας και στη θέρμανση (Fouquet, 2011).

Μπορεί η κατανάλωση άνθρακα από την αρχή κιόλας του 20<sup>ου</sup> αιώνα να υπερβαίνει την κατανάλωση της βιομάζας, αλλά από την δεκαετία του '60 το πετρέλαιο κατέχει την κυρίαρχη θέση σε ποσοστά κατανάλωσης. Η μέγιστη παραγωγή πετρελαίου σημειώνεται το 1960 στις Η.Π.Α και οι ανησυχίες για τη διατήρηση μιας σταθερής προσφοράς ενέργειας αυξάνονται. Αυτή η περίοδος σηματοδοτείται από την ταχέα αυξανόμενη κατά κεφαλήν ενεργειακή κατανάλωση, η οποία διήρκεσε μέχρι και την πετρελαϊκή κρίση του 1970. Από το σημείο αυτό και έπειτα η ανάπτυξη της κατά κεφαλήν κατανάλωσης ενέργειας στις βιομηχανικές χώρες μειώθηκε σημαντικά (Krausmann 2011; Bithas & Kalimeris, 2016).

Την δεκαετία του 1970, οι Ηνωμένες Πολιτείες ήταν πλέον ο μεγαλύτερος παραγωγός πετρελαίου στον κόσμο αλλά το πρωτοφανές γεγονός ότι η εγχώρια κατανάλωση υπερέβη την προσφορά οδήγησε τις εταιρείες να χάσουν την ικανότητα ελέγχου των τιμών και της σταθεροποίησής τους, καθώς δεν ήταν δυνατόν να αυξήσουν την παραγωγή τους. Κατά αυτόν τον τρόπο, η βιομηχανία πετρελαίου της Σαουδικής Αραβίας απέκτησε προνομιακή θέση: ως μέλος του OPEC (Organization of Petroleum Exporting Countries) και «απατόντας» στις Ευρωπαϊκές και Βορειοαμερικανικές πολιτικές στη Μέση Ανατολή αύξησε τις τιμές της και περιόρισε την προσφορά της. Η κατάληξη αυτού του διεθνούς σκηνικού ήταν το ξέσπασμα της πετρελαϊκής κρίσης το 1973. Οι τιμές του πετρελαίου με το ξέσπασμα της δεύτερης πετρελαϊκής κρίσης την περίοδο 1979 – 1980 (Επανάσταση του Ιράν και Πόλεμος στο Ιράκ) αυξήθηκαν περειαίρω, όπως και η ανησυχία για την δυνατότητα προσφοράς πετρελαίου από την Μέση Ανατολή (Fouquet, 2011).

## 1.4 Σύγχρονα Ενεργειακά Συστήματα

Οι πετρελαϊκές κρίσεις του 1973 και 1979 οδηγούν στην ραγδαία αύξηση μιας εναλλακτικής μορφής ενέργειας: του φυσικού αερίου. Η κατανάλωσή του από το 1970 και έπειτα αυξάνεται ραγδαίως, ενώ η υδραυλική, πυρηνική και γεωθερμική ηλεκτρική ενέργεια αυξάνεται με σταθερό ρυθμό. Η κατανάλωση του φυσικού αερίου αξίζει να αναφέρουμε πως ραγδαίως είχε αυξηθεί επίσης μετά το τέλος του Δευτέρου Παγκοσμίου Πολέμου, αλλά η χρησιμότητά του ως ενεργειακός πόρος διαφαίνεται από αρκετά χρόνια πριν. Συγκεκριμένα, το αέριο, ως παράγωγο του άνθρακα, για πρώτη φορά χρησιμοποιήθηκε στα μέσα του 19<sup>ου</sup> αιώνα για φωτισμό των δρόμων των βιομηχανικών περιοχών. Στα τέλη του 19<sup>ου</sup> αιώνα, οι προμηθευτές του ερχόμενοι αντιμέτωποι με τον «αντίπαλο» του, την ηλεκτρική ενέργεια, βελτίωσαν την αποδοτικότητα των προϊόντων του, παρατείνοντας με αυτή την κίνηση την χρήση του και «καθυστερώντας» την υιοθέτηση του ηλεκτρισμού σε πολλές χώρες. Αναζητώντας νέες χρήσεις του, το αέριο χαρακτηρίστηκε ως ένα ως καύσιμο θέρμανσης χωρίς εκπομπή καπνού (Thornsheim 2002; Fouquet 2011; Bithas & Kalimeris, 2016).

Το φυσικό αέριο, μη μετασχηματισμένο από άνθρακα, εμφανίζεται κατά την άντληση πετρελαίου. Όπως ήδη έχει αναφερθεί, οι φόβοι για την σταθερότητα προσφοράς πετρελαίου ως καύσιμο και η πετρελαϊκή κρίση στρέφει τους καταναλωτές στην προτίμηση του φυσικού αερίου. Συγκεκριμένα, μέχρι το 2000 το φυσικό αέριο κατέχει το 21% της διεθνούς αγοράς ενέργειας (Fouquet, 2011).

Η πετρελαϊκή κρίση προκάλεσε διαφορετικές κυβερνητικές αντιδράσεις οι κυριότερες από τις οποίες ήταν (Fouquet, 2011):

- Η εφαρμογή αυστηρών πολιτικών μέτρων στις χώρες που κατέχουν αποθέματα πετρελαίων.
- Η αναζήτηση και εύρεση κοιτασμάτων πετρελαίου.
- Η αξιοποίηση άλλων μορφών ενέργειας.

Εξετάζοντας την τιμή του πετρελαίου διαχρονικά, βλέπουμε πως από τα μέσα του 1980 έως και την δεκαετία του 1990 πραγματοποιεί μία πτώση σε πολλές χώρες που η παραγωγή τους συνδέεται με αυτό. Συνέπεια των χαμηλών τιμών, σε συνδυασμό με την ταχέως αναπτυσσόμενη οικονομία της Ασίας αλλά και άλλων περιοχών είναι η κατακόρυφη αύξηση της κατανάλωσής του. Η πολιτική αστάθεια στη Μέση Ανατολή, στον βασικότερο πυλώνα εξαγωγής πετρελαίου του 21<sup>ου</sup> αιώνα, εκτινάσσει τις τιμές του στα ύψη. Στα τέλη της πρώτης δεκαετίας του αιώνα που διανύουμε η διεθνής οικονομία υπεισέρχεται σε ύφεση οι τιμές του πετρελαίου μειώνονται, με τις εταιρείες ενέργειας να επεκτείνουν τα αποθέματα και τις δραστηριότητές τους (Mitchel, 2003; BP, 2007; Fouquet, 2011).

Από τα τέλη του 19<sup>ου</sup> με τις αρχές του 20<sup>ου</sup> αιώνα η ηλεκτρική ενέργεια ήταν ένα από τα βασικά στοιχεία που συντέλεσαν στην ανάπτυξη της «Δεύτερης Βιομηχανικής Επανάστασης». Ο μετασχηματισμός της χημικής ενέργειας και η μηχανή εσωτερικής καύσης αναδιαμόρφωσαν το τεχνολογικό υπόβαθρο των βιομηχανικών χωρών. Ο ηλεκτρισμός οδήγησε σε σταδιακή ανεξαρτητοποίηση από τους περιορισμούς της τοποθεσίας που είχαν οι πρώιμες μορφές ενέργειας: ο υδρόμυλος απαιτείται να είναι εγκατεστημένος σε μία πηγή

τρεχούμενου νερού, ενώ η ατμομηχανή πρέπει να διαθέτει μεγάλα αποθέματα άνθρακα ή να είναι τοποθετημένη κοντά σε ένα σημείο εξόρυξής του. Αντιθέτως, ο ηλεκτρισμός μπορεί να μεταδοθεί σε ένα ευρύ φάσμα περιοχών, γεγονός στο οποίο η ατμομηχανή αποτύχαινε. Αν και σήμερα η ηλεκτρική ενέργεια έχει παρεκκλίνει απολέσει την ιδιότητα του μειωμένου κόστους που κάποτε κατείχε, η προτίμηση και η εμπιστοσύνη των καταναλωτών για τεχνολογίες ηλεκτρισμού δεν έχουν μειωθεί. Ο ηλεκτρισμός είναι ευρέως διαδεδομένος και αποτελεί κυρίαρχη μορφή ενέργειας στην οικονομική ζωή των βιομηχανικών χωρών (Schurr et al., 1990; Rosenberg, 1998).

## **1.5 Η Παγκόσμια Ανάγκη για κατανάλωση ενέργειας και η διαχρονική διαμόρφωση των Πολιτικών Ενέργειας**

Μέσα από τη διαχρονική μετάβαση της οικονομίας από το ένα ενεργειακό καθεστώς στο επόμενο διαφαίνεται έντονα ο καθοριστικός ρόλος της ενέργειας στην ανάπτυξη του ανθρώπινου πολιτισμού, των εφευρέσεων και των τεχνολογικών ανακαλύψεων, της επιστημονικής καινοτομίας και, εν τέλει, την βελτίωση της ανθρώπινης διαβίωσης. Η ανάγκη για κατανάλωση ενέργειας είναι καθημερινή και το φαινόμενο αυτό παγκόσμιο. Η θέρμανση, η μεταφορά, ο φωτισμός είναι ανάγκες που απαιτούν κατανάλωση ενέργειας και διαχρονικά γίνεται προσπάθεια για την αύξηση της αποδοτικότητας και της αποτελεσματικότητάς τους. Αποτέλεσμα αυτής της επιταγής για εκτεταμένη κατανάλωση ενέργειας, όπως θα δούμε και στη συνέχεια, είναι η διαμόρφωση Περιβαλλοντικών Πολιτικών ή Πολιτικών Ενέργειας. Ως **Περιβαλλοντική Πολιτική** ορίζεται η παρεμβατική διαδικασία η οποία στοχεύει στην άριστη κατανομή του περιβάλλοντος μεταξύ των ανταγωνιστικών χρήσεων του και κατά επέκταση στην αποτελεσματική προστασία του (Μπίθας, 2012).

### ***1.5.1 Η Ανάγκη για Κατανάλωση Ενέργειας***

Μία από τις μεγαλύτερες αλλαγές που συντελέστηκε στην σύγχρονη βιομηχανική κοινωνία είναι η άνθιση της μαζικής παραγωγής και κατ' επέκτασιν της μαζικής κατανάλωσης. Μέσα σε διάστημα 30 χρόνων, από το 1930 έως και το 1960, η μαζική παραγωγή και κατανάλωση στις Η.Π.Α μετατρέπεται σε καθολικό φαινόμενο, χαρακτηρίζοντας πλέον τις βιομηχανικές χώρες. Η προσφορά προϊόντων είναι τεράστια και σε τιμές οικονομικά ανεκτές, αυξάνοντας την κατά κεφαλήν χρήση των φυσικών πόρων. Από το γεγονός αυτό παρατηρήθηκε και η συγκρότηση μιας ταχέως αναπτυσσόμενης μεσαίας τάξης από το 1950 και έπειτα (Krausmann 2011; Lutz 1989).

Σε αυτή την περίοδο, η δομή και το μέγεθος των βιομηχανιών απαιτούν πλέον τεράστιες ποσότητες ενέργειας και φυσικών πόρων, με σκοπό να ανταποκριθούν στην ζήτηση που αυξάνεται κατακόρυφα. Στην οικονομία των ορυκτών καυσίμων η ανθρώπινη εργασία υποκαθίσταται, με την βιομηχανία να είναι πλέον ικανή να επεξεργάζεται μεγαλύτερες ποσότητες υλικών, κάτι το απαραίτητο ώστε να επιτευχθεί η μαζική παραγωγή και κατανάλωση. Τα νοικοκυριά των βιομηχανικών χωρών λειτουργούν με μεγάλα αποθέματα ενέργειας και κάνουν χρήση καταναλωτικών αγαθών που απαιτούν έντονη χρήση των φυσικών πόρων. Με την αύξηση του εισοδήματος, γραμμικά αυξάνεται και η έκταση του νοικοκυριού ανά άτομο, συνεπώς η ζήτησή της ενέργειας για θέρμανση και φωτισμό γίνεται όλο και μεγαλύτερη. Το νοικοκυριό χαρακτηρίζεται ως «σύγχρονο» και διαθέτει έναν μεγάλο αριθμό οικιακών ηλεκτρικών συσκευών, όπως το ψυγείο και ο φούρνος. Οι συσκευές αυτές καταναλώνουν την αντίστοιχη ενέργεια που απαιτείται για μαγείρεμα, καθαριότητα και τηλεπικοινωνία. Συμπερασματικά, η αύξηση του εισοδήματος και η βελτίωση των συνθηκών διαβίωσης οδήγησε σε δραστηριότητες που απαιτούν αυξημένη κατανάλωση ενέργειας (Krausmann, 2011).

Στο καθεστώς της αγροτικής κοινωνίας είδαμε πως η στενότητα των αγαθών, η φτώχεια και η υπερεκμετάλλευση των φυσικών πόρων ήταν θέματα που απασχολούσαν την τότε κοινωνία. Με την μετάβαση στο βιομηχανικό καθεστώς συναντάμε μονίμως το θέμα της αφθονίας των αγαθών, παρότι είναι άνισα κατανομημένα. Το γεγονός αυτό οδήγησε σε υπερβολικά εκτεταμένη χρήση των φυσικών πόρων και της ενέργειας, με αποτέλεσμα το καθεστώς της βιομηχανοποιημένης οικονομίας να συναντάει **προβλήματα βιωσιμότητας**. Η πίεση των φυσικών οικοσυστημάτων σε τοπικό και διεθνές επίπεδο συντελέστηκε με διάφορους τρόπους, όπως η εκπομπή ρύπων σε αυτό και η ρήψη των βιομηχανικών αποβλήτων. Αν και αρκετά προβλήματα κατάφεραν να επιλυθούν σε έναν βαθμό με την βοήθεια της τεχνολογίας, όπως η όξινη βροχή, η πλειοψηφία των προβλημάτων συνεχίζει να υφίσταται και τείνει να αποκτά μεγαλύτερες διαστάσεις, επιβαρύνοντας τις περιβαλλοντικές συνθήκες σε διεθνές και τοπικό επίπεδο. Τέτοια προβλήματα είναι η απώλεια της βιοποικιλότητας και η παγκόσμια κλιματική αλλαγή, η οποία πηγάζει από την αλλαγή στην σύνθεση της ατμόσφαιρας. Το βιομηχανικό καθεστώς που διανύουμε βασίζεται στην χρήση εξαντλήσιμων φυσικών πόρων και πολλοί είναι οι υποστηρικτές της δυνατότητας υποκατάστασής τους μέσω της τεχνολογίας για την υπέρβαση των ενίοτε προβλημάτων. Εναντίον αυτής της θέσης υποστηρίχθηκε από την επιστημονική κοινότητα πως το βιομηχανικό καθεστώς στερείται τις δυνατότητες βιωσιμότητας εξ ορισμού. Επίσης, μία μετάβαση σε ένα βιώσιμο βιομηχανικό καθεστώς απαιτεί την εύρεση τρόπων για δραστηκή μείωση της χρήσης φυσικών πόρων και ενέργειας στις διεργασίες του. Ακόμη αναφέρεται ότι η υψηλή ενεργειακή του σύσταση μπορεί να διατηρηθεί χρησιμοποιώντας ανανεώσιμους φυσικούς πόρους ή ανακαλύπτοντας νέους (Krausmann, 2011; Ayres & Warr 2009; Sieferle 1997).

### *1.5.2 Η Διαμόρφωση Πολιτικών Ενέργειας*

Από τις αγροτικές οικονομίες ο ρόλος της κυβέρνησης στο να επηρεάζει τις αγορές ενέργειας ήταν εξαιρετικά μικρός, σχεδόν οριακός. Σκοπός και βασική της προτεραιότητα ήταν η ενίσχυση της εξουσίας που διέθετε και η διαφύλαξη της ειρήνης του κράτους. Τους δύο τελευταίους αιώνες το γεγονός αυτό έχει υποστεί μεγάλες αλλαγές, με την κυβέρνηση να λαμβάνει ενεργό ρόλο στην διαμόρφωση της αγοράς ενέργειας. Η εισαγωγή οικονομικών πολιτικών, όπως η φορολόγηση ή οι άδειες ρύπων έχουν ισχυρές επιπτώσεις στην οικονομία. Τον 19<sup>ο</sup> και 20<sup>ο</sup> αιώνα παρατηρείται η σύσταση εταιρειών προμήθειας ενέργειας, αρχικά γαιάνθρακα και μετέπειτα πετρελαίου, στις οποίες η επίδραση κυβερνητικών μέτρων ήταν ελάχιστη, χωρίς άμεση επίπτωση στην αγορά ενέργειας: η κεντρική ρύθμιση ήταν η βελτίωση της ασφάλειας των εργαζομένων (Fouquet, 2011; Fouquet, 2008; Jupp, 2006).

Από τα μέσα του 20<sup>ου</sup> αιώνα και ειδικότερα στον Δεύτερο Παγκόσμιο Πόλεμο αρχίζει και γίνεται αισθητή η σύνδεση του ρόλου της κυβέρνησης με την αγορά ενέργειας. Η σύνδεση του ανεφοδιασμού των μαχητικών ένοπλων επιχειρήσεων με τα ενεργειακά αποθέματα, όπως τα καύσιμα, είναι προφανής και εξαιρετικής σημασίας. Για τον λόγο αυτό λοιπόν πολλές χώρες αποφάσισαν να εθνικοποιήσουν τις πετρελαϊκές εταιρείες και τις εταιρείες ηλεκτρισμού. Το 1980 το Ηνωμένο Βασίλειο «αποδόμησε» αυτή την μορφή αγοράς ενέργειας και στις αρχές του 21<sup>ου</sup> αιώνα πολλές χώρες της Ευρώπης ακολουθούν το παράδειγμά του με

σκοπό την αύξηση της ανταγωνιστικότητας στην ευρωπαϊκή αγορά. Ερώτηση που απασχολεί την διεθνή κοινότητα είναι αν θα ήταν εφικτός ο έλεγχος της διεθνούς αγοράς ενέργειας υπό την σύσταση και λειτουργία μιας Διεθνούς Ρυθμιστικής Αρχής, πέραν του έργου που ήδη πραγματοποιεί η Ευρωπαϊκή Ένωση (Chick, 2007; Newbery, 1996; Fouquet, 2011).

Στις βιομηχανικές χώρες τις τελευταίες δεκαετίες ο ρυθμός χρήσης φυσικών πόρων και ενέργειας επιβραδύνθηκε σημαντικά και σε ορισμένες σπάνιες περιπτώσεις άρχισε να μειώνεται. Μπορεί πλέον οι περισσότερες κύριες βιομηχανικές οικονομίες να έχουν χάσει την έντονη δυναμική της βιοφυσικής ανάπτυξης, διατηρούν όμως ένα υψηλό επίπεδο χρήσης ενέργειας και φυσικών πόρων. Ήδη από την δεκαετία του 1970 έχει παρατηρηθεί η στροφή προς μια μεταβιομηχανική οικονομία ή οικονομία των υπηρεσιών, γεγονός όμως που δεν έχει οδηγήσει στην κατάργηση της χρήσης των φυσικών πόρων και ενέργειας ως δομικά χαρακτηριστικά του βιομηχανικού καθεστώτος ή σε σημαντική μείωσή τους. Παρά το γεγονός ότι ο τομέας των ταχέως αναπτυσσόμενων υπηρεσιών συμβάλλει στην περαιτέρω οικονομική ανάπτυξη με χαμηλότερη ένταση χρήσης φυσικών πόρων και ενέργειας από τον βιομηχανικό τομέα, η οικονομία συνεχίζει να στηρίζεται σε βιομηχανικές υποδομές χωρίς να τις υποκαθιστά. Θα μπορούσαμε να πούμε πως περισσότερο διαφαίνεται να κατέχει έναν προσθετικό παρά συμπληρωματικό ρόλο στην χρήση πόρων και ενέργειας. Τομείς της οικονομίας των υπηρεσιών, όπως ο τουρισμός ή η υγειονομική περίθαλψη συνδέονται με σημαντικές απαιτήσεις υλικών και ενέργειας, συνεπώς η κινητικότητα και η μαζική παραγωγή και κατανάλωση δεν εξαφανίζονται. Ως εκ τούτου, είναι απίθανο να επιτευχθεί η μετάβαση από τη βιομηχανική οικονομία σε μία οικονομία υπηρεσιών η οποία θα οδηγήσει στις απόλυτη αποσύνδεση (decoupling) φυσικών πόρων – ενέργειας και οικονομικής ανάπτυξης, λύνοντας τα προβλήματα βιωσιμότητας (Haberl et al., 2006; Weisz et al., 2006; Bullard and Herendeen, 1975; Krausmann, 2011).

**ΜΕΡΟΣ Β: ΦΥΣΙΚΟΙ ΠΟΡΟΙ ΚΑΙ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΑΝΑΠΤΥΞΗ**

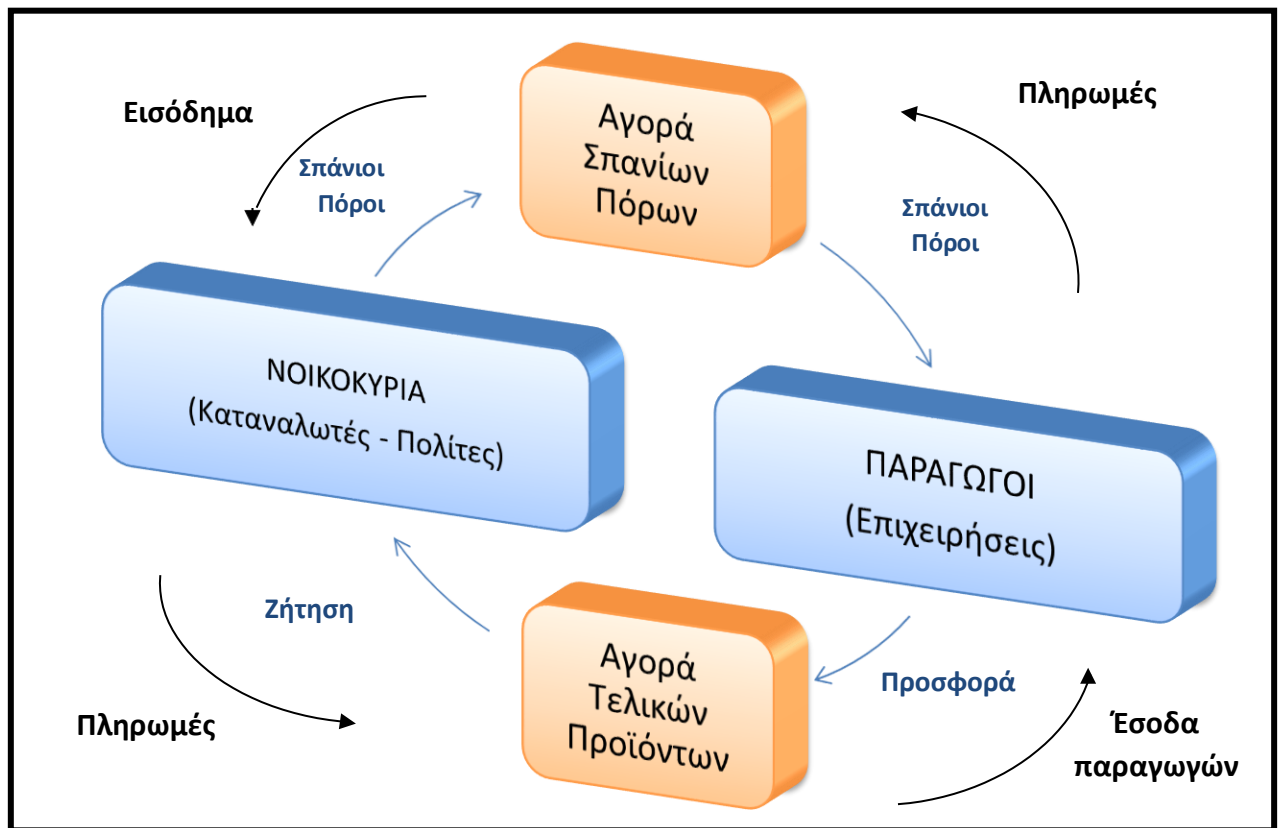
## 2.1 Η Οικονομική διαδικασία και ο Νόμος της Εντροπίας

Με σκοπό την μελέτη των οικονομικών δραστηριοτήτων που επιτελούνται χονδρικά εντός μίας οικονομίας, οδηγούμαστε στην έννοια του οικονομικού κυκλώματος. Το οικονομικό κύκλωμα που θα εξεταστεί αποτελεί την απλουστευμένη μορφή του ήδη υπάρχοντος, απουσιάζοντας το κράτος, οι αποταμιεύσεις και λοιποί οικονομικοί φορείς. Παρά την απουσία τους όμως, η λειτουργία τους συνοψίζεται στους βασικούς φορείς που απαρτίζουν το οικονομικό κύκλωμα που μελετάμε. Αυτή η προσέγγιση αποτελεί και την παραδοσιακή θεώρηση της σύνδεσης του Περιβάλλοντος με την Οικονομία, η οποία περιλαμβάνει την δράση δύο βασικών φορέων, τα Νοικοκυριά και τους Παραγωγούς. Οι δράσεις είναι αμφίδρομες και όπως απεικονίζονται και στο Σχήμα 2.1 οι ροές έχουν δύο κατευθύνσεις:

- ✚ **Από τα Νοικοκυριά προς τους Παραγωγούς:** Οι καταναλωτές – πολίτες που απαρτίζουν τα νοικοκυριά κατέχουν σπάνιους πόρους όπως η εργασία και η γη, από την πώληση των οποίων στις επιχειρήσεις, δηλαδή στους Παραγωγούς, αποκτούν το εισόδημά τους. Σπάνιους πόρους κατέχουν όμως και οι ιδιοκτήτες των επιχειρήσεων, μια μερίδα πολιτών. Τέτοιοι πόροι, όπως ο μηχανολογικός εξοπλισμός, πωλούνται ή ενοικιάζονται στις επιχειρήσεις και με αυτόν τον τρόπο η μερίδα των εν λόγω πολιτών αποκτάει εισόδημα.
- ✚ **Από τους Παραγωγούς προς τα Νοικοκυριά:** Οι επιχειρήσεις, κάνοντας χρήση των σπανίων πόρων – συντελεστών παραγωγής που απέκτησαν και της ήδη υπάρχουσας τεχνολογίας, παράγουν προϊόντα με σκοπό να τα πωλήσουν στους καταναλωτές, διαμορφώνοντας τη προσφορά. Οι καταναλωτές με την σειρά τους αγοράζουν τα προϊόντα κατά αναλογία διαφόρων παραγόντων, όπως οι προτιμήσεις ή το εισόδημά τους, διαμορφώνοντας έτσι τη ζήτηση. Κατά την αγορά τους οι καταναλωτές πραγματοποιούν πληρωμές, οι οποίες μετασχηματίζονται στα έσοδα των επιχειρήσεων.

Από το ίδιο σχήμα μπορούμε να κάνουμε άλλες δύο διακρίσεις, όσον αφορά τις ροές του οικονομικού συστήματος. Η πρώτη είναι όσον αφορά το ποιόν των ροών. Στο Σχήμα 2.1 με τα μαύρη βέλη σχηματίζεται ένας κύκλος χρηματικών ροών: πληρωμές – εισόδημα – πληρωμές – έσοδα. Με τα γαλάζια βέλη παρατηρούμε μία ροή υλικών (πόροι – προϊόντα). Η δεύτερη διάκριση είναι και αυτή που, συνδυαστικά με τις ροές χρημάτων – υλικών μεγεθών, διαμορφώνει τις βασικές αγορές που υφίστανται: η αγορά των σπανίων πόρων (ή παραγωγικών συντελεστών) και η αγορά των τελικών προϊόντων. Αυτές οι αγορές διαφαίνονται στο ενδιάμεσο των εκάστοτε ροών στο Σχήμα 2.1.





**Σχήμα 2.1: Παραδοσιακή προσέγγιση του οικονομικού συστήματος**

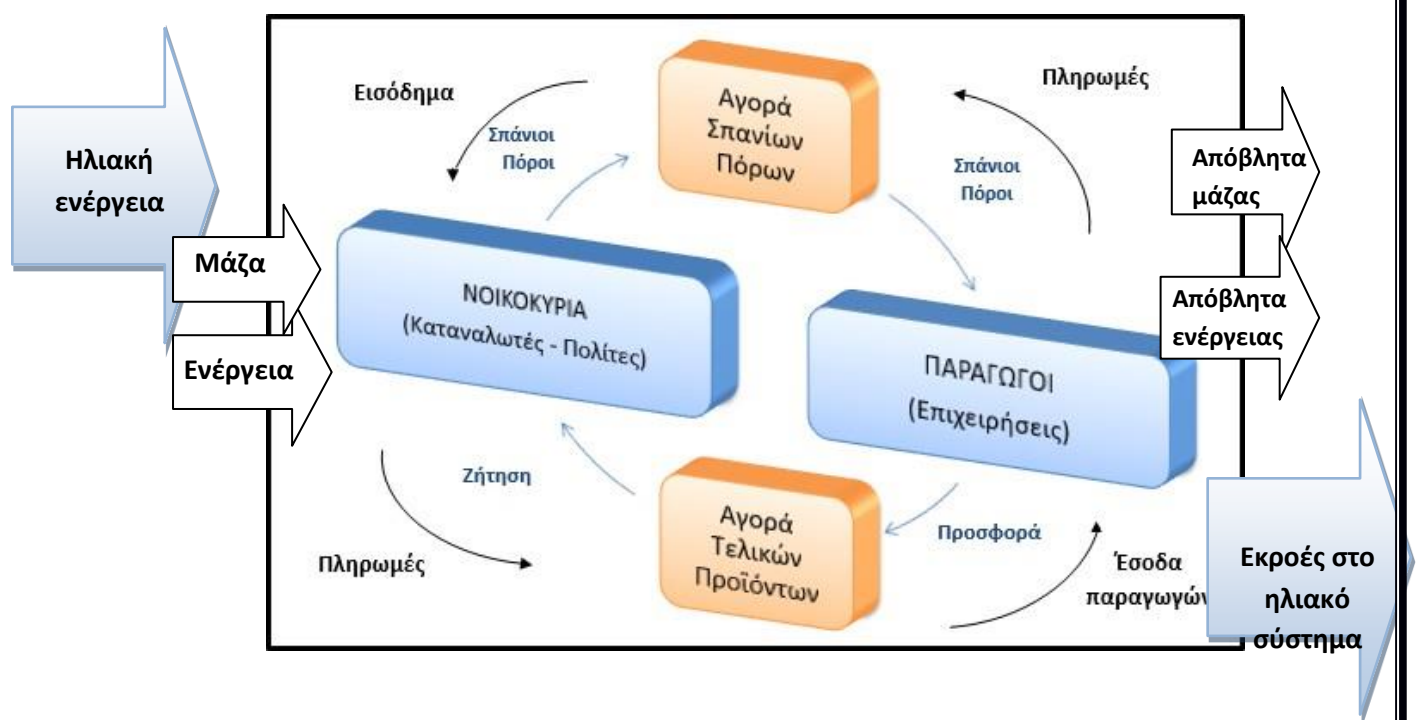
Όπως παρατηρούμε από την θεώρηση του οικονομικού κυκλώματος απουσιάζει ο παράγοντας περιβάλλον. Δεν αποτελεί κάτι το οποίο μπορεί να αντιπροσωπευθεί κατά οποιονδήποτε τρόπο από κάποιον από τους ήδη υπάρχοντες φορείς, όπως είδαμε και πιο πάνω για τους μη υπάρχοντες. Αυτό δεν συμβαίνει τυχαία αλλά εν μέσω μιας παραδοχής που ακολουθεί η παραδοσιακή προσέγγιση: η οικονομική διαδικασία δεν επηρεάζεται από το φυσικό περιβάλλον, ακόμη και αν εκτελεί τις δραστηριότητές της εντός αυτού. Συνεπώς δεν το επηρεάζει αλλά ούτε επηρεάζεται από αυτό και δεν αποτελεί σπάνια οντότητα. (Μπίθας, 2012)

Στην πραγματικότητα η μακροοικονομία είναι ένα υποσύστημα που εντάσσεται στο οικοσύστημα – περιβάλλον, μέσα στο οποίο εκτελούνται και όλες οι ανθρώπινες δραστηριότητες. Το οικοσύστημα αυτό είναι πεπερασμένο, κλειστό όσον αφορά τους υλικούς πόρους και μη αναπτυσσόμενο. Όπως μια μικροοικονομική δραστηριότητα έχει μία άριστη οικονομική κλίμακα στην οποία μπορεί να αναπτυχθεί, έτσι και το μακροοικονομικό σύστημα δεν είναι δυνατόν να ορίζεται ως κάτι που αναπτύσσεται χωρίς κανέναν περιορισμό, συνεχώς και δίχως το οικοσύστημα να ορίζει την άριστη οικονομική κλίμακα του μακροοικονομικού συστήματος (Daly, 1997).

Με αυτή την θεώρηση επανακαθορίζεται στην επιστήμη της Οικονομικής του Περιβάλλοντος το οικονομικό κύκλωμα, ορίζοντάς το εντός του οικοσυστήματος. Η βίοςφαιρα εμπεριέχει την οικονομική διαδικασία και ορίζει τα όρια - συνθήκες της υλικής διεξαγωγής των

οικονομικών δραστηριοτήτων καθώς και τα όρια του ανθρώπινου γένους όσον αφορά την αναπαραγωγή και κατά επέκταση την ύπαρξή του. Το αναθεωρημένο οικονομικό κύκλωμα που λαμβάνει υπόψιν του την ύπαρξη της οικονομίας ως υποσύστημα του περιβάλλοντος παρουσιάζεται στο Σχήμα 2.2. Όπως εύκολα παρατηρείται, το νέο αυτό κύκλωμα συνδέει άμεσα την παραγωγική διαδικασία με το οικοσύστημα, καθώς από αυτό λαμβάνει εισροές και εναποθέτει κατά την διάρκεια και με την ολοκλήρωσή της εκροές (Daly, 1999; Daly, 1980; Μπίθας, 2012). Συγκεκριμένα:

- ✚ **Εισροές:** Το οικοσύστημα «εισάγει» ηλιακή ενέργεια από το διάστημα, η οποία φτάνει σε αυτό σε υπερμεγέθεις ποσότητες. Η παραγωγική διαδικασία εκλαμβάνει πρωτογενής ενέργεια και πρωτογενής ύλη από το περιβάλλον. Πέρα από την άμεση χρήση της πρωτογενούς ενέργειας (π.χ. αιολική ενέργεια) ή της πρωτογενούς ύλης (π.χ. ξυλεία), ένα διαθέσιμο ποσό ενέργειας βρίσκεται αποθηκευμένο και στην πρωτογενή ύλη, όπως στο πετρέλαιο και στον άνθρακα (Daly, 1980).
- ✚ **Εκροές:** Η παραγωγική διαδικασία «εξάγει» στο περιβάλλον τα απόβλητα των διεργασιών της, έχοντας επεξεργαστεί κατά αντιστοιχία ότι εισήλθε από αυτό. Με αυτόν τον τρόπο λοιπόν εξάγει απόβλητα ενέργειας και απόβλητα ύλης. Επίσης εξάγει στο σύνολό του θερμότητα στο διάστημα.



**Σχήμα 2.2: Νέα προσέγγιση του οικονομικού συστήματος**

Μέσω αυτής της θεώρησης οι ευημερία των πολιτών είναι πλέον διδιάστατη: οικονομική μέσω της χρήσης αγαθών που προέρχονται από την παραγωγική διαδικασία αλλά και περιβαλλοντική, με την εξασφάλιση της οικολογικής ισορροπίας και συνεπώς της οικονομικής διαδικασίας (Μπίθας, 2012).

Το όριο για την οικονομική ανάπτυξη και συνεπώς για τον προσδιορισμό της άριστης οικονομικής κλίμακας η οποία θα ορίζει το μακροοικονομικό σύστημα, βρίσκεται εντός της διαδικασίας μετατροπής της ύλης σε ενέργεια. Η μετατροπή όμως της ύλης σε ενέργεια, πέραν του πλαισίου της παραγωγικής διαδικασίας στην οποία εντάσσεται, επίσης εντάσσεται και καθορίζεται από τους νόμους της Φυσικής. Το όριο συνεπώς που καθορίζεται από την φύση και διέπει την διαδικασία μετατροπής των υλικών στοιχείων σε ενέργεια είναι ο Νόμος της Εντροπίας (Daly, 1997).

Για να γίνει κατανοητή η έννοια της εντροπίας διακρίνουμε την ενέργεια σε δύο κατηγορίες: την διαθέσιμη και την μη διαθέσιμη. Η διαθεσιμότητά της καθορίζεται από το κατά πόσο το ανθρώπινο είδος μπορεί να την χρησιμοποιήσει για να ικανοποιήσει τους σκοπούς και τις ανάγκες του. Συμπεραίνουμε λοιπόν εύκολα πως η διάκρισή αυτή έχει έναν ανθρωποκεντρικό χαρακτήρα (Georgescu – Roegen, 1986).

Προκειμένου να εξαχθεί ο ορισμός του τι ακριβώς σημαίνει εντροπία, εξετάζονται οι κύριοι νόμοι της Θερμοδυναμικής:

- ✚ 1<sup>ος</sup> Νόμος της Θερμοδυναμικής: Σε ένα κλειστό σύστημα, το ποσό της ενέργειας παραμένει σταθερό.
- ✚ 2<sup>ος</sup> Νόμος της Θερμοδυναμικής: Σε ένα κλειστό σύστημα, το ποσό της διαθέσιμης ενέργειας μειώνεται συνεχώς και αμετάκλητα

Πρέπει να διευκρινιστεί πως κλειστό είναι ένα σύστημα που δεν δύναται να ανταλλάξει ενέργεια ή ύλη με οτιδήποτε βρίσκεται εκτός αυτού του συστήματος. Εξετάζοντας ουσιαστικά αυτό τον ορισμό συνεπάγεται πως το μοναδικό σύστημα στη φύση το οποίο μπορεί να χαρακτηριστεί ως κλειστό είναι το Σύμπαν. Το Σύμπαν διατηρεί την ενέργειά του σταθερή και ο βαθμός εντροπίας του τείνει στο μέγιστο (Clausius, 1867; Georgescu – Roegen, 1986).

Με την χρήση όλων των ανωτέρω πληροφοριών και παραλείποντας τις περιττώ τεχνικές λεπτομέρειες, μπορεί να οριστεί η έννοια της **εντροπίας** ως ένας δείκτης – κλάσμα με αριθμητή την μη διαθέσιμη πλέον ενέργεια, την ενέργεια δηλαδή που πλέον έχει χρησιμοποιηθεί, προς το ποσό της θερμοκρασίας του κλειστού συστήματος. Παρακάτω διατυπώνεται η μαθηματική έκφραση της εντροπίας:

$$\text{Εντροπία} = \frac{\text{Το ποσό της μη διαθέσιμης ενέργειας}}{\text{Θερμοκρασία του συστήματος}}$$

Εντός αυτού του πλαισίου συνεπάγεται πως σε ένα κλειστό σύστημα το ποσό της διαθέσιμης ενέργεια που μπορεί να χρησιμοποιηθεί μειώνεται συνεχώς προς το μηδέν ενώ η μη διαθέσιμη ενέργεια αυξάνεται συνεχώς. Οι έννοιες της «αύξησης» και της «μείωσης» των ποσών ορίζονται από τον χρόνο, όπως αυτός διαμορφώνεται με βάση την ανθρώπινη αντίληψη. Συνεπώς (Georgescu – Roegen, 1986):

- ✚ **Όταν μεταβαίνουμε από την χρονική στιγμή  $t_1$  στην χρονική στιγμή  $t_2$ , τότε το ποσό της εντροπίας την στιγμή  $t_1$ ,  $E_1$ , είναι μικρότερο ή ίσο από το ποσό της εντροπίας την στιγμή  $t_2$ ,  $E_2$ . Δηλαδή έχουμε  $E_1 \leq E_2$ . Στην περίπτωση που το ποσό της εντροπίας την στιγμή  $t_1$  ισούται με το ποσό της εντροπίας την στιγμή  $t_2$ , τότε το σύστημα είναι σε κατάσταση μέγιστης εντροπίας, όταν όλη η ενέργεια είναι μη διαθέσιμη και τίποτα δεν δύναται να πραγματοποιηθούν άλλες εργασίες.**
  
- ✚ **Όταν το ποσό της εντροπίας  $E_1$  την στιγμή  $t_1$  είναι μικρότερο από το ποσό της εντροπίας  $E_2$  την στιγμή  $t_2$  (δηλαδή  $E_1 < E_2$ ), τότε η χρονική στιγμή  $t_1$  προηγείται της  $t_2$ .**

Επανερχόμενοι στο Σχήμα 2.2 παρατηρούμε μία σταθερή κατάσταση λειτουργίας του οικονομικού συστήματος, καθώς οτιδήποτε εισέρχεται στην παραγωγική διαδικασία αντιστοιχεί με ροή που εξάγεται από αυτήν αλλά σε διαφορετική φυσική κατάσταση. Οι εισροές μάζας και ενέργειας αντιστοιχούν σε εκροές αποβλήτων μάζας και αποβλήτων ενέργειας. Μπορεί σαν οικονομία να λαμβάνουμε εισροή ηλιακής ενέργειας από το διάστημα – ηλιακό σύστημα, εξάγουμε όμως και σε αυτό εκροές κυρίως με μορφή θερμότητας (Daly, 1997).

Διαμορφώνεται λοιπόν η θεώρηση του οικονομικού συστήματος ως ένα υποσύστημα του οικοσυστήματος και ως απόλυτα εξαρτημένο από αυτό. Οι πόροι που χρησιμοποιεί καθώς και οι εκροές που παράγει είναι τα αντικείμενα του μετασχηματισμού ενέργειας/ύλης από τις οικονομικές δραστηριότητες. Τέλος, ο μετασχηματισμός ύλης/ενέργειας από τις οικονομικές δραστηριότητες υπόκειται στον περιορισμό του Νόμου της Εντροπίας ή αλλιώς του 2<sup>ου</sup> Νόμου της Θερμοδυναμικής.

Σε κάποια σχήματα απεικόνισης της νέας προσέγγισης του οικονομικού συστήματος όπως ορίζεται από την Οικονομική του Περιβάλλοντος, περιλαμβάνεται και η διαδικασία της ανακύκλωσης ως εσωτερική κυκλική ροή της παραγωγικής διαδικασίας. Η ροή αυτή αντιπροσωπεύει την ύλη που μπορεί να χρησιμοποιηθεί και μόνο αυτή. Όπως συνεπάγεται προκύπτει από τον 2<sup>ο</sup> Νόμο της Θερμοδυναμικής, η ενέργεια είναι αδύνατο να ανακυκλωθεί αφού ουσιαστικά είναι αδύνατο καθ' οποιονδήποτε τρόπο να επιστρέψει στην αρχική μορφή της από την στιγμή που χρησιμοποιηθεί. Πρέπει να υπογραμμιστεί το γεγονός πως η ύλη γίνεται να ανακυκλωθεί χρησιμοποιώντας ενέργεια ή χρήση επιπλέον ύλης προκειμένου να επιτευχθεί αυτός ο σκοπός (Daly, 1980).

## 2.2 Ο Νόμος της Εντροπίας και το Οικονομικό Πρόβλημα

Όπως εξετάστηκε και στην προηγούμενη παράγραφο, η οικονομική διαδικασία σύμφωνα με την κλασική οικονομική θεώρηση αντιπροσωπεύεται από μία κυκλική διαδικασία, ομοιάζοντας με την κίνηση ενός εκκρεμούς μεταξύ της παραγωγής και της κατανάλωσης, σε ένα εντελώς κλειστό σύστημα. Είναι προφανές πως αυτή η θεώρηση παραλείπει την συνεχή σύνδεση – επιρροή του φυσικού περιβάλλοντος στην οικονομική διαδικασία, η οποία όπως είδαμε στο Μέρος Α της διπλωματικής μελέτης έχει ιδιαίτερη σημασία στην διαμόρφωση της ιστορίας του ανθρώπινου γένους μέσα στον χρόνο. Συνεπώς, το οικοσύστημα έχει καθοριστικό ρόλο στην οικονομική διαδικασία αλλά και στην διαμόρφωση οικονομικής αξίας. Με την αποδοχή αυτού του γεγονότος πρέπει να αναλογιστούμε τις συνέπειες που έχει στο οικονομικό πρόβλημα που αντιμετωπίζει η ανθρωπότητα, δηλαδή την δυσαναλογία μεταξύ των αναγκών που έχει ο άνθρωπος προς ικανοποίηση και την περιορισμένη ποσότητα αγαθών που διαθέτει για την ικανοποίησή τους (Georgescu – Roegen, 1970).

Πρέπει να υπογραμμιστεί όμως πως και με την απουσία της οικονομικής διαδικασίας, το ανθρώπινο είδος όπως και τα υπόλοιπα βιολογικά είδη του οικοσυστήματος αυξάνουν την εντροπία του, καθώς ο τρόπος ύπαρξής τους είναι εξ ορισμού εντροπικός. Κάθε ζωντανός οργανισμός «παλεύει» για να διατηρήσει τα επίπεδα εντροπίας του σταθερά. Για να επιτευχθεί κάτι τέτοιο, απορροφάει χαμηλή εντροπία από το περιβάλλον του με σκοπό να «ισορροπήσει» τα επίπεδα εντροπίας στα οποία αποτελεί αντικείμενο. Η συνολική όμως εντροπία, οικοσυστήματος και ζωντανών οργανισμών, συνεχώς αυξάνεται και είναι χαρακτηριστικό γνώρισμα τους πως αντιστέκονται στην εντροπική μείωση της υλικής τους υπόστασης. Ο Νόμος της Εντροπίας μας διδάσκει πως ο κανόνας της βιολογικής ζωής, και κατά επέκταση για το ανθρώπινο είδος ο κανόνας της διατήρησης των οικονομικών δραστηριοτήτων, είναι ιδιαίτερα σκληρός. Το κόστος κάθε βιολογικού ή οικονομικού οργανισμού, σε όρους εντροπίας, είναι πάντοτε μεγαλύτερο από αυτό που θα παραχθεί και συνεπώς κάθε δραστηριότητα αυτού του είδους καταλήγει σε μία ελλειμματική κατάσταση (Μπίθας, 2012; Georgescu – Roegen, 1970).

Η παραπάνω ανάλυση μας οδηγεί στο συμπέρασμα πως η οικονομική διαδικασία, εξεταζόμενη αυστηρώς από την φυσική – βιολογική της σκοπιά, μετατρέπει πολύτιμους φυσικούς πόρους με χαμηλή εντροπία σε απόβλητα υψηλής εντροπίας. Κάθε αντικείμενο με οικονομική αξία (π.χ. ένα κομμάτι υφάσματος, ένα έπιπλο ή ένα φρούτο που συλλέχθηκε από ένα δέντρο) έχει οργανωμένη υπόσταση και χαμηλή εντροπία. Βέβαια το γεγονός αυτό δεν σημαίνει πως οτιδήποτε χαρακτηρίζεται από χαμηλή εντροπία διαθέτει και οικονομική αξία (π.χ. τα δηλητηριώδη μανιτάρια). Η σχέση μεταξύ οικονομικής αξίας και εντροπίας ομοιάζει εκείνης της οικονομικής αξίας και της τιμής. Ένα αντικείμενο μπορεί να έχει τιμή εφόσον έχει οικονομική αξία και μπορεί να έχει οικονομική αξία μόνο εάν τα επίπεδα της εντροπίας είναι χαμηλά. Το αντίστροφο δεν έχει ισχύ (Μπίθας, 2012; Georgescu – Roegen, 1970).

Το πρόβλημα συνεπώς της οικονομικής χρήσης του γήινου αποθέματος της χαμηλής εντροπίας είναι ο βασικότερος παράγοντας που καθορίζει την εξέλιξη του ανθρώπινου είδους. Ορίζεται ως  $S$  το σημερινό απόθεμα χαμηλής εντροπίας και ως  $r$  το μέσο ετήσιο ποσό

εξάντλησής του. Η σταδιακή συνεπώς υποβάθμιση του S θα οδηγήσει σε ολική εξάντλησή του στο θεωρητικό μέγιστο αριθμό χρόνων S/r. Με βάση την παραδοχή αυτή, όσο μεγαλύτερος είναι ο βαθμός της **οικονομικής ανάπτυξης**<sup>1</sup> τόσο μεγαλύτερο θα είναι και το ετήσιο ποσό εξάντλησης του αποθέματος, r. Επομένως, κατά αυτό τον τρόπο η αναμενόμενη ζωή του ανθρώπινου είδους γίνεται όλο και μικρότερη (Georgescu – Roegen, 1970).

Με την παραγωγή ενός προϊόντος, κάθε φορά καταστρέφεται μη αναστρέψιμα ένα ποσό χαμηλής εντροπίας, το οποίο θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί για την παραγωγή κάποιου άλλου προϊόντος. Το γεγονός αυτό επηρεάζει τις ανθρώπινες ζωές στο μέλλον. Η οικονομική ανάπτυξη μέσω της αφθονίας των βιομηχανικών προϊόντων μπορεί να θεωρηθεί «ευλογία» για όσους σκοπεύουν να τα χρησιμοποιήσουν σε μικρό χρονικό ορίζοντα, αλλά μακροχρόνια αυτή η κατάσταση αντιτίθεται στην εξέλιξη του ανθρώπινου είδους. Αυτό είναι και το παράδοξο της οικονομικής ανάπτυξης το οποίο ο άνθρωπος καλείται να αντιμετωπίσει ξεπερνώντας τα βιολογικά όρια στην πορεία του για προσωρινή επιβίωση<sup>2</sup> (Georgescu – Roegen, 1970).

---

<sup>1</sup> Η έννοια της **οικονομικής ανάπτυξης** αναλύεται εκτενώς στην παράγραφο 2.3.

<sup>2</sup> Το υπόβαθρο αυτού του αποσπάσματος επεξηγείται αναλυτικότερα στην παράγραφο 2.4, η οποία αναλύει την έννοια της **βιώσιμης οικονομικής ανάπτυξης**.

## 2.3 Η παγκόσμια οικονομική ανάπτυξη και η χρήση της τεχνολογίας

Σε συνέχεια της προηγούμενης παραγράφου προκύπτει η ερώτηση του ποιοι είναι οι προσδιοριστικοί παράγοντες που συνδιαμορφώνουν την παγκόσμια οικονομική ανάπτυξη. Οι τεχνολογικές αλλαγές, οι επενδύσεις – αποταμιεύσεις, η συσσώρευση κεφαλαίου, η εργασία (μέγεθος εργαζομένων και εργατοώρες) και η ανάπτυξη του πληθυσμού είναι συστατικοί παράγοντες της οικονομικής ανάπτυξης. Διαφέρουν από χώρα σε χώρα και διαμορφώνονται μακροχρόνιες βάσεις δεδομένων για πολλές από αυτές μεταβλητές, αν και για αρκετές όπως οι τεχνολογικές μεταρρυθμίσεις, βρίσκονται σε έλλειψη ή δεν υπάρχουν καν. (Ayres & Warr, 2009)

Οι νεοκλασικοί οικονομολόγοι δεν είναι ικανοί να επεξηγήσουν ειδικότερες διαφορές μεταξύ των χωρών διότι υπολείπονται βασικοί παράγοντες, όπως η πολιτική ιδεολογία, η μορφή της κυβέρνησης και η πολιτική σταθερότητα (Ayres & Warr, 2009). Σε αυτό το πλαίσιο προστίθενται τέσσερις βασικές παραδοχές κατά τις οποίες η οικονομική ανάπτυξη μπορεί να ερμηνευθεί:

- ✚ **Ο ρυθμός της τεχνολογική προόδου**, ο οποίος χωρίζεται σε δύο διαβαθμίσεις. Η πρώτη αφορά τις περισσότερες τεχνολογικές προόδους, οι οποίες στηρίζονται σε βαθμιαία βελτίωση της υφιστάμενης παραγωγής ή των διαδικασιών, αλλά οι βελτιώσεις αυτές δεν μεταδίδονται ευρέως στην οικονομία και συμβάλλουν λίγο στην ανάπτυξη. Η δεύτερη διαβάθμιση αφορά τις ριζικές καινοτομίες, οι οποίες είναι πολύ πιο σπάνιες αλλά πιο σημαντικές μακροπρόθεσμα.
- ✚ **Η τεχνολογική πρόοδος είναι αλληλένδετη με την καινοτομία**. Δεν είναι ομοιογενής μεταξύ των κλάδων ούτε συνεχής στο χρόνο και οι καταστάσεις που οδηγούν στη μακροπρόθεσμη ανάπτυξη οφείλονται σε μερικές ριζικές αλλαγές που είναι δεν συμβαίνουν συνεχώς, όσον αφορά το κλαδικό επίπεδο. Η δημιουργία νέων κλάδων δραστηριοτήτων δημιουργούνται μόνο με ριζικές καινοτομίες.
- ✚ **Οι τιμές των εκάστοτε μορφών ενέργειας και η οικονομική ανάπτυξη** έχουν αρνητική συσχέτιση, ενώ η κατανάλωση πρώτων υλών για παραγωγή έργου (exergy), οι υπηρεσίες που σχετίζονται με την χρήση πρώτων υλών (φυσική εργασία, επεξεργασία πρώτων υλών) συσχετίζονται θετικά με την οικονομική ανάπτυξη.
- ✚ **Η οικονομική ανάπτυξη** είναι θετικά συσχετιζόμενη με τα περισσότερα είδη παραγωγής αποβλήτων, τουλάχιστον σε μακροπρόθεσμο επίπεδο.

Οι παραπάνω δύο πρώτες παραδοχές αντικρούουν τις περισσότερες θεωρίες «ενδογενούς ανάπτυξης» και επεξηγούν γιατί το ανθρώπινο κεφάλαιο, μετρημένο σε καθιερωμένους όρους

όπως τα «έτη εκπαίδευσης» ή οι «δαπάνες εκπαίδευσης», αδυνατεί να εξηγήσει τα πραγματικά πρότυπα ανάπτυξης όπως παρατηρούνται στις περισσότερες αναπτυγμένες κοινωνίες, ειδικά στις Η.Π.Α (Ayres & Warr, 2009).

Οι παραπάνω δύο τελευταίες παραδοχές είναι άμεσα συνδεδεμένες μεταξύ τους και δεν μπορούν να επεξηγηθούν από την νεοκλασική θεωρία ανάπτυξης. Στη νεοκλασική θεωρία η παραγωγή και κατανάλωση υλικών, ενέργειας (exergy) ή εξωγενών υπηρεσιών θεωρούνται ότι είναι συνέπειες της οικονομικής δραστηριότητας και όχι αιτιώδεις παράγοντες (Ayres & Warr, 2009).

Ουσιαστικά οι Νόμοι της Θερμοδυναμικής είναι αντιφατικοί και ασύμφωνοι με την κλασική θεωρία της ανάπτυξης, η οποία αντιμετωπίζει την οικονομία ως μια μηχανή που λειτουργεί αέναα. Σε αυτήν η κατανάλωση φυσικών πόρων και η δυνητική σπανιότητα των πόρων, δεν παίζουν κανένα ρόλο ενώ στην πραγματικότητα η κατανάλωση πόρων και ενέργειας διαδραματίζουν καθοριστικό ρόλο στην πορεία της οικονομικής ανάπτυξης (Ayres & Warr, 2009).

Συμπερασματικά, η σύγχρονη οικονομική θεωρία ανάπτυξης παραβλέπει τα πρότυπα της τεχνολογικής προόδου. Όμως, είναι πιο λογικό να θεωρούμε το οικονομικό σύστημα ως ένα σύστημα επεξεργασίας υλικών και εξαγωγής προϊόντων, στο οποίο οι πρώτες ύλες μετατρέπονται μέσα από διάφορα στάδια, σε φυσική εργασία και τελικά σε προϊόντα ή υπηρεσίες. Τα τελικά αγαθά που εξάγονται, ανεξάρτητα από το αν ενσωματώνονται ή όχι σε προϊόντα και ανεξάρτητα από το εάν επισκευάζονται, ανακατασκευάζονται ή ανακυκλώνονται, τελικά επανέρχονται στο περιβάλλον σε υποβαθμισμένη μορφή. Η Οικονομική του Περιβάλλοντος και των Φυσικών Πόρων έχει αναγνωρίσει εδώ και αρκετά χρόνια την ύπαρξη και την οικονομική σημασία αυτών των ροών, παρότι στην τυποποιημένη θεωρία της οικονομικής ανάπτυξης δεν υφίστανται κανέναν ρόλο. (Ayres and Kneese 1969; Ayres & Warr, 2009).



## 2.4 Το θέμα της Βιώσιμης Οικονομικής Ανάπτυξης και οι Σχολές «Ασθενούς» και Ισχυρής Βιωσιμότητας

Η Παγκόσμια Τράπεζα προτείνει τρεις θεωρήσεις – ορισμούς για τους όρους Βιωσιμότητα και Βιώσιμη Ανάπτυξη: την οικονομική, την οικολογική και την κοινωνικοπολιτισμική προσέγγιση. (Munasinghe and McNealy 1992; Munasinghe 1993).

- ✚ **Η οικονομική προσέγγιση** της βιωσιμότητας βασίζεται στο υπόδειγμα του Hicks-Lindahl για τη μέγιστη ροή εισοδήματος που θα μπορούσε να δημιουργηθεί, διατηρώντας τουλάχιστον το απόθεμα των υλικών στοιχείων (ή κεφαλαίων) που αποφέρουν αυτά τα οφέλη. Διαφαίνονται συνεπώς οι έννοιες της βελτιστοποίησης και της οικονομικής αποτελεσματικότητας που εφαρμόζονται στη χρήση σπάνιων πόρων. Προβλήματα ερμηνείας προκύπτουν από τον προσδιορισμό των τύπων κεφαλαίου που πρέπει να διατηρηθούν (π.χ. βιομηχανικά, φυσικά και ανθρώπινα κεφάλαια) και της δυνατότητας υποκατάστασης τους. Επιπλέον προβληματισμοί εμφανίζονται και στην αποτίμηση αυτών των περιουσιακών στοιχείων, ιδιαίτερα των οικολογικών πόρων. Τα ζητήματα αβεβαιότητας, μη αναστρεψιμότητας και καταστροφικής κατάρρευσης της οικολογικής ισορροπίας δημιουργούν επιπλέον δυσκολίες (Solow, 1986; Maler, 1990; Pearce and Turner, 1990; Munasinghe 1993).
- ✚ **Η οικολογική προσέγγιση** της βιώσιμης ανάπτυξης επικεντρώνεται στη σταθερότητα των βιολογικών και φυσικών συστημάτων. Ιδιαίτερη σημασία έχει η βιωσιμότητα των υποσυστημάτων που είναι κρίσιμα για την παγκόσμια σταθερότητα του συνολικού οικοσυστήματος. Η προστασία της βιοποικιλότητας αποτελεί βασική πτυχή. Επιπλέον, τα «φυσικά» συστήματα περιλαμβάνουν όλες τις πτυχές της βιόσφαιρας, συμπεριλαμβανομένων των ανθρωπογενών περιβαλλόντων όπως οι πόλεις. Η έμφαση δίνεται στη διατήρηση της ανθεκτικότητας και της δυναμικής των συστημάτων αυτών να προσαρμόζονται στις αλλαγές, παρά στη διατήρηση κάποιας «ιδανικής» στατικής κατάστασης (Perrings 1991; Munasinghe 1993).
- ✚ **Η κοινωνικοπολιτισμική προσέγγιση** της βιωσιμότητας επιδιώκει να διατηρήσει τη σταθερότητα των κοινωνικών και πολιτιστικών συστημάτων, συμπεριλαμβανομένης της μείωσης των καταστροφικών συγκρούσεων μεταξύ των εθνών. Τόσο ενδογενεακή ισότητα με την εξάλειψη της φτώχειας, όσο και η διαγενεακή ισότητα με τη διαφύλαξη των δικαιωμάτων των μελλοντικών γενεών αποτελούν σημαντικές πτυχές αυτής της προσέγγισης. Πρέπει να επιδιωχθεί η διατήρηση της πολιτιστικής πολυμορφίας σε διεθνές επίπεδο και η καλύτερη διαχείριση του γνωστικού κεφαλαίου που σχετίζεται με τις βιώσιμες πρακτικές που ενσωματώνονται σε λιγότερο «κυρίαρχους» πολιτισμούς. Η σύγχρονη κοινωνία θα πρέπει να ενθαρρύνει και να αξιολογήσει τον πλουραλισμό και τη λαϊκή συμμετοχή σε ένα πιο αποτελεσματικό πλαίσιο λήψης αποφάσεων για κοινωνικά βιώσιμη ανάπτυξη (UNEP et al., 1991; Munasinghe 1993).

Όπως παρατηρούμε ο όρος «βιώσιμη ανάπτυξη» χρησιμοποιείται στην οικολογική προσέγγιση ενώ ο όρος «βιωσιμότητα» συναντάται στις υπόλοιπες προσεγγίσεις. Αυτό συμβαίνει γιατί οι δύο όροι μεταξύ τους είναι διαφοροποιημένοι, παρότι συνήθως λανθασμένα από τον περισσότερο κόσμο θεωρούνται ταυτόσημες. Ο όρος **βιώσιμη ανάπτυξη** συναντάται για πρώτη φορά σε έκθεση του Ο.Η.Ε για την εύρεση τρόπων αντιμετώπισης της συνεχούς εντεινόμενης υποβάθμισης του περιβάλλοντος. Στην εν λόγω έκθεση με το όνομα Brundtland το 1987 χρησιμοποιήθηκε ο όρος της Περιβαλλοντικά Βιώσιμης Οικονομικής Ανάπτυξης. Brundtland ουσιαστικά ήταν το όνομα της επικεφαλούς – προέδρου της Επιτροπής που θεσπίστηκε από τον Ο.Η.Ε το 1983 για την εξέταση του θέματος της περιβαλλοντικής υποβάθμισης, με την επίσημη ονομασία World Commission on Environment and Development. Στην έκθεση λοιπόν της Επιτροπής ο όρος βιώσιμη ανάπτυξη ορίζεται ως εξής (Μπίθας, 2012):

- ✚ «το πρότυπο εκείνο της ανάπτυξης που επιτρέπει την ικανοποίηση των αναγκών της παρούσας γενεάς με την ταυτόχρονη εξασφάλιση των δυνατοτήτων των μελλοντικών γενεών να επιδιώξουν την ικανοποίηση των δικών τους αναγκών»
- ✚ «η εξελικτική διαδικασία στα πλαίσια της οποίας η χρήση των πόρων, η κατεύθυνση των επενδύσεων, ο προσανατολισμός της τεχνολογικής εξέλιξης και οι εξελίξεις στο θεσμικό πλαίσιο συνεισφέρουν στην εξασφάλιση και διερεύνηση των δυνατοτήτων ικανοποίησης των αναγκών και των φιλοδοξιών, τόσο των σημερινών πολιτών όσο και αυτών των μελλοντικών γενεών»

Σε αυτό το σημείο θα εξετάσουμε τις δύο κύριες σχολές οικονομικής ερμηνείας της βιώσιμης ανάπτυξης, την σχολή της «ασθενούς» και της ισχυρής βιωσιμότητας.

Στην **σχολή της «ασθενούς» βιωσιμότητας**, η βασική θέση στην οποία δομείται η οικονομική της προσέγγιση είναι η διαχρονική αύξηση του δείκτη ανάπτυξης. Ο δείκτης ανάπτυξης περιλαμβάνει τις κάτωθι μεταβλητές: το πραγματικό κατά κεφαλήν εισόδημα, την δυνατότητα εκπαίδευσης, τις συνθήκες υγείας και διατροφής, την πρόσβαση στους πόρους, την περισσότερο «δίκαιη» κατανομή του προϊόντος που παράγεται, και την πραγματοποίηση βασικών μορφών ελευθερίας. Όπως εύκολα μπορούμε να διακρίνουμε η πλειοψηφία αυτών των μεταβλητών δεν είναι μετρήσιμες εύκολα, τουλάχιστον όσον αφορά τις συμβατικές ποσοτικές κλίμακες. Το κατά κεφαλήν εισόδημα αποτελεί έναν δείκτη μέτρησης της κατά κεφαλήν ευημερίας των πολιτών μιας χώρας, ενώ το συνολικό Α.Ε.Π αποτελεί δείκτη μέτρησης της συνολικής ευημερίας, όντας και οι δύο δείκτες αξιόπιστοι. Σε αυτό το πλαίσιο παρουσιάζεται **το κριτήριο της μη φθίνουσας κατά κεφαλήν ευημερίας**, το οποίο καθιστά την ανάπτυξη βιώσιμη εξασφαλίζοντας για τους μελλοντικούς πολίτες τουλάχιστον το επίπεδο ευημερίας που επικρατεί σήμερα (Pearce, 1998; Μπίθας, 2012). Το εν λόγω κριτήριο εξασφαλίζει την λειτουργία του οικοσυστήματος με ομαλό τρόπο και παρέχει άμεσες εισροές στην παραγωγική διαδικασία, στηριζόμενο πάνω σε δύο βασικές υποθέσεις:

- ✚ «Εάν η παραγόμενη – οικονομική ευημερία αυξάνεται με ρυθμό μεγαλύτερο ή ίσο από ότι μειώνεται η περιβαλλοντική ευημερία, τότε η περιβαλλοντική υποβάθμιση δεν αποτελεί περιορισμό για την βιώσιμη ανάπτυξη»

- ✚ «Οι φυσικοί πόροι μπορούν να υποκατασταθούν στην παραγωγική διαδικασία από ανθρωπογενείς συντελεστές, εφόσον αυτή η υποκατάσταση δεν δημιουργεί πρόβλημα στην παραγωγή»

Συμπερασματικά, η σχολή της «ασθενούς» βιωσιμότητας υποστηρίζει την εκτεταμένη δυνατότητα να υποκατασταθούν οι φυσικοί πόροι και γενικότερα το φυσικό κεφάλαιο από ανθρωπογενή στοιχεία, τόσο για την διατήρηση της περιβαλλοντικής ευημερίας όσο και της παραγωγικής διαδικασίας. Η δυνατότητα αυτή εξαρτάται από τις προτιμήσεις των καταναλωτών και τις ενίοτε τεχνολογικές συνθήκες (Μπίθας, 2012).

Η βασική θέση στην οποία δομείται η οικονομική προσέγγιση της **σχολής της ισχυρής βιωσιμότητας** είναι η προϋπόθεση μη μείωσης των αποθεμάτων των φυσικών διαθέσιμων πόρων και της ικανότητας αυτοανανέωσης των οικοσυστημάτων – assimilation capacity (Pearce, Barbier, Markandya, 1989). Σε αντίθεση με την σχολή της «ασθενούς» βιωσιμότητας, θεωρεί περιορισμένη την δυνατότητα υποκατάστασης των φυσικών πόρων από ανθρωπογενείς. Η κοινωνία που δραστηριοποιείται το ανθρώπινο είδος και κατά επέκτασιν το οικονομικό σύστημα είναι ένα υποσύστημα του οικοσυστήματος. Τα ανθρώπινα υποσυστήματα λοιπόν που αναφέραμε αναπτύσσονται εντός των φυσικών ορίων που θέτει το φυσικό περιβάλλον – υποσύστημα, συνεπώς τίθενται **όρια στην ανάπτυξη**. Η ανάπτυξη δεν είναι δυνατόν να είναι διαρκής γιατί λαμβάνει χώρα σε ένα πεπερασμένο σύστημα, εκείνο της γης (Daly, 1990; Μπίθας, 2012). Στηριζόμενη λοιπόν στο προαναφερθέν υπόβαθρο, η σχολή της ισχυρής βιωσιμότητας θέτει τους εξής κανόνες της βιώσιμης ανάπτυξης (Μπίθας, 2012):

- ✚ Οι επιπτώσεις των ανθρώπινων δραστηριοτήτων στα οικοσυστήματα, όπως η ρύπανση, πρέπει να λαμβάνουν χώρα εντός των ορίων ανανέωσης και αυτοδιαχείρισής τους.
- ✚ Ο ρυθμός ανανέωσης των ανανεώσιμων φυσικών πόρων είναι εκείνος που θέτει όρια στα επίπεδα εκμετάλλευσής τους.
- ✚ Ο ρυθμός της δημιουργίας και της αξιοποίησης των υπαρχόντων υποκατάστατων ανανεώσιμων πόρων είναι εκείνος που θέτει όρια στην χρήση των μη ανανεώσιμων φυσικών πόρων.

Συμπερασματικά, στη σχολή της ισχυρής βιωσιμότητας:

- ✚ Οι περιβαλλοντικοί όροι που χρησιμοποιεί είναι επηρεασμένοι από τις επιστήμες της βιολογίας και της οικολογίας
- ✚ Για την επίτευξη της ευημερίας και για την διαδικασία αναπαραγωγής το φυσικό περιβάλλον είναι συμπληρωματικό του ανθρωπογενούς
- ✚ Η οικονομία και η κοινωνία είναι υποσυστήματα του φυσικού περιβάλλοντος – οικοσυστήματος
- ✚ Η διαφύλαξη των περιβαλλοντικών προϋποθέσεων για την ικανοποίηση των αναγκών των μελλοντικών γενεών είναι μείζον ζήτημα

**Βιωσιμότητα** συνεπώς χονδρικά, σε περιβαλλοντικό επίπεδο, ορίζεται ως «η κατάσταση στην οποία προκαλείται ελάχιστη ή καθόλου ζημιά στο περιβάλλον και είναι ικανή να συνεχιστεί για μεγάλο χρονικό διάστημα» (Cambridge dictionary).

Προκειμένου να μεταβούμε σε ένα Βιώσιμο Σύστημα, σύμφωνα με έκθεση της Παγκόσμιας Τράπεζας, πρέπει να ληφθεί υπόψη ο **Περιορισμός της Βιωσιμότητας** (Munasinghe, 1993). Στη συμβατική οικονομική ανάλυση, υπάρχουν προκαταλήψεις ενάντια στην κατάλληλη αποτίμηση του φυσικού κεφαλαίου και του κόστους εξάντλησής του. Η αδιαφορία για τα δικαιώματα των μελλοντικών γενεών στην παραδοσιακή διαδικασία λήψης αποφάσεων είναι γεγονός που συναντάται σε τακτικό βαθμό. Το αρχικό έργο του Hotelling, το οποίο θέσπισε την αρχή του κόστους χρήσης για τους εξαντλήσιμους πόρους, ήταν ένα σημαντικό βήμα ώστε να ξεκινήσει να αποδίδεται αξία στην τρέχουσα χρήση των πόρων με βάση τα μελλοντικά οφέλη που θα αποφέρουν. Γενικότερα, αν γίνει αποδεκτό ότι τα ποσά εξάντλησης του φυσικού κεφαλαίου, τόσο του ανανεώσιμου όσο και του εξαντλήσιμου επηρεάζουν τα οφέλη των μελλοντικών γενεών πρέπει να υιοθετηθεί μια προσεκτική προσέγγιση όσον αφορά την εξάντληση του αποθέματος των φυσικών πόρων. Με αυτόν τον τρόπο η τιμολόγηση αντικατοπτρίζει τον περιορισμό της βιωσιμότητας. Μια προσέγγιση είναι να διασφαλιστούν τα επαρκή φυσικά κεφάλαια ώστε να εξασφαλιστεί μια μη μειούμενη μελλοντική κατά κεφαλήν ευημερία και κατανάλωση. (Dasgupta και Heal, 1979; Pearce et al., 1991; Pezzey, 1992; Munasinghe, 1993). Δίνοντας βαρύτητα σε μία «βιώσιμη προσφορά» διασφαλίζεται η άποψη ότι το φυσικό κεφάλαιο δεν θεωρείται ελεύθερο αγαθό. και επομένως προλαμβάνονται οι προκαταλήψεις που αναφέρθηκαν προηγουμένως. Οι διαφορές στη σχετική έλλειψη πόρων θα αντικατοπτρίζονται στη «βιώσιμη τιμή» που προκύπτει από την εφαρμογή του κατάλληλου κανόνα. Εντούτοις, πρέπει να εξεταστούν ορισμένοι προσδιοριστικοί παράγοντες κατά τον καθορισμό ενός τέτοιου κανόνα. Η έλλειψη γνώσης της καμπύλης ζήτησης μπορεί να προκαλέσει δυσκολίες στην εκτίμηση της «βιώσιμης τιμής» ενός πόρου. Οι θεσμικές δυσκολίες στην εφαρμογή συστημάτων αποζημίωσης μεταξύ γενεών θα αποτελέσουν γεγονός. Παρά τις δυσχέρειες αυτές, η ανάπτυξη μεθοδολογιών που να αντικατοπτρίζουν τους περιορισμούς βιωσιμότητας στην τιμολόγηση ενέχει μείζονα σημασία: οι οικονομικές αποφάσεις πρέπει να λαμβάνουν υπόψη τις διαγενεακές επιπτώσεις της εξάντλησης των αποθεμάτων φυσικών πόρων (Munasinghe, 1993).

## 2.5 Η ανάγκη για Αποσύνδεση (Decoupling effect) από την Κατανάλωση Φυσικών Πόρων – Case Study Φυσιολογίας Χωρών Παρόμοιας Οικονομικής Κλίμακας

Το φαινόμενο της Αποσύνδεσης (Decoupling effect) ουσιαστικά υφίσταται όταν επιτυγχάνεται χαμηλότερη χρήση φυσικών πόρων ανά μονάδα οικονομικής δραστηριότητας διαχρονικά (UNEP, 2011).

Όπως προτάθηκε από τον UNEP το 2011, με τη χρήση του Δείκτη Αποσύνδεσης (DI – Decoupling Index) αξιολογείται το κατά πόσο εξαρτάται το Ακαθάριστο Εγχώριο Προϊόν από τις μεταβολές στην χρήση φυσικών πόρων, ουσιαστικά τη μεταβολή του βαθμού της έντασης χρήσης φυσικών πόρων ανά χρηματική μονάδα. Ορισμένος ως ελαστικότητα και με ετήσια μεταβολή, παρακάτω μπορούμε να δούμε τον μαθηματικό ορισμό του:

$$DI = \frac{\Delta(DMC)}{\Delta(GDP)}$$

Όπου το μέγεθος DMC – Domestic Material Consumption αντικατοπτρίζει την ετήσια εισροή φυσικών πόρων στην παραγωγική διαδικασία της οικονομίας και το μέγεθος GDP - Gross Domestic Product αντιστοιχεί στο ετήσιο Ακαθάριστο Εγχώριο Προϊόν (UNEP, 2011; Bithas & Kalimeris, 2018).

Ανάλογα με τις τιμές που λαμβάνει ο εν λόγω δείκτης προσεγγίζεται η μορφή σύνδεσης ή αποσύνδεσης μεταξύ Α.Ε.Π και χρήσης φυσικών πόρων, στην οποία βρίσκεται η εκάστοτε οικονομία. Παρατίθενται οι εξής κατηγορίες – διαβαθμίσεις:

- ✚ **DI > 1** : υφίσταται σύνδεση (coupling)
- ✚ **DI = 1**: είναι ουσιαστικά το σημείο μετάβασης μεταξύ σύνδεσης (coupling) και σχετικής αποσύνδεσης (relative decoupling)
- ✚ **0 < DI < 1**: υφίσταται σχετική αποσύνδεση (relative decoupling)
- ✚ **DI = 0**: είναι το σημείο μετάβασης μεταξύ σχετικής αποσύνδεσης (relative decoupling) και απόλυτης αποσύνδεσης (absolute decoupling). Υποδηλώνει πως η οικονομία αναπτύσσεται καθώς η κατανάλωση φυσικών πόρων παραμένει σταθερή.
- ✚ **DI < 0**: ουσιαστικά υφίσταται απόλυτη αποσύνδεση (absolute decoupling)

Ο δείκτης συνεπώς της Έντασης χρήσης Φυσικών Πόρων ορίζεται ως ο λόγος του ποσού κατανάλωσης φυσικών πόρων προς το Α.Ε.Π – Ακαθάριστο Εγχώριο Προϊόν και συμβολίζεται ως MI (Material Intensity). Παρακάτω παρουσιάζεται η μαθηματική του απεικόνιση:

$$MI = \frac{DMC}{GDP}$$

Στον 20<sup>ο</sup> αιώνα ο Δείκτης Τιμών για τους Φυσικούς Πόρους μειώνεται κατά 30% ενώ η συνολική εξαγωγή φυσικών πόρων από το περιβάλλον προς χρήση στην παραγωγική διαδικασία αυξάνεται κατά 8%, φτάνοντας τα όρια της παραγωγικότητάς τους. Η ανάγκη για βιωσιμότητα απαιτεί την χρησιμοποίηση των φυσικών πόρων με αποδοτικό τρόπο, μειώνοντας τις αρνητικές περιβαλλοντικές επιπτώσεις και τα οικονομικά και περιβαλλοντικά κόστη από την σταδιακή εξάντλησή τους. Το δραματικότερο παράδειγμα που μπορεί να σκιαγραφηθεί όσον αφορά αυτή την κατάσταση είναι εκείνο των ορυκτών καυσίμων. Τα τελευταία χρόνια η επιβάρυνση του περιβάλλοντος σε παγκόσμιο επίπεδο αποκτά όλο και μεγαλύτερες διαστάσεις, απαιτώντας μία διεθνή ανταπόκριση η οποία θα έχει ως βάση την πολιτική. Η ανάγκη συνεπώς για αποσύνδεση (decoupling) απαιτεί σημαντικές αλλαγές στην συμπεριφορά των οργανισμών, στις κυβερνητικές πολιτικές και στα μοντέλα κατανάλωσης από το ευρύ κοινό. Μπορούμε να συνειδητοποιήσουμε πως αυτές οι αλλαγές δεν είναι εύκολα επιτεύξιμες, ενέχουν την δυσκολία που υπόκειται σε τρία βασικά σημεία (UNEP, 2011):

- ✚ Την δημιουργία καινοτόμων συστημάτων εξαγωγής και χρήσης των φυσικών πόρων με περιβαλλοντικά βιώσιμο τρόπο
- ✚ Την σύνδεση του Ακαθάριστου Εγχώριου Προϊόντος με την «αποκατάσταση» των Φυσικών Πόρων
- ✚ Την κοινωνική ανάπτυξη

Αξίζει, σε συμφωνία με το έργο των Bithas & Kalimeris να εξετάσουμε το κατά πόσο ο πληθυσμός είναι ικανός να προσδιορίσει με περισσότερη σαφήνεια την Ένταση Κατανάλωσης Φυσικών Πόρων από μία οικονομία. Το γεγονός αυτό επιτυγχάνεται μέσω της διάκρισης των δεικτών του Ακαθάριστου Εγχώριου Προϊόντος και του κατά κεφαλήν Ακαθάριστου Εγχώριου Προϊόντος (Εισόδημα) η οποία έγκειται στην μεταβλητή του πληθυσμού. Κατά αυτόν τον τρόπο, μπορούμε να δούμε την τρομακτική σχεδόν διαφορά που παρουσιάζεται στον δείκτη την έντασης κατανάλωσης φυσικών πόρων MI (Material Intensity), όταν αυτός εξαρτάται από την μεταβλητή του πληθυσμού.

Variables	Greece	Finland	Pakistan
<b>GDP (2010US\$ - million)</b>	<b>247784,66</b>	<b>259348,80</b>	<b>240856,71</b>
GDP per capita (2010US\$) – Income	23027,40	47057,60	1222,50
DMC (tons)	111876504	136576176	875819053
Population	10760427	5511305	197019804
<b>DMC/GDP</b>	<b>451,51</b>	<b>526,61</b>	<b>3636,27</b>
<b>DMC/Income</b>	<b>4858,41</b>	<b>2902,32</b>	<b>716416,4</b>
<b>DMC/Population (tons per capita - DMC per capita)</b>	<b>10,4</b>	<b>24,8</b>	<b>4,44</b>

**Πίνακας 2.1: Η φυσιολογία τριών διαφορετικών οικονομιών ίδιας οικονομικής κλίμακας**

Πηγή 1: <https://data.worldbank.org>.

Πηγή 2: *UN Environment International Resource Panel Global Material Flows Database*. (<http://www.resourcepanel.org/global-material-flows-database>)

- $GDP\ per\ capita = GDP/Population \Rightarrow Population = GDP/GDP\ per\ capita$
- $DMC\ per\ capita = DMC/Population$

Στον Πίνακα 2.1 παρουσιάζονται για το έτος 2017 τρεις οικονομίες με διαφορετικά χαρακτηριστικά: η οικονομία της Ελλάδος, της Φιλανδίας και του Πακιστάν. Παρά το γεγονός ότι έχουν σχεδόν το ίδιο Α.Ε.Π, παρατηρείται ότι η συσχέτιση των χαρακτηριστικών μεγεθών της κάθε οικονομίας με την κατανάλωση φυσικών πόρων είναι διαφοροποιημένη, καθώς η εκαστοτε οικονομία δεν έχει παρόμοια δομή. Εξετάζοντας τον κάθε δείκτη ξεχωριστά λαμβάνουμε τα κάτωθι συμπεράσματα:

- ✚ **DMC/GDP – Material Intensity (MI):** Για την Ελλάδα παρατηρείται πως για κάθε ένα δολλάριο (σε σταθερές τιμές 2010) παραγωγής εθνικού προϊόντος, αντιστοιχούν περίπου 452 τόνοι φυσικών πόρων, για την Φιλανδία 527 τόνοι και για το Πακιστάν σχεδόν 3,7 χιλιάδες τόνοι. Η τελευταία παρατήρηση καθιστά το Πακιστάν την χώρα με το υψηλότερο Material Intensity. Ωστόσο ο συγκεκριμένος δείκτης δεν απεικονίζει την «ένταση» της χρήσης των φυσικών πόρων για την ικανοποίηση βασικών αναγκών του πληθυσμού, όπως το φαγητό και τη στέγαση. Με τον παρακάτω δείκτη, θα δούμε πως υπολογίζεται η αξία της οικονομικής ευημερίας (economic welfare) η οποία απολαμβάνεται από τον εκάστοτε πολίτη.
- ✚ **GDP per capita – Income:** Βλέπουμε πως παρότι το Α.Ε.Π των τριών χωρών είναι παρεμφερές, το κατά κεφαλήν Α.Ε.Π, το εισόδημα ουσιαστικά των πολιτών της χώρας, διαφέρει σε υψηλό βαθμό. Με κατά κεφαλήν εισόδημα 47, 23 και 1,2 χιλιάδες αντίστοιχα για την Φιλανδία, την Ελλάδα και το Πακιστάν, είναι ευνόητο πως διαφορετικό επίπεδο ευημερίας απολαμβάνει ο εκάστοτε πολίτης. Αυτό συμβαίνει γιατί το ίδιο Α.Ε.Π κατανέμεται σε διαφορετικό πληθυσμό κατοίκων (**Population**),

οπότε η παραγωγή καλείται να καλύψει διαφορετικό αριθμό αναγκών στην εκάστοτε χώρα.

✚ **DMC/Income – alternative MI – Efficiency of using resources:** Το ποσό των φυσικών πόρων που απαιτείται για την δημιουργία μίας μονάδας εισοδήματος (2010US\$) αντικατοπτρίζει την αποδοτικότητα της χρήσης των φυσικών πόρων (efficiency of using resources) στα πλαίσια του οικονομικού συστήματος της εκάστοτε χώρας. Βλέπουμε πως η Φιλανδία, αν και αποτελεί την χώρα με το συγκριτικά υψηλότερο Α.Ε.Π, η αποδοτικότητά της είναι η χαμηλότερη εκ των τριών χωρών (2902 tons/2010US\$), χαρακτηρίζοντάς την ως περισσότερο εξαρτώμενη από τις υπηρεσίες (services) ενώ η οικονομία του Πακιστάν ως περισσότερο εξαρτώμενη (heavy oriented) από την χρήση φυσικών πόρων.

✚ **DMC/Population:** Έπειτα από παρατήρηση των στοιχείων του πίνακα συμπεραίνουμε εύλογα πως στις χώρες με τον υψηλότερο πληθυσμό, η κατανομή των φυσικών πόρων ανά κάτοικο είναι σχεδόν αντιστρόφως ανάλογη. Στο Πακιστάν, με πληθυσμό 197 εκατομμύρια κατοίκους, ανά κάτοικο αντιστοιχούν 4,4 τόνοι φυσικών πόρων προς χρήση, ενώ στην Ελλάδα και στην Φιλανδία με κατά πολύ μικρότερο συγκριτικά πληθυσμό (11 και 55 εκατομμύρια κάτοικοι αντιστοίχως) η κατανομή ανά κάτοικο είναι 10 και 25 τόνοι φυσικών πόρων.

Ακόμη, μέσω αυτής της διάκρισης παρατηρείται πως αλλάζει και η «κατάταξη» των οικονομιών με βάση την ένταση χρήσης φυσικών πόρων. Εξετάζοντας τις οικονομίες με τον προκαθορισμένο – κλασικό δείκτη τα πρώτα κατέχει το Πακιστάν, ακολουθώντας η Φιλανδία και η Ελλάδα ενώ κάνοντας χρήση του δείκτη που περιλαμβάνει τον πληθυσμό ως προσδιοριστική μεταβλητή του Material Intensity βλέπουμε πως η οικονομία της Ελλάδας προηγείται της Φιλανδίας, διαμορφώνοντας έτσι μία διαφορετική εικόνα στο διεθνές επίπεδο κατανάλωσης φυσικών πόρων. Με την χρήση συνεπώς του Εισοδήματος και όχι του Α.Ε.Π ως παρονομαστή του δείκτη έντασης χρήσης φυσικών πόρων MI (Bithas & Kalimeris, 2018):

- ✚ Προσδιορίζεται η Ένταση χρήσης Φυσικών Πόρων στο σύνολο των εισοδημάτων της οικονομίας, αφού οι πολίτες δύο οικονομιών με παρεφερές Ακαθάριστο Εγχώριο Προϊόν δεν σημαίνει πως απολαμβάνουν την ίδια οικονομική ευημερία.
- ✚ Συνυπολογίζεται η επίδραση του πληθυσμού στην δομή της οικονομίας, καθώς αποτελεί μεταβλητή που καθορίζει την παραγωγή και το μέγεθος των οικονομικών κλάδων (Brooks and Adrews, 1974; Samuelson, 1985).
- ✚ Αποκτά ανθρωποκεντρική διάσταση, καθώς οι ανθρώπινες ανάγκες είναι και εκείνες που καθορίζουν της βιοφυσικές απαιτήσεις για κατανάλωση αγαθών.



## 2.6 Ο δείκτης της Ενεργειακής Έντασης και οι προσδιοριστικοί του παράγοντες

Ένας από τους περισσότερο διαδεδομένους μακροοικονομικούς δείκτες για την μέτρηση της βιωσιμότητας μέσω της εκτίμησης του φαινομένου της αποσύνδεσης (decoupling effect) είναι ο λόγος της Ενεργειακής Κατανάλωσης (Energy) προς το Ακαθάριστο Εγχώριο Προϊόν (GDP). Ειδικότερα, ο συγκεκριμένος λόγος ουσιαστικά απεικονίζει την Ενεργειακή Ένταση της εκάστοτε οικονομίας και έχει αποτελέσει αντικείμενο πληθώρας επιστημονικών μελετών (Bithas & Kalimeris, 2013). Παρακάτω βλέπουμε την μαθηματική διατύπωση της Ενεργειακής Έντασης:

$$EI = \frac{DEC}{GDP}$$

Όπου DEC = Domestic Energy Consumption, δηλαδή ουσιαστικά η εγχώρια κατανάλωση ενέργειας της εκάστοτε οικονομίας. Η μεταπολεμική περίοδος διακρίνεται σε δύο διαφορετικά «κομμάτια» αναφορικά με την πορεία της Ενεργειακής Κατανάλωσης και το φαινόμενο της αποσύνδεσης (MacKillop, 1990; Bithas & Kalimeris, 2013):

- ✚ Η περίοδος πριν το 1973, όπου ενέργεια και οικονομική ανάπτυξη παρουσιάζουν σύνδεση (coupling)
- ✚ Η περίοδος μετά το 1973, όπου ενέργεια και οικονομική ανάπτυξη παρουσιάζουν αποσύνδεση (decoupling)

Η τελευταία περίοδος αντιμετωπίζεται ωστόσο με σκεπτικισμό από την επιστημονική κοινότητα για το πόσο αξιόπιστη είναι αυτή η εκτίμηση. Η αναρότηση έγγειται στο γεγονός εάν η όλο και μεγαλύτερη στροφή του οικονομικού συστήματος σε μία οικονομία υπηρεσιών σημαίνει και αποσύνδεση της από την χρήση φυσικών πόρων (dematerialization) και κατ' επέκτασιν αποσύνδεση της οικονομικής ανάπτυξης από την χρήση ενέργειας (Herring, 2006; Kander, 2005, Bithas & Kalimeris, 2013).

Οι προσδιοριστικοί παράγοντες που επηρεάζουν τον δείκτη της ενεργειακής έντασης διακρίνονται σε τρεις κατηγορίες (Azar and Dowlatbadi, 1999; Kaufmann, 2004):

- ✚ Οι μεταβολές στην ζήτηση
- ✚ Οι μεταβολές στην ζήτηση οι οποίες προέρχονται από μεταβολές στο εισόδημα
- ✚ Οι αυτόνομες βελτιώσεις την ενεργειακής απόδοσης (AEEI – Autonomous Energy Efficiency Improvements)

Ο τελευταίος δείκτης της ενεργειακής απόδοσης, ο οποίος δεν συνδέεται κατά οποιονδήποτε τρόπο με τις τιμές της ενέργειας, έχει αρνητική συσχέτιση με την ενεργειακή ένταση. Οι τεχνολογικές βελτιώσεις οδηγούν σε μείωση του δείκτη της ενεργειακής έντασης (Kaufmann,

2004) και για αυτές θα αναφερθούμε εκτενέστερα στο εμπειρικό σκέλος της μελέτης (Μέρος Γ).

Επιπλέον παράγοντες που επηρεάζουν τον δείκτη Energy/GDP υπογραμμίζεται πως είναι (Kaufmann, 1992):

- ✚ **Η ποιότητα της ενέργειας που καταναλώνεται:** Η κατανάλωση της ενέργειας διακρίνεται σε διάφορα είδη για τα οποία υφίσταται και η αντίστοιχη μονάδα μέτρησης. Ο άνθρακας μετράται σε μετρικούς τόνους (metric tons), το πετρέλαιο σε βαρέλια (barels), το φυσικό αέριο σε κυβικά πόδια (cubic feet) και ο ηλεκτρισμός σε κιλοβατώρες (kilowatt hours). Ανάλογα με το είδος της λοιπόν η ενέργεια μετατρέπεται σε μονάδες μέτρησης θερμικού επιπέδου προκειμένου να γίνει καθολική μετρηση της ενέργειας. Με αυτόν τον τρόπο όμως ένας συνδυασμός μηχανικών χαρακτηριστικών (με βάση την ισχύουσα τεχνολογία) και φυσικών ιδιοτήτων απαλοφείται δημιουργώντας πρόβλημα στον προσδιορισμό του χρήσιμου έργου που μπορεί να παραχθεί ανα θερμική μονάδα μέτρησης. Η διαφορά αυτή που προκύπτει στο μέγεθος του έργου που πρόκειται να παραχθεί ορίζει και την έννοια της «ποιότητας της ενέργειας». Ο δείκτης της Ενεργειακής Έντασης επηρεάζεται από αυτές τις διαφορές διότι η υπόθεση πως μία θερμική μονάδα μέτρησης ενέργειας μπορεί να παράγει περισσότερο έργο από αυτό που η μορφή ενέργειας δύναται στην πραγματικότητα να παράγει, αυξάνει την οικονομική δραστηριότητα ανά θερμική μονάδα και εντείνει την παραγωγική διαδικασία.
- ✚ **Η σύνθεση της οικονομικής δραστηριότητας:** Η μαθηματική έκφραση του δείκτη EI αντικατοπτρίζει τον μέσο όρο της ενεργειακής έντασης όλων των οικονομικών δραστηριοτήτων για την εκάστοτε οικονομία. Η οικονομική δραστηριότητα ωστόσο μετράται με δύο διαφορετικούς τρόπους. Ο ένας είναι με το άθροισμα της προστιθέμενης αξίας της παραγωγής και ο άλλος ουσιαστικά είναι το άθροισμα της τελικής ζήτησης. Συνεπώς, ο εν λόγω δείκτης ανάλογα με τον τρόπο μέτρησης της οικονομικής δραστηριότητας απεικονίζει την μέση ενεργειακή ένταση του συνδυασμού προϊόντων και υπηρεσιών που παράγονται ή των προϊόντων και υπηρεσιών που καταναλώνονται ως τελική ζήτηση.
- ✚ **Οι τιμές της ενέργειας:** Με βάση το νεοκλασικό μοντέλο της οικονομίας, μία αύξηση στις τιμές της ενέργειας μπορεί να προκαλέσει υποκατάσταση και τεχνολογική αλλαγή. Αυτές οι δύο συνέπειες είναι αρκετές ώστε να ωθήσουν την οικονομία να μειώσει τα επίπεδα της χρήσης ενέργειας, διατηρώντας παράλληλα τις οικονομικές εκροές της. Η υποκατάσταση ορίζεται ως η μείωση στην χρήση της ενέργειας και επιτυγχάνεται μέσω της αύξησης της χρήσης ενός ή περισσότερων παραγόντων που επηρεάζουν την παραγωγή, όπως η εργασία ή το κεφάλαιο. Η τεχνολογική αλλαγή ορίζεται ως η μείωση της χρήσης ενέργειας και επιτυγχάνεται δίχως να απαιτείται η αύξηση άλλων προσδιοριστικών παραγόντων της παραγωγής. Επόμενο είναι λοιπόν, σε αυτό το πλαίσιο, οι τιμές της ενέργειας να επηρεάζουν τον λόγο Κατανάλωσης Ενέργειας προς Ακαθάριστο Εγχώριο Προϊόν.

Ωστόσο, οι παράγοντες που επηρεάζουν την Ενεργειακή Ένταση και δεν συνδέονται με τις τιμές της ενέργειας είναι και αυτοί που οι περισσότερες έρευνες προβλέψεων υποστηρίζουν πως αποτελούν κύριους λόγους για την μείωση την ενεργειακής έντασης διαχρονικά, προσδιορισμένοι κατά κύριο λόγο ως ΑΕΕΙ, δηλαδή βελτιώσεις της ενεργειακής απόδοσης. Οι δομικές και τεχνολογικές αλλαγές που υποστηρίζει η βελτίωση την ενεργειακής απόδοσης προβλέπεται πως είναι ικανές να μειώσουν την ενεργειακή ένταση σε ποσοστό 0.5% έως 1% ετησίως. Επίσης υποστηρίζεται πως το ΑΕΕΙ θα φτάσει να επηρεάζει σε ποσοστό εως και 40% τον ρυθμό ανάπτυξης του Α.Ε.Π τον 21<sup>ο</sup> αιώνα. Ακόμη και τα μικρά ποσοστά βελτίωσης της ενεργειακής απόδοσης είναι ικανά να οδηγήσουν σε μεγάλες μειώσεις την ενεργειακής κατανάλωσης και σε ελάτωση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα μακροχρόνια, συμβάλλοντας στην αντιμετώπιση του προβλήματος της κλιματικής αλλαγής (Manne and Richels, 1992; Edmonds and Riley, 1985; Burniaux et al., 1992; Manne and Richels, 1999; Kaufmann, 2004).

## 2.7 Η περίπτωση του Πετρελαίου

Στο ισχύων οικονομικό σύστημα, αναμφίβολα, η τιμή του πετρελαίου είναι ουσιαστικά η «τιμή» της ενέργειας. Διερευνώντας το ποιες είναι εκείνες οι ιδιότητες που καθορίζουν το εν λόγω καύσιμο ως κυρίαρχη πηγή ενέργειας, συνοψίζουμε ότι:

- ✚ Το πετρέλαιο, αντλούμενο από διαφορετικές γεωγραφικές περιοχές, έχει τη δυνατότητα να συγκριθεί και να μελετηθεί πιο εύκολα, από άποψη περιεκτικότητας σε θείο και το κατά πόσο είναι ιξώδες (viscosity).
- ✚ Είναι συγκριτικά πιο ευέλικτο στην μεταφορά και στην αποθήκευση και ως εκ τούτου είναι εμπορεύσιμο διεθνώς σε μεγαλύτερο εύρος από τον άνθρακα και το φυσικό αέριο.
- ✚ Είναι το καύσιμο με την ελάχιστη δυνατότητα υποκατάστασης καθώς είναι σε υγρή μορφή, σε συνδυασμό με το γεγονός πως σχεδόν όλες οι μηχανές εσωτερικής καύσης στον κόσμο είναι σχεδιασμένες για καύσιμα που βρίσκονται σε υγρή μορφή.

Από τα παραπάνω χαρακτηριστικά του λοιπόν συνειδητοποιούμε τους λόγους για τους οποίους η τιμή του πετρελαίου αποτελεί ένα οικονομικό δείκτη – κλειδί. Πρέπει να αναφέρουμε ακόμη πως στη σημερινή εποχή η τιμή του πετρελαίου είναι εξαιρετικά μεταβλητή, ακολουθώντας περισσότερες από πέντε υφέσεις από το 1970 και έπειτα. (Ayres, 2016)

Η ανακάλυψη του «συμβατικού πετρελαίου» συντελέστηκε στις Η.Π.Α το 1930 και η χρήση του έφτασε στο απόγειό του διεθνώς το 1965. Οι συνολικές ανακαλύψεις ανά χρόνο δεν συμβαδίζουν με τα επίπεδα εξάντλησής του από το 1982 και έπειτα, με εξαίρεση το 1992. Αξίζει να αναφερθεί πως ο λόγος ανακαλύψεων προς κατανάλωση (εξάντληση) πετρελαίου είναι συνεχώς φθίνων. Η παγκόσμια κατανάλωση πετρελαίου για το 2004 φτάνει τα 75 δισεκατομμύρια βαρέλια την ημέρα ενώ οι ανακαλύψεις είναι κατά μέσο όρο 20 εκατομμύρια βαρέλια την ημέρα. Η εικόνα αυτή χειροτερεύει εάν αναλογιστούμε πως σήμερα η παγκόσμια συνολική κατανάλωση έχει φτάσει κοντά στα 95 δισεκατομμύρια βαρέλια την ημέρα. Πλέον δεν ανακαλύπτονται νέα κοιτάσματα πετρελαίου ούτε εκτάσεις μεγάλων διαστάσεων όπως είχε συμβεί με την Βόρεια Ακτή της Αλάσκας. Η Βόρεια Θάλασσα έχει ξεπεράσει πλέον τα όρια άντλησης, εκτός από κάποιες συγκεκριμένες περιοχές όπως η Θάλασσα Μπάρεντς και οι εθνικές εταιρείες είναι αυτές που ελέγχουν την πλειοψηφία κοιτασμάτων πετρελαίου (Ayres, 2016).

Από το 2000 και έπειτα, οι ανακαλύψεις κοιτασμάτων πετρελαίου μειώνονται κατακόρυφα και το γεγονός αυτό οφείλεται και στους πολέμους του Ιράκ και της Λιβύης. Ιστορικά γεγονότα όμως αποτελούν διαχρονικά και αιτίες για την αύξηση της τιμής του πετρελαίου. Όπως θα δούμε παρακάτω, από το τέλος του Β΄ Παγκοσμίου Πολέμου και έπειτα βασικοί

παράγοντες αύξησης της τιμής του είναι κοινωνικοπολιτικοί παράγοντες (Hamilton, 1983; Noguera – Santaella, 2016):

- ❖ 1947-1948: Οι επενδύσεις στους κλάδους παραγωγής και μεταφορών αδυνατούν να ανταποκριθούν στις μεταπολεμικές ανάγκες.
- ❖ 1952 – 1953: Η κρατικοποίηση του Ιράν
- ❖ 1956 – 1957: Η κρίση του Σουέζ
- ❖ 1969: Η μείωση των αποθεμάτων Πετρελαίου των Η.Π.Α
- ❖ 1970: Η κατάρρευση του αγωγού μετάβασης πετρελαίου από την Σαουδική Αραβία στον Λίβανο ( Trans – Arabian pipeline)
- ❖ 1973 – 1974: Το εμπάργκο του ΟΡΕC και η στασιμότητα της παραγωγής των Η.Π.Α.
- ❖ 1978 – 1979: Η επανάσταση στο Ιράν
- ❖ 1980 – 1981: Ο πόλεμος στο Ιράκ και στο Ιράν, η αφαίρεση των ελέγχων τιμών στις Η.Π.Α
- ❖ 1990: Κρίση και πόλεμος του Περσικού Κόλπου
- ❖ 2003: Η εισβολή στο Ιράκ
- ❖ 2007 – 2008: Η διεθνής χρηματοπιστωτική κρίση
- ❖ 2011: Λιβυκός Εμφύλιος Πόλεμος

Δεδομένης της σημασίας των φυσικών πόρων στην οικονομία και της οικονομικής εκμετάλλευσής τους για πολιτική σταθερότητα και οικονομική ανάπτυξη, η πολιτική οικονομία και η διακυβέρνηση των χωρών που εξαρτώνται από αυτούς παρατηρούμε πως παρουσιάζουν παρόμοιο ρυθμό ανάπτυξης και κατάρρευσης. Παρόμοιες κοινωνικοπολιτικές εξελίξεις θα παραμείνουν κεντρικά ζητήματα για τα επόμενα χρόνια σε διεθνές επίπεδο καθώς έσοδα από φυσικούς πόρους αποτελούν το οικονομικό αίτιο πολλών πολέμων, ιδιαίτερος στα χρόνια μετέπειτα του Ψυχρού Πολέμου. Εκτός από το πετρέλαιο, διεθνώς εμπορεύσιμοι πόροι όπως τα διαμάντια, η ξυλεία και οι ναρκωτικές ουσίες, έχουν διαδραματίσει σημαντικό ρόλο στις γεωπολιτικές συγκρούσεις σε τουλάχιστον 20 χώρες κατά τη διάρκεια της δεκαετίας του 1990 (Le Billion, 2004).

**ΜΕΡΟΣ Γ - ΕΜΠΕΙΡΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ:**  
**Η ΜΕΛΕΤΗ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗΣ ΤΩΝ ΗΝΩΜΕΝΩΝ ΠΟΛΙΤΕΙΩΝ**  
**ΑΜΕΡΙΚΗΣ (Η.Π.Α)**

### **3.1 Ιστορική αναδρομή: Η διαχρονική σύνδεση της Οικονομίας των Η.Π.Α με τους Φυσικούς Πόρους**

#### *3.1.1 Ο ρόλος του άνθρακα*

Μετά τον Εμφύλιο Πόλεμο της Αμερικής, δηλαδή μετά την περίοδο 1861 – 1866, η φυσική οικονομία της μεταβλήθηκε από αγροτικό σε βιομηχανικό καθεστώς με ιδιαίτερα μεγάλη ταχύτητα. Ο «δρόμος» προς την βιομηχανοποίηση αυτή βασίστηκε κατά κύριο λόγο στον άνθρακα, ακολουθώντας το παράδειγμα της Μεγάλης Βρετανίας. Η οικονομία των Η.Π.Α όμως είχε υιοθετήσει την συγκεκριμένη μορφή ενέργειας αρκετές δεκαετίες νωρίτερα. Από το 1870 έως την Παγκόσμια Οικονομική Κρίση του 1920, κατά την διάρκεια 50 χρόνων, η εξαγωγή άνθρακα και η κατανάλωσή του αυξήθηκε 15 φορές. Τα μεγέθη εξαγωγής του άνθρακα, μαζί με το σίδηρο και το ατσάλι, αυξάνονταν κατακόρυφα. Το 1929 η εγχώρια κατανάλωση άνθρακα ξεπερνάει εκείνη της Μεγάλης Βρετανίας και εκτοξεύεται στους 4,3 τόνους ανά άτομο τον χρόνο. Η παραγωγή αυξάνεται από το επίπεδο των 2 τόνων ανά άτομο τον χρόνο το 1870 σε 408 τόνους ανά άτομο τον χρόνο και οι Η.Π.Α κατακτούν 50% μερίδιο επί της παγκόσμιας παραγωγής άνθρακα. Αυτή είναι και η περίοδος όπου η Αμερική εγκαθιδρύει την κυρίαρχη θέση της ως παγκόσμια οικονομική δύναμη. Από το 1901 το κατά κεφαλήν Α.Ε.Π της ξεπερνάει τα επίπεδα της Μεγάλης Βρετανίας και η μετανάστευση αποτελεί βασικό παράγοντα αύξησης του πληθυσμού. Η Αμερικανική οικονομία αξιοποιεί την μεγάλη ποικιλία φυσικών πόρων που διαθέτει και προμηθεύει τις Ευρωπαϊκές οικονομίες με τροφή και καύσιμα (π.χ. πετρέλαιο, άνθρακα), ανερχόμενη με αυτό τον τρόπο ως κύριος εξαγωγέας φυσικών πόρων. Από το 1910 και έπειτα η κατανάλωση μεταλλευμάτων και ορυκτών καυσίμων αυξήθηκε γρήγορα και οι ρυθμοί ανάπτυξής τους ξεπέρασαν εκείνους του πληθυσμού. Η συνολική κατανάλωση φυσικών πόρων ανά άτομο τον χρόνο αυξήθηκε από 10 τόνους σε 18 τόνους κατά την διάρκεια της οικονομίας του άνθρακα στην Αμερική (Schandl and Sculz, 2002; Krausmann et al., 2008; Maddison, 2010 ; Krausmann, 2011).

#### *3.1.2 Το πετρέλαιο και ο ρόλος του στην μαζική παραγωγή και κατανάλωση*

Η οικονομία των Η.Π.Α επηρεάστηκε σε μεγάλο βαθμό από το Κραχ της Wall Street το 1929 και την επερχόμενη Παγκόσμια Οικονομική Κρίση: τόσο το Α.Ε.Π όσο και η φυσική της οικονομία απέκτησε απότομα καθοδική πορεία. Μετά το 1929 τα ποσά χρήσης φυσικών πόρων και ενέργειας μειώθηκαν στο αξιοσημείωτο ποσοστό των 30%. Μετά την πάροδο τεσσάρων ετών από το οικονομικό Κραχ βλέπουμε τα επίπεδα χρήσης φυσικών πόρων και ενέργειας να αυξάνονται ραγδαία και η οικονομία να ανακλύπτει, υποστηριζόμενη από τα μέτρα της “New Deal” εποχής. Τα μέτρα αυτά και η έναρξη του Β΄ Παγκοσμίου Πολέμου κατάφερε να επιταχύνει την μετάβαση από τον άνθρακα στο πετρέλαιο και αύξησε την κατανάλωση των ορυκτών καυσίμων. Παρά το γεγονός ότι είχαμε επιτάχυνση των διαδικασιών, η μετάβαση αυτή είχε ξεκινήσει σε πιο αργούς ρυθμούς από την εποχή πριν την οικονομική κρίση του 1929, με την δημιουργία ενός

τεχνολογικού cluster που περιελάμβανε το πετρέλαιο, την χρήση του αυτοκινήτου, την χημική ενέργεια και τον ηλεκτρισμό (Krausmann, 2011; Grübler, 1998).

Η ζήτηση για κατανάλωση φυσικών πόρων αυξάνεται ραγδαία και η οικονομία των Η.Π.Α μετατρέπεται πλέον καθαρά σε μία οικονομία εισαγωγών. Συγκεκριμένα, το 1958 η Αμερική παύει να είναι καθαρός εξαγωγέας ορυκτών πόρων και το 1973 η εξάρτησή της για εισαγωγή φυσικού αερίου και πετρελαίου αγγίζει το 20%. Μετά από 40 χρόνια καθαρών εισαγωγών, η γεωργική παραγωγή εκβιομηχανοποιείται και με την τόνωση της παραγωγής καρπών και γεωργικών προϊόντων η οικονομία της Αμερικής μετατρέπεται σε έναν καθαρό εξαγωγέα των προϊόντων αυτών. Η λεγόμενη «πράσινη επανάσταση» (green revolution) τοποθετεί την Αμερική στην θέση ενός εκ των μεγαλύτερων εξαγωγέων γεωργικών προϊόντων, ειδικά καλαμποκιού, σιταριού και σόγιας. Κατά την περίοδο αυτή ξεχωρίζει η ταχέως αυξανόμενη κατά κεφαλήν χρήση των φυσικών πόρων και η επέκταση του φυσικού κεφαλαίου. Το μοτίβο μετάβασης σε μία βιομηχανοποιημένη οικονομία συνθέτει το καθεστώς της μαζικής παραγωγής και κατανάλωσης αλλά και την καθιέρωση του «Αμερικάνικου» πρότυπου ζωής (Krausmann, 2011).

### 3.1.3 Η πετρελαϊκή κρίση του 1973 και η μετέπειτα περίοδος

Οι δύο πετρελαϊκές κρίσεις του 1973 και του 1979 θέτουν το τέλος μιας περιόδου 30 ετών συνεχούς ανάπτυξης της οικονομίας των φυσικών πόρων και συμβάλλουν στην διαμόρφωση ενός σκηνικού οικονομικής ύφεσης στις αρχές του 1980. Την δεκαετία του '70 η εγχώρια εξαγωγή πετρελαίου φτάνει στο απόγειό της και ξεκινά καθοδική πορεία, με τις εισαγωγές πετρελαίου να μειώνονται. Η κατάσταση αυτή, επηρεάζοντας την ενεργειακή κατανάλωση, προκαλεί στασιμότητα στην περαιτέρω ανάπτυξη της σύνδεσης των φυσικών πόρων με την οικονομία. Οι επιδράσεις των πετρελαϊκών κρίσεων στις τιμές του πετρελαίου είχαν τόσο βραχυχρόνιες όσο και μακροχρόνιες επεκτάσεις στην διαμόρφωση της δομής της παγκόσμιας οικονομίας. Κατά κύριο λόγο επηρεάστηκε μακροχρόνια ο ρυθμός ανάπτυξης των φυσικών πόρων και της χρήσης της ενέργειας και του φυσικού κεφαλαίου. Αυτό μπορεί να χαρακτηριστεί και ως ενοποίηση των μοτίβων της πορείας εκβιομηχάνισης των χωρών, καθώς εντοπίστηκε στις περισσότερες βιομηχανοποιημένες οικονομίες χωρών τα τελευταία τριάντα χρόνια. Μετά από αλληπάλληλες διακυμάνσεις η κατανάλωση φυσικών πόρων στην οικονομία των Η.Π.Α ξεκινάει να αυξάνεται συνεχόμενα από το 1984 και έπειτα, αλλά με χαμηλότερους ρυθμούς σε σχέση με πριν. Η χρήση των φυσικών πόρων και της ενέργειας αυξάνονται με ρυθμό παρόμοιο του πληθυσμού και παρά το γεγονός αυτό το 2005 οι ρυθμοί αυτοί είναι χαμηλότεροι από αυτούς που ίσχυαν πριν την πρώτη πετρελαϊκή κρίση (Ayres, 2006; Krausmann, 2011).



## 3.2 Επισκόπηση δεδομένων

Για την κατασκευή της δομής δεδομένων – data της μελέτης, χρησιμοποιήθηκαν βάσεις στοιχείων που βρίσκονται διαθέσιμες ελεύθερα στο διαδίκτυο και οι οποίες παρατίθενται αναλυτικά στην συνέχεια, καθώς και βάση δεδομένων από το βιβλίο του Robert Ayres, “Economic Growth Engine”. Παρακάτω βλέπουμε αναλυτικά την κάθε μεταβλητή την οποία θα εξετάσουμε διαχρονικά και συμπεριλήφθηκε στην ενιαία βάση δεδομένων που διαμορφώσαμε, καθώς και τον τρόπο ανάκτησής της. Όλα τα στοιχεία των μεταβλητών αντιστοιχούν στην χρονική περίοδο 1965 - 2010:

### Κατανάλωση Πρωτογενούς Ενέργειας (Primary Energy Consumption)

Τα στοιχεία της Ενεργειακής Κατανάλωσης σε μονάδα μέτρησης million tons oil equivalent ανακτήθηκαν από την ετήσια έκθεση “Statistical Review of World Energy – June 2017” η οποία βρίσκεται διαθέσιμη στην ιστοσελίδα της εταιρείας BP: (<http://www.bp.com/statisticalreview>). Αναλυτικά παρατίθενται στο Παράρτημα Α της διπλωματικής, στον Πίνακα 2.1.

### Πληθυσμός (Population)

Από την ανοιχτή βάση δεδομένων της Παγκόσμιας Τράπεζας (World Bank Group) ανακτήθηκαν τα στοιχεία για τον πληθυσμό των Η.Π.Α. Η εν λόγω μεταβλητή μετριέται σε μονάδες ατόμων και τα στοιχεία βρίσκονται διαθέσιμα στην ηλεκτρονική διεύθυνση: <https://data.worldbank.org/indicator/SP.POP.TOTL?view=chart>. Αναλυτικά παρατίθενται στο Παράρτημα Α της διπλωματικής, στον Πίνακα 3.1.

### Μέγεθος Νοικοκυριού (Household size)

Από την κρατική βάση δεδομένων Census Bureau των Η.Π.Α ανακτήθηκαν τα στοιχεία για το μέγεθος νοικοκυριού των Η.Π.Α. Η εν λόγω μεταβλητή μετριέται σε μονάδες ατόμων ανά νοικοκυριό αντίστοιχα και τα στοιχεία βρίσκονται διαθέσιμα στην ηλεκτρονική διεύθυνση: <https://www.census.gov/data/tables/time-series/demo/families/households.html>. Αναλυτικά παρατίθενται στο Παράρτημα Α της διπλωματικής, στον Πίνακα 3.1.

### Ακαθάριστο Εγχώριο Προϊόν (Gross Domestic Product) και Εισόδημα – Κατά κεφαλήν Ακαθάριστο Εγχώριο Προϊόν (Gross Domestic Product per capita)

Τα στοιχεία της βάσης δεδομένων για το Ακαθάριστο Εγχώριο Προϊόν προήλθαν από την Βάση Δεδομένων του Maddison, η οποία βρίσκεται διαθέσιμη στην ιστοσελίδα του Πανεπιστημίου του Groningen (<https://www.rug.nl/ggdc/productivity/10-sector/>) και υπολογίζεται ως το άθροισμα της παραγωγής προϊόντος ανά τομέα οικονομικής δραστηριότητας για τις Η.Π.Α. Η μονάδα μέτρησής είναι σε million constant 2005 U.S\$ και το κατά κεφαλήν Α.Ε.Π υπολογίζεται από τον λόγο του Α.Ε.Π προς τον πληθυσμό της Αμερικής. Αναλυτικά παρατίθενται στο Παράρτημα Α της διπλωματικής, στον Πίνακα 1.1.

### Χρηματοοικονομικές Υπηρεσίες (Financial & Business Services)

Η ανάκτηση των στοιχείων για τις Χρηματοοικονομικές Υπηρεσίες των Η.Π.Α έγινε επίσης από την ίδια βάση του Maddison, διαθέσιμη από το Πανεπιστήμιο του Groningen (<https://www.rug.nl/ggdc/productivity/10-sector/>). Η κατηγορία “Finance, insurance, real estate and business services” της βάσης, σε μονάδα μέτρησης million constant 2005 U.S\$ ουσιαστικά μας δίνει τα στοιχεία της μεταβλητής που θέλουμε να μελετήσουμε. Επίσης στην μελέτη μας εμφανίζονται ο λόγος των Χρηματοοικονομικών Υπηρεσιών προς το Ακαθάριστο Εγχώριο Προϊόν και ο λόγος των Χρηματοοικονομικών Υπηρεσιών προς το Ακαθάριστο Εγχώριο Προϊόν μη συμπεριλαμβανομένων των Χρηματοοικονομικών Υπηρεσιών. Αναλυτικά παρατίθενται στο Παράρτημα Α της διπλωματικής, στον Πίνακα 1.1.

### Ενεργειακή Ένταση (Energy Intensity)

Η Ενεργειακή Ένταση υπολογίζεται από τα στοιχεία που ήδη έχουμε για την Κατανάλωση (Πρωτογενούς) Ενέργειας και για το Ακαθάριστο Εγχώριο Προϊόν και όπως αναφέρθηκε στο Μέρος Β της μελέτης μας, είναι ο λόγος του πρώτου μεγέθους προς το δεύτερο. Η μονάδα μέτρησής του είναι toe/\$ (tons of oil equivalent/ constant 2005 U.S\$. Ο δείκτης της Ενεργειακής Έντασης θα αποτελέσει τον «πυρήνα» της ανάλυσής μας, εξετάζοντας το φαινόμενο της αποσύνδεσης (decoupling) και τους προσδιοριστικούς παράγοντες που επηρεάζουν την απόδοσή του. Αναλυτικά τα στοιχεία παρατίθενται στο Παράρτημα Α της διπλωματικής, στον Πίνακα 2.1.

### Ενεργειακή Απόδοση (Energy Efficiency)

Ο δείκτης της Ενεργειακής Απόδοσης συναντήθηκε ως aggregate efficiency στο έργο των Robert Ayres και Benjamin Warr, “Economic Growth Engine” και ορίζεται ως ο λόγος του Χρήσιμου Έργου (Useful Work) προς το μέγεθος Exergy. Ως Exergy ορίζεται η ενέργεια εκείνη που με την χρήση της μπορεί και παράγει έργο. Ο Robert Ayres στο συγκεκριμένο βιβλίο υπολόγισε τον δείκτη της Ενεργειακής Απόδοσης μέχρι το έτος 2005. Το 2013 ο Οργανισμός ACEEE (American Council for an Energy – Efficient Economy) αναβάθμισε την βάση αυτή μέχρι και το 2010, ακολουθώντας τα πρότυπα του Ayres. Στην μελέτη μας εξετάζουμε τα στοιχεία της Ενεργειακής Απόδοσης διαχρονικά, υπολογισμένα ως ποσοστά επί τοις εκατό, σε πραγματικούς αριθμούς. Αναλυτικά τα στοιχεία παρατίθενται στο Παράρτημα Α της διπλωματικής, στον Πίνακα 2.1.

### Εκπομπές Διοξειδίου του Άνθρακα (CO2 emissions)

Από την ίδια βάση δεδομένη της BP που ανακτήσαμε τα στοιχεία για την Κατανάλωση πρωτογενούς Ενέργειας, η οποία όπως αναφέρθηκε διατίθενται μέσω της ιστοσελίδας του οργανισμού, ανακτήθηκαν τα δεδομένα για τις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα των Η.Π.Α το διάστημα 1965 – 2010, σε μονάδα μέτρησης million tons carbon dioxide. Αναλυτικά τα στοιχεία παρατίθενται στο Παράρτημα Α της διπλωματικής, στον Πίνακα 3.1.

Για την εξαγωγή των διαγραμμάτων στις παραγράφους 3.3 – 3.8 τα μεγέθη μετατράπηκαν σε indexed rates, σύμφωνα με τον παρακάτω τύπο:

$$\text{Indexed rate} = 1 + [(\text{Τιμή μεγέθους το 1965} - \text{Τιμή μεγέθους του εκάστοτε έτους}) / \text{Τιμή μεγέθους το 1965}]$$

Οι Πίνακες τους διατίθενται στο Παράρτημα Α της εργασίας, κατά αντιστοιχία με τους πίνακες παράθεσης των αρχικών τιμών των μεγεθών ( Πίνακες 1.2, 2.2 και 3.2).

Στην Οικονομετρική προσέγγιση της παραγράφου 3.9 τα μεγέθη που υπέστησαν λογαριθμικές μετατροπές προκειμένου να υπολογιστεί η απόδοσή τους και ο βαθμός συνολοκλήρωσής τους, ήταν στην αρχική τους μορφή και όχι σε indexed rates.

### 3.3 Η Ενεργειακή Κατανάλωση και Οικονομική Ανάπτυξη στις Η.Π.Α την περίοδο 1965 – 2010

Η Ενεργειακή Κατανάλωση ή η Κατανάλωση Πρωτογενούς Ενέργειας ορίζεται από τον Οργανισμό ΕΙΑ των Η.Π.Α<sup>3</sup> (U.S Energy Information Administration) ως το σύνολο των ακόλουθων πεδίων κατανάλωσης ενέργειας:

- + Κατανάλωση άνθρακα
- + Καθαρές εισαγωγές οπτάνθρακα
- + Κατανάλωση πετρελαίου και υποπροϊόντων του
- + Κατανάλωση ξηρού φυσικού αερίου, εξαιρουμένων των συμπληρωματικών αερίων καυσίμων
- + Παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από πυρηνική ενέργεια, μετατρεπόμενη σε Btu με χρήση του μέσου ετήσιου ρυθμού θέρμανσης των πυρηνικών σταθμών.
- + Συμβατική καθαρή παραγωγή υδροηλεκτρικής ενέργειας, μετατρεπόμενη σε Btu με τη χρήση του μέσου ετήσιου ρυθμού θέρμανσης των εγκαταστάσεων που λειτουργούν με ορυκτά καύσιμα.
- + Γεωθερμική παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, μετατρεπόμενη σε Btu με χρήση του μέσου ετήσιου ρυθμού θέρμανσης των εγκαταστάσεων που λειτουργούν με ορυκτά καύσιμα, γεωθερμική ενέργεια αντλίας θερμότητας και γεωθερμική ενέργεια άμεσης χρήσης.
- + Ηλιακή θερμική και φωτοβολταϊκή παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας που μετατράπηκε σε Btu με τη χρήση του μέσου ετήσιου ρυθμού θέρμανσης των εγκαταστάσεων που λειτουργούν με ορυκτά καύσιμα.
- + Ηλιακή θερμική ενέργεια άμεσης χρήσης.
- + Αιολική παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από αιολική ενέργεια (μετατρεπόμενη σε Btu με τη χρήση του μέσου ετήσιου ρυθμού θέρμανσης των εγκαταστάσεων που λειτουργούν με ορυκτά καύσιμα)
- + Η κατανάλωση καυσίμων από ξυλεία και η ξυλεία
- + Κατανάλωση αποβλήτων βιομάζας
- + Κατανάλωση αιθανόλης καυσίμου και βιοντίζελ.
- + Απώλειες και υποπροϊόντα από την παραγωγή καυσίμου αιθανόλης και βιοντίζελ.
- + Οι καθαρές εισαγωγές ηλεκτρικής ενέργειας που μετατράπηκαν σε Btu χρησιμοποιώντας θερμική περιεκτικότητα σε ηλεκτρική ενέργεια 3.412 Btu ανά κιλοβατώρα.

Σύμφωνα με τον ΕΙΑ «η Κατανάλωση Πρωτογενούς Ενέργειας περιλαμβάνει επίσης όλες τις πηγές των ορυκτών καυσίμων χωρίς χρήση καύσης. Οι πηγές ενέργειας που παράγονται από

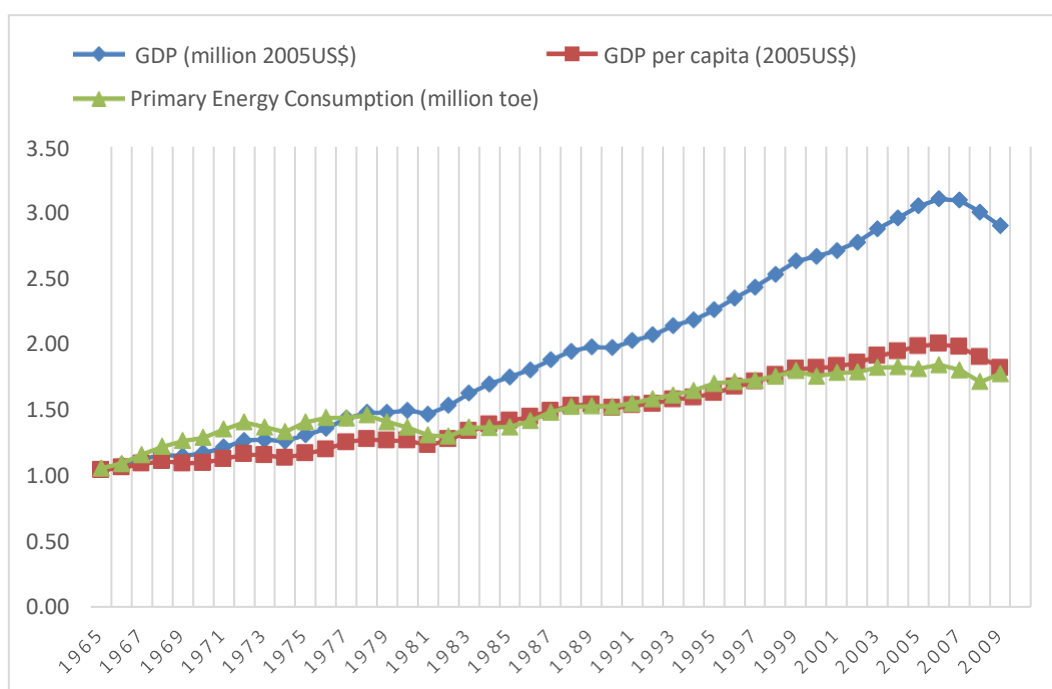
---

<sup>3</sup> <https://www.eia.gov/tools/glossary/index.php?id=Primary%20energy>

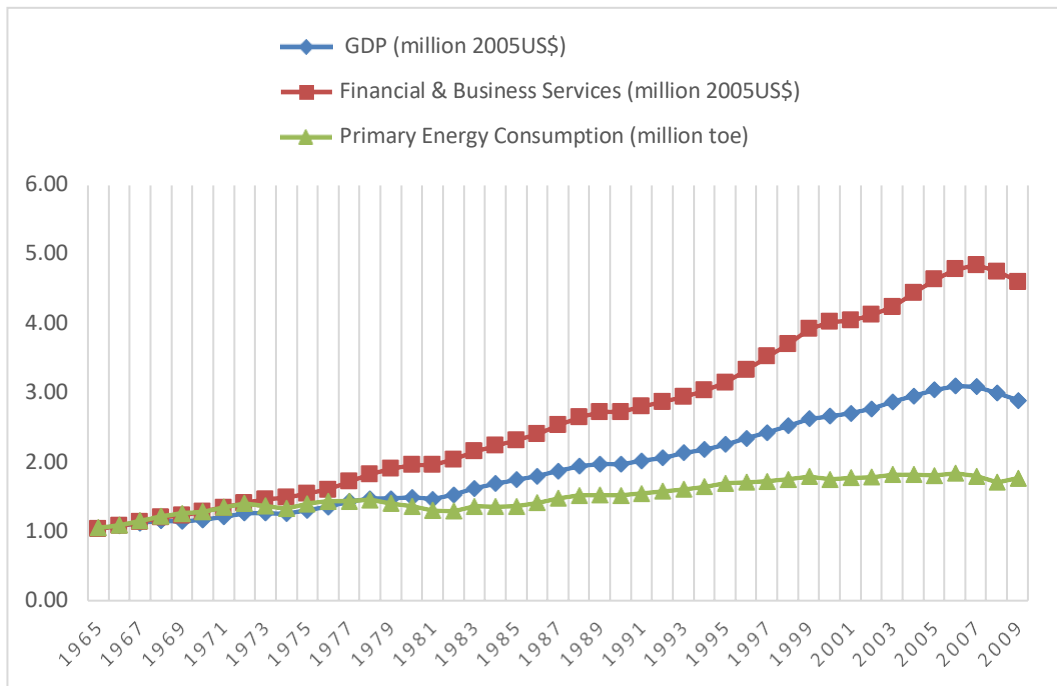
άλλες πηγές ενέργειας περιλαμβάνονται στην κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας μόνο εάν το ενεργειακό περιεχόμενο δεν έχει ήδη συμπεριληφθεί ως μέρος στις αρχικές πηγές ενέργειας. Συνεπώς, η κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας στις Η.Π.Α περιλαμβάνει καθαρές εισαγωγές οπτάνθρακα αλλά δεν περιλαμβάνει τον οπτάνθρακα που παράγεται από εγχώριο άνθρακα».

Στο παρακάτω Διάγραμμα 3.1 παρατηρούμε την διαχρονική πορεία του Α.Ε.Π, του κατά κεφαλήν Α.Ε.Π και της Κατανάλωσης Πρωτογενούς Ενέργειας στις Ηνωμένες Πολιτείες Αμερικής. Εύκολα παρατηρείται πως η οικονομία αναπτύσσεται ραγδαία, καθώς το Α.Ε.Π (GDP – Gross Domestic Product) αυξάνεται κατακόρυφα. Αυξητικό ρυθμό έχει και το εισόδημα, δηλαδή το κατά κεφαλήν Α.Ε.Π (GDP per capita), αλλά όχι με την ίδια ένταση όσο στο σύνολο στις οικονομίες. Η Κατανάλωση Πρωτογενούς Ενέργειας στο Διάγραμμα 3.1 παρουσιάζει ανοδική τάση διαχρονικά, αλλά όχι με τον ίδιο εκπληκτικό ρυθμό αύξησης του Ακαθάριστου Εγχώριου Προϊόντος.

Όπως έχει αναφερθεί ήδη και στο Μέρος Α της διπλωματικής, η σημερινή σύγχρονη μετα – βιομηχανική κοινωνία είναι ουσιαστικά μία οικονομία προσανατολισμένη στην ραγδαία αύξηση των υπηρεσιών, γεγονός που παρατηρείται και στο Διάγραμμα 3.2. Μπορεί στο Διάγραμμα 3.1 να παρατηρήσαμε μία ραγδαία αυξητική τάση για το Ακαθάριστο Εγχώριο Προϊόν των Η.Π.Α, στο Διάγραμμα 3.2 όμως φαίνεται ο ακόμη μεγαλύτερος ρυθμός ανάπτυξης του κλάδου των χρηματοοικονομικών υπηρεσιών και συγκριτικά με αυτόν τον ρυθμό, ο ρυθμός κατανάλωσης ενέργειας παραμένει σε σταθερά ανοδικά επίπεδα με μικρές διακυμάνσεις.



**Διάγραμμα 3.1:** Α.Ε.Π, Εισόδημα και Κατανάλωση Πρωτογενούς Ενέργειας στις Η.Π.Α για την περίοδο 1965 – 2010.



**Διάγραμμα 3.2:** Χρηματοοικονομικές Υπηρεσίες, Α.Ε.Π και Κατανάλωση Πρωτογενούς Ενέργειας στις Η.Π.Α για την περίοδο 1965 – 2010.

### 3.4 Ο δείκτης Ενεργειακής Έντασης (Energy Intensity) στις Η.Π.Α την περίοδο 1965 – 2010

Ο δείκτης Ενεργειακής Έντασης (EI – Energy Intensity) όπως έχει ήδη αναφερθεί ορίζεται ως λόγος στις Κατανάλωσης Πρωτογενούς Ενέργειας προς το Ακαθάριστο Εγχώριο Προϊόν (Energy/GDP). Παρατηρούμε λοιπόν στο Διάγραμμα 3.3 πως η Ενεργειακή Ένταση της Αμερικανικής Οικονομίας τα τελευταία 45 χρόνια ακολουθεί μία καθοδική πορεία. Η συνεχής πτώση στις Ενεργειακής Έντασης ξεκινάει την περίοδο στις πρώτης πετρελαϊκής κρίσης το 1974 και επιδεινώνεται με το ξέσπασμα στις χρηματοοικονομικής κρίσης στην Αμερική το 2008. Σε αντίθεση με αυτή τη παρατήρηση βρίσκονται οι λόγοι:

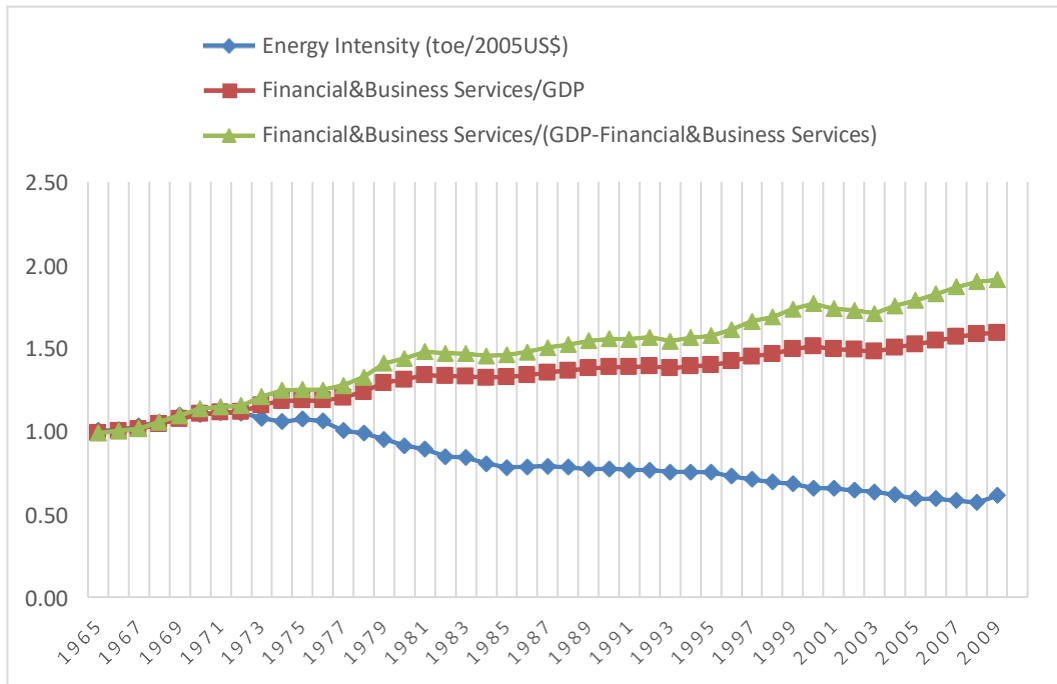
- **Χρηματοοικονομικές Υπηρεσίες/Α.Ε.Π (Financial&Business Services/GDP):** Ουσιαστικά ο λόγος αυτός αντικατοπτρίζει το ποσοστό σύστασης του Ακαθάριστου Εγχώριου Προϊόντος από τις Χρηματοοικονομικές Υπηρεσίες
- **Χρηματοοικονομικές Υπηρεσίες/ (Α.Ε.Π – Χρηματοοικονομικές Υπηρεσίες) (Financial&Business Services/(GDP – Financial&Business Services):** Ο λόγος αυτός αντιπροσωπεύει την αναλογία των Χρηματοοικονομικών Υπηρεσιών προς τις καθαρά «βιομηχανικές» δραστηριότητες του Α.Ε.Π

Οι παραπάνω λόγοι αυξάνονται δραστικά με την πάροδο του χρόνου και ιδιαίτερα ο λόγος της αναλογίας των Χρηματοοικονομικών Υπηρεσιών προς τις «καθαρές» δραστηριότητες του Α.Ε.Π από αυτές τις υπηρεσίες. Το γεγονός αυτό, σε συνδυασμό με τις παρατηρήσεις της παραγράφου 3.2, μας οδηγεί στο συμπέρασμα πως ο δείκτης της Ενεργειακής Έντασης δεν μειώνεται λόγω της μείωσης της Κατανάλωσης Πρωτογενούς Ενέργειας ούτε συμβαίνει μία ουσιαστική – πραγματική αποσύνδεση της οικονομίας από την κατανάλωση ενέργειας<sup>4</sup>. Η αιτία της μείωσης αυτής οφείλεται στην ραγδαία αύξηση του Α.Ε.Π και κατά επέκταση στην ταχέως αναπτυσσόμενη δραστηριότητά των Χρηματοοικονομικών Υπηρεσιών.

$$\text{Energy Intensity} = \frac{\text{Primary Energy Consumption}}{\text{GDP}}$$

The diagram illustrates the Energy Intensity formula:  $\text{Energy Intensity} = \frac{\text{Primary Energy Consumption}}{\text{GDP}}$ . An arrow points from the 'Primary Energy Consumption' numerator to a box labeled 'Small fluctuations'. Two upward-pointing arrows are positioned below the 'GDP' denominator, indicating that an increase in GDP leads to a decrease in the overall ratio.

<sup>4</sup> <https://www.eia.gov/todayinenergy/detail.php?id=10191>



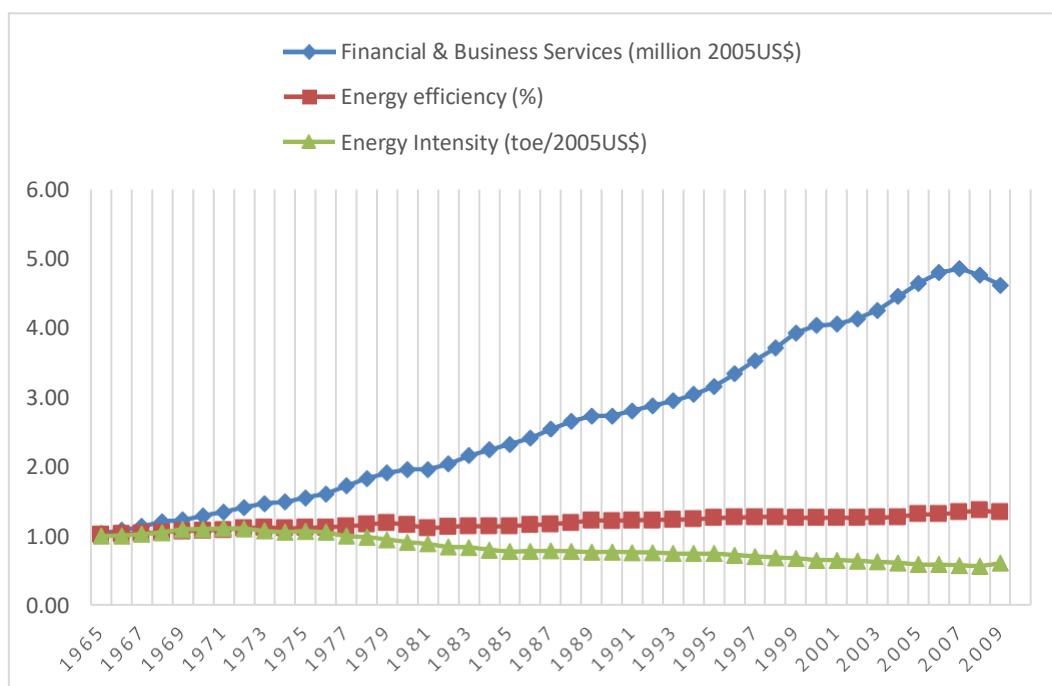
**Διάγραμμα 3.3:** Ενεργειακή Ένταση, Χρηματοοικονομικές Υπηρεσίες/Α.Ε.Π, Χρηματοοικονομικές Υπηρεσίες/ (Α.Ε.Π – Χρηματοοικονομικές Υπηρεσίες) στις Η.Π.Α για την περίοδο 1965 – 2010.



### 3.5 Ο δείκτης Ενεργειακής Απόδοσης (Energy Efficiency) στις Η.Π.Α την περίοδο 1965 -2010

Στην παράγραφο αυτή συναντάμε τον δείκτη της Ενεργειακής Απόδοσης (Energy Efficiency). Ο εν λόγω δείκτης ουσιαστικά αντιπροσωπεύει το ποσοστό της παραγωγής Χρήσιμου Έργου (Useful Work) προς «το μέγιστο έργο που θα μπορούσε να παραχθεί από ένα κλειστό χημικό σύστημα, πλησιάζοντας αντιστρόφως την ισορροπία» (Exergy) (Ayres, 2016).

Εξετάζοντας το Διάγραμμα 3.4 βλέπουμε πως η Ενεργειακή Απόδοση για τις Η.Π.Α το 1965 έχει παραμείνει σε σταθερά ανοδικά επίπεδα, γεγονός που καταδεικνύει πως η παραγωγή της οικονομίας των Η.Π.Α έχει υποστεί τεχνολογικές βελτιώσεις μέσα σε αυτήν τη περίοδο. Ακόμη, ο κλάδος που παρουσίασε τις μεγαλύτερες αλλαγές στην οικονομία της, όπως ήδη έχουμε τονίσει στα κεφάλαια 3.3 και 3.4, είναι εκείνος των υπηρεσιών και συγκεκριμένα των Χρηματοοικονομικών Υπηρεσιών.

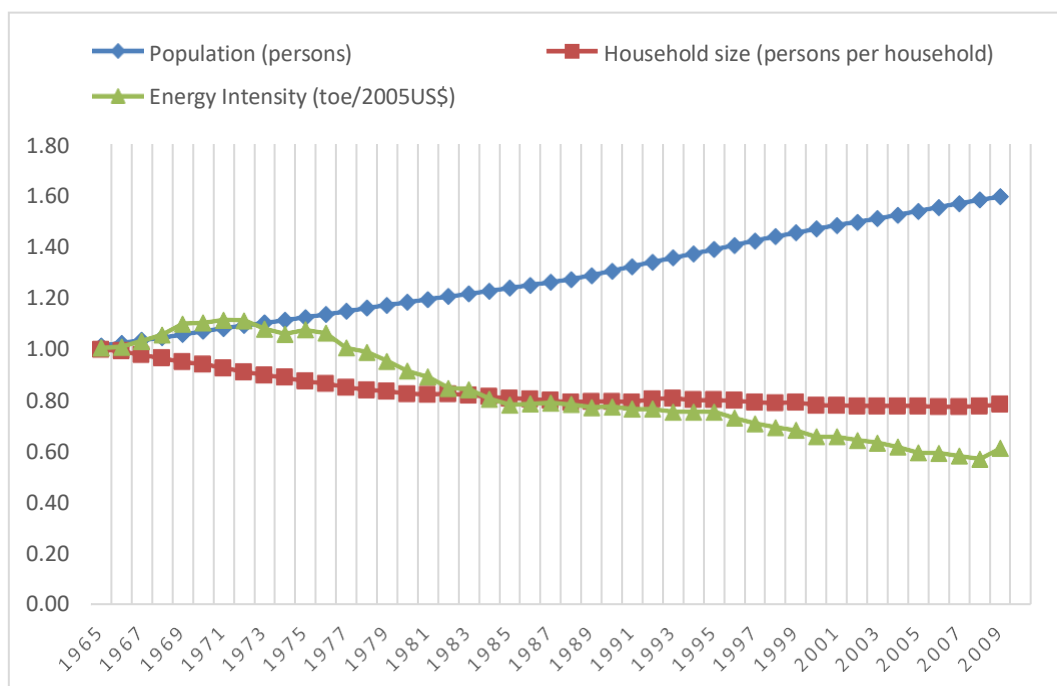


**Διάγραμμα 3.4:** Χρηματοοικονομικές Υπηρεσίες, Ενεργειακή Απόδοση και Ενεργειακή Ένταση στις Η.Π.Α για την περίοδο 1965 – 2010.

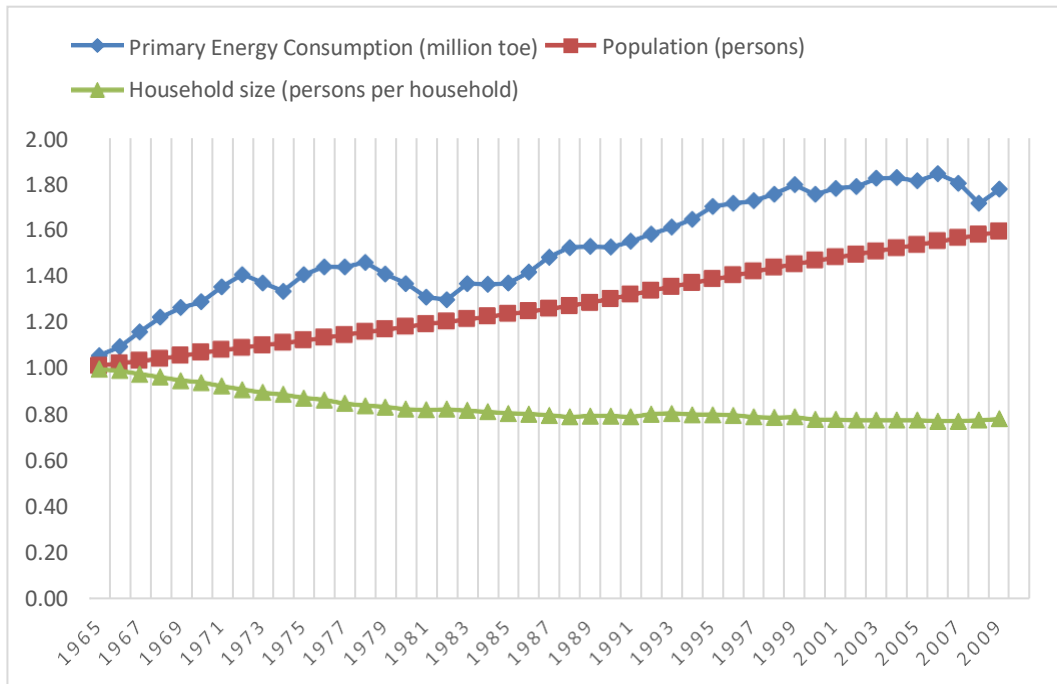
### 3.6 Πληθυσμός και Μέγεθος Νοικοκυριού στις Η.Π.Α την περίοδο 1965 – 2010

Αξίζει να εξετάσουμε τον ρυθμό ανάπτυξης του πληθυσμού και του μεγέθους του νοικοκυριού στις Η.Π.Α την περίοδο 1965 – 2010, μεγέθη που σχετίζονται άμεσα και καθορίζουν την Κατανάλωση της Ενέργειας και την Ενεργειακή Ένταση ως προσδιοριστικοί παράγοντες (Kaufmann, 2004). Ο αριθμός των ατόμων που απαρτίζουν ένα νοικοκυριό είναι ουσιαστικά το μέγεθος του νοικοκυριού. Από τα διαγράμματα 3.5 και 3.6 παρατηρούμε πως ο ρυθμός αύξησης του πληθυσμού είναι σχεδόν αντιστρόφως ανάλογος με τον ρυθμό αύξησης του μεγέθους του νοικοκυριού. Παρότι ο πληθυσμός αυξάνεται κατακόρυφα, ο αριθμός των ατόμων που διαμορφώνουν ένα νοικοκυριό φθίνει.

Στο Διάγραμμα 3.5 με την αύξηση του πληθυσμού η Ενεργειακή Ένταση φθίνει ενώ στο Διάγραμμα 3.6 βλέπουμε πως με την αύξηση του πληθυσμού αυξάνεται με παρόμοιο ρυθμό και η Κατανάλωση της Ενέργειας. Οι κάτοικοι των Η.Π.Α δεν μείωσαν την Κατανάλωση Πρωτογενούς Ενέργειας που χρησιμοποιούν, αντιθέτως την αύξησαν καθώς ο πληθυσμός διογκωνόταν ραγδαία. Συνεπώς ο λόγος που η Ενεργειακή Ένταση έχει καθοδική πορεία δεν είναι άλλος από εκείνον που έχει ήδη γίνει λόγος: η έντονη αύξηση του Ακαθάριστου Εγχώριου Προϊόντος.



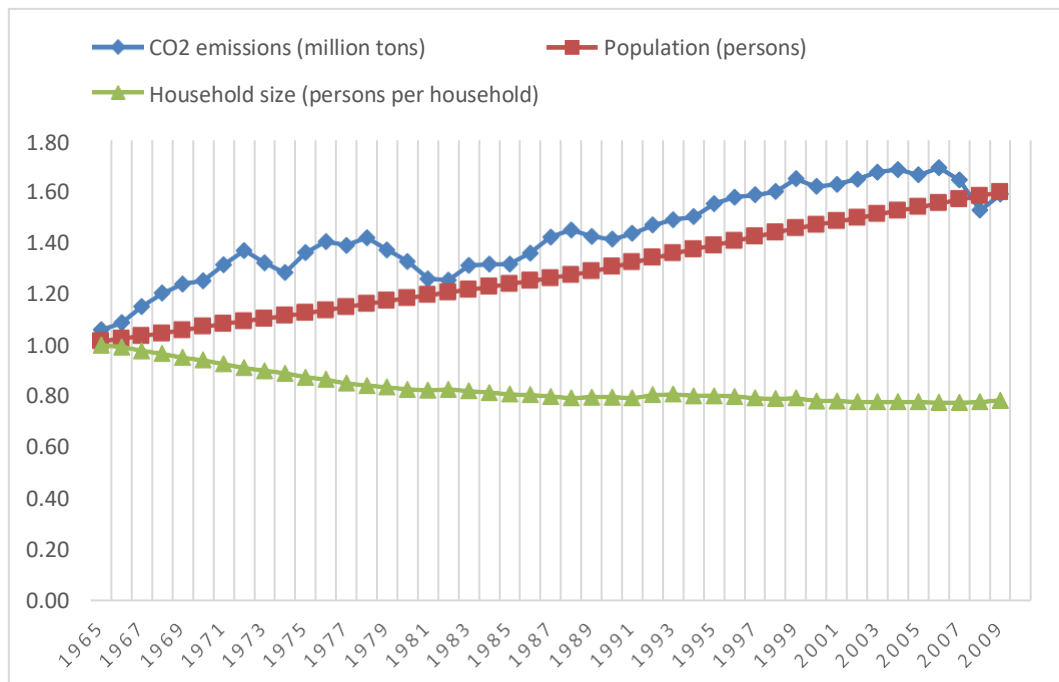
**Διάγραμμα 3.5:** Πληθυσμός, Μέγεθος Νοικοκυριού και Ενεργειακή Ένταση στις Η.Π.Α για την περίοδο 1965 – 2010.



**Διάγραμμα 3.6:** Κατανάλωση Πρωτογενούς Ενέργειας, Πληθυσμός και Μέγεθος Νοικοκυριού στις Η.Π.Α για την περίοδο 1965 – 2010.

### 3.7 Εκπομπές CO<sub>2</sub> στις Η.Π.Α την περίοδο 1965 – 2010

Οι εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα (CO<sub>2</sub> emissions), όπως είναι αναμενόμενο, αυξάνονται με την μεγέθυνση του πληθυσμού την περίοδο 1965 – 2010. Στις περιόδους των πετρελαϊκών κρίσεων (1972 – 1974 και 1978 – 1981) και της χρηματοοικονομικής κρίσης (2006 – 2008) παρατηρείται μείωση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα, πιθανόν από την μείωση της χρήσης του πετρελαίου στον τομέα των μεταφορών και στην βιομηχανία.



**Διάγραμμα 3.7:** Εκπομπές CO<sub>2</sub>, Πληθυσμός και Μέγεθος Νοικοκυριού στις Η.Π.Α για την περίοδο 1965 – 2010.

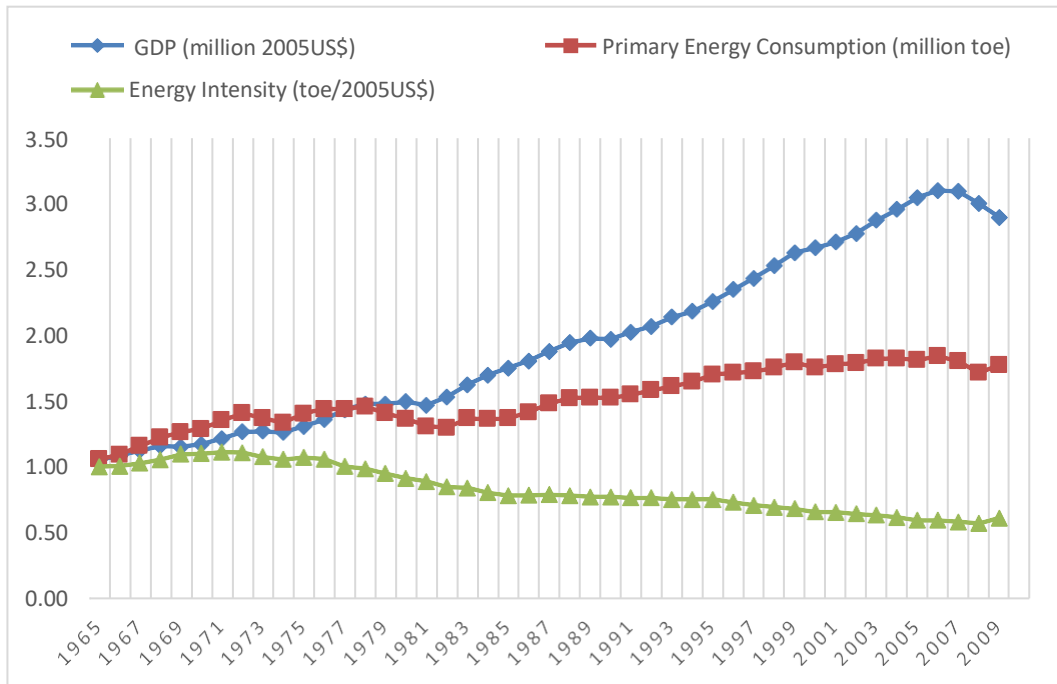
### **3.8 Το φαινόμενο στις Αποσύνδεσης (Decoupling) και οι Χρηματοοικονομικές Υπηρεσίες στις Η.Π.Α την περίοδο 1965 -2010**

Το φαινόμενο της Αποσύνδεσης (Decoupling effect), σύμφωνα με έρευνα του Οργανισμού UNEP (United Nations Environment Programme) το 2011, ορίζεται ως «η μείωση του ρυθμού χρήσης φυσικών πόρων ανά μονάδα οικονομικής δραστηριότητας».

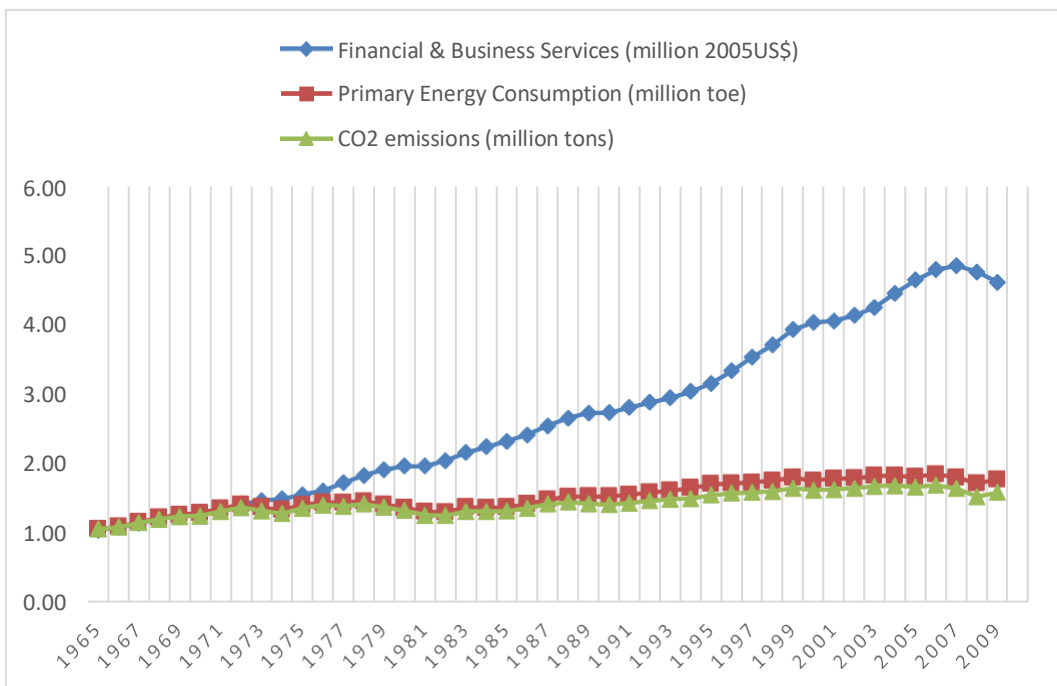
Στο Διάγραμμα 3.8 βλέπουμε ξανά την μείωση της Ενεργειακής Έντασης, του λόγου Ενεργειακής Κατανάλωσης προς Α.Ε.Π, γεγονός που με μία απλή παρατήρηση μαρτυρεί την αποσύνδεση της οικονομίας από την χρήση ενέργειας. Παρατηρώντας όμως στο ίδιο διάγραμμα την διαχρονική πορεία των συνιστωσών του εν λόγω μεγέθους, κατανοούμε πως η κατάσταση αυτή δεν οφείλεται στην μείωση του αριθμητή του λόγου αυτού. Η Ενεργειακή Κατανάλωση των Ηνωμένων Πολιτειών όχι απλά δεν μειώνεται, αλλά γενικά ακολουθεί διαχρονικά αυξητικές τάσεις, όπως έχει ήδη αναφερθεί. Το Ακαθάριστο Εγχώριο Προϊόν της ακολουθεί επίσης αυξητικές τάσεις, αλλά με πολύ μεγαλύτερο ρυθμό από εκείνον της Ενεργειακής Κατανάλωσης. Συνεπώς, με μία ακόμη συνολική διαγραμματική απεικόνιση συμπεραίνεται πως η αποσύνδεση που παρατηρείται, η δραστική μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης ανά μονάδα οικονομικής δραστηριότητας, οφείλεται στην ραγδαία αύξηση του Α.Ε.Π, και κατά επέκταση των Χρηματοοικονομικών Υπηρεσιών.

Οφείλει να σημειωθεί η αισθητή μείωση του Α.Ε.Π εν μέσω χρηματοοικονομικής κρίσης, (2008 – 2009) στις Η.Π.Α και οι ταυτόχρονες μικρού μεγέθους αυξητικές τάσεις της Ενεργειακής Έντασης και της Κατανάλωσης Ενέργειας. Παρατηρούμε πως η αύξηση του λόγου Κατανάλωσης Ενέργειας/Α.Ε.Π οφείλεται πολύ περισσότερο στην μεγάλη πτώση του παρονομαστή παρά στην ιδιαίτερη αύξηση Κατανάλωσης Πρωτογενούς Ενέργειας.

Στο Διάγραμμα 3.9 εμφανίζονται κάποιες επίσης ενδιαφέρουσες παρατηρήσεις. Βλέπουμε την κατακόρυφη αύξηση των Χρηματοοικονομικών Υπηρεσιών από το 1965 και ταυτόχρονα τις παράλληλες, πολύ χαμηλότερων επιπέδων, αυξητικές πορείες της Κατανάλωσης Πρωτογενούς Ενέργειας και των Εκπομπών Διοξειδίου του Άνθρακα. Αυτά τα δύο σημεία ενδυναμώνουν την παραπάνω θέση μας για την κατάσταση της χρήσης ενεργειακών πόρων και της αιτιότητας του Α.Ε.Π και των Χρηματοοικονομικών Υπηρεσιών για την παρουσίαση αυτής της αριθμητικής και όχι ουσιαστικής εικόνας αποσύνδεσης της οικονομίας από την κατανάλωση ενέργειας.



**Διάγραμμα 3.8:** Α.Ε.Π, Κατανάλωση Πρωτογενούς Ενέργειας και Ενεργειακή Ένταση στις Η.Π.Α για την περίοδο 1965 – 2010.



**Διάγραμμα 3.9:** Χρηματοοικονομικές Υπηρεσίες, Κατανάλωση Πρωτογενούς Ενέργειας και Εκπομπές CO<sub>2</sub> στις Η.Π.Α για την περίοδο 1965 – 2010.

(%)	Financial & Business Services	Energy Efficiency	Energy Intensity
1965 - 1975	49,21	11,32	5,71
1975 -1985	50,29	2,61	-23,95
1985 - 1995	35,41	9,06	-6,18
1995 - 2005	46,41	2,25	-18,15
2005 -2010	3,57	5,54	-0,68

**Πίνακας 3.1 : Διαχρονικές μεταβολές σε Χρηματοοικονομικές Υπηρεσίες – Ενεργειακή Απόδοση – Ενεργειακή Ένταση**

Στον Πίνακα 3.1 παρατηρούμε πως διαχρονικά και ανά δεκαετία οι προσδιοριστικοί παράγοντες της ενεργειακής απόδοσης, κατά επέκταση της βελτίωσης της τεχνολογίας, και των χρηματοοικονομικών υπηρεσιών παρουσιάζουν αυξητικούς ρυθμούς. Παράλληλα, ο δείκτης της Ενεργειακής Έντασης και συνεπώς της αποσύνδεσης της οικονομίας από την χρήση ενέργειας έχει ρυθμό που διαχρονικά και ανά δεκαετία μειώνεται. Το γεγονός αυτό, με την κατάλληλη μελέτη της επιστημονικής βιβλιογραφίας διαχρονικά, μας οδηγεί στην οικονομετρική μελέτη τους στην επόμενη παράγραφο της διπλωματικής εργασίας, αποσκοπώντας στην μακροοικονομική εξέτασή τους και την επαλήθευση της αρνητικής συσχέτισης του EI με τους συγκεκριμένους προσδιοριστικούς παράγοντες.

### 3.9 Οικονομετρική προσέγγιση – Μελέτη βασικών προσδιοριστικών παραγόντων της Ενεργειακής Έντασης

Στην παράγραφο αυτή της μελέτης θα γίνει προσπάθεια διερεύνησης των προσδιοριστικών παραγόντων του δείκτη Ενεργειακής Έντασης (Energy Intensity). Η βιβλιογραφία διαχρονικά υπογραμμίζει πως οι βασικότεροι δείκτες - μεγέθη που ενέχουν ιδιαίτερο ενδιαφέρον σε αυτή την προσπάθεια είναι η Δομή – Σύσταση της Οικονομίας<sup>5</sup>, η Ενεργειακή Απόδοση<sup>6</sup> και το Εμπόριο<sup>7</sup> (Kaufmann, 2004). Στην εργασία μας θα συμπεριλάβουμε την διερεύνηση μόνο των δύο πρώτων μεγεθών, καθώς οι μετρήσεις για το Εμπόριο σε βάση δεδομένων ήταν πιο δύσκολα προσβάσιμες.

#### 3.9.1 Μέθοδος Ελαχίστων Τετραγώνων

Σε μία πρώτη λοιπόν προσέγγιση αυτής της οικονομετρικής διερεύνησης, εφαρμόστηκε πολλαπλή γραμμική παλινδρόμηση, με εξαρτημένη μεταβλητή την Ενεργειακή Ένταση (EI) και ανεξάρτητες μεταβλητές την Ενεργειακή Αποδοτικότητα (EF) και τις Χρηματοοικονομικές Υπηρεσίες (FS), στο οικονομετρικό πακέτο EViews με την Μέθοδο Ελαχίστων Τετραγώνων (OLS – Ordinary Least Squares).

Τα αποτελέσματα που εξήχθησαν παρατίθενται στον Πίνακα 3.2 και το Υπόδειγμα 1 παρουσιάζεται παρακάτω:

#### Estimation Equation:

$$EI = C(1)*FS + C(2)*EF + C(3)$$

#### Substituted Coefficients:

$$EI = -4.96398927258e-11*FS + 7.66857693227e-06*EF + 0.000281690434371$$

Όπως παρατηρούμε, για επίπεδο εμπιστοσύνης 5%, ο συντελεστής προσδιορισμού της Ενεργειακής Απόδοσης δεν είναι στατιστικά σημαντικός ( $0.3670 > 0.05$ ). Το υπόδειγμά μας όμως παρουσιάζει προβλήματα: όπως φαίνεται στον Πίνακα 3.2 έχει ομοσκεδαστικά κατάλοιπα, αλλά στην Εικόνα 3.2 εμφανίζεται πρόβλημα της αυτοσυσχέτισης των καταλοίπων, συνεπώς τα αποτελέσματά μας δεν μπορούν να θεωρηθούν έγκυρα.

<sup>5</sup> Income – driven changes in demand.

<sup>6</sup> Autonomous energy efficiency improvements (AEEI).

<sup>7</sup> Price – driven changes in demand.

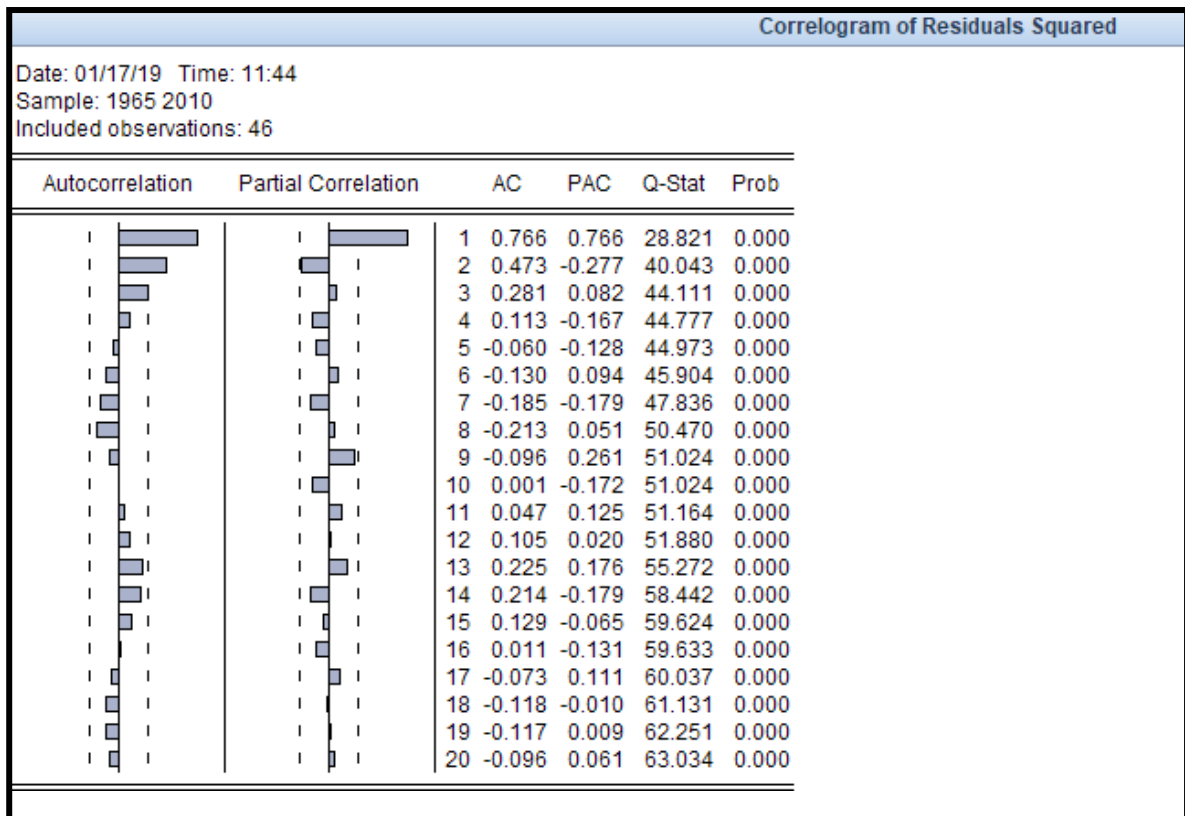


**Πίνακας 3.2:** Αποτελέσματα μεθόδου OLS για το Υπόδειγμα 1

Dependent Variable: EI				
Method: Least Squares				
Date: 01/17/19 Time: 11:11				
Sample: 1965 2010				
Included observations: 46				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
FS	-4.96E-11	7.11E-12	-6.977417	0.0000
EF	7.67E-06	8.41E-06	0.911650	0.3670
C	0.000282	8.66E-05	3.251867	0.0022
R-squared	0.903829	Mean dependent var		0.000252
Adjusted R-squared	0.899356	S.D. dependent var		5.23E-05
S.E. of regression	1.66E-05	Akaike info criterion		-19.11351
Sum squared resid	1.18E-08	Schwarz criterion		-18.99425
Log likelihood	442.6107	Hannan-Quinn criter.		-19.06883
F-statistic	202.0592	Durbin-Watson stat		0.123260
Prob(F-statistic)	0.000000			

**Πίνακας 3.3:** Τεστ Ετεροσκεδαστικότητας Breusch-Pagan-Godfrey για το Υπόδειγμα 1

Heteroskedasticity Test: Breusch-Pagan-Godfrey				
F-statistic	4.756348	Prob. F(2,43)	0.0136	
Obs*R-squared	8.332919	Prob. Chi-Square(2)	0.0155	
Scaled explained SS	3.440470	Prob. Chi-Square(2)	0.1790	
Test Equation:				
Dependent Variable: RESID^2				
Method: Least Squares				
Date: 01/17/19 Time: 11:32				
Sample: 1965 2010				
Included observations: 46				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	1.36E-10	1.22E-09	0.111194	0.9120
FS	-1.22E-16	1.00E-16	-1.211745	0.2322
EF	3.46E-11	1.19E-10	0.291524	0.7721
R-squared	0.181150	Mean dependent var		2.57E-10
Adjusted R-squared	0.143064	S.D. dependent var		2.53E-10
S.E. of regression	2.34E-10	Akaike info criterion		-41.45176
Sum squared resid	2.35E-18	Schwarz criterion		-41.33250
Log likelihood	956.3905	Hannan-Quinn criter.		-41.40709
F-statistic	4.756348	Durbin-Watson stat		0.563976
Prob(F-statistic)	0.013611			



**Εικόνα 3.1:** Έλεγχος αυτοσυσχέτισης για το Υπόδειγμα 1

Σε μία επόμενη προσπάθεια να μειώσουμε την μη – γραμμικότητα, μετατρέπουμε το μοντέλο στην λογαριθμική του μορφή, όπως εξάγεται παρακάτω στο Υπόδειγμα 2:

**Estimation Equation:**

$$\text{LNEI} = \text{C}(1) + \text{C}(2)*\text{LNFS} + \text{C}(3)*\text{LNEF}$$

**Substituted Coefficients:**

$$\text{LNEI} = -2.50676692495 - 0.673273284635*\text{LNFS} + 1.61386242246*\text{LNEF}$$

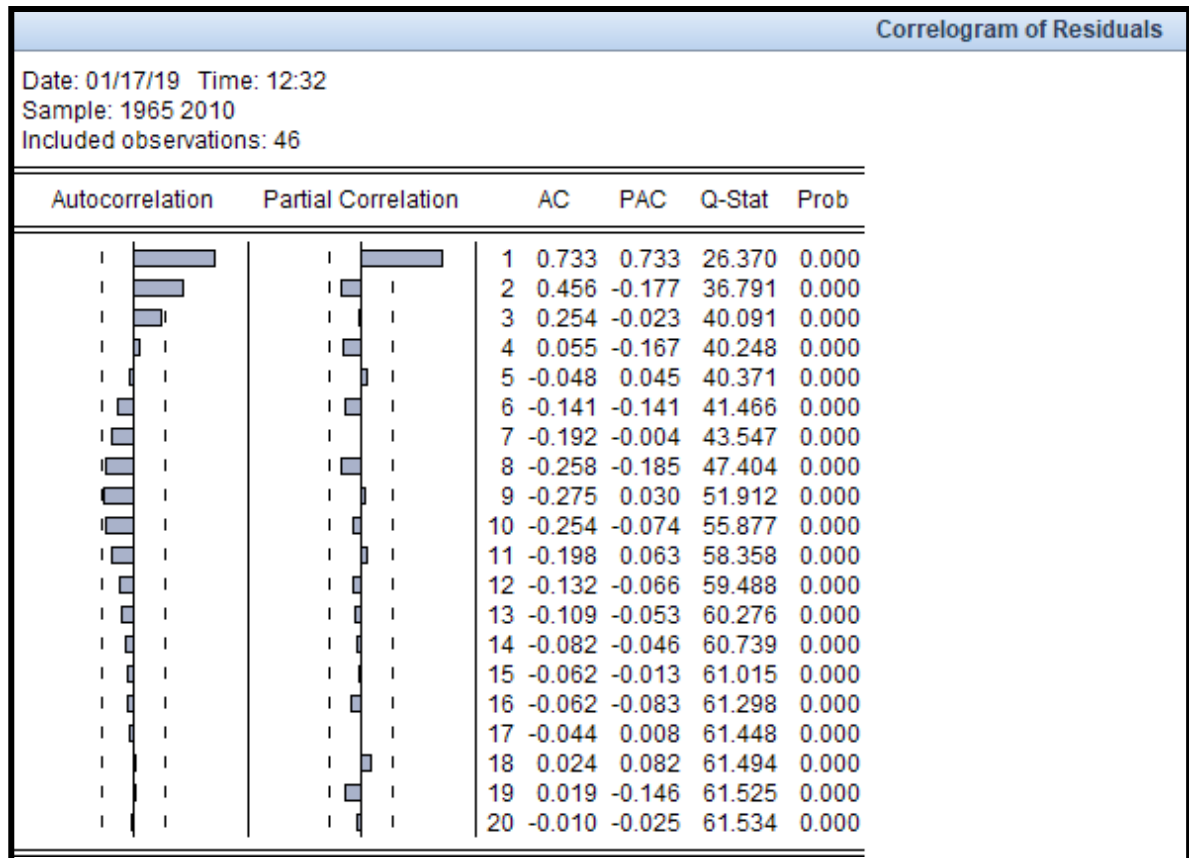
Τα αποτελέσματά μας φαίνονται στον Πίνακα 3.4 και παρουσιάζονται ως στατιστικά σημαντικά. Τα κατάλοιπα, όπως φαίνεται στον Πίνακα 3.5, είναι ομοσκεδαστικά, αλλά το πρόβλημα της αυτοσυσχέτισης εμφανίζεται και πάλι στην Εικόνα 3.3, καθιστώντας τα αποτελέσματά μας για μία ακόμη φορά μη έγκυρα.

**Πίνακας 3.4:** Αποτελέσματα μεθόδου OLS για το Υπόδειγμα 2

Dependent Variable: LNEI				
Method: Least Squares				
Date: 01/08/19 Time: 14:08				
Sample: 1965 2010				
Included observations: 46				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	-2.506767	0.229874	-10.90498	0.0000
LNFS	-0.673273	0.061586	-10.93228	0.0000
LNEF	1.613862	0.375606	4.296686	0.0001
R-squared	0.948282	Mean dependent var		-8.307745
Adjusted R-squared	0.945876	S.D. dependent var		0.209270
S.E. of regression	0.048686	Akaike info criterion		-3.143866
Sum squared resid	0.101923	Schwarz criterion		-3.024606
Log likelihood	75.30891	Hannan-Quinn criter.		-3.099190
F-statistic	394.2134	Durbin-Watson stat		0.393170
Prob(F-statistic)	0.000000			

**Πίνακας 3.5:** Τεστ Ετεροσκεδαστικότητας Breusch-Pagan-Godfrey για το Υπόδειγμα 2

Heteroskedasticity Test: Breusch-Pagan-Godfrey				
F-statistic	1.700744	Prob. F(2,43)		0.1946
Obs*R-squared	3.372057	Prob. Chi-Square(2)		0.1853
Scaled explained SS	4.405843	Prob. Chi-Square(2)		0.1105
Test Equation:				
Dependent Variable: RESID^2				
Method: Least Squares				
Date: 01/17/19 Time: 12:31				
Sample: 1965 2010				
Included observations: 46				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.032115	0.018013	1.782861	0.0817
LNFS	-0.003442	0.004826	-0.713189	0.4796
LINEF	0.008153	0.029433	0.276989	0.7831
R-squared	0.073306	Mean dependent var		0.002216
Adjusted R-squared	0.030204	S.D. dependent var		0.003874
S.E. of regression	0.003815	Akaike info criterion		-8.236736
Sum squared resid	0.000626	Schwarz criterion		-8.117477
Log likelihood	192.4449	Hannan-Quinn criter.		-8.192061
F-statistic	1.700744	Durbin-Watson stat		0.904674
Prob(F-statistic)	0.194597			



**Εικόνα 3.2:** Έλεγχος αυτοσυσχέτισης για το Υπόδειγμα 2

Επιχειρώντας να αντιμετωπίσουμε το πρόβλημα της αυτοσυσχέτισης, στο υπόδειγμά μας προστίθεται χρονική υστέρηση πρώτου βαθμού της ανεξάρτητης μεταβλητής. Έτσι εξάγεται το Υπόδειγμα 3, όπως βλέπουμε παρακάτω:

**Estimation Equation:**

$$\text{LNEI} = \text{C}(1) + \text{C}(2)*\text{LNFS} + \text{C}(3)*\text{LNEF} + \text{C}(4)*\text{LNEI}(-1)$$

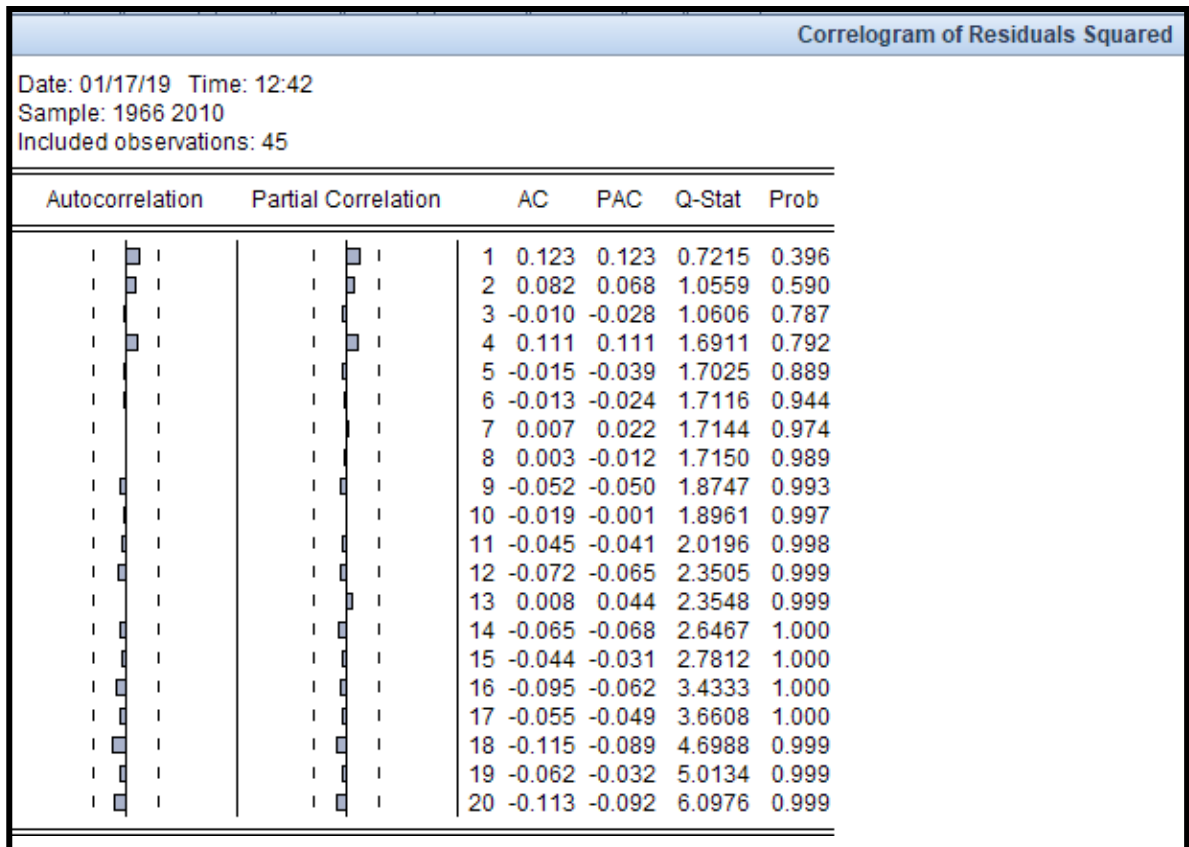
**Substituted Coefficients:**

$$\text{LNEI} = -0.483314231746 - 0.175217086177*\text{LNFS} + 0.386053943612*\text{LNEF} + 0.750750275474*\text{LNEI}(-1)$$

Από τον Πίνακα 3.6 παρατηρούμε πως τα αποτελέσματα είναι στατιστικά σημαντικά και το πρόβλημα της αυτοσυσχέτισης αντιμετωπίζεται, όπως φαίνεται στην Εικόνα 3.4. Ούτε όμως με αυτήν την προσπάθεια τα αποτελέσματά μας είναι έγκυρα, καθώς παραβιάζεται η αρχή της ομοσκεδαστικότητας των καταλοίπων, στον Πίνακα 3.7.

**Πίνακας 3.6:** Αποτελέσματα μεθόδου OLS για το Υπόδειγμα 3

Dependent Variable: LNEI				
Method: Least Squares				
Date: 01/09/19 Time: 16:14				
Sample (adjusted): 1966 2010				
Included observations: 45 after adjustments				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	-0.483314	0.165284	-2.924149	0.0056
LNFS	-0.175217	0.042553	-4.117652	0.0002
LNEF	0.386054	0.172039	2.243990	0.0303
LNEI(-1)	0.750750	0.054792	13.70192	0.0000
R-squared	0.991852	Mean dependent var	-8.312181	
Adjusted R-squared	0.991256	S.D. dependent var	0.209436	
S.E. of regression	0.019585	Akaike info criterion	-4.943449	
Sum squared resid	0.015726	Schwarz criterion	-4.782857	
Log likelihood	115.2276	Hannan-Quinn criter.	-4.883582	
F-statistic	1663.601	Durbin-Watson stat	1.634257	
Prob(F-statistic)	0.000000			



**Εικόνα 3.3:** Έλεγχος αυτοσυσχέτισης για το Υπόδειγμα 3

**Πίνακας 3.7:** Τεστ Ετεροσκεδαστικότητας Breusch-Pagan-Godfrey για το Υπόδειγμα 3

Heteroskedasticity Test: Breusch-Pagan-Godfrey				
F-statistic	3.453331	Prob. F(3,41)	0.0250	
Obs*R-squared	9.077099	Prob. Chi-Square(3)	0.0283	
Scaled explained SS	8.602179	Prob. Chi-Square(3)	0.0351	
Test Equation:				
Dependent Variable: RESID^2				
Method: Least Squares				
Date: 01/17/19 Time: 12:44				
Sample: 1966 2010				
Included observations: 45				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	-0.010388	0.004171	-2.490196	0.0169
LNFS	-0.003394	0.001074	-3.160645	0.0030
LNEF	0.011007	0.004342	2.535138	0.0152
LNEI(-1)	-0.003953	0.001383	-2.858532	0.0067
R-squared	0.201713	Mean dependent var	0.000349	
Adjusted R-squared	0.143302	S.D. dependent var	0.000534	
S.E. of regression	0.000494	Akaike info criterion	-12.30225	
Sum squared resid	1.00E-05	Schwarz criterion	-12.14166	
Log likelihood	280.8007	Hannan-Quinn criter.	-12.24238	
F-statistic	3.453331	Durbin-Watson stat	1.369901	
Prob(F-statistic)	0.025025			

Συμπερασματικά παρατηρούμε πως με την χρήση της Μεθόδου Ελαχίστων Τετραγώνων – OLS δεν υφίσταται αξιοπιστία των υποδειγμάτων που εξάγονται και τα αποτελέσματα είναι μεροληπτικά (Kaufmann, 2004).

### 3.9.2 Έλεγχος συνολοκλήρωσης Johansen

Η συνολοκλήρωση ουσιαστικά είναι ένας τρόπος εκτίμησης της μακροχρόνιας σχέσης ισορροπίας μεταξύ δύο ή περισσότερων μεταβλητών. Εφόσον οι μεταβλητές συνολοκληρώνονται, το γεγονός αυτό καταδεικνύει ότι αν και βραχυχρόνια μπορεί οι μεταβλητές να βρίσκονται σε κατάσταση μη ισορροπίας, μακροχρόνια υπάρχει μεταξύ τους σχέση ισορροπίας. Το Πολυμεταβλητό Υπόδειγμα Διόρθωσης Σφάλματος (VECM – Vector Error Correction Model) χρησιμοποιείται για να ελεγχθεί η πιθανότητα να υπάρχουν περισσότερα από ένα διάνυσμα συνολοκλήρωσης, ώστε να αντιπροσωπευτούν τόσο οι μακροπρόθεσμες όσο και οι βραχυχρόνιες σχέσεις μεταξύ των μεταβλητών και να αποφευχθεί η μεροληψία μικρού δείγματος των εκτιμήσεων της OLS, όπως είδαμε στην προηγούμενη παράγραφο (Stock, 1987; Kaufmann, 2004; Ζέρβας, 2013).



Οι σειρές μετατρέπονται σε λογαριθμική μορφή που επιτρέπει την κανονικοποίηση των στοιχείων. Διενεργώντας επαυξημένο έλεγχο ADF (Augmented Dickey – Fuller Statistic) εξετάζουμε την στασιμότητα των σειρών για διάστημα εμπιστοσύνης 5%. Στον εν λόγω έλεγχο θα εξετάσουμε τις αποδόσεις των μεταβλητών που διερευνούμε, δηλαδή την Ενεργειακή Ένταση, την Ενεργειακή Απόδοση και τις Χρηματοοικονομικές Υπηρεσίες. Όπως φαίνεται παρακάτω, στον Πίνακα 3.8, οι σειρές είναι ολοκληρωμένες του ίδιου βαθμού I(1). Αναλυτικά, οι πίνακες των αποτελεσμάτων ελέγχων ανά κατηγορία διατίθενται στο Παράρτημα Β της εργασίας.

<b>Variables</b>	<b>Intercept</b>	<b>Intercept and trend</b>	<b>No intercept, no trend</b>
<i>Levels</i>			
dln(Energy Intensity)	0.0086	0.0595	0.1186
dln(Energy Efficiency)	0.0000	0.0000	0.0000
dln(Financial&Business Services)	0.0652	0.0606	0.0967
<i>First Differences</i>			
d(dln(Energy Intensity))	<b>0.0000</b>	<b>0.0000</b>	<b>0.0000</b>
d(dln(Energy Efficiency))	<b>0.0000</b>	<b>0.0000</b>	<b>0.0000</b>
d(dln(Financial&Business Services))	<b>0.0000</b>	<b>0.0000</b>	<b>0.0000</b>

**Πίνακας 3.8:** Τεστ Μοναδιαίας Ρίζας (ADF Unit Root test)

Με την χρήση του στατιστικού πακέτου EViews εξάγουμε το Πολυμεταβλητο Υπόδειγμα Διόρθωσης Σφάλματος (VECM – Vector Error Correction Model) για την παρακάτω σχέση:

$$\begin{aligned} \text{dln(Energy Intensity)} = & \alpha + \beta_1 * \text{dln(Energy Efficiency)} + \beta_2 * \\ & \text{dln(Financial\&Business Services)} \end{aligned} \quad (1)$$

Οπότε για την σχέση (1) έχουμε:

**VECM Model:**

$$\begin{aligned} \text{D(DLNEI)} = & \text{A(1,1)*B(1,1)*DLNEI(-1) + B(1,2)*DLNEF(-1) + B(1,3)*DLNFS(-1) +} \\ & \text{B(1,4) + C(1,1)*D(DLNEI(-1)) + C(1,2)*D(DLNEI(-2)) + C(1,3)*D(DLNEF(-1)) +} \\ & \text{C(1,4)*D(DLNEF(-2)) + C(1,5)*D(DLNFS(-1)) + C(1,6)*D(DLNFS(-2)) + C(1,7)} \end{aligned}$$

### VECM Model - Substituted Coefficients:

$$\begin{aligned}
 D(DLNEI) = & - 0.0690362921331*( DLNEI(-1) - 4.09593851559*DLNEF(-1) - \\
 & 0.94645858309*DLNFS(-1) + 0.0747956141438 ) - 0.61305856473*D(DLNEI(-1)) - \\
 & 0.515305880601*D(DLNEI(-2)) + 0.21127958241*D(DLNEF(-1)) + \\
 & 0.078421659572*D(DLNEF(-2)) - 0.337886757751*D(DLNFS(-1)) - \\
 & 0.628381423645*D(DLNFS(-2)) - 0.00048968350056
 \end{aligned}$$

Εφαρμόζοντας έλεγχο συνολοκλήρωσης Johansen, έχουμε τα εξής αποτελέσματα, όπως φαίνονται στον Πίνακα 3.9 :

**Πίνακας 3.9:** Έλεγχος συνολοκλήρωσης Johansen (Johansen Cointegration Rank Test)

Sample (adjusted): 1969 2010  
 Included observations: 42 after adjustments  
 Trend assumption: Linear deterministic trend  
 Series: DLNEI DLNEF DLNFS  
 Lags interval (in first differences): 1 to 2

#### Unrestricted Cointegration Rank Test (Trace)

Hypothesized No. of CE(s)	Eigenvalue	Trace Statistic	0.05 Critical Value	Prob.**
None *	0.447028	34.25527	29.79707	0.0144
At most 1	0.153930	9.372441	15.49471	0.3321
At most 2	0.054461	2.352008	3.841466	0.1251

Trace test indicates 1 cointegrating eqn(s) at the 0.05 level

\* denotes rejection of the hypothesis at the 0.05 level

\*\*MacKinnon-Haug-Michelis (1999) p-values

#### Unrestricted Cointegration Rank Test (Maximum Eigenvalue)

Hypothesized No. of CE(s)	Eigenvalue	Max-Eigen Statistic	0.05 Critical Value	Prob.**
None *	0.447028	24.88283	21.13162	0.0141
At most 1	0.153930	7.020433	14.26460	0.4867
At most 2	0.054461	2.352008	3.841466	0.1251

Max-eigenvalue test indicates 1 cointegrating eqn(s) at the 0.05 level

\* denotes rejection of the hypothesis at the 0.05 level

\*\*MacKinnon-Haug-Michelis (1999) p-values

#### Unrestricted Cointegrating Coefficients (normalized by b\*S11\*b=I):

DLNEI	DLNEF	DLNFS
-29.79370	122.0332	28.19850
-51.80574	80.54591	-80.51839
-40.56471	-60.82028	46.56445

Unrestricted Adjustment Coefficients (alpha):

D(DLNEI)	0.002317	0.006121	0.002424
D(DLNEF)	-0.008872	-0.001607	0.001502
D(DLNFS)	-0.009120	0.001737	-0.002286

1 Cointegrating Equation(s):                      Log likelihood                      350.2945

**Normalized cointegrating coefficients (standard error in parentheses)**

<b>DLNEI</b>	<b>DLNEF</b>	<b>DLNFS</b>
<b>1.000000</b>	<b>-4.095939</b>	<b>-0.946459</b>
	<b>(0.89652)</b>	<b>(0.60897)</b>

Adjustment coefficients (standard error in parentheses)

D(DLNEI)	-0.069036 (0.09667)
D(DLNEF)	0.264335 (0.06373)
D(DLNFS)	0.271722 (0.07552)

2 Cointegrating Equation(s):                      Log likelihood                      353.8047

**Normalized cointegrating coefficients (standard error in parentheses)**

<b>DLNEI</b>	<b>DLNEF</b>	<b>DLNFS</b>
<b>1.000000</b>	<b>0.000000</b>	<b>3.084241</b>
		<b>(1.17691)</b>
<b>0.000000</b>	<b>1.000000</b>	<b>0.984072</b>
		<b>(0.35546)</b>

Adjustment coefficients (standard error in parentheses)

D(DLNEI)	-0.386137 (0.18347)	0.775787 (0.44889)
D(DLNEF)	0.347574 (0.12676)	-1.212118 (0.31014)
D(DLNFS)	0.181710 (0.15043)	-0.973007 (0.36805)

Από τον **Πίνακα 3.9** και εξετάζοντας τα αποτελέσματα που αφορούν την ταυτόχρονη μεταβολή των δύο προσδιοριστικών παραγόντων που μας ενδιαφέρουν (Ζέρβας, 2013), συμπεραίνουμε ότι:

- Υπάρχει μια μακροχρόνια σχέση μεταξύ των αποδόσεων των μεγεθών Energy Intensity, Energy Efficiency και Financial&Business Services. Συγκεκριμένα, μια αύξηση της Ενεργειακής Απόδοσης κατά 1% οδηγεί σε μείωση της Ενεργειακής Έντασης κατά 4.095939%, και μια αύξηση των Χρηματοοικονομικών Υπηρεσιών κατά 1% οδηγεί σε μείωση της Ενεργειακής Έντασης κατά 0.946459%, δηλαδή έχουμε:

$$\ln(\text{Energy Intensity}) = - 4.095939 * \ln(\text{Energy Efficiency}) - 0.946459 * \ln(\text{Financial\&Business Services})$$

Συνεπώς, η θεωρία που έχει διατυπωθεί στο θεωρητικό μέρος της διπλωματικής εργασίας επαληθεύεται. Με την αύξηση των ενεργειακής απόδοσης, δηλαδή της βελτίωσης χρήσης τεχνολογίας σε μία οικονομία, υπάρχει μία αρνητική σχέση μεταξύ της έντασης χρήσης των ενεργειακών πόρων. Ακόμη, με την στροφή της οικονομίας προς τις χρηματοοικονομικές υπηρεσίες, η παραγωγή προϊόντων χρησιμοποιεί λιγότερους ενεργειακούς πόρους στην βιομηχανία της, άρα και χαμηλότερη ενεργειακή ένταση. Το τελευταίο γεγονός έρχεται σε συμφωνία με τη σκεπτική της Περιβαλλοντικής Καμπύλης Kuznets (Environmental Kuznets Curve, EKC), η οποία υποστηρίζει το γεγονός ότι η μετάβαση της παραγωγής από ένα βιομηχανικό καθεστώς σε υπηρεσίες και η αύξηση του εισοδήματος οδηγεί σε αποκλιμάκωση της περιβαλλοντικής υποβάθμισης, συνεπώς και μείωση της έντασης χρήσης των ενεργειακών πόρων (Kuznets, 1955; Ζέρβας, 2013).

## Συμπεράσματα – Conclusions

Η εν λόγω εργασία προσέγγισε τρία διαφορετικά ωστόσο αλληλένδετα κομμάτια τα οποία αφορούν τη Σύνδεση των Φυσικών Πόρων, και ειδικότερα της Ενέργειας, με την Οικονομική Ανάπτυξη.

Στο πρώτο μέρος της διπλωματικής εξετάσαμε την ιστορική – διαχρονική ανάπτυξη του ανθρώπινου πολιτισμού και οικονομίας, συνειδητοποιώντας την σημαντικότητα των φυσικών πόρων σε αυτή. Η ενέργεια αποτελεί ουσιαστικά το «καύσιμο» για την εξέλιξη της οικονομίας καθώς αποτελεί προϋπόθεση για την εύρυθμη λειτουργία της παραγωγικής δραστηριότητας, την θέρμανση, τις μεταφορές κ.τ.λ. Η διαχρονική επισκόπηση της σύνδεσης αυτής διαχωρίζεται σε τρεις περιόδους: την Οικονομία της Οργανικής Ενέργειας, την Οικονομία των Ορυκτών Καυσίμων και των Σύγχρονων Ενεργειακών Συστημάτων. Κοινό στοιχείο που παρατηρείται διαχρονικά είναι η ιδιαίτερη εξάρτηση της βιομηχανοποίησης και της βελτίωσης της τεχνολογίας από την χρήση των φυσικών πόρων. Οι τεχνολογικές καινοτομίες επηρεάζουν την ένταση της παραγωγικής – βιομηχανικής διαδικασίας και προσδιορίζουν το «καύσιμο» - φυσικό πόρο που κατέχει κινητήριο ρόλο στην οικονομία ανά χρονική περίοδο.

Στο δεύτερο σκέλος της εργασίας εξετάστηκαν βασικές θεωρήσεις και τέθηκε το υπόβαθρο των Οικονομικών του Περιβάλλοντος. Αρχικά, εξετάστηκε η αναθεωρημένη προσέγγιση της Οικονομικής Διαδικασίας και του Οικονομικού Προβλήματος, στα οποία πλέον συνυπολογίζεται το φυσικό περιβάλλον ως η «σφαίρα» που οριοθετεί τις ανθρώπινες οικονομικές διαδικασίες, μία εκτίμηση που η νεοκλασική θεώρηση αδυνατούσε να εξηγήσει. Τις δύο αυτές βασικές συνιστώσες της Οικονομικής του Περιβάλλοντος θεμελιώνει ο Georgescu – Roegen συνδέοντας τον Νόμο της Εντροπίας με την Οικονομία, χαρακτηρίζοντάς τον ως την απαραίτητη συνθήκη που οριοθετεί την παραγωγική διαδικασία και την εξέλιξη του ανθρώπινου είδους. Στην συνέχεια εξετάστηκαν οι προσδιοριστικοί παράγοντες της οικονομικής ανάπτυξης στο σημείο που αδυνατεί να εξηγήσει η νεοκλασική θεώρηση: ο ρυθμός της τεχνολογικής προόδου, οι τιμές της ενέργειας και η παραγωγή αποβλήτων είναι μερικοί από τους οποίους εξετάστηκαν.

Το δεύτερο μέρος της εργασίας επεξηγεί ακόμη την έννοια της βιωσιμότητας και διατυπώνει τις θέσεις των Σχολών «Ισχυρής» και «Ασθενούς» Βιωσιμότητας. Μέσω αυτής της μελέτης εξετάζεται η υποκαταστασιμότητα των φυσικών πόρων από την παραγωγική διαδικασία αλλά και ο βαθμός συνυπολογισμού του επιπέδου διαβίωσης των μελλοντικών γενεών στην σημερινή επιδίωξη της ανθρωπότητας για αφθονία αγαθών, επιβίωση και ευημερία. Σε επόμενο κεφάλαιο της εν λόγω ενότητας εξετάζεται το φαινόμενο της αποσύνδεσης της οικονομίας από την χρήση φυσικών πόρων – decoupling effect και παρατίθεται case study το οποίο εξετάζει οικονομίες με παρόμοια φυσιολογία, συμπεραίνοντας πως οικονομίες με παρεμφερές Α.Ε.Π δεν έχουν τις ίδιες ενεργειακές απαιτήσεις. Ο συμβατικός δείκτης του Material Intensity δεν είναι επαρκής για να κρίνει τις απαιτήσεις αυτές και στην προσπάθεια

αυτή προτείνεται να συνυπολογίζεται και ο πληθυσμός, συνεπώς το Εισόδημα των κατοίκων μιας οικονομίας.

Στο κεφάλαιο 2.6 του δεύτερου σκέλους της διπλωματικής καθορίζεται ο δείκτης της Ενεργειακής Έντασης – Energy Intensity και οι προσδιοριστικοί του παράγοντες σύμφωνα με την υπάρχουσα βιβλιογραφία. Οι βασικότεροι προσδιοριστικοί παράγοντες διαχωρίζονται στις εξής κατηγορίες: η ποιότητα της ενέργειας που καταναλώνεται, η σύνθεση της οικονομικής δραστηριότητας και οι τιμές της ενέργειας. Στο τελευταίο κεφάλαιο αυτού του μέρους μελετάμε την περίπτωση του πετρελαίου ως τη «τιμή» ουσιαστικά της ενέργειας, το βασικότερο καύσιμο της οικονομίας. Παρατίθενται ιστορικά στοιχεία – γεγονότα και συμπεραίνεται η σημαντικότητα της γεωπολιτικής θέσης των κοιτασμάτων πετρελαίου.

Στο τρίτο και εμπειρικό σκέλος της μελέτης εξετάζεται η μελέτη περίπτωσης των Η.Π.Α, αρχικά με διαγραμματική διερεύνηση της σύνδεσης ενέργειας – οικονομικής ανάπτυξης στο διάστημα 1965 – 2010 και στη συνέχεια εντοπίζοντας με την εφαρμογή της κατάλληλης οικονομετρικής μεθόδου την επίδραση των βασικότερων προσδιοριστικών παραγόντων της Ενεργειακής Έντασης στον εν λόγω δείκτη. Αρχικά, με την διαγραμματική εξέταση συνιστωσών και μεταβλητών που επηρεάζουν τον δείκτη Energy Intensity διαχρονικά (Κατανάλωση Πρωτογενούς Ενέργειας, Πληθυσμός, Μέγεθος Νοικοκυριού, Α.Ε.Π, Εισόδημα, Χρηματοοικονομικές Υπηρεσίες, Ενεργειακή Απόδοση, Εκπομπές CO<sub>2</sub>) αλλά και την πορεία καθ'αυτού του δείκτη συμπεράναμε πως η οικονομία των Η.Π.Α υφίσταται μία «εικονική» αποσύνδεση χρήσης της ενέργειας. Αυτό συμβαίνει γιατί παρά το γεγονός του μειούμενου ΕΙ δείκτη, η ενεργειακή κατανάλωση αυξάνεται αλλά με χαμηλότερο ρυθμό από το Α.Ε.Π και τις Χρηματοοικονομικές Υπηρεσίες. Συνεπώς, για την εν λόγω μείωση, ευθύνεται το ταχέως αναπτυσσόμενο Α.Ε.Π της οικονομίας, όπως και για την αύξηση που συμβαίνει τα τελευταία χρόνια της χρηματοοικονομικής κρίσης ευθύνεται η μείωση του Α.Ε.Π και όχι η μείωση της ενεργειακής χρήσης. Στην συνέχεια, οι κυριότεροι προσδιοριστικοί παράγοντες για τους οποίους κατείχαμε αξιόπιστες διαθέσιμες βάσεις δεδομένων προκειμένου να διενεργηθεί οικονομετρική ανάλυση ήταν η ενεργειακή απόδοση – βελτίωση της τεχνολογίας και οι χρηματοοικονομικές υπηρεσίες. Οι τελευταίες πλέον κατέχουν σημαντική θέση στην οικονομία της Αμερικής και όπως είναι λογικό με την ποσοστιαία αύξησή τους η εκάστοτε οικονομία γίνεται λιγότερο βιομηχανικά προσανατολισμένη, συνεπώς αποφεύγει ποσό κατανάλωσης ενέργειας. Στην οικονομετρική μελέτη γίνεται προσπάθεια ανάλυσης με την μέθοδο των Ελάχιστων Τετραγώνων – Ordinary Least Squares (OLS), η οποία ωστόσο αποδίδει μεροληπτικά αποτελέσματα λόγω υψηλής αυτοσυσχέτισης των καταλοίπων. Με τον έλεγχο συνολοκλήρωσης Johansen (Johansen Cointegration Rank Test) και τη χρήση μοντέλου διόρθωσης σφάλματος VECM (Vector Error Correction Model) η θεωρία – υπόθεσή μας επαληθεύεται για την οικονομία της Αμερικής, καθώς συμπεραίνουμε πως οι ρυθμοί απόδοσης της βελτίωσης της τεχνολογίας και των χρηματοοικονομικών υπηρεσιών έχουν αρνητική συσχέτιση με την Ενεργειακή Ένταση.

## *Βιβλιογραφία - References*

### Ξενόγλωσσες

- ✚ Ayres, R. U. & Warr, B. (2009). The economic growth engine: How energy and work drive material prosperity. Edward Elgar, Cheltenham, UK and Northampton MA, US.
- ✚ Ayres, R. U. (2006). Turning point: The end of exponential growth? Technological Forecasting and Social Change. 73(9), 1188 – 1203.
- ✚ Ayres, R. U. (2016). Energy, Complexity and Wealth Maximization, Springer International Publishing AG Switzerland.
- ✚ Ayres, R.U. & Allen V.K.(1969). Production, consumption and externalities. American Economic Review, 59, 282–97.
- ✚ Azar, C & Dowlatabadi, H. (1999). A review of technical change in assessment of climate policy. Annual Review of Energy and the Environment. 24, 513 – 544.
- ✚ Bithas, K. & Kalimeris, P. (2018). Unmasking decoupling: Redefining the Resource Intensity of the Economy. Science of the Total Environment. 619 – 620, 338 – 351.
- ✚ Bithas, K. & Kalimeris, P. (2016). Revisiting the Energy – Development Link: Evidence from the 20th Century for Knowledge – based and Developing Economies. Springer Briefs in Economics.
- ✚ Bithas, K. & Kalimeris, P. (2013). Re – estimating the decoupling effect: Is there an actual transition towards a less energy – intensive economy?. Energy. 51, 78 – 84.
- ✚ Brooks, D.B. & Andrews, P.W. (1974). Mineral resources, economic growth and world population. Science. 185, 9 – 13.
- ✚ Bullard W. C. & Herendeen R. A. (1975). The energy cost of goods and services. Energy Policy, 3(4), 268 – 278.
- ✚ Burniaux, J – M., G. Nicletti, J. Oliveira – Martins. (1992). GREEN: A global model for quantifying the costs of policies to curb CO2 emissions. OECD Economic Studies. 19, 49 – 92.
- ✚ Chick, M. (2007), Electricity and Energy Policy in Britain, France and the United States since 1951, Edward Elgar, Cheltenham, UK and Northampton, MA, USA.
- ✚ Clausius, R. (1867). The Mechanical Theory of Heat. T.A. Hirst. ed., London: John van Voorst.
- ✚ Daly, H. E. (1999). Ecological Economics and the Ecology of Economics. Essays in criticism. Edward Elgar.
- ✚ Daly, H. E. (1997). Reply to Solow/Stiglitz. Ecological Economics. 22(3), 271 – 273.

- ✚ Daly, H. (1990). Toward Some Operational Principles of Sustainable Development. *Ecological Economics*. 2(1), 1 – 6.
- ✚ Daly, H. E. (1980). *Economics, ecology, ethics: Essays toward a Steady – State Economy*. W. H. Freeman and Company, San Francisco.
- ✚ Dasgupta, P. & Heal. G. (1979). *Economic Theory and Exhaustible Resources*. Cambridge University Press, Cambridge.
- ✚ Edmonds, J. A. & Riley J. M. (1985). *Global Energy: Assessing the Future*. Oxford University Press. New York.
- ✚ Fouquet, R. (2011). *International handbook on the economics of energy*. Cheltenham, UK: Edward Elgar Publishing.
- ✚ Fouquet, R. (2008). *Heat, Power and Light: Revolutions in Energy Services*, Edward Elgar, Cheltenham, UK and Northampton, MA, USA.
- ✚ Fouquet, R., & Pearson, P. J. (2006). Seven centuries of energy services: The price and use of light in the United Kingdom (1300 – 2000). *The Energy Journal*, 27(1), 139 – 177.
- ✚ Georgescu – Roegen, N. (1970). The Entropy Law and the Economic Problem. *Energy and Economic Myths*, 53 – 60.
- ✚ Georgescu – Roegen, N. (1986). The Entropy Law and the Economic Proces in Retrospect. *Eastern Economic Journal*. 12(1), 3 – 24.
- ✚ Grübler, A. (1998) *Technology and Global Change*. Cambridge University Press.
- ✚ Haberl, H., H. Weisz, C. Amann, A. Bondeau, N. Eisenmenger, K. -H. Erb, M. Fisher Kowalski, F. Krausmann. (2006). The energetic metabolism of the EU-15 and the USA. Decadal energy input time-series with an emphasis on biomass. *Journal of Industrial Ecology*. 10(4), 151 – 171.
- ✚ Hamilton, J. D. (1983). Oil and the Macroeconomy since World War II. *Journal of Political Economy*. 91(2), 228-248.
- ✚ Herring, H. (2006). Energy efficiency – a critical view. *Energy*. 31, 10 – 20.
- ✚ Jupp, P. (2006). *The Governing of Britain, 1688 – 1848*, Routledge, London.
- ✚ Kander, A. (2005). Baumol’s disease and dematerialization of the economy. *Ecological Economics*. 55(1), 119 – 130.
- ✚ Kaufmann, R. K. (2004). The Mechanisms for Autonomous Energy Efficiency Increases: A Cointegration Analysis of the US Energy/GDP Ratio. *The Energy Journal*. 25(1), 63 – 86.
- ✚ Kaufmann, R. K. (1992). A biophysical analysis of the energy/real GDP ratio: implications for substitution and technical change. *Ecological Economics*. 6(1992), 35 – 56.
- ✚ Krausmann, F. (2011). The socio – metabolic transition. Long term historical trends and patterns in global material and energy use. *Social Ecology Working Paper 131*.



- ✚ Krausmann, F., H. Schandl, R. P. Sieferle. (2008). Socio – ecological regime transitions in Austria and the United Kingdom. *Ecological Economics*. 65(1), 187 – 201.
- ✚ Kuznets, S. (1955). Economic growth and income inequality. *American Economic Review*. 45(1), 1 – 28.
- ✚ Le Billon, P. (2004). The Geopolitical economy of ‘resource wars’. *Geopolitics*. 9:1, 1-28.
- ✚ Lutz, B. (1989). *Der kurze immerwährender Prosperität. Eine Neuinterpretation der industriell kapitalistischen Entwicklung im Europa des 20. Jahrhunderts*. Frankfurt am Main, New York: Campus Verlag.
- ✚ MacKillop, A. (1990). On decoupling. *International Journal of Energy Research*. 14, 83 – 105.
- ✚ Maler, K.G. (1990). Economic Theory and Environmental Degradation: A Survey of Some Problems. *Revista de Analisis Economico*. 5(2), 7 – 17.
- ✚ Manne, A. & Richels R. (1999). The Kyoto Protocol: a cost effective strategy for meeting environmental objectives. *The Energy Journal Special Issue; The Costs of the Kyoto Protocol: A multi – model evaluation*.
- ✚ Manne, A. & Richels R. (1992). *Buying Greenhouse Insurance: The Economic Costs of Carbon Dioxide Emission Limits*. The MIT press, Cambridge, MA.
- ✚ McNeill, J. R. (2000). *Something new under the sun: An environmental history of the twentieth – century world (the global century series)*. New York: WW Norton and Company.
- ✚ Mitchell, B. R. (2003). *International Historical Statistics (Volumes 1 – 3), 1750 – 1988*. Macmillan, Basingstoke.
- ✚ Munasinghe, M. (1993). *Environmental Economics and Sustainable Development*. World Bank Environment Paper No. 3. World Bank, Washington, D. C..
- ✚ Munasinghe, M. & McNealy, J. (1992). *Key Concepts and Terminology of Sustainable Development*. UNU Conference on Sustainability. Washington, D.C.
- ✚ Newbery, D. (1996). The restructuring of UK energy industries: what have we learned? In G. MacKerron and P. J. G. Pearson (eds), *The UK Energy Experience: A Model or a Warning?*, Imperial College Press, London, 1 – 30.
- ✚ Noguera – Santaella, J. (2016). Geopolitics and oil price. *Economic Modelling*. 52, 301 – 309.
- ✚ Pearce, D. W. (1998). *Economics and Environment*. Edward Elgar, Cheltenham UK.
- ✚ Pearce, D.W., E.B. Barbier, A. Markandya, S. Barrett, R.K. Turner and T. Swanson. (1991). *Blueprint 2: Greening the World Economy*. Earthscan Publications Ltd., London.
- ✚ Pearce, D.W. & Turner, R.K. (1990). *The Use of Benefits Estimates in Environmental Decisionmaking*. Report to the Environment Directorate. OECD, Paris.

- ✚ Pearce, D.W., Markandya, A., Barbier, E. (1989). *Blueprint for a Green Economy*. Earthscan Publications Ltd., London.
- ✚ Perrings, C. (1991). *Ecological Sustainability and Environmental Control*. Centre for Resource and Environmental Studies. Australian National University.
- ✚ Pezzey, J. (1992). *Sustainable Development Concepts: An Economic Analysis*. World Bank Environment Paper No. 2. World Bank, Washington D.C..
- ✚ Rosenberg N. (1998). The role of electricity in industrial development. *The Energy Journal*, 19(2), 7 – 24.
- ✚ Samuelson, P. (1985). Modes of thought in economics and biology. *American Economic Review*. 75(2), 166 – 172.
- ✚ Schandl, H. & Schulz., N. B. (2002). Changes in United Kingdom's natural relations in terms of society's metabolism and land use from 1850 to the present day. *Ecological Economics*. 41(2), 203 – 221.
- ✚ Schurr, S., C. C. Burwell, W. D. Devine, S. Sonenblum (1990). *Electricity in the American Economy*, Westbank, Conn: Greenwood Press.
- ✚ Siefertle, R. P. (1997). *Rückblick auf die Natur: Eine Geschichte des Menschen und seiner Umwelt*. München: Luchterhand.
- ✚ Solow, R. (1986). On the Intergenerational Allocation of Natural Resources. *Scandinavian Journal of Economics*. 88(1), 141 – 149.
- ✚ Stock, J. H. (1987). Asymptomatic properties of least squares estimators of co – integrating vectors. *Econometrica*. 55, 1035 – 1056.
- ✚ Thorsheim, P. (2002). The paradox of smokeless fuels: gas, coke and the environment in Britain, 1813 – 1949. *Environment and History*. 8, 381 – 401.
- ✚ UNEP, IUCN, and WWF. (1991). *Caring for the Earth*.
- ✚ UNEP (2011) *Decoupling natural resource use and environmental impacts from economic growth*, A Report of the Working Group on Decoupling to the International Resource Panel. Fischer-Kowalski, M., Swilling, M., von Weizsäcker, E.U., Ren, Y., Moriguchi, Y., Crane, W., Krausmann, F., Eisenmenger, N., Giljum, S., Hennicke, P., Romero Lankao, P., Siriban Manalang, A., Sewerin, S.
- ✚ Weisz, H., F. Krausmann, C. Amann, N. Eisenmenger, K.-H. Erb, K. Hubacek, M. Fischer-Kowalski. (2006). The physical economy of the European Union: Cross-country comparison and determinants of material consumption. *Ecological Economics*. 58(4), 676-698.
- ✚ Yergin, D. H. (1991). *The Prize: The Epic Quest for Oil, Money and Power*. Simon & Schuster, London.

## Ελληνικές

- ✚ Μπίθας, Κ.Π. (2012). *Οικονομική του Περιβάλλοντος και των Φυσικών Πόρων*. ΙΑΠΑΔ Πάντειο Πανεπιστήμιο. Αθήνα.
- ✚ Ζέρβας, Ε. (2013). Διερεύνηση της σχέσης μεταξύ του Ακαθάριστου Εθνικού Προϊόντος και των Εκπομπών CO<sub>2</sub> στην Ελλάδα: 1960 – 2010. *9<sup>ο</sup> Πανελλήνιο Επιστημονικό Συνέδριο Χημικής Μηχανικής: Η Συμβολή της Χημικής Μηχανικής στην Αειφόρο Ανάπτυξη*. Σχολή Χημικών Μηχανικών, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα .

## Εξωτερικοί σύνδεσμοι

- ✚ British Petroleum (BP) (2007). *BP Statistical Review of World Energy*. ([https://www.bp.com/content/dam/bp-country/en\\_ru/documents/publications\\_PDF\\_eng/Statistical\\_review\\_2007.pdf](https://www.bp.com/content/dam/bp-country/en_ru/documents/publications_PDF_eng/Statistical_review_2007.pdf))
- ✚ British Petroleum (BP) (2017). *BP Statistical Review of World Energy*. (<http://www.bp.com/statisticalreview>).
- ✚ Maddison, A. (2010). *Historical Statistics for the World Economy*. (<https://www.rug.nl/ggdc/historicaldevelopment/maddison/>)
- ✚ <https://www.eia.gov/tools/glossary/index.php?id=Primary%20energy>
- ✚ <https://www.eia.gov/todayinenergy/detail.php?id=10191>
- ✚ <https://dictionary.cambridge.org/dictionary/english/sustainability>
- ✚ <https://data.worldbank.org>
- ✚ UN Environment International Resource Panel Global Material Flows Database. (<http://www.resourcepanel.org/global-material-flows-database>)
- ✚ Timmer, M. P., de Vries, G. J., & de Vries, K. (2015). Patterns of Structural Change in Developing Countries. In J. Weiss, & M. Tribe (Eds.), *Routledge Handbook of Industry and Development*, 65-83. (<https://www.rug.nl/ggdc/productivity/10-sector/>)
- ✚ <https://www.census.gov/data/tables/time-series/demo/families/households.html>.
- ✚ <https://data.worldbank.org/indicator/SP.POP.TOTL?view=chart>.

**ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α: ΠΙΝΑΚΕΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΕΜΠΕΙΡΙΚΗΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ**

## 1.1 Πίνακας Δεδομένων GDP, GDP per capita και Financial & Business Services

Year	GDP (in million 2005 US\$)	GDP per capita (in 2005 US\$)	Financial & Business Services (in million 2005 US\$)
1965	4272884,297	21990,83029	942529,2311
1966	4503670,746	22912,44783	983757,8551
1967	4639409,319	23347,40388	1024565,594
1968	4815315,295	23991,88512	1074124,845
1969	4951525,877	24430,62546	1139434,643
1970	4921296,185	24000,23499	1163602,896
1971	5007162,56	24112,19516	1218753,392
1972	5198453,27	24766,80485	1273178,224
1973	5418993,044	25572,26472	1334134,035
1974	5436178,932	25420,04794	1384567,712
1975	5392964,324	24970,54874	1406337,645
1976	5595102,863	25661,4895	1462576,637
1977	5804810,852	26356,87073	1515550,14
1978	6131479,853	27546,68937	1625417,188
1979	6318406,476	28074,94379	1723828,804
1980	6322870,139	27826,47217	1800873,06
1981	6397389,498	27879,46579	1849404,589
1982	6274463,978	27084,32893	1849864,935
1983	6551680,54	28023,5446	1923112,713
1984	6943747,257	29444,49171	2035506,478
1985	7252391,625	30481,96746	2113611,717
1986	7479779,297	31148,48562	2185856,704
1987	7709615,112	31819,91387	2271514,637
1988	8024812,42	32821,45293	2393692,905

<b>1989</b>	8309526,85	33666,47969	2498256,81
<b>1990</b>	8454622,983	33869,56724	2569555,402
<b>1991</b>	8423385,555	33296,51458	2572552,465
<b>1992</b>	8654708,098	33739,7105	2642892,817
<b>1993</b>	8836205,711	33995,99764	2711854,039
<b>1994</b>	9137505,537	34726,72992	2776064,527
<b>1995</b>	9331278,341	35043,36949	2862035,606
<b>1996</b>	9649512,338	35819,32908	2972383,339
<b>1997</b>	10034666,38	36803,25969	3141714,405
<b>1998</b>	10394930,55	37682,72545	3323389,522
<b>1999</b>	10805099,03	38722,40191	3490534,673
<b>2000</b>	11234249,49	39814,83377	3697936,282
<b>2001</b>	11390287,32	39970,27436	3795859,77
<b>2002</b>	11577864,59	40253,30489	3814880,43
<b>2003</b>	11850661,5	40849,14665	3890120,758
<b>2004</b>	12281301,94	41943,57828	4001014,473
<b>2005</b>	12636578,5	42760,97702	4190401,563
<b>2006</b>	13016790,21	43624,8879	4370138,772
<b>2007</b>	13252318,63	43993,84367	4511734,654
<b>2008</b>	13213479,72	43451,96288	4566955,758
<b>2009</b>	12820349,83	41791,19841	4478662,872
<b>2010</b>	12373488,46	39999,84362	4340049,069

## 1.2 Πίνακας Δεδομένων GDP, GDP per capita και Financial & Business Services – Indexed

Year	GDP (in million 2005 US\$)	GDP per capita (in 2005 US\$)	Financial & Business Services (in million 2005 US\$)
1965	1,05	1,04	1,04
1966	1,09	1,06	1,09
1967	1,13	1,09	1,14
1968	1,16	1,11	1,21
1969	1,15	1,09	1,23
1970	1,17	1,10	1,29
1971	1,22	1,13	1,35
1972	1,27	1,16	1,42
1973	1,27	1,16	1,47
1974	1,26	1,14	1,49
1975	1,31	1,17	1,55
1976	1,36	1,20	1,61
1977	1,43	1,25	1,72
1978	1,48	1,28	1,83
1979	1,48	1,27	1,91
1980	1,50	1,27	1,96
1981	1,47	1,23	1,96
1982	1,53	1,27	2,04
1983	1,63	1,34	2,16
1984	1,70	1,39	2,24
1985	1,75	1,42	2,32
1986	1,80	1,45	2,41
1987	1,88	1,49	2,54
1988	1,94	1,53	2,65

<b>1989</b>	1,98	1,54	2,73
<b>1990</b>	1,97	1,51	2,73
<b>1991</b>	2,03	1,53	2,80
<b>1992</b>	2,07	1,55	2,88
<b>1993</b>	2,14	1,58	2,95
<b>1994</b>	2,18	1,59	3,04
<b>1995</b>	2,26	1,63	3,15
<b>1996</b>	2,35	1,67	3,33
<b>1997</b>	2,43	1,71	3,53
<b>1998</b>	2,53	1,76	3,70
<b>1999</b>	2,63	1,81	3,92
<b>2000</b>	2,67	1,82	4,03
<b>2001</b>	2,71	1,83	4,05
<b>2002</b>	2,77	1,86	4,13
<b>2003</b>	2,87	1,91	4,24
<b>2004</b>	2,96	1,94	4,45
<b>2005</b>	3,05	1,98	4,64
<b>2006</b>	3,10	2,00	4,79
<b>2007</b>	3,09	1,98	4,85
<b>2008</b>	3,00	1,90	4,75
<b>2009</b>	2,90	1,82	4,60
<b>2010</b>	-	-	-



## 2.1 Πίνακας Δεδομένων Primary Energy Consumption, Energy Efficiency και Energy Intensity

Year	Primary Energy Consumption (million toe)	Energy Efficiency (%)	Energy Intensity (toe/2005US\$)
1965	1286,498403	10,34	0,000301084
1966	1359,772077	10,63	0,000301925
1967	1406,805659	10,65	0,000303229
1968	1492,33708	10,8	0,000309915
1969	1573,001744	10,9	0,00031768
1970	1626,708389	11,08	0,000330545
1971	1658,989689	11,17	0,000331323
1972	1741,544437	11,26	0,000335012
1973	1810,675388	11,57	0,000334135
1974	1763,787102	11,64	0,000324453
1975	1716,421285	11,51	0,00031827
1976	1808,2772	11,62	0,000323189
1977	1853,144045	11,65	0,000319243
1978	1851,810117	11,82	0,000302017
1979	1877,53701	12,11	0,000297154
1980	1811,635322	12,32	0,000286521
1981	1759,461924	12,02	0,000275028
1982	1682,69848	11,5	0,000268182
1983	1671,511721	11,75	0,000255127
1984	1760,879198	11,83	0,000253592
1985	1755,36681	11,81	0,00024204
1986	1761,428274	11,87	0,000235492
1987	1822,221416	12,01	0,000236357
1988	1906,393263	12,15	0,000237562

<b>1989</b>	1960,237494	12,33	0,000235902
<b>1990</b>	1965,791954	12,72	0,000232511
<b>1991</b>	1963,163957	12,62	0,000233061
<b>1992</b>	1994,673221	12,72	0,000230473
<b>1993</b>	2036,658912	12,69	0,00023049
<b>1994</b>	2074,352731	12,81	0,000227015
<b>1995</b>	2119,021613	12,88	0,000227088
<b>1996</b>	2189,486399	13,05	0,000226901
<b>1997</b>	2206,656467	13,14	0,000219903
<b>1998</b>	2220,597681	13,21	0,000213623
<b>1999</b>	2257,840356	13,19	0,000208961
<b>2000</b>	2309,938142	13,1	0,000205616
<b>2001</b>	2256,382143	13,03	0,000198097
<b>2002</b>	2290,923084	13,09	0,000197871
<b>2003</b>	2299,031693	13,06	0,000194
<b>2004</b>	2345,849173	13,16	0,00019101
<b>2005</b>	2348,706245	13,17	0,000185866
<b>2006</b>	2331,641965	13,6	0,000179126
<b>2007</b>	2370,247533	13,6	0,000178855
<b>2008</b>	2318,845057	13,9	0,000175491
<b>2009</b>	2205,071333	14,2	0,000171998
<b>2010</b>	2284,06891	13,9	0,000184594

## 2.2 Πίνακας Δεδομένων Primary Energy Consumption, Energy Efficiency και Energy Intensity – Indexed

Year	Primary Energy Consumption (million toe)	Energy Efficiency (%)	Energy Intensity (toe/2005US\$)
1965	1,06	1,03	1,00
1966	1,09	1,03	1,01
1967	1,16	1,04	1,03
1968	1,22	1,05	1,06
1969	1,26	1,07	1,10
1970	1,29	1,08	1,10
1971	1,35	1,09	1,11
1972	1,41	1,12	1,11
1973	1,37	1,13	1,08
1974	1,33	1,11	1,06
1975	1,41	1,12	1,07
1976	1,44	1,13	1,06
1977	1,44	1,14	1,00
1978	1,46	1,17	0,99
1979	1,41	1,19	0,95
1980	1,37	1,16	0,91
1981	1,31	1,11	0,89
1982	1,30	1,14	0,85
1983	1,37	1,14	0,84
1984	1,36	1,14	0,80
1985	1,37	1,15	0,78
1986	1,42	1,16	0,79
1987	1,48	1,18	0,79
1988	1,52	1,19	0,78
1989	1,53	1,23	0,77

<b>1990</b>	1,53	1,22	0,77
<b>1991</b>	1,55	1,23	0,77
<b>1992</b>	1,58	1,23	0,77
<b>1993</b>	1,61	1,24	0,75
<b>1994</b>	1,65	1,25	0,75
<b>1995</b>	1,70	1,26	0,75
<b>1996</b>	1,72	1,27	0,73
<b>1997</b>	1,73	1,28	0,71
<b>1998</b>	1,76	1,28	0,69
<b>1999</b>	1,80	1,27	0,68
<b>2000</b>	1,75	1,26	0,66
<b>2001</b>	1,78	1,27	0,66
<b>2002</b>	1,79	1,26	0,64
<b>2003</b>	1,82	1,27	0,63
<b>2004</b>	1,83	1,27	0,62
<b>2005</b>	1,81	1,32	0,59
<b>2006</b>	1,84	1,32	0,59
<b>2007</b>	1,80	1,34	0,58
<b>2008</b>	1,71	1,37	0,57
<b>2009</b>	1,78	1,34	0,61
<b>2010</b>	-	-	-

### 3.1 Πίνακας Δεδομένων Population, Household size και CO<sub>2</sub> emissions

Year	Population (persons)	Household size (persons per household)	CO <sub>2</sub> emissions (million tons)
1965	194303000	3,31	3631,209321
1966	196560000	3,3	3836,65842
1967	198712000	3,28	3938,290127
1968	200706000	3,23	4169,460486
1969	202677000	3,19	4354,298468
1970	205052000	3,14	4488,413741
1971	207661000	3,11	4531,597058
1972	209896000	3,06	4759,315781
1973	211909000	3,01	4962,38182
1974	213854000	2,97	4788,194887
1975	215973000	2,94	4647,535908
1976	218035000	2,89	4930,106607
1977	220239000	2,86	5087,77341
1978	222585000	2,81	5031,497085
1979	225055000	2,78	5140,768884
1980	227225000	2,76	4970,22832
1981	229466000	2,73	4807,578466
1982	231664000	2,72	4559,706186
1983	233792000	2,73	4539,961698
1984	235825000	2,71	4751,861805
1985	237924000	2,69	4765,732403
1986	240133000	2,67	4769,83738
1987	242289000	2,66	4922,884427
1988	244499000	2,64	5152,069677
1989	246819000	2,62	5249,126555
1990	249623000	2,63	5161,028129

<b>1991</b>	252981000	2,63	5117,453683
<b>1992</b>	256514000	2,62	5201,310356
<b>1993</b>	259919000	2,66	5318,278525
<b>1994</b>	263126000	2,67	5398,938819
<b>1995</b>	266278000	2,65	5436,072869
<b>1996</b>	269394000	2,65	5624,497993
<b>1997</b>	272657000	2,64	5714,710632
<b>1998</b>	275854000	2,62	5747,886567
<b>1999</b>	279040000	2,61	5793,540483
<b>2000</b>	282162411	2,62	5976,012551
<b>2001</b>	284968955	2,58	5863,57744
<b>2002</b>	287625193	2,58	5897,142172
<b>2003</b>	290107933	2,57	5968,584573
<b>2004</b>	292805298	2,57	6071,054381
<b>2005</b>	295516599	2,57	6108,159418
<b>2006</b>	298379912	2,57	6029,180029
<b>2007</b>	301231207	2,56	6132,419675
<b>2008</b>	304093966	2,56	5954,085897
<b>2009</b>	306771529	2,57	5529,794528
<b>2010</b>	309338421	2,59	5754,629819

### 3.2 Πίνακας Δεδομένων Population, Household size και CO<sub>2</sub> emissions - Indexed

Year	Population (persons)	Household size (persons per household)	CO <sub>2</sub> emissions (million tons)
1965	1,01	1,00	1,06
1966	1,02	0,99	1,08
1967	1,03	0,98	1,15
1968	1,04	0,96	1,20
1969	1,06	0,95	1,24
1970	1,07	0,94	1,25
1971	1,08	0,92	1,31
1972	1,09	0,91	1,37
1973	1,10	0,90	1,32
1974	1,11	0,89	1,28
1975	1,12	0,87	1,36
1976	1,13	0,86	1,40
1977	1,15	0,85	1,39
1978	1,16	0,84	1,42
1979	1,17	0,83	1,37
1980	1,18	0,82	1,32
1981	1,19	0,82	1,26
1982	1,20	0,82	1,25
1983	1,21	0,82	1,31
1984	1,22	0,81	1,31
1985	1,24	0,81	1,31
1986	1,25	0,80	1,36
1987	1,26	0,80	1,42
1988	1,27	0,79	1,45
1989	1,28	0,79	1,42
1990	1,30	0,79	1,41

<b>1991</b>	1,32	0,79	1,43
<b>1992</b>	1,34	0,80	1,46
<b>1993</b>	1,35	0,81	1,49
<b>1994</b>	1,37	0,80	1,50
<b>1995</b>	1,39	0,80	1,55
<b>1996</b>	1,40	0,80	1,57
<b>1997</b>	1,42	0,79	1,58
<b>1998</b>	1,44	0,79	1,60
<b>1999</b>	1,45	0,79	1,65
<b>2000</b>	1,47	0,78	1,61
<b>2001</b>	1,48	0,78	1,62
<b>2002</b>	1,49	0,78	1,64
<b>2003</b>	1,51	0,78	1,67
<b>2004</b>	1,52	0,78	1,68
<b>2005</b>	1,54	0,78	1,66
<b>2006</b>	1,55	0,77	1,69
<b>2007</b>	1,57	0,77	1,64
<b>2008</b>	1,58	0,78	1,52
<b>2009</b>	1,59	0,78	1,58
<b>2010</b>	-	-	-



**ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β: ΠΙΝΑΚΕΣ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ ΕΛΕΓΧΟΥ**  
**ΣΤΑΣΙΜΟΤΗΤΑΣ**

# 1. Πίνακες αποτελεσμάτων E – Views για την μεταβλητή DLN(EI)

## ➤ Levels

### • Intercept

Null Hypothesis: DLNEI has a unit root  
 Exogenous: Constant  
 Lag Length: 0 (Automatic - based on SIC, maxlag=9)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-3.647035	0.0086
Test critical values:		
1% level	-3.588509	
5% level	-2.929734	
10% level	-2.603064	

\*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation  
 Dependent Variable: D(DLNEI)  
 Method: Least Squares  
 Date: 03/18/19 Time: 15:23  
 Sample (adjusted): 1967 2010  
 Included observations: 44 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
DLNEI(-1)	-0.623630	0.170996	-3.647035	0.0007
C	-0.006393	0.004076	-1.568318	0.1243
R-squared	0.240518	Mean dependent var		0.001543
Adjusted R-squared	0.222435	S.D. dependent var		0.025929
S.E. of regression	0.022864	Akaike info criterion		-4.674081
Sum squared resid	0.021957	Schwarz criterion		-4.592981
Log likelihood	104.8298	Hannan-Quinn criter.		-4.644005
F-statistic	13.30087	Durbin-Watson stat		1.781432
Prob(F-statistic)	0.000726			

### • Intercept and Trend

Null Hypothesis: DLNEI has a unit root  
 Exogenous: Constant, Linear Trend  
 Lag Length: 0 (Automatic - based on SIC, maxlag=9)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-3.436484	0.0595
Test critical values:		
1% level	-4.180911	
5% level	-3.515523	
10% level	-3.188259	

\*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation  
 Dependent Variable: D(DLNEI)

Method: Least Squares  
Date: 03/18/19 Time: 15:26  
Sample (adjusted): 1967 2010  
Included observations: 44 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
DLNEI(-1)	-0.633870	0.184453	-3.436484	0.0014
C	-0.005421	0.007336	-0.738956	0.4641
@TREND(1965)	-4.69E-05	0.000293	-0.160145	0.8736
R-squared	0.240993	Mean dependent var		0.001543
Adjusted R-squared	0.203968	S.D. dependent var		0.025929
S.E. of regression	0.023134	Akaike info criterion		-4.629252
Sum squared resid	0.021943	Schwarz criterion		-4.507602
Log likelihood	104.8435	Hannan-Quinn criter.		-4.584138
F-statistic	6.508974	Durbin-Watson stat		1.766795
Prob(F-statistic)	0.003508			

- **None**

Null Hypothesis: DLNEI has a unit root  
Exogenous: None  
Lag Length: 2 (Automatic - based on SIC, maxlag=9)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-1.521735	0.1186
Test critical values:		
1% level	-2.621185	
5% level	-1.948886	
10% level	-1.611932	

\*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation  
Dependent Variable: D(DLNEI)  
Method: Least Squares  
Date: 03/18/19 Time: 15:26  
Sample (adjusted): 1969 2010  
Included observations: 42 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
DLNEI(-1)	-0.258961	0.170175	-1.521735	0.1361
D(DLNEI(-1))	-0.492103	0.209052	-2.353973	0.0237
D(DLNEI(-2))	-0.363841	0.185372	-1.962763	0.0568
R-squared	0.312116	Mean dependent var		0.001164
Adjusted R-squared	0.276840	S.D. dependent var		0.026434
S.E. of regression	0.022479	Akaike info criterion		-4.683684
Sum squared resid	0.019708	Schwarz criterion		-4.559564
Log likelihood	101.3574	Hannan-Quinn criter.		-4.638189
Durbin-Watson stat	1.642740			

➤ **First Differences**

• **Intercept**

Null Hypothesis: D(DLNEI) has a unit root  
 Exogenous: Constant  
 Lag Length: 1 (Automatic - based on SIC, maxlag=9)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-6.904241	0.0000
Test critical values:		
1% level	-3.596616	
5% level	-2.933158	
10% level	-2.604867	

\*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation  
 Dependent Variable: D(DLNEI,2)  
 Method: Least Squares  
 Date: 03/18/19 Time: 15:27  
 Sample (adjusted): 1969 2010  
 Included observations: 42 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
D(DLNEI(-1))	-2.121127	0.307221	-6.904241	0.0000
D(DLNEI(-1),2)	0.456018	0.180157	2.531233	0.0155
C	0.000540	0.003573	0.151248	0.8806
R-squared	0.695059	Mean dependent var		0.001745
Adjusted R-squared	0.679421	S.D. dependent var		0.040852
S.E. of regression	0.023130	Akaike info criterion		-4.626590
Sum squared resid	0.020866	Schwarz criterion		-4.502470
Log likelihood	100.1584	Hannan-Quinn criter.		-4.581095
F-statistic	44.44678	Durbin-Watson stat		1.663658
Prob(F-statistic)	0.000000			

• **Intercept and trend**

Null Hypothesis: D(DLNEI) has a unit root  
 Exogenous: Constant, Linear Trend  
 Lag Length: 1 (Automatic - based on SIC, maxlag=9)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-7.069235	0.0000
Test critical values:		
1% level	-4.192337	
5% level	-3.520787	
10% level	-3.191277	

\*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation  
 Dependent Variable: D(DLNEI,2)  
 Method: Least Squares  
 Date: 03/18/19 Time: 15:28  
 Sample (adjusted): 1969 2010  
 Included observations: 42 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
D(DLNEI(-1))	-2.137270	0.302334	-7.069235	0.0000
D(DLNEI(-1),2)	0.463858	0.177257	2.616872	0.0127
C	-0.010283	0.007927	-1.297278	0.2024
@TREND(1965)	0.000441	0.000290	1.523327	0.1360
R-squared	0.712609	Mean dependent var		0.001745
Adjusted R-squared	0.689920	S.D. dependent var		0.040852
S.E. of regression	0.022748	Akaike info criterion		-4.638245
Sum squared resid	0.019665	Schwarz criterion		-4.472753
Log likelihood	101.4031	Hannan-Quinn criter.		-4.577586
F-statistic	31.40800	Durbin-Watson stat		1.751776
Prob(F-statistic)	0.000000			

- **None**

Null Hypothesis: D(DLNEI) has a unit root  
Exogenous: None  
Lag Length: 1 (Automatic - based on SIC, maxlag=9)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-7.005223	0.0000
Test critical values:		
1% level	-2.621185	
5% level	-1.948886	
10% level	-1.611932	

\*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation  
Dependent Variable: D(DLNEI,2)  
Method: Least Squares  
Date: 03/18/19 Time: 15:28  
Sample (adjusted): 1969 2010  
Included observations: 42 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
D(DLNEI(-1))	-2.123324	0.303106	-7.005223	0.0000
D(DLNEI(-1),2)	0.457093	0.177804	2.570770	0.0140
R-squared	0.694880	Mean dependent var		0.001745
Adjusted R-squared	0.687252	S.D. dependent var		0.040852
S.E. of regression	0.022846	Akaike info criterion		-4.673622
Sum squared resid	0.020878	Schwarz criterion		-4.590876
Log likelihood	100.1461	Hannan-Quinn criter.		-4.643293
Durbin-Watson stat	1.661280			

## 2. Πίνακες αποτελεσμάτων E – Views για την μεταβλητή DLN(EF)

### ➤ Levels

#### • *Intercept*

Null Hypothesis: DLNEF has a unit root  
 Exogenous: Constant  
 Lag Length: 0 (Automatic - based on SIC, maxlag=9)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-6.166593	0.0000
Test critical values:		
1% level	-3.588509	
5% level	-2.929734	
10% level	-2.603064	

\*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation  
 Dependent Variable: D(DLNEF)  
 Method: Least Squares  
 Date: 03/18/19 Time: 15:32  
 Sample (adjusted): 1967 2010  
 Included observations: 44 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
DLNEF(-1)	-0.970274	0.157344	-6.166593	0.0000
C	0.005881	0.002456	2.394831	0.0212
R-squared	0.475176	Mean dependent var		-0.001114
Adjusted R-squared	0.462680	S.D. dependent var		0.019711
S.E. of regression	0.014448	Akaike info criterion		-5.592098
Sum squared resid	0.008768	Schwarz criterion		-5.510999
Log likelihood	125.0262	Hannan-Quinn criter.		-5.562023
F-statistic	38.02687	Durbin-Watson stat		1.876247
Prob(F-statistic)	0.000000			

#### • *Intercept and trend*

Null Hypothesis: DLNEF has a unit root  
 Exogenous: Constant, Linear Trend  
 Lag Length: 0 (Automatic - based on SIC, maxlag=9)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-6.117701	0.0000
Test critical values:		
1% level	-4.180911	
5% level	-3.515523	
10% level	-3.188259	

\*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation  
 Dependent Variable: D(DLNEF)

Method: Least Squares  
Date: 03/18/19 Time: 15:33  
Sample (adjusted): 1967 2010  
Included observations: 44 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
DLNEF(-1)	-0.973314	0.159098	-6.117701	0.0000
C	0.007575	0.004817	1.572495	0.1235
@TREND(1965)	-7.11E-05	0.000173	-0.410119	0.6839
R-squared	0.477321	Mean dependent var		-0.001114
Adjusted R-squared	0.451824	S.D. dependent var		0.019711
S.E. of regression	0.014593	Akaike info criterion		-5.550738
Sum squared resid	0.008732	Schwarz criterion		-5.429088
Log likelihood	125.1162	Hannan-Quinn criter.		-5.505624
F-statistic	18.72098	Durbin-Watson stat		1.879304
Prob(F-statistic)	0.000002			

- *None*

Null Hypothesis: DLNEF has a unit root  
Exogenous: None  
Lag Length: 0 (Automatic - based on SIC, maxlag=9)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-5.415164	0.0000
Test critical values:		
1% level	-2.618579	
5% level	-1.948495	
10% level	-1.612135	

\*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation  
Dependent Variable: D(DLNEF)  
Method: Least Squares  
Date: 03/18/19 Time: 15:33  
Sample (adjusted): 1967 2010  
Included observations: 44 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
DLNEF(-1)	-0.796221	0.147035	-5.415164	0.0000
R-squared	0.403510	Mean dependent var		-0.001114
Adjusted R-squared	0.403510	S.D. dependent var		0.019711
S.E. of regression	0.015223	Akaike info criterion		-5.509553
Sum squared resid	0.009965	Schwarz criterion		-5.469003
Log likelihood	122.2102	Hannan-Quinn criter.		-5.494515
Durbin-Watson stat	1.912245			

## ➤ First Differences

### • *Intercept*

Null Hypothesis: D(DLNEF) has a unit root  
 Exogenous: Constant  
 Lag Length: 1 (Automatic - based on SIC, maxlag=9)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-7.231888	0.0000
Test critical values:		
1% level	-3.596616	
5% level	-2.933158	
10% level	-2.604867	

\*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation  
 Dependent Variable: D(DLNEF,2)  
 Method: Least Squares  
 Date: 03/18/19 Time: 17:41  
 Sample (adjusted): 1969 2010  
 Included observations: 42 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
D(DLNEF(-1))	-1.912285	0.264424	-7.231888	0.0000
D(DLNEF(-1),2)	0.379666	0.156511	2.425817	0.0200
C	-0.000647	0.002713	-0.238579	0.8127
R-squared	0.706163	Mean dependent var		-0.001305
Adjusted R-squared	0.691094	S.D. dependent var		0.031624
S.E. of regression	0.017577	Akaike info criterion		-5.175742
Sum squared resid	0.012049	Schwarz criterion		-5.051623
Log likelihood	111.6906	Hannan-Quinn criter.		-5.130247
F-statistic	46.86327	Durbin-Watson stat		2.063066
Prob(F-statistic)	0.000000			

### • *Intercept and trend*

Null Hypothesis: D(DLNEF) has a unit root  
 Exogenous: Constant, Linear Trend  
 Lag Length: 1 (Automatic - based on SIC, maxlag=9)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-7.106354	0.0000
Test critical values:		
1% level	-4.192337	
5% level	-3.520787	
10% level	-3.191277	

\*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation  
 Dependent Variable: D(DLNEF,2)  
 Method: Least Squares  
 Date: 03/18/19 Time: 15:34  
 Sample (adjusted): 1969 2010  
 Included observations: 42 after adjustments



Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
D(DLNEF(-1))	-1.911902	0.269041	-7.106354	0.0000
D(DLNEF(-1),2)	0.379430	0.159302	2.381823	0.0223
C	-0.000562	0.006219	-0.090324	0.9285
@TREND(1965)	-3.49E-06	0.000228	-0.015330	0.9878
R-squared	0.706165	Mean dependent var		-0.001305
Adjusted R-squared	0.682967	S.D. dependent var		0.031624
S.E. of regression	0.017806	Akaike info criterion		-5.128129
Sum squared resid	0.012049	Schwarz criterion		-4.962637
Log likelihood	111.6907	Hannan-Quinn criter.		-5.067470
F-statistic	30.44137	Durbin-Watson stat		2.063192
Prob(F-statistic)	0.000000			

- **None**

Null Hypothesis: D(DLNEF) has a unit root  
Exogenous: None  
Lag Length: 1 (Automatic - based on SIC, maxlag=9)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-7.323588	0.0000
Test critical values:		
1% level	-2.621185	
5% level	-1.948886	
10% level	-1.611932	

\*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation  
Dependent Variable: D(DLNEF,2)  
Method: Least Squares  
Date: 03/18/19 Time: 15:34  
Sample (adjusted): 1969 2010  
Included observations: 42 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
D(DLNEF(-1))	-1.913314	0.261254	-7.323588	0.0000
D(DLNEF(-1),2)	0.379770	0.154654	2.455608	0.0185
R-squared	0.705734	Mean dependent var		-0.001305
Adjusted R-squared	0.698377	S.D. dependent var		0.031624
S.E. of regression	0.017368	Akaike info criterion		-5.221903
Sum squared resid	0.012066	Schwarz criterion		-5.139157
Log likelihood	111.6600	Hannan-Quinn criter.		-5.191573
Durbin-Watson stat	2.058532			

### 3. Πίνακες αποτελεσμάτων E – Views για την μεταβλητή DLN(FS)

#### ➤ Levels

##### • *Intercept*

Null Hypothesis: DLNFS has a unit root  
 Exogenous: Constant  
 Lag Length: 1 (Automatic - based on SIC, maxlag=9)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-2.810208	0.0652
Test critical values:		
1% level	-3.592462	
5% level	-2.931404	
10% level	-2.603944	

\*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation  
 Dependent Variable: D(DLNFS)  
 Method: Least Squares  
 Date: 03/18/19 Time: 15:37  
 Sample (adjusted): 1968 2010  
 Included observations: 43 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
DLNFS(-1)	-0.522556	0.185949	-2.810208	0.0076
D(DLNFS(-1))	0.261121	0.183682	1.421594	0.1629
C	0.017122	0.007214	2.373278	0.0225
R-squared	0.167519	Mean dependent var		-0.001676
Adjusted R-squared	0.125895	S.D. dependent var		0.018380
S.E. of regression	0.017184	Akaike info criterion		-5.222457
Sum squared resid	0.011812	Schwarz criterion		-5.099583
Log likelihood	115.2828	Hannan-Quinn criter.		-5.177145
F-statistic	4.024570	Durbin-Watson stat		1.991737
Prob(F-statistic)	0.025556			

##### • *Intercept and trend*

Null Hypothesis: DLNFS has a unit root  
 Exogenous: Constant, Linear Trend  
 Lag Length: 1 (Automatic - based on SIC, maxlag=9)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-3.430140	0.0606
Test critical values:		
1% level	-4.186481	
5% level	-3.518090	
10% level	-3.189732	

\*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation  
 Dependent Variable: D(DLNFS)  
 Method: Least Squares  
 Date: 03/18/19 Time: 15:38  
 Sample (adjusted): 1968 2010  
 Included observations: 43 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
DLNFS(-1)	-0.648330	0.189010	-3.430140	0.0014
D(DLNFS(-1))	0.304542	0.177931	1.711576	0.0949
C	0.032282	0.010120	3.189851	0.0028
@TREND(1965)	-0.000444	0.000216	-2.057992	0.0463
R-squared	0.249069	Mean dependent var		-0.001676
Adjusted R-squared	0.191305	S.D. dependent var		0.018380
S.E. of regression	0.016529	Akaike info criterion		-5.279042
Sum squared resid	0.010655	Schwarz criterion		-5.115210
Log likelihood	117.4994	Hannan-Quinn criter.		-5.218626
F-statistic	4.311837	Durbin-Watson stat		2.061227
Prob(F-statistic)	0.010165			

- *None*

Null Hypothesis: DLNFS has a unit root  
 Exogenous: None  
 Lag Length: 0 (Automatic - based on SIC, maxlag=9)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-1.629555	0.0967
Test critical values:		
1% level	-2.618579	
5% level	-1.948495	
10% level	-1.612135	

\*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation  
 Dependent Variable: D(DLNFS)  
 Method: Least Squares  
 Date: 03/18/19 Time: 15:38  
 Sample (adjusted): 1967 2010  
 Included observations: 44 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
DLNFS(-1)	-0.109845	0.067408	-1.629555	0.1105
R-squared	0.049845	Mean dependent var		-0.001688
Adjusted R-squared	0.049845	S.D. dependent var		0.018165
S.E. of regression	0.017707	Akaike info criterion		-5.207296
Sum squared resid	0.013481	Schwarz criterion		-5.166747
Log likelihood	115.5605	Hannan-Quinn criter.		-5.192259
Durbin-Watson stat	1.985511			

➤ **First Differences**

• ***Intercept***

Null Hypothesis: D(DLNFS) has a unit root  
 Exogenous: Constant  
 Lag Length: 0 (Automatic - based on SIC, maxlag=9)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-6.749635	0.0000
Test critical values:		
1% level	-3.592462	
5% level	-2.931404	
10% level	-2.603944	

\*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation  
 Dependent Variable: D(DLNFS,2)  
 Method: Least Squares  
 Date: 03/18/19 Time: 15:38  
 Sample (adjusted): 1968 2010  
 Included observations: 43 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
D(DLNFS(-1))	-1.056433	0.156517	-6.749635	0.0000
C	-0.001758	0.002841	-0.618749	0.5395
R-squared	0.526327	Mean dependent var		-0.000227
Adjusted R-squared	0.514774	S.D. dependent var		0.026663
S.E. of regression	0.018573	Akaike info criterion		-5.088790
Sum squared resid	0.014144	Schwarz criterion		-5.006874
Log likelihood	111.4090	Hannan-Quinn criter.		-5.058582
F-statistic	45.55757	Durbin-Watson stat		1.997415
Prob(F-statistic)	0.000000			

• ***Intercept and trend***

Null Hypothesis: D(DLNFS) has a unit root  
 Exogenous: Constant, Linear Trend  
 Lag Length: 0 (Automatic - based on SIC, maxlag=9)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-6.789317	0.0000
Test critical values:		
1% level	-4.186481	
5% level	-3.518090	
10% level	-3.189732	

\*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation  
 Dependent Variable: D(DLNFS,2)  
 Method: Least Squares

Date: 03/18/19 Time: 15:39  
Sample (adjusted): 1968 2010  
Included observations: 43 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
D(DLNFS(-1))	-1.071654	0.157844	-6.789317	0.0000
C	0.003137	0.006193	0.506478	0.6153
@TREND(1965)	-0.000205	0.000230	-0.890092	0.3787
R-squared	0.535526	Mean dependent var		-0.000227
Adjusted R-squared	0.512303	S.D. dependent var		0.026663
S.E. of regression	0.018621	Akaike info criterion		-5.061891
Sum squared resid	0.013869	Schwarz criterion		-4.939017
Log likelihood	111.8307	Hannan-Quinn criter.		-5.016579
F-statistic	23.05950	Durbin-Watson stat		2.008977
Prob(F-statistic)	0.000000			

- **None**

Null Hypothesis: D(DLNFS) has a unit root  
Exogenous: None  
Lag Length: 0 (Automatic - based on SIC, maxlag=9)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-6.771626	0.0000
Test critical values:		
1% level	-2.619851	
5% level	-1.948686	
10% level	-1.612036	

\*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation  
Dependent Variable: D(DLNFS,2)  
Method: Least Squares  
Date: 03/18/19 Time: 15:39  
Sample (adjusted): 1968 2010  
Included observations: 43 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
D(DLNFS(-1))	-1.048700	0.154867	-6.771626	0.0000
R-squared	0.521904	Mean dependent var		-0.000227
Adjusted R-squared	0.521904	S.D. dependent var		0.026663
S.E. of regression	0.018436	Akaike info criterion		-5.126007
Sum squared resid	0.014276	Schwarz criterion		-5.085049
Log likelihood	111.2092	Hannan-Quinn criter.		-5.110903
Durbin-Watson stat	1.992885			