



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ

Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών στην *Εφαρμοσμένη Οικονομική*

**Κατεύθυνση «Διοίκηση Δημόσιων Οργανισμών»**

**«ΠΑΡΑΓΩΓΙΚΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ ΤΩΝ  
ΧΩΡΩΝ ΚΑΙ ΑΜΕΣΕΣ ΞΕΝΕΣ ΕΠΕΝΔΥΣΕΙΣ»**

**Στάυρος Ευστ. Γαλανόπουλος**

**Επιβλέπων καθηγητής: Νικόλαος Τζερεμές  
Καθηγητής**

## **ΒΟΛΟΣ, 2022**

### **ΥΠΕΥΘΥΝΗ ΔΗΛΩΣΗ**

Βεβαιώνω ότι είμαι συγγραφέας αυτής της διπλωματικής εργασίας και ότι κάθε βοήθεια, την οποία είχα για την προετοιμασία της, είναι πλήρως αναγνωρισμένη και αναφέρεται στη διπλωματική εργασία. Επίσης, έχω αναφέρει τις όποιες πηγές από τις οποίες έκανα χρήση δεδομένων, ιδεών ή λέξεων, είτε αυτές αναφέρονται ακριβώς είτε παραφρασμένες. Επίσης, βεβαιώνω ότι αυτή η πτυχιακή εργασία προετοιμάστηκε από εμένα προσωπικά ειδικά για τις απαιτήσεις του προγράμματος μεταπτυχιακών σπουδών στην Εφαρμοσμένη Οικονομική του Τμήματος Οικονομικών Επιστημών του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας.

Βόλος, Σεπτέμβριος 2022

*Στους γονείς μου .....*

## **ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ**

Θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον επιβλέποντα καθηγητή κ. Νικόλαο Τζερεμέ για την πολύτιμη καθοδήγηση και την αμέριστη βοήθεια για την επίτευξη του καλύτερου δυνατού αποτελέσματος.

# ΠΑΡΑΓΩΓΙΚΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ ΤΩΝ ΧΩΡΩΝ ΚΑΙ ΑΜΕΣΕΣ ΞΕΝΕΣ ΕΠΕΝΔΥΣΕΙΣ

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στην παρούσα εργασία εξετάζουμε την παραγωγική αποτελεσματικότητα 152 χωρών για την περίοδο 1980 - 2017 και τον βαθμό επίδρασης από τις Άμεσες Ξένες Επενδύσεις (FDI-Inflows). Για την μελέτη μας κάνουμε ανάλυση δύο σταδίων.

Στο πρώτο στάδιο γίνεται η εφαρμογή της ποσοτικής μεθόδου Data Envelopment Analysis (DEA) με σκοπό να υπολογίσουμε την αποδοτικότητα ανά χώρα και έτος. Εφαρμόζεται το βασικό μοντέλο της μεθόδου DEA-CCR(CRS) προσανατολισμένο ως προς στις εισόδους (inputs). Ως μεταβλητές εισόδου χρησιμοποιούνται ο αριθμός των ατόμων που απασχολούνται σε κάθε χώρα (emp), το μετοχικό κεφάλαιο (cn) και το ποσό των Άμεσων Ξένων Επενδύσεων (FDI), χρησιμοποιώντας Panel Data δεδομένα, ενώ ως μεταβλητή εξόδου χρησιμοποιείται το πραγματικό ΑΕΠ των χωρών (cgdpr). Γίνονται δύο υπολογισμοί για την μέτρηση της αποτελεσματικότητας με την βοήθεια του μη παραμετρικού εκτιμητή DEA, μία χωρίς να υπολογίσουμε την αξία των FDI και μια δεύτερη συνυπολογίζοντάς την, ενώ στη συνέχεια υπολογίζεται ο λόγος (Qrs) της αποδοτικότητας των χωρών.

Στο δεύτερο στάδιο γίνεται εφαρμογή των τριών βασικών υποδειγμάτων (κοινής σταθεράς, σταθερών επιδράσεων και τυχαίων επιδράσεων) για Panel δεδομένα, με στόχο την επιλογή του καταλληλότερου μοντέλου, το οποίο εκφράζει την παραγωγική αποτελεσματικότητα των χωρών σε σχέση με τις Άμεσες Ξένες Επενδύσεις.

Με την εφαρμογή των στατιστικών ελέγχων επιλέγεται το μοντέλο των τυχαίων επιδράσεων (RE), με τα αποτελέσματα να επιβεβαιώνουν την βιβλιογραφία, δηλαδή την θετική επίδραση των ΑΞΕ στην παραγωγικότητα των χωρών, η οποία γεωμετρικά αποτυπώνεται ως ένα σχήμα της μορφής 'U'.

*Λέξεις κλειδιά:* Παραγωγικότητα, Αποδοτικότητα, Άμεσες Ξένες Επενδύσεις (ΑΞΕ), Μέθοδος της Περιβάλλουσας καμπύλης, Μονάδα Λήψης Απόφασης.

# PRODUCTIVE EFFICIENCY OF COUNTRIES AND FOREIGN DIRECT INVESTMENTS

## ABSTRACT

In the present work we examine the productive efficiency of 152 countries for the period 1980 - 2017 and whether it is affected by Foreign Direct Investments (FDI-inflows). For our study we make two-stage analysis.

In the first stage, the quantitative method Data Envelopment Analysis (DEA) is applied in order to calculate the efficiency per country and year. The basic input oriented DEA - CCR(CRS) models applied. As input variables, the number of people employed in each country (emp), capital stock (cn) and the amount of Foreign Direct Investment (FDI), using Panel Data, while as output variable the countries' real GDP is used (cgdp). Two calculations are made to measure efficiency by applying the non-parametric DEA estimator, one without calculating the value of FDI and a second one including it while the ratio (Qrs) of the countries' efficiency is calculated.

In the second stage the tree basic models (common constant, fixed effects and random effects) are applied for Panel data, with the aim of choosing the most appropriated model which expresses the productive efficiency of counties in relation to Foreign Direct Investments.

By applying the statistical controls the random effects (RE) model is chosen, with the results confirming the literature that is the positive effect of FDI on the productivity of countries, which is geometrically reflected in a 'U' shaped figure.

*Key words:* Productivity, Efficiency, Foreign Direct Investments (FDI), DEA, DMUs.

## Περιεχόμενα

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ .....	8
2. ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΑ ΤΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ .....	10
2.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ - ΔΙΑΚΡΙΣΗ ΑΠΟΔΟΤΙΚΟΤΗΤΑΣ - ΠΑΡΑΓΩΓΙΚΟΤΗΤΑΣ.....	10
2.2 ΣΥΝΑΡΤΗΣΕΙΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ .....	12
2.2.1 ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΜΙΑΣ ΕΙΣΟΔΟΥ.....	13
2.2.2 ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΠΟΛΛΑΠΛΩΝ ΕΙΣΟΔΩΝ.....	14
2.3 ΣΥΝΑΡΤΗΣΕΙΣ ΑΠΟΣΤΑΣΗΣ.....	16
2.4 Η ΕΝΝΟΙΑ ΤΗΣ ΤΕΧΝΙΚΗΣ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑΣ (Technical Efficiency).....	20
2.4.1 ΜΕΤΡΑ ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΕΝΑ ΣΤΗΝ ΕΙΣΟΔΟ .....	21
2.4.2 ΜΕΤΡΑ ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΕΝΑ ΣΤΗΝ ΕΞΟΔΟ .....	21
2.4.3 Η ΕΝΝΟΙΑ ΤΗΣ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΚΛΙΜΑΚΑΣ – Scale Efficiency (SE) .....	22
3. ΜΕΘΟΔΟΙ ΜΕΤΡΗΣΗΣ ΑΠΟΔΟΤΙΚΟΤΗΤΑΣ .....	24
3.1 ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΜΕΘΟΔΩΝ ΜΕΤΡΗΣΗΣ .....	24
3.2 ΠΑΡΑΜΕΤΡΙΚΕΣ & ΜΗ ΠΑΡΑΜΕΤΡΙΚΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ.....	24
3.3 Η ΜΕΘΟΔΟΣ DEA.....	27
3.3.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ .....	27
3.3.2 ΦΑΣΕΙΣ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΜΕΘΟΔΟΥ DEA.....	29
3.3.3 ΤΟ ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΥΠΟΒΑΘΡΟ ΤΗΣ ΜΕΘΟΔΟΥ- ΜΟΝΤΕΛΑ DEA.....	30
3.3.4 ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ - ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΜΕΘΟΔΟΥ DEA.....	36
3.3.5 ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΤΑΣΕΙΣ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ DEA .....	38
4. ΑΜΕΣΕΣ ΞΕΝΕΣ ΕΠΕΝΔΥΣΕΙΣ (FDI) .....	40
4.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ – ΟΡΙΣΜΟΙ ΑΞΕ – ΔΙΑΚΡΙΣΗ ΑΞΕ .....	40
4.2 ΕΙΔΗ ΑΜΕΣΩΝ ΞΕΝΩΝ ΕΠΕΝΔΥΣΕΩΝ .....	41
4.3 ΘΕΩΡΙΕΣ ΤΩΝ ΑΜΕΣΩΝ ΞΕΝΩΝ ΕΠΕΝΔΥΣΕΩΝ.....	46
4.4 ΟΙ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΤΩΝ ΑΞΕ ΣΤΙΣ ΧΩΡΕΣ ΥΠΟΔΟΧΗΣ .....	53
4.4.1 ΑΜΕΣΑ ΚΑΙ ΕΜΜΕΣΑ ΟΦΕΛΗ.....	53
4.4.2 ΟΡΙΖΟΝΤΙΕΣ ΚΑΙ ΚΑΘΕΤΕΣ ΔΙΑΡΡΟΕΣ.....	56
4.4 ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ .....	61
5. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ & ΔΕΔΟΜΕΝΑ.....	73
5.1 ΔΕΔΟΜΕΝΑ & ΜΕΤΑΒΛΗΤΕΣ .....	73
5.1.1 ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ .....	76
5.2 ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ.....	77
5.2.1 ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΜΕΘΟΔΟΥ DEA.....	77
5.2.2 ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΥΠΟΔΕΙΓΜΑΤΩΝ PANEL .....	78
5.2.3 ΕΛΕΓΧΟΙ.....	81

6. ΕΜΠΕΙΡΙΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ.....	84
6.1 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΤΗΣ ΜΕΘΟΔΟΥ DEA .....	84
6.2 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΠΑΛΙΝΔΡΟΜΗΣΕΩΝ .....	92
7. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ .....	104
7.1 ΣΚΟΠΟΣ - ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΟΙ ΤΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ - ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	104
7.2 ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΓΙΑ ΠΕΡΑΙΤΕΡΩ - ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΗ ΕΡΕΥΝΑ.....	105
8. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ.....	106



# 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η αύξηση της παραγωγικότητας (Productivity catching up/Efficiency) μεταξύ των χωρών αποτελεί ένα σημαντικό θέμα για τους ερευνητές τα τελευταία χρόνια, οι οποίοι πιο συγκεκριμένα διερευνούν το πως εξελίσσεται η παραγωγικότητα των χωρών με την πάροδο του χρόνου και πως εξωγενείς παράγοντες επηρεάζουν αυτή την διαδικασία. Η συνολική παραγωγή (TFP) έχει αναγνωριστεί ως ο σημαντικότερος μοχλός της οικονομικής ανάπτυξης των χωρών (Prescott, 1998; Caselli, 2005).

Η παραγωγή αυτή των χωρών, δηλαδή το σύνολο της τρέχουσας χρηματικής αξίας όλων των προϊόντων και υπηρεσιών που παράγει επίσημα η οικονομία κάθε χώρας σε ένα έτος, ορίζεται ως Ακαθάριστο Εγχώριο Προϊόν (ΑΕΠ) και κατ' επέκταση το κατά κεφαλήν ΑΕΠ αποτελεί το βασικό μέτρο πλούτου κάθε χώρας. Είναι η σημαντικότερη μακροοικονομική μεταβλητή, κάθε αύξηση της οποίας αντιπροσωπεύει ένα δείκτη ανάπτυξης των χωρών και αποτελεί την βασική εκροή σε κάθε μελέτη μιας χώρας ως οικονομική οντότητα. Στον μαθηματικό τύπο, εκτός από τις δημόσιες δαπάνες, την κατανάλωση και τις καθαρές εξαγωγές συμπεριλαμβάνονται και οι συνολικές επενδύσεις για τον υπολογισμό του ΑΕΠ ( $GDP = C + I + G + NX$ ). Κατά συνέπεια οι Άμεσες Ξένες Επενδύσεις (ΑΞΕ), που αποτελούν μέρος των συνολικών επενδύσεων, συμβάλουν στην διαμόρφωση του μεγέθους αυτής της μακροοικονομικής μεταβλητής.

Κυρίως από το 1980 και έπειτα, οι μειώσεις των εμποδίων των κυβερνήσεων για διασυνοριακές οικονομικές δραστηριότητες μεταξύ των χωρών (ανταλλαγές αγαθών και υπηρεσιών, ίδρυση και λειτουργία εταιρειών σε άλλες χώρες μέσω ΑΞΕ, και υπηρεσίες εργασίας ανθρώπων μέσω της μετανάστευσης σε άλλες χώρες), αλλά και οι νέες ραγδαίες εξελίξεις που προέκυψαν αργότερα εξαιτίας της παγκοσμιοποίησης ενθάρρυναν και διεύρυναν την ροή των παγκόσμιων κεφαλαίων. Σύμφωνα με τα στοιχεία της Παγκόσμιας Τράπεζας (World Data Bank) το 1970 το σύνολο των παγκόσμιων ΑΞΕ ( Fdi - inflows) κυμάνθηκε σε 12,36 δις. \$, το 1980 σε 53,41 δις. \$, το 2000 σε 1,57 τρις. \$, για να εκτιναχτεί το 2007 σε 3,13 τρις. \$, η οποία αποτελεί και την μέγιστη τιμή. Στη συνέχεια, και λόγω της παγκόσμιας κρίσης του 2008, παρατηρείται μια πτώση της αξίας των ΑΞΕ με χρονικά διαστήματα έως τώρα αυξομειώσεων (2,2 τρις. \$ το 2017 και 1,26 τρις. \$ το 2020).

Δικαιολογείται, επομένως, η ύπαρξη πολύ μεγάλου αριθμού μελετών, στις οποίες γίνεται προσπάθεια να διερευνηθεί και να ποσοτικοποιηθεί με διαφορετικές μεθοδολογικές και οικονομετρικές προσεγγίσεις το μέγεθος της συμβολής των ΑΞΕ στην διαμόρφωση του ΑΕΠ. Σε αυτό τον τεράστιο όγκο της βιβλιογραφίας όλες οι μελέτες δεν συγκλίνουν όσον αφορά την σχέση μεταξύ των ΑΞΕ και της οικονομικής ανάπτυξης. Ένα μεγάλο μέρος της βιβλιογραφίας (το μεγαλύτερο) εστιάζει στον αντίκτυπο και την αιτιακή σχέση των ΑΞΕ με την οικονομική ανάπτυξη συγκεκριμένων χωρών ή και τοπικών επιχειρήσεων. Επιπροσθέτως, υπάρχει μια άλλη κατηγορία μελετών που αφορά ένα σύνολο χωρών αλλά η ερμηνευτική μεταβλητή δεν είναι μόνο οι ΑΞΕ αλλά και άλλες, όπως το εμπόριο (εξαγωγές), η ανεργία, το ανθρώπινο δυναμικό, το χρηματοπιστωτικό σύστημα και άλλες.

Στην παρούσα εργασία επιχειρείται να διερευνηθεί και να μοντελοποιηθεί κατάλληλα και όσο γίνεται πιο ισχυρά η σχέση αποκλειστικά των ΑΞΕ με την παραγωγική αποτελεσματικότητα των χωρών. Η μη παραμετρική μεθοδολογική προσέγγιση σε συνδυασμό με το πλήθος των μεταβλητών δεν συναντάται συχνά στην βιβλιογραφία.

## 2. ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΑ ΤΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ

### 2.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ - ΔΙΑΚΡΙΣΗ ΑΠΟΔΟΤΙΚΟΤΗΤΑΣ – ΠΑΡΑΓΩΓΙΚΟΤΗΤΑΣ

Το πρόβλημα της μέτρησης της παραγωγικής αποτελεσματικότητας μιας παραγωγικής οντότητας θεωρείται πολύ σημαντικό στη λειτουργία της. Στη σύγχρονη πλέον βιβλιογραφία η εκάστοτε παραγωγική μονάδα ορίζεται ως Μονάδα Λήψης Απόφασης (Decision Making Unit-DMU), έτσι όπως αυτή επινοήθηκε από τον Charnes et al. (1978). Η ανάλυση της αποδοτικότητας χρονολογείται από το έργο των Debreu (1951) και Koopmans (1951) που ήταν οι πρώτοι οι οποίοι μέτρησαν εμπειρικά την αποδοτικότητα των παραγωγικών μονάδων. Τις βάσεις για την επίλυση αυτού του προβλήματος έβαλε ο Farrell (1957), με την πρωτοποριακή του μελέτη, η οποία βασίστηκε στο έργο των προηγούμενων συγγραφέων και θεμελίωσε τις δύο έννοιες της αποτελεσματικότητας και παραγωγικότητας σε μικροοικονομικό επίπεδο.

Στη γενική περίπτωση η έννοια της παραγωγής είναι η μετατροπή των πόρων μιας οικονομικής μονάδας οι οποίοι ονομάζονται εισροές ή είσοδοι σε προϊόντα ή υπηρεσίες οι οποίες ονομάζονται εκροές ή έξοδοι. Ένα φυσικό μέτρο απόδοσης μιας DMU είναι ο λόγος (ratio) της σχετικής παραγωγικότητας ή αποδοτικότητας (Efficiency): ο λόγος εξόδων, δηλαδή της συνολικής παραγωγής της μονάδας προς εισόδους ή πιο συγκεκριμένα των συνολικών αναγκαίων πόρων που χρειάζεται για να παράγει, όπου όσο μεγαλύτερες είναι οι τιμές αυτού του λόγου τόσο μεγαλύτερη απόδοση επιτυγχάνεται.

$$\text{Efficiency} = \frac{\text{έξοδοι (outputs)}}{\text{είσοδοι (inputs)}} \quad (1)$$

Όταν αναφερόμαστε στην παραγωγικότητα, αναφερόμαστε στη συνολική παραγωγικότητα συντελεστών, που είναι ένα μέτρο παραγωγικότητας το οποίο περιλαμβάνει όλους τους συντελεστές παραγωγής. (Total Factor Productivity – TFP).

Οι έννοιες της παραγωγικότητας και της αποδοτικότητας έχουν χρησιμοποιηθεί πάρα πολύ τα τελευταία χρόνια και συχνά χρησιμοποιούνται εναλλακτικά, αλλά σε καμία περίπτωση οι έννοιες αυτές δεν ταυτίζονται. Σύμφωνα με τους Fried et al. (2008) η παραγωγικότητα διαφοροποιείται εξαιτίας :

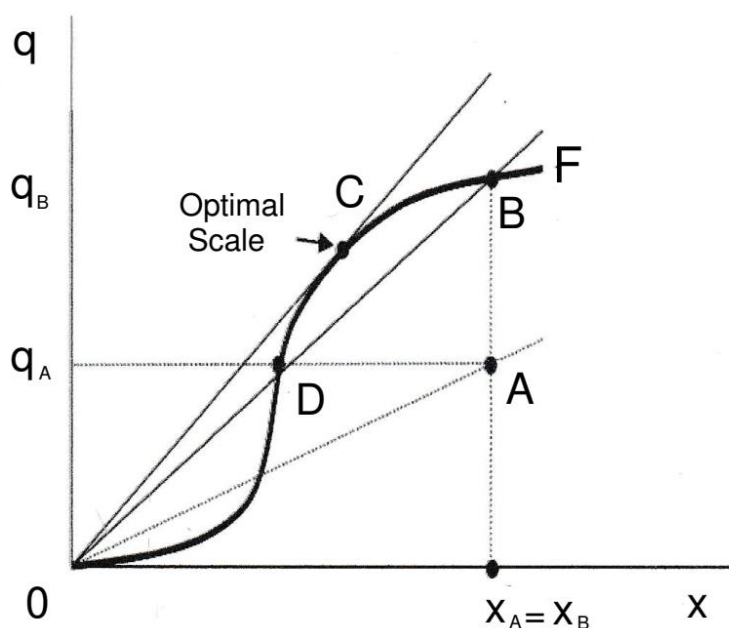
- 1) Των ποικίλων μορφών στη διαδικασία παραγωγής.

2) Της διαφορετικής αποτελεσματικότητας που επιτυγχάνεται στην εκάστοτε παραγωγική διαδικασία.

3) Των περιβαλλοντικών διαφορών.

Κατά συνέπεια η αποτελεσματικότητα είναι ένα συστατικό της παραγωγικότητας, η οποία μπορεί να θεωρηθεί ως σχετική παραγωγικότητα σε βάθος χρόνου.

Για να διευκρινιστεί η διάκριση μεταξύ των όρων, είναι χρήσιμο να ληφθεί υπόψη μια απλή διαδικασία παραγωγής στην οποία μια μονάδα DMU χρησιμοποιεί μία είσοδο  $x$  για την παραγωγή μιας εξόδου  $q$  (Σχήμα 2.1). Το σύνολο των σημείων του επιπέδου μεταξύ της γραμμής OF και του άξονα O $x$  αντιπροσωπεύει το σύνολο όλων των εφικτών συνδυασμών εισόδου-εξόδου σε μια διαδικασία παραγωγής των οικονομικών μονάδων. Η γραμμή OF αποτελεί το σύνορο ή όριο παραγωγής (production frontier), δηλαδή τη μέγιστη απόδοση που επιτυγχάνεται από κάθε επίπεδο εισόδου  $x$  και ταυτόχρονα αντικατοπτρίζει την τρέχουσα κατάσταση της τεχνολογίας σε κάθε συγκεκριμένο κλάδο. Οι μονάδες παραγωγής σε αυτόν τον κλάδο λειτουργούν είτε σε αυτά τα σύνορα, εάν είναι τεχνικά αποδοτικές ή κάτω από τα σύνορα εάν δεν είναι. Το σημείο A αντιπροσωπεύει ένα αναποτελεσματικό σημείο ενώ τα σημεία B, C και D αντιπροσωπεύουν αποτελεσματικά σημεία. Μια παραγωγική μονάδα που λειτουργεί στο σημείο A είναι αναποτελεσματική από τεχνική άποψη, και επομένως είναι σημαντικό να γνωρίζουμε πόσο «μακριά» βρίσκεται από το σύνορο παραγωγής, ώστε να αυξήσει την αποδοτικότητά της, χωρίς να απορροφήσει επιπλέον πόρους (Farrell, 1957).



## Σχήμα 2.1 Παραγωγικότητα, Τεχνική Αποτελεσματικότητα & Οικονομίες Κλίμακας.

Η διάκριση μεταξύ τεχνικής αποδοτικότητας και παραγωγικότητας μπορεί να κατανοηθεί στο σχήμα 2.1. Στο σχήμα αυτό, σχεδιάζονται οι ακτινικές αποστάσεις  $OA$ ,  $OB$ , και  $OC$  (εφαπτόμενη) για τη μέτρηση της παραγωγικότητας σε ένα συγκεκριμένο σημείο δεδομένων. Η κλίση της κάθε ακτινικής απόστασης είναι ίση με  $\frac{q}{x}$  σχέση (1), άρα εκφράζει το μέτρο της σχετικής παραγωγικότητας. Εάν η παραγωγική μονάδα που λειτουργεί στο σημείο  $A$  μετακινηθεί στο τεχνικά αποδοτικό σημείο  $B$ , η κλίση της ακτίνας  $OB$  θα ήταν μεγαλύτερη, καθότι  $q_B > q_A$  (με δεδομένο  $x_B = x_A$ ), εννοώντας υψηλότερη παραγωγικότητα στο σημείο  $B$ . Όμως, μεταβαίνοντας στο σημείο  $C$ , η εφαπτομένη  $OC$  στο σύνορο παραγωγής έχει την μεγαλύτερη κλίση όλων των σημείων του συνόρου  $OF$  και κατά συνέπεια ορίζει σημείο με τη μέγιστη δυνατή παραγωγικότητα. Αυτή η τελευταία μετακίνηση είναι ένα παράδειγμα εκμετάλλευσης των οικονομιών κλίμακας (scale economies). Το σημείο  $C$  είναι το σημείο της (τεχνικά) βέλτιστης κλίμακας. Λειτουργία σε οποιοδήποτε άλλο σημείο στα σύνορα παραγωγής οδηγεί σε χαμηλότερη παραγωγικότητα.

Από τα παραπάνω, καταλήγουμε στο συμπέρασμα ότι μια παραγωγική μονάδα μπορεί να είναι τεχνικά αποτελεσματική αλλά μπορεί ακόμη να είναι σε θέση να βελτιώσει την παραγωγικότητά της εκμεταλλευόμενη τις οικονομίες κλίμακας. Όμως, η αλλαγή της κλίμακας λειτουργίας μιας παραγωγικής μονάδας συχνά είναι δύσκολο να επιτευχθεί σε σύντομο χρονικό διάστημα. Σε αυτό το σημείο εισέρχεται το στοιχείο του χρόνου, στο οποίο μπορεί να επιτευχθεί μια αλλαγή της παραγωγικότητας που ονομάζεται τεχνική αλλαγή (technical change). Αυτό μπορεί να σημαίνει αλλαγή στην τεχνολογία παραγωγής και κατά συνέπεια μια ανοδική μετατόπιση των συνόρων παραγωγής (Coelli et al. 2005).

## 2.2 ΣΥΝΑΡΤΗΣΕΙΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ

Ας θεωρήσουμε μια παραγωγική μονάδα που χρησιμοποιεί ποσότητες εισροών (π.χ. φυσικό κεφάλαιο, αριθμός εργαζομένων, μηχανήματα, πρώτες ύλες, κ.α.) για να παράγει μία μόνο έξοδο. Η τεχνολογία της παραγωγής είναι στην γενική της μορφή μια περιγραφή της σχέσης μεταξύ των εισροών και των παραγόμενων εκροών η οποία ονομάζεται συνάρτηση παραγωγής  $q=f(\mathbf{x})$ , όπου  $q$  αντιπροσωπεύει

μια έξοδο και  $x=(x_1,x_2, \dots,x_n)$  είναι ένα διάνυσμα εισόδων διάστασης  $1 \times n$ . Υποθέτουμε επιπλέον ότι αυτές οι εισοδοί βρίσκονται υπό τον αποτελεσματικό έλεγχο του υπεύθυνου λήψης. Σύμφωνα με το Θεωρητικό πλαίσιο του Chambers (1978), για την εφαρμογή της συνάρτησης παραγωγής απαιτούνται οι παρακάτω προϋποθέσεις :

1. Μονοτονικότητα: Εάν  $x_1 \geq x_2$  αν και μόνο αν  $f(x_1) \geq f(x_2)$ . Δηλαδή πρόσθετες μονάδες μιας εισόδου  $x_i$  δεν θα μειώνουν την παραγωγή και αντίστροφα η ίδια ποσότητα εισόδου  $x_i$  μπορεί να παράγει και μικρότερη παραγωγή  $f(x_i)$ .
2. Κυρτότητα: Ισχύει:  $f(\theta x_1+(1-\theta)x_2) \geq \theta f(x_1) +(1-\theta)f(x_2)$ , με  $0 \leq \theta \leq 1$ . Κάθε γραμμικός συνδυασμός των εισόδων  $x_1, x_2$  δεν μπορεί να είναι μικρότερος από τον γραμμικό συνδυασμό των  $f(x_1), f(x_2)$ .
3. Η παραγωγή θετικής εξόδου είναι αδύνατη χωρίς τη χρήση τουλάχιστον μιας εισόδου.
4. Οι τιμές της  $q = f(x)$  είναι πεπερασμένες, μη αρνητικές και πραγματικές για κάθε πεπερασμένη και μη αρνητική τιμή ενός διανύσματος  $x$ .
5. α) Η  $q = f(x)$  είναι παντού συνεχής συνάρτηση.  
β) Η  $q = f(x)$  είναι δύο φορές διαφορίσιμη συνάρτηση (ύπαρξη μερικών παραγώγων δεύτερης τάξης).

Θα πρέπει να αναφερθεί ότι οι παραπάνω ιδιότητες δεν ισχύουν πάντοτε καθολικά. Για παράδειγμα οι έννοιες της μονοτονικότητας και κοιλότητας μπορούν να παραβιαστούν (σχ. 2.2), για την περίπτωση κατά την οποία όταν ένα  $x_i$  αυξάνεται πάρα πολύ, η παραγωγή δεν αυξάνει - Νόμος Φθίνουσας Οριακής Παραγωγικότητας. (Οι εργάτες είναι περισσότεροι από τα εργαλεία).

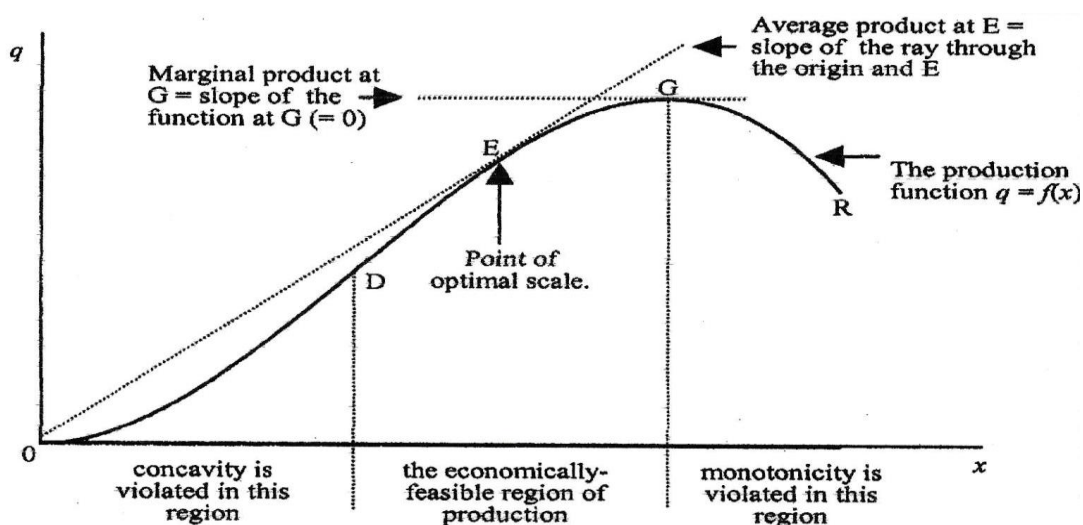
### 2.2.1 ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΜΙΑΣ ΕΙΣΟΔΟΥ

Το σχήμα 2.2 απεικονίζει μια συνάρτηση παραγωγής η οποία ορίζεται από μία είσοδο  $x$ . Όλες οι τιμές του  $x$ , που παριστάνονται στον οριζόντιο άξονα  $Ox$ , είναι μη αρνητικοί και πεπερασμένοι πραγματικοί αριθμοί. Έτσι, η συνάρτηση ικανοποιεί άμεσα την τέταρτη ιδιότητα που έχει ήδη αναφερθεί. Το οριακό προϊόν του  $x$  είναι θετικό σε όλα τα σημεία της γραφικής παράστασης της συνάρτησης παραγωγής, έως

όμως το σημείο G, που σημαίνει ότι ικανοποιείται η πρώτη ιδιότητα της μονοτονίας σε όλα αυτά τα σημεία. Ωστόσο, η μονοτονία μεταβάλλεται σε όλα τα σημεία στο καμπύλο τμήμα GR και η καμπύλη μετατρέπεται σε κοίλη. Στη συνέχεια του γραφήματος της συνάρτησης παραγωγής από την αρχή O έως το σημείο D, το οριακό προϊόν του x αυξάνεται. Έτσι, η δεύτερη ιδιότητα κοιλότητας παραβιάστηκε σε αυτά τα σημεία. Ωστόσο, η κοιλότητα ικανοποιείται σε όλα τα σημεία του καμπύλου τμήματος DR.

Συνοπτικά, η συνάρτηση παραγωγής που απεικονίζεται στο Σχήμα 2.2 παραβιάζει την κοιλότητα στην περιοχή OD και παραβιάζει τη μονοτονικότητα στην περιοχή GR. Ωστόσο, ισχύουν όλες οι ιδιότητες κατά μήκος του καμπύλου τμήματος DG, το οποίο ονομάζουμε ως η οικονομικά εφικτή περιοχή παραγωγής.

Σε αυτήν την περιοχή, το σημείο E είναι το σημείο στο οποίο το μέσο παραγόμενο προϊόν έχει μεγιστοποιηθεί, δηλαδή το σημείο της βέλτιστης κλίμακας (των λειτουργιών).



**Σχήμα 2.2** Συνάρτηση Παραγωγής μιας εισόδου.

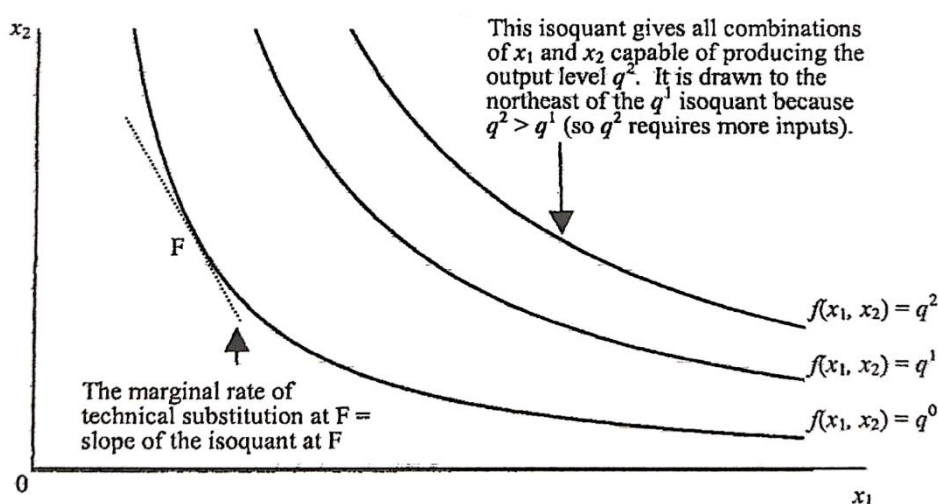
Πηγή: Μάθημα Παραγωγικότητας – ΠΜΣ

### 2.2.2 ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΠΟΛΛΑΠΛΩΝ ΕΙΣΟΔΩΝ

Η επέκταση αυτού του τύπου γραφικής ανάλυσης στην περίπτωση πολλαπλών εισόδων είναι δύσκολη, κυρίως επειδή είναι δύσκολο να σχεδιαστούν διαγράμματα



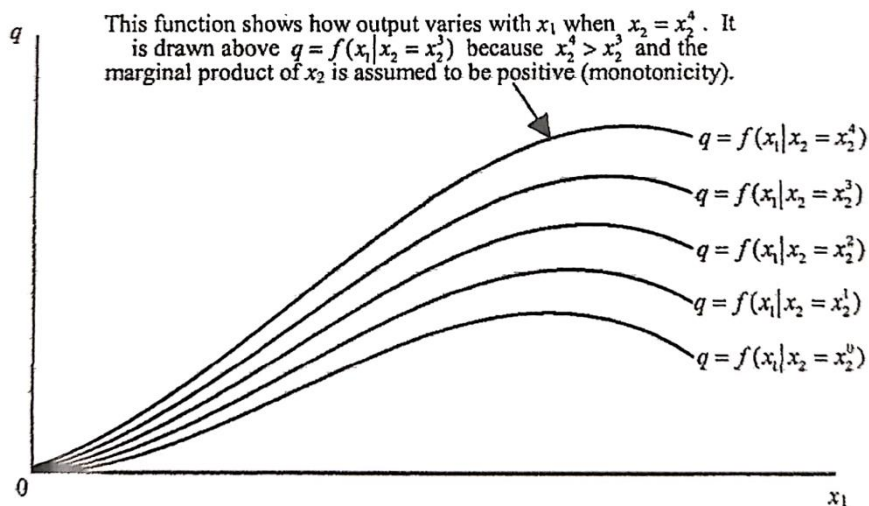
σε περισσότερες από δύο διαστάσεις. Σε τέτοιες περιπτώσεις, συνήθως σχεδιάζεται η σχέση μεταξύ των δύο μεταβλητών, ενώ κρατάμε σταθερές όλες τις υπόλοιπες. Για παράδειγμα, στο Σχήμα 2.3 θεωρούμε μια συνάρτηση παραγωγής δύο εισόδων και σχεδιάζουμε τη σχέση μεταξύ των εισόδων  $x_1$  και  $x_2$ , ενώ κρατάμε την έξοδο σταθερή στην τιμή  $q^0$ . Σχεδιάζουμε την σχέση μεταξύ των δύο εισόδων, όταν η έξοδος είναι σταθερή στις τιμές  $q^0, q^1, q^2$ , και ισχύει  $q^0 > q^1 > q^2$ . Οι καμπύλες των εξόδων  $q^i$  είναι μη τεμνόμενες κυρτές συναρτήσεις, όπου η κλίση σε κάθε σημείο F των καμπύλων είναι γνωστή ως οριακός ρυθμός Τεχνικής Υποκατάστασης (MRTS) και μετρά το ρυθμό με τον οποίο πρέπει να αντικατασταθεί η τιμή της εισόδου  $x_1$  σε  $x_2$  προκειμένου να διατηρηθεί η παραγωγή  $q$  σε σταθερό επίπεδο.



**Σχήμα 2.3** Καμπύλες εξόδων. Πηγή: Coelli et al. (2005 - σελ 15)

Μια εναλλακτική αναπαράσταση μιας λειτουργίας παραγωγής δύο εισόδων παρέχεται στο σχήμα 2.4. Στο σχήμα αυτό, η χαμηλότερη από τις τέσσερις συναρτήσεις,  $q = f(x^1/x_2=x_2^0)$ , απεικονίζει την σχέση μεταξύ  $q$  και του  $x_1$  διατηρώντας την τιμή της εισόδου  $x_2$  σταθερή και ισχύει  $x_2 = x_2^0$ . Οι συναρτήσεις απεικονίζουν τη σχέση μεταξύ  $q$  και  $x_1$ , όταν το  $x_2$  είναι σταθερό στις τιμές  $x_2^1, x_2^2, x_2^3, x_2^4$  εφόσον ισχύουν  $x_2^0 < x_2^1 < x_2^2 < x_2^3 < x_2^4$ .





**Σχήμα 2.4** Σύνολο συναρτήσεων παραγωγής με σταθερή μια είσοδο.

Πηγή: Coelli et al. (2005 - σελ 15)

Στην γενικότερη περίπτωση μας ενδιαφέρει η μεταβολή της εξόδου  $q = f(x)$ , όταν όλες οι εισόδοι μεταβάλλονται ταυτόχρονα. Αν από μια αναλογική αύξηση όλων των εισόδων προκύπτει εξίσου αναλογική αύξηση στην παραγωγή, τότε η συνάρτηση παραγωγής λέγεται ότι εμφανίζει σταθερές επιστροφές στην κλίμακα (CRS). Αν μια αναλογική αύξηση των εισροών οδηγεί σε ακόμα πιο αναλογική αύξηση της παραγωγής, λέμε τότε ότι η συνάρτηση παραγωγής εμφανίζει αυξανόμενες επιστροφές στην κλίμακα (IRS), και αντίστοιχα στην περίπτωση της μείωσης των τιμών λέμε ότι η συνάρτηση παραγωγής παρουσιάζει μειωμένες τιμές στην κλίμακα (DRS). Οι μαθηματικές σχέσεις που προκύπτουν αν γίνει μια μεταβολή των εισροών κατά  $k$  ( $k > 1$ ) είναι οι εξής:

$$f(kx) = kf(x) \Leftrightarrow \text{μεταβολή κατά CRS}$$

$$f(kx) > kf(x) \Leftrightarrow \text{μεταβολή κατά IRS}$$

$$f(kx) < kf(x) \Leftrightarrow \text{μεταβολή κατά DRS}$$

### 2.3 ΣΥΝΑΡΤΗΣΕΙΣ ΑΠΟΣΤΑΣΗΣ

Η περιγραφή μιας τεχνολογίας παραγωγής για περιπτώσεις πολλαπλών εισόδων και εξόδων γίνεται με την χρησιμοποίηση του συνόλου της τεχνολογίας. Ακολουθώντας τους Färe and Primont (1995), έστω  $x$  ένα διάνυσμα εισόδου ( $1 \times n$ ) και  $q$  ένα διάνυσμα εξόδου ( $1 \times m$ ), όπου τα στοιχεία όλων των διανυσμάτων είναι μη αρνητικοί πραγματικοί αριθμοί, τότε το σύνολο της τεχνολογίας ορίζεται ως:  $S = \{(x,$

$q$ )/ το  $x$  μπορεί να παράγει  $q$ }. Η τεχνολογία παραγωγής, έτσι όπως ορίστηκε από το σύνολο  $S$ , μπορεί να περιγραφεί ισοδύναμα από δύο νέα σύνολα :

το Σύνολο Εισόδου:  $L(q)=\{x / \text{το } x \text{ μπορεί να παράγει τουλάχιστον } q\}$ .

και το Σύνολο Εξόδου:  $P(x)=\{q/\text{το } q \text{ μπορεί το πολύ να παραχθεί από } x\}$ .

Οι βασικές ιδιότητες των παραπάνω συνόλων συνοψίζονται στα εξής:

- Ισχύει μια ισχυρή σχέση ισοδυναμίας μεταξύ των παραπάνω συνόλων:

$$q \in P(x) \Leftrightarrow x \in L(q)$$

Αν το  $q$  μπορεί να παραχθεί από ένα διάνυσμα εισόδου  $x$  τότε το  $x$  ανήκει στο σύνολο  $L(q)$ .

- Και τα δύο σύνολα είναι κυρτά, υπό την έννοια ότι, εάν δυο συνδυασμοί εξόδων μπορούν να παραχθούν από ένα συγκεκριμένο διάνυσμα  $x$ , τότε οποιοσδήποτε σταθμισμένος μέσος όρος των εξόδων μπορεί επίσης να παραχθεί.
- Και τα δύο σύνολα είναι κλειστά, υπό την έννοια ότι δεν μπορούν να παραχθούν απεριόριστα επίπεδα εκροών με ένα συγκεκριμένο διάνυσμα εισροών.
- Για κάθε στοιχείο  $(x, q) \in S$ , ισχύει η σχέση:

$$q \in P(x) \text{ και } q_1 \leq q \text{ τότε προκύπτει ότι και } q_1 \in P(x).$$

υπό την έννοια ότι κάθε τιμή του διανύσματος  $x$  που παράγει  $q$ , μπορεί να παράγει και οποιονδήποτε μικρότερο συνδυασμό εκροών  $q_1$ .

- Για κάθε στοιχείο  $(x, q) \in S$ , ισχύει η σχέση:

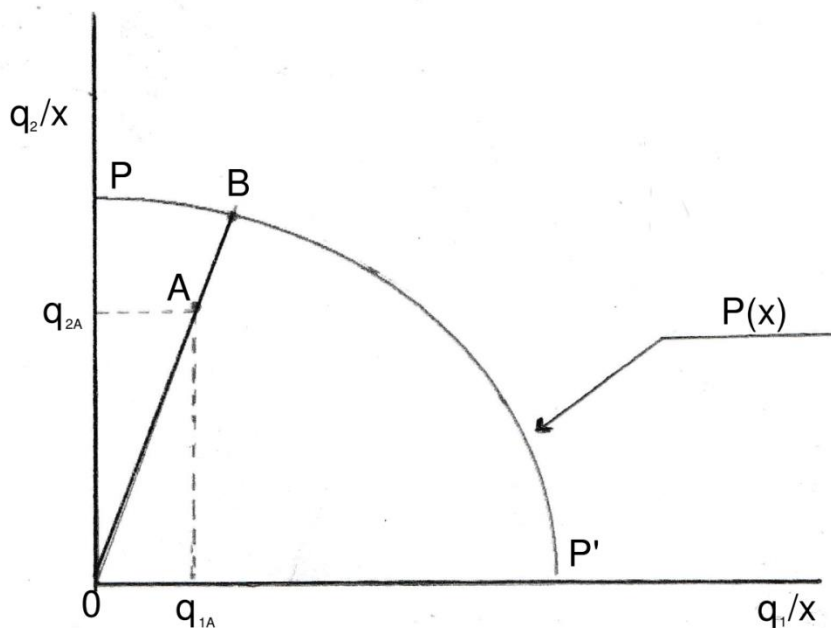
$$x \in L(q) \text{ και } x_1 \geq x \text{ τότε προκύπτει ότι και } x_1 \in L(q).$$

υπό την έννοια ότι κάθε τιμή του διανύσματος  $x$  που παράγει  $q$ , τότε το  $x$  μπορεί να παραχθεί και από μεγαλύτερο συνδυασμό εισροών  $x_1$ .

Με τη βοήθεια των παραπάνω συνόλων είναι πλέον εφικτοί οι ορισμοί των συναρτήσεων απόστασης για την επικείμενη μέτρηση της αποδοτικότητας και παραγωγικότητας. Οι συναρτήσεις απόστασης μπορούν να περιγράψουν μια παραγωγή πολλαπλών εισόδων και εξόδων, ανεξαρτήτως της συμπεριφοράς του υπεύθυνου λήψης αποφάσεων για ελαχιστοποίηση κόστους ή μεγιστοποίηση κέρδους. Οι παραπάνω εναλλακτικοί τρόποι περιγραφής μιας τεχνολογίας παραγωγής παρουσιάζονται στην συνέχεια και απεικονίζονται γεωμετρικά στα σχήματα που

ακολουθούν.

Στο παρακάτω σχήμα, το σύνολο όλων των σημείων του επιπέδου μεταξύ της καμπύλης  $PP'$  και του άξονα  $Ox$  απεικονίζει όλους τους δυνατούς συνδυασμούς εκροών  $(q_1, q_2)$  οι οποίοι μπορούν να παραχθούν από μια εισροή  $x$ . Η καμπύλη  $PP'$  εκφράζει το όριο των παραγωγικών δυνατοτήτων (production possibility curve), δηλαδή τις μέγιστες ποσότητες εκροών που μπορούν να παραχθούν από δεδομένες ποσότητες εισροών.



**Σχήμα 2.5** - Σύνολο Πιθανότητας Παραγωγής - Συνάρτηση απόστασης εξόδου.

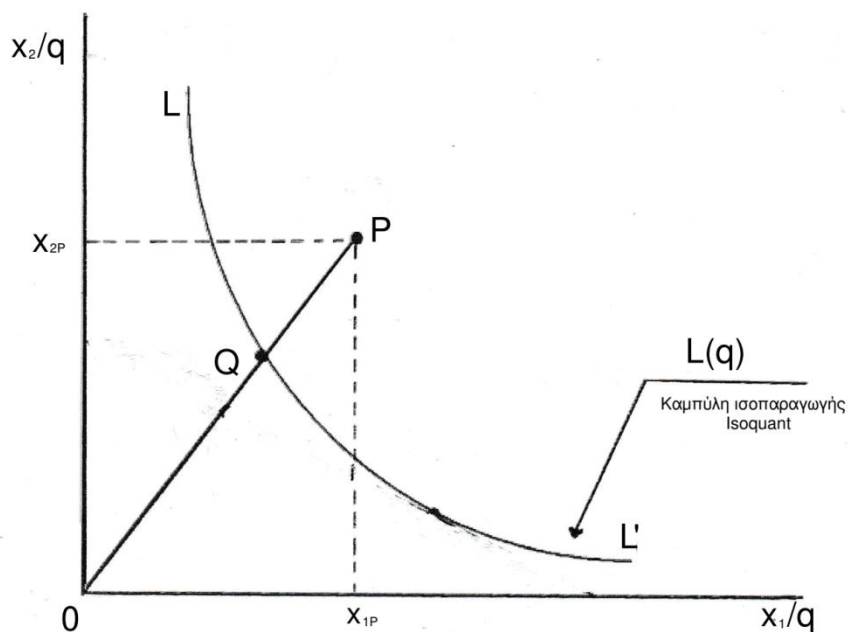
Πηγή: Ιδία επεξεργασία.

Έστω μια μονάδα λήψης απόφασης DMU η οποία απεικονίζεται στο σημείο A. (Σχήμα 2.5), και θεωρώντας ότι σε αυτή αντιστοιχούν η είσοδος  $x$  και το διάνυσμα εξόδου  $q = (q_{1A}, q_{2A})$ . Τότε ορίζουμε :

Συνάρτηση απόστασης εξόδου το σύνολο  $d_0(x, q) = \min\{\delta : q/\delta \in P(x)\}$ , για το οποίο ισχύει  $d_0(x, q) = \frac{OA}{OB} \leq 1$ .

( $d_0(x, q) = 1$  , όταν το  $q$  ανήκει στο σύνολο δυνατοτήτων παραγωγής  $PP'$ ).

Αντίστοιχα το σύνολο το σημείων του επιπέδου τα οποία βρίσκονται από την καμπύλη  $LL'$  και πάνω εκφράζουν όλους τους δυνατούς συνδυασμούς των εισροών  $(x_1, x_2)$ , που μπορούν να παράγουν μια συγκεκριμένη εκροή  $q$  (Σχήμα 2.6).



**Σχήμα 2.6** Σύνολο Απαιτήσεων Παραγωγής - Συνάρτηση απόστασης εισόδου.

Πηγή: Ιδία επεξεργασία.

Έστω τώρα μια μονάδα λήψης απόφασης DMU, η οποία απεικονίζεται στο σημείο P. (Σχήμα 2.6), και θεωρώντας ότι σε αυτή αντιστοιχούν το διάνυσμα εισόδου  $x = (x_{1P}, x_{2P})$  και η εκροή q. Τότε ορίζουμε :

Συνάρτηση απόστασης εισόδου το σύνολο  $d_i(x, q) = \max \{ \rho : x/\rho \in L(q) \}$

για το οποίο ισχύει  $d_i(x, q) = \frac{OP}{OQ} \geq 1$ . ( $d_i(x, q) = 1$ , όταν το x ανήκει στο σύνορο της καμπύλης L(q)).

Για τις συναρτήσεις απόστασης ισχύουν οι παρακάτω σχέσεις:

$$1. d_0(x, q) < 1 \Leftrightarrow d_i(x, q) > 1.$$

$$2. \text{ Για σταθερές επιστροφές στην κλίμακα : } d_i(x, q) = \frac{1}{d_0(x, q)} \quad (3) \text{ για κάθε στοιχείο } (x, q) \in S.$$

Οι συναρτήσεις απόστασης έχουν πολλές εφαρμογές στη μέτρηση της αποδοτικότητας και παραγωγικότητας. Οι εκτιμήσεις τους γίνονται με τη βοήθεια οικονομετρικών ή μαθηματικών μεθόδων προγραμματισμού. Μια από τις σπουδαιότερες είναι η μέθοδος DEA, κατά την οποία, εκτός από τον υπολογισμό

τους, κάνει ταυτόχρονα και εκτίμηση των συνόρων παραγωγής.

## 2.4 Η ΕΝΝΟΙΑ ΤΗΣ ΤΕΧΝΙΚΗΣ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑΣ (Technical Efficiency)

Με βάση τα παραπάνω σε κάθε διαδικασία μετασχηματισμού εισροών σε εκροές, δηλαδή σε κάθε τεχνολογία παραγωγής, η απόκλιση που παρουσιάζει η απόδοση κάθε παραγωγικής μονάδας από το όριο των αντικειμενικών της δυνατοτήτων αποτελεί ένα μέτρο του βαθμού της αναποτελεσματικότητας της συγκεκριμένης μονάδας. Η μεθοδολογική αυτή προσέγγιση οφείλεται στον Farrell (1957), ο οποίος έθεσε τα θεμέλια για την εκτίμηση και ανάλυση της αποτελεσματικότητας. Στην σύγχρονη οικονομική θεωρία η συνολική αποτελεσματικότητα μπορεί να αναλυθεί σε επιμέρους μέρη (Färe et al., 1994):

- Την **Τεχνική Αποτελεσματικότητα, ΤΕ (Technical Efficiency)**: είναι η ικανότητα μιας παραγωγικής μονάδας να λειτουργεί (ή όχι) στο όριο των αντικειμενικών της δυνατοτήτων της τεχνολογίας παραγωγής που χρησιμοποιεί.
- Την **Αποτελεσματικότητα Μεγέθους (ή κλίμακας), SE (Scale Efficiency)**: είναι η ικανότητα μιας παραγωγικής μονάδας να λειτουργεί με το βέλτιστο μέγεθος, δηλαδή να μεγιστοποιεί το μέσο προϊόν, με δεδομένη την υφιστάμενη τεχνολογία παραγωγής, και
- Την **Διανεμητική Αποτελεσματικότητα, ΑΕ (Allocative Efficiency)**: είναι η ικανότητα μιας παραγωγικής μονάδας να χρησιμοποιεί τις εισροές της σε βέλτιστες ποσότητες, με δεδομένες τις τιμές των αγορών αυτών, αλλά και την τεχνολογία παραγωγής.

Ο συνδυασμός των δύο πρώτων συστατικών ονομάζεται **Παραγωγική Αποτελεσματικότητα, ΡΕ (Productive Efficiency)** ενώ το σύνολο όλων αποτελεί την **Οικονομική Αποτελεσματικότητα, ΕΕ (Economic Efficiency)**.

Η ΤΕ μιας παραγωγικής μονάδας μπορεί να εκτιμηθεί χρησιμοποιώντας ως σημείο αναφοράς:

- Τις ποσότητες των χρησιμοποιούμενων εισροών, ή
- Τις ποσότητες των παραγόμενων εκροών.

#### 2.4.1. ΜΕΤΡΑ ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΕΝΑ ΣΤΗΝ ΕΙΣΟΔΟ

Σχετικά με τα μέτρα τεχνικής απόδοσης με προσανατολισμό στην είσοδο τίθεται το ερώτημα: «πόσο θα πρέπει να μειωθούν αναλογικά οι χρησιμοποιούμενες εισροές χωρίς να αλλάξουν οι ποσότητες παραγωγής;». Θεωρώντας την καμπύλη  $L'L$ , όπου βρίσκονται όλες οι αποτελεσματικές DMUs, και έστω  $P$  το σημείο που αντιπροσωπεύει μια μονάδα παραγωγής, η Τεχνική Αναποτελεσματικότητα αυτής είναι ίση με την απόσταση  $QP$  (Σχήμα 2.6). Με μετατροπή σε ποσοστιαίους όρους η παραπάνω απόσταση ισοδύναμα είναι ο λόγος (ratio)  $\frac{QP}{OP}$  ο οποίος εκφράζει την ποσοστιαία μεταβολή των εισόδων για να επιτευχθεί τεχνικά αποδοτική παραγωγή. Επομένως η μέτρηση της Τεχνικής Αποτελεσματικότητας (Technical Efficiency – TE) ορίζεται :

$$TE = \frac{OQ}{OP} = 1 - \frac{QP}{OP} = \frac{1}{d_i(x,q)} \quad (4), \quad \text{με } 0 \leq TE \leq 1.$$

Προφανώς για όλα τα σημεία της καμπύλης  $LL'$  ισχύει  $TE = 1$ .

#### 2.4.2. ΜΕΤΡΑ ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΕΝΑ ΣΤΗΝ ΕΞΟΔΟ

Αντίστοιχα τα μέτρα προσανατολισμένα στην έξοδο προσπαθούν να απαντήσουν στο ερώτημα που έθεσε ο Farrell(1957) «πόσο μακριά είναι μια δεδομένη βιομηχανία η οποία αναμένεται να αυξήσει την παραγωγή, αυξάνοντας την αποδοτικότητά της, χωρίς να σπαταλήσει επιπλέον πόρους;». Μελετώντας τους Färe et al. (1985, 1994) και θεωρώντας αντίστοιχα μια αναποτελεσματική DMU, που λειτουργεί στο σημείο  $A$  κάτω από την καμπύλη  $P'P$ , που αντιπροσωπεύει το ανώτατο όριο των δυνατοτήτων παραγωγής, το μέτρο αποδοτικότητας προσανατολισμένο στην παραγωγή είναι η απόσταση  $AB$  που αντιστοιχεί στην Τεχνική Αναποτελεσματικότητα (Σχήμα 2.5). Μετατρέποντας σε ποσοστιαίους όρους η Τεχνική Αποτελεσματικότητα (T.E.) ορίζεται:

$$TE = \frac{OA}{OB} = d_0(x, q) \quad (5), \quad \text{με } 0 \leq TE \leq 1.$$

Ο παραπάνω λόγος εκφράζει την ποσοστιαία μεταβολή που πρέπει να πραγματοποιηθεί αναλογικά στις εξόδους, χωρίς να απαιτηθούν επιπλέον εισόδοι. Με δεδομένη την σχέση (3) που ισχύει για τις συναρτήσεις απόστασης, τα μέτρα προσανατολισμένα στην παραγωγή είναι ισοδύναμα των μέτρων στην είσοδο, με τη σημαντική προϋπόθεση να υπάρχουν σταθερές επιστροφές στην κλίμακα (CRS). Το

τελευταίο συμπέρασμα αποτελεί και απόδειξη των θεωρημάτων των Färe and Lovell (1978) (Πρόταση 2, σελ 154).

#### 2.4.3. Η ΕΝΝΟΙΑ ΤΗΣ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΚΛΙΜΑΚΑΣ- Scale Efficiency(SE)

Στις προηγούμενες παραγράφους έχει αναλυθεί η αποτελεσματικότητα των δραστηριοτήτων μιας DMU σε σχέση με τα σύνολα παραγωγής και σε ένα δεδομένο επίπεδο τιμών εισροών και εκροών, όπου σε αυτό το επίπεδο να είναι τεχνικά αποτελεσματική, αλλά η κλίμακα λειτουργίας της να μην είναι η βέλτιστη. Αν υποθεθεί ότι μια συγκεκριμένη DMU χρησιμοποιεί μεταβλητές επιστροφές σε τεχνολογία κλίμακας (VRS), θα μπορούσε μέρος της συνάρτησης παραγωγής να εμπίπτει σε αυξανόμενες αποδόσεις κλίμακας (IRS), εάν ήταν πολύ μικρή σε αυτή την κλίμακα επιχειρησιακής λειτουργίας, αλλά και το αντίστροφο, δηλαδή, αν μια DMU έχει μεγάλη επιχειρησιακή λειτουργία, μέρος της συνάρτησης παραγωγής να λειτουργεί σε μειωμένες επιστροφές της κλίμακας (DRS).

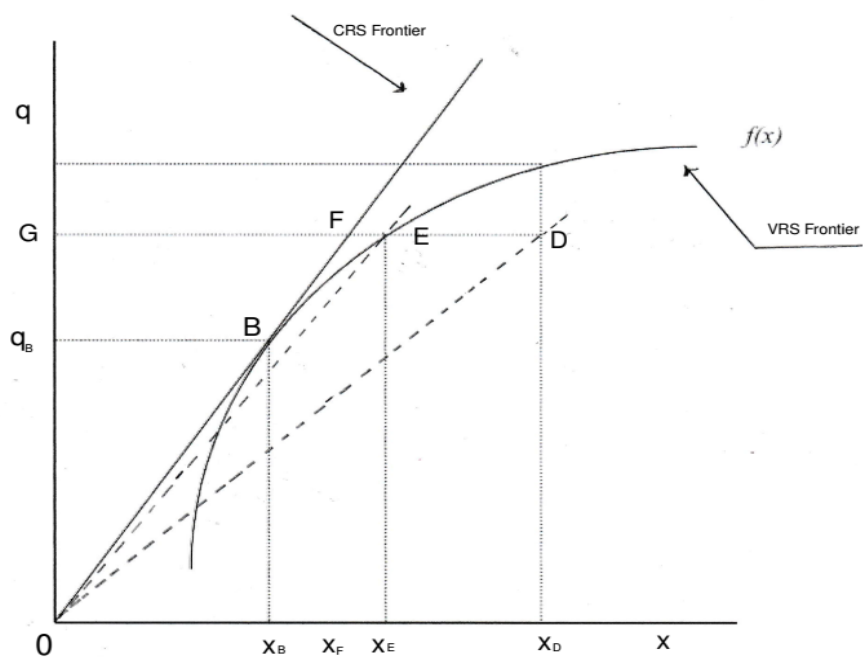
Θεωρώντας μια αναποτελεσματική DMU η οποία λειτουργεί στο σημείο D να μεταβεί στο σημείο E, το οποίο αποτελεί σύνολο VRS (με αφαίρεση τεχνικής ανεπάρκειας), και στη συνέχεια περαιτέρω μετακίνηση στο σημείο F – σύνολο CRS, δηλαδή μετάβαση στην αποτελεσματική κλίμακα (Σχήμα 2.7).

Ο λόγος των κλίσεων των ακτινών OD και OE εύκολα υπολογίζεται και είναι ίσος με τον λόγο  $\frac{GE}{GD}$  και αντίστοιχα ο λόγος των κλίσεων των ακτινών OE και OF είναι ίσος με  $\frac{GF}{GE}$ .

Η τεχνική αποτελεσματικότητα της μονάδας D, η οποία σχετίζεται με την τεχνολογία VRS (δηλαδή το σημείο E) είναι :  $TE_{VRS} = \frac{GE}{GD}$ .

Η αποτελεσματικότητα κλίμακας της μονάδας D σχετίζεται με την απόσταση του αποδοτικού σημείου E σε σχέση με το σημείο F (και την τεχνολογία CRS) και είναι ίση με  $SE = \frac{GF}{GE}$ . Επομένως προκύπτει η σχέση:

$$\frac{TE_{CRS}}{TE_{VRS}} = \frac{\frac{GF}{GD}}{\frac{GE}{GD}} = \frac{GF}{GE} = SE .$$



**Σχήμα 2.7.** Αποτελεσματικότητα κλίμακας (Scale Efficiency).

Πηγή: Ίδια επεξεργασία



## 3. ΜΕΘΟΔΟΙ ΜΕΤΡΗΣΗΣ ΑΠΟΔΟΤΙΚΟΤΗΤΑΣ

### 3.1 ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΜΕΘΟΔΩΝ ΜΕΤΡΗΣΗΣ

Οι μέθοδοι μέτρησης απόδοσης - αποτελεσματικότητας που εφαρμόζονται διεθνώς χωρίζονται σε τρεις κατηγορίες:

1. στις μετρήσεις χρηματοοικονομικής απόδοσης,
2. στις μετρήσεις αποδοτικότητας και
3. στις μετρήσεις στρατηγικής (Zervopoulos and Palaskas, 2010).

Οι μέθοδοι Χρηματοοικονομικής απόδοσης διακρίνονται σε:

- Μέθοδο Απόδοσης επί της επένδυσης (Return on Investment –ROI).
- Μέθοδο Σχεδιασμού, Προγραμματισμού και Προϋπολογισμού (Planning, Programming and Budgeting System –PPBS).
- Μέθοδο Προϋπολογισμού Μηδενικής Βάσης (Zero-Based Budgeting System – ZBB).

Στη δεύτερη κατηγορία ανήκουν οι Παραμετρικές και Μη παραμετρικές μέθοδοι:

- Στατιστικές Μέθοδοι (Παραμετρικές): Stochastic Frontier Analysis (SFA), Distribution-Free Approach (DFA), Thick Frontier Approach (TFA), Corrected Ordinary Least Square (COLS).
- Γραμμικές Μέθοδοι (Μη Παραμετρικές): Περιβάλλουσας Καμπύλης (Data Envelopment Analysis-DEA) και η Free Disposal Hull (FDH).

Και τέλος στην τρίτη κατηγορία ανήκουν οι μετρήσεις Στρατηγικής:

- Μέθοδος Καλών Πρακτικών ή Προτύπων Αναφοράς (Best Practices/ Benchmarking).
- Μέθοδος Ισορροπημένης Κάρτας Αποδόσεων (Balanced Scorecard - BSC).

### 3.2 ΠΑΡΑΜΕΤΡΙΚΕΣ & ΜΗ ΠΑΡΑΜΕΤΡΙΚΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ

Τα παραμετρικά μοντέλα συνόρων και οι μη παραμετρικές μέθοδοι έχουν μονοπωλήσει τις σύγχρονες αναλύσεις και την πρόσφατη βιβλιογραφία για την αξιολόγηση των παραγωγικών μονάδων. Και στα δυο αυτά βασικά μοντέλα χρησιμοποιούνται διαφορετικές μεθοδολογίες για την εκτίμηση της αποδοτικότητας, για το κάθε ένα από τα οποία υπάρχουν πλεονεκτήματα και αδυναμίες, όμως η γενική

ιδέα και των δύο είναι η μοντελοποίηση του συνόρου παραγωγής (technology frontier).

Οι παραμετρικές προσεγγίσεις βασίζονται σε οικονομετρικές τεχνικές, και διακρίνονται **στα ντετερμινιστικά**<sup>1</sup> (Deterministic-DFA) και στα **στοχαστικά**<sup>2</sup> (Stochastic-SFA) μοντέλα. Στα DFA μοντέλα γίνονται παλινδρομήσεις με σκοπό να εκτιμηθούν συναρτήσεις κόστους και παραγωγής, ενώ στα SFA μοντέλα γίνεται μια επέκταση της παραπάνω μεθοδολογίας, προσδιορίζοντας της απόσταση μεταξύ της παραγωγής της υπό μελέτη DMU από τη μέγιστη παραγωγή, δηλαδή του συνόρου. Αυτή η απόσταση στην περίπτωση των DFA μοντέλων θεωρείται ότι προκύπτει από την τεχνική αναποτελεσματικότητα (technical inefficiency), ενώ στα στοχαστικά μοντέλα λόγω ορισμού, οφείλεται σε τυχαία φαινόμενα. Επιπλέον, στις στοχαστικές προσεγγίσεις γίνεται διάκριση μεταξύ της τεχνικής αποτελεσματικότητας και του στατιστικού **θορύβου**<sup>3</sup> (Murillo-Zamorano and Vega-Cervera, 2001). Οι στοχαστικές διαδικασίες εφαρμόζονται σε πολλές μελέτες, όπου γίνεται χρήση δεδομένων πίνακα (panel-data) και μπορεί να γίνει επίσημος στατιστικός έλεγχος υποθέσεων και δημιουργία διαστημάτων εμπιστοσύνης (Hjalmarsson et al. 1996).

Τα μη παραμετρικά μοντέλα, και κυρίως η μέθοδος DEA που εφαρμόζεται στην παρούσα εργασία, δεν απαιτούν προϋποθέσεις στη διαδικασία παραγωγής, παρά μόνο τις τιμές των διατεταγμένων ζευγών (εισροές, εκροές) που αφορούν τις παραγωγικές μονάδες DMUs, και επιπλέον κάποιες συνθήκες για επιστροφές σε κλίμακα ή συνθήκη για την κυρτότητα. Κάνοντας χρήση των μεθόδων του γραμμικού προγραμματισμού, γίνεται ο υπολογισμός του ορίου (frontier) και της αποτελεσματικότητας και οποιαδήποτε απόκλιση από αυτό είναι αποτέλεσμα της τεχνολογικής ανεπάρκειας. Παρόλο που η μέθοδος DEA δεν είναι στοχαστική, τελευταία γίνονται προσπάθειες ώστε να μπορέσουν να ερμηνευτούν οι στοχαστικές της επιδράσεις και η συμπεριφορά της σε σχέση με την SFA.

Συμπερασματικά, από την δεκαετία του 1970 αρχίζουν να θεμελιώνονται οι

---

<sup>1</sup> Ο όρος Ντετερμινισμός (Determinism) ή αλλιώς αιτιοκρατία είναι η φιλοσοφική τάση που επηρέασε ιδιαιτέρως την επιστημονική σκέψη από την αρχαιότητα μέχρι και σήμερα. Η βασική φιλοσοφία αυτής της τάσης είναι η ύπαρξη της αιτιότητας και επιπλέον η καθολική, αιτιώδη και νομοτελειακή συνάρεια όλων των φαινομένων.

<sup>2</sup> Στοχαστικό δηλαδή "τυχαίο". Ενώ η νομοτελειακή συμπεριφορά υπακούει σε ακριβείς και άρρηκτους νόμους, η στοχαστική συμπεριφορά γεγονότων, φαινομένων διέπεται από το αντίθετο, δηλαδή δεν έχει ούτε νόμους ούτε τάξη, και καθοδηγείται μόνο απ' το τυχαίο.

<sup>3</sup> Στατιστικός θόρυβος (statistical noise – όρος δανειζόμενος από την Φυσική) είναι μια που αναφέρεται στην ανεξήγητη διαφορά της διακύμανσης ή τυχαιότητας του φαινομένου (δηλαδή μιας μεταβλητής) που βρίσκεται μέσα σε ένα στατιστικό δείγμα παρατηρήσεων. Υπάρχουν δύο κύριες μορφές του στατιστικού θορύβου: τα σφάλματα (errors) και κατάλοιπα σφαλμάτων (residuals). Οι διαφορές αναλύονται στην πορεία της εργασίας.

τεχνικές για τον υπολογισμό της αποτελεσματικότητας της παραγωγής, των ορίων της παραγωγής και να διακρίνονται στις δυο μεγάλες ομάδες, τη μη παραμετρική, όπως αναπτύχθηκε από τον Farrell (1957) και Charnes et al. (1978), και την παραμετρική από τους Aigner et al. (1977). Συνοψίζοντας ως προς τις διαφορές έχουμε τα παρακάτω:

1) Η παραμετρική προσέγγιση είναι στοχαστική και επομένως υπάρχει διαχωρισμός μεταξύ του βαθμού αποτελέσματος και στατιστικού θορύβου. Αντίθετα, η μη-παραμετρική προσέγγιση είναι μη-στοχαστική και εκτιμά τον βαθμό αποτελεσματικότητας, χωρίς να λαμβάνει υπόψη τον στατιστικό θόρυβο (Lovell, 1993).

2) Το σύνολο των παραμετρικών μεθόδων DFA ή SFA χρειάζεται συναρτησιακές σχέσεις στη διαδικασία παραγωγής (π.χ. συναρτήσεις κόστους) για την αποφυγή των μεροληπτικών εκτιμήσεων, ενώ οι μη παραμετρικές προσεγγίσεις είναι λιγότερο επιρρεπείς σε τέτοιου είδους σφάλματα (Lovell, 1993).

3) Οι μη παραμετρικές μέθοδοι μπορούν να προσαρμοστούν εύκολα σε περιπτώσεις πολλαπλών εισόδων και εξόδων, ενώ οι παραμετρικές εφαρμόζονται συνήθως σε περιπτώσεις μιας εισόδου(εξόδου) και πολλαπλών εξόδων(εισόδων). Για περιπτώσεις πολλαπλών εισόδων ή εξόδων μπορούν να εφαρμοστούν, όταν χρησιμοποιηθούν συναρτήσεις απόστασης (Hjalmarsson et al. 1996).

4) Μόνο τα SFA μοντέλα αντιπροσωπεύουν εξωγενής ή στοχαστικές επιδράσεις και είναι σημαντικές σε έρευνες που αφορούν στην οικονομία φυσικών πόρων και του περιβάλλοντος. Κατά συνέπεια, τα μοντέλα αυτά εφαρμόζονται σε αγροτικές παραγωγικές μονάδες, όπου οι μεταβλητές επηρεάζονται από σφάλματα μέτρησης και επιπτώσεις τυχαίων παραγόντων (καιρού, ασθενειών, κ.α.) και οδηγούν σε καλύτερες εκτιμήσεις απόδοσης από τα μη παραμετρικά αλλά και από το DFA (Hjalmarsson et al. 1996).

Το σύνολο των μοντέλων που αναφέρθηκαν μπορούν να παρουσιαστούν στον επόμενο πίνακα.

	<b>Ντετερμινιστικές (Deterministic)</b>	<b>Στοχαστικές ( Stochastic)</b>
--	---	--------------------------------------

<p><b>Παραμετρικές (Parametric)</b></p>	<p><b>Deterministic Frontier Analysis (DFA)</b> Aigner and Chu (1968), Lovell (1993), Greene (1990,2008)</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Maximum Likelihood Estimation (MLE)</li> <li>2. Modified Ordinary Least Squares(MOLS)</li> <li>3. Corrected Ordinary Least Squares(COLS)</li> <li>4. Goal Programming</li> </ol>	<p><b>Stochastic Frontier Analysis (SFA)</b> Aigner et al. (1977) Battese and Coelli (1992), Coelli et al. (1998)</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Maximum Likelihood Estimation (MLE)</li> <li>2. Modified Ordinary Least Squares(MOLS)</li> <li>3.Generalized Least Squares             <ol style="list-style-type: none"> <li>3.1 Fixed Effect</li> <li>3.2 Random Effect</li> </ol> </li> </ol>
<p><b>Μη Παραμετρικές (Non-Parametric)</b></p>	<ol style="list-style-type: none"> <li><b>1. Data Envelopment Analysis(DEA)</b> Charnes et al. (1978), Deprins et al. (1984)</li> <li><b>2. Free Disposal Hull (FDH)</b> Desprins et al. (1984) Tulkens (1986, 1993).</li> </ol>	<p><b>Stochastic Data Envelopment Analysis (SDEA)</b> Land et.al (1993), Olesen and Petrensen (1995), Fethi et al. (2001).</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. One-way stage analysis</li> <li>2.Two-way stage analysis</li> <li>3. Multiple-way stage analysis (three - stage, four-stage.etc.)</li> </ol>

**Πίνακας 3.1** Μέθοδοι αξιολόγησης απόδοσης παραγωγικών μονάδων

Πηγή: Καθαράκης (2012, σελ 97).

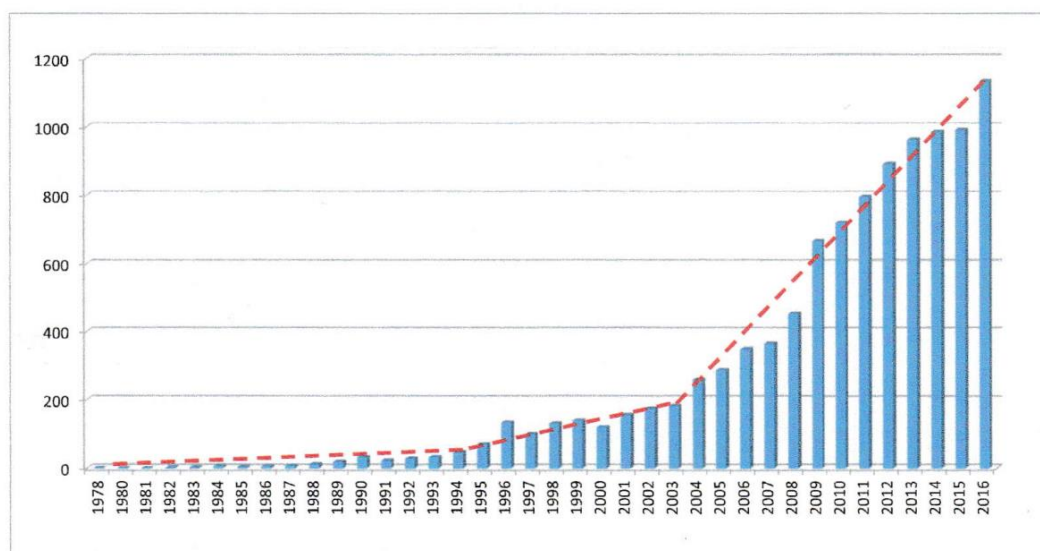
### 3.3 Η ΜΕΘΟΔΟΣ DEA

#### 3.3.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Οι αναλύσεις της Αποτελεσματικότητας και της Παραγωγικότητας των διαφόρων παραγωγικών μονάδων είναι ζωτικής σημασίας εργαλεία διευθυντικού ελέγχου για την αξιολόγηση του βαθμού, στον οποίο οι εισροές χρησιμοποιούνται για την απόκτηση των επιθυμητών αποτελεσμάτων. Η τεράστια διαθέσιμη βιβλιογραφία για το μέτρο παραγωγικότητας αντιμετωπίζει αυτό το πρόβλημα εφαρμόζοντας διαφορετικές προσεγγίσεις. Η «οικονομική» προσέγγιση προϋποθέτει την ύπαρξη συγκεκριμένων(κυρίως σταθερή με την πάροδο του χρόνου) σχέσεων μεταξύ

εισόδων-εξόδων οι οποίες μπορούν να προκύψουν από την ανάλυση ενός μεγάλου όγκου δεδομένων (π.χ λογαριασμούς). Η παραγωγικότητα μέσω αυτής της προσέγγισης απαιτεί μια «συνάρτηση παραγωγής» που διατυπώνει τις παραπάνω σχέσεις.

Από τη θεμελιώδη εργασία των Charnes et al. (1978), για την DEA υπήρξε μια «εκθετική» αύξηση στον αριθμό των άρθρων στα επιστημονικά περιοδικά τις τελευταίες τέσσερις δεκαετίες (1978–2016). Μέχρι το τέλος του 2016, ο συνολικός αριθμός των άρθρων στα επιστημονικά περιοδικά φτάνει τα 10.300 και οι διακριτοί συγγραφείς αγγίζουν τους 11.975 συνολικά. Επιπλέον, η γεωργία, οι τράπεζες, οι εφοδιαστικές αλυσίδες, οι μεταφορές, καθώς και η δημόσια πολιτική είναι τα πέντε κορυφαία πεδία εφαρμογής του DEA με τον μεγαλύτερο αριθμό άρθρων στα επιστημονικά περιοδικά το 2015 και το 2016 (Emrouznejad and Yang, 2017). Στο παρακάτω διάγραμμα αποτυπώνεται η δημοσίευση ανά έτος των άρθρων που αφορούν την DEA σε έγκριτα επιστημονικά περιοδικά κατά το χρονικό διάστημα 1978-2016.



**Σχήμα 3.1** Δημοσίευση άρθρων με χρήση DEA ανά έτος (1978- 2016).

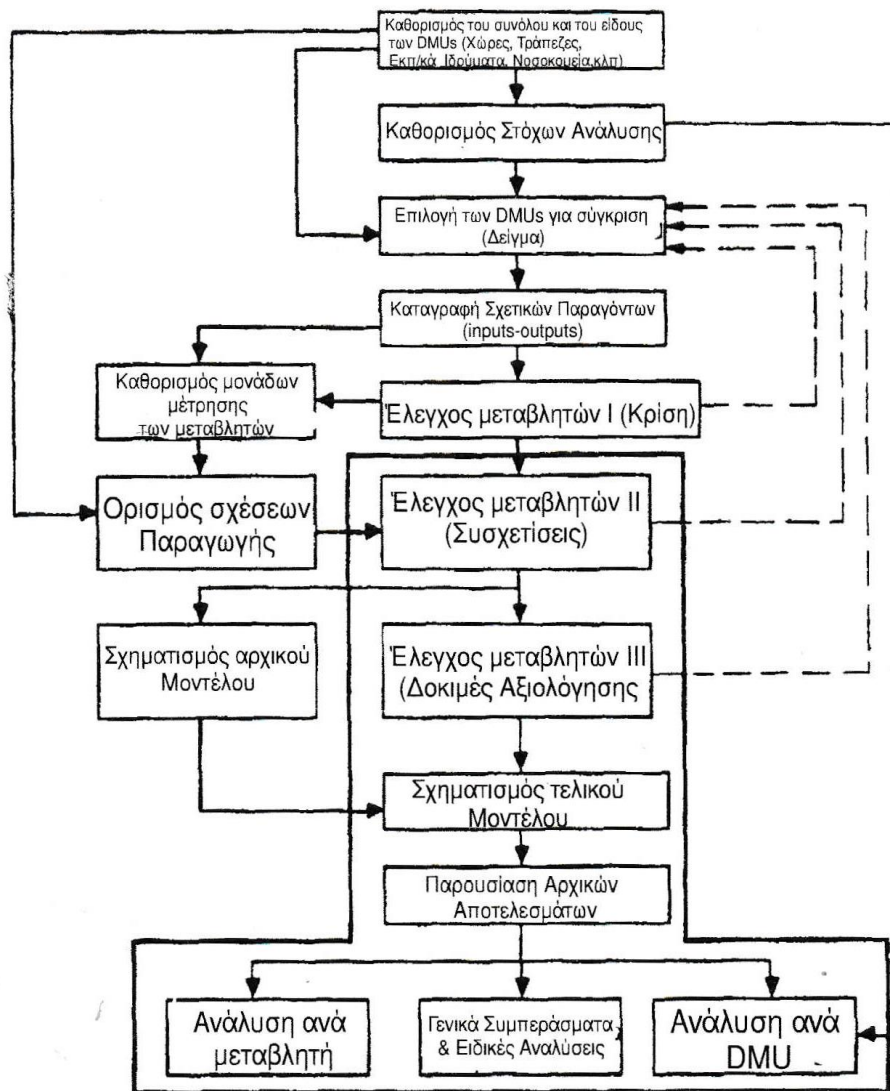
Πηγή : Emrouznejad and Yang (2017, σελ 2)

### 3.3.2 ΦΑΣΕΙΣ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΜΕΘΟΔΟΥ DEA

Οι κύριες φάσεις στην πραγματοποίηση μιας μελέτης αποτελεσματικότητας μέσω DEA είναι οι επόμενοι:

- (i) Ορισμός και επιλογή των προς ανάλυση DMUs.
- (ii) Προσδιορισμός των μεταβλητών εισόδου (inputs) και εξόδου (outputs) που είναι σχετικοί και κατάλληλοι για την αξιολόγηση της σχετικής αποτελεσματικότητας των επιλεγμένων DMUs.
- (iii) Εφαρμογή των κατάλληλων μοντέλων DEA και ανάλυση των αποτελεσμάτων.

Όμως υπάρχουν περιπτώσεις (π.χ. στις εφοδιαστικές αλυσίδες), κατά τις οποίες τα μοντέλα DEA αποτελούνται από πολλά στάδια, και ένας παράγοντας στο ένα στάδιο να θεωρείται είσοδος και στο άλλο στάδιο να είναι έξοδος (Halkos and Tzeremes 2011). Επομένως, κάθε μία από αυτές τις φάσεις περιλαμβάνει πολλά ενδιάμεσα βήματα. Ολόκληρη η προτεινόμενη διαδικασία παρουσιάζεται με την μορφή του παρακάτω διαγράμματος ροής .



**Σχήμα 3.2.** Ροή εφαρμογής DEA (Golany and Roll, 1989 - σελ 240).

### 3.3.3 ΤΟ ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΥΠΟΒΑΘΡΟ ΤΗΣ ΜΕΘΟΔΟΥ DEA

Είκοσι χρόνια μετά τη πρωτοποριακή εργασία του Farrell (1957), οι Charnes et. al (1978), απαντώντας στην ανάγκη για ικανοποιητικές διαδικασίες όσον αφορά στην αξιολόγηση της σχετικής αποτελεσματικότητας μονάδων παραγωγής (DMUs) πολλαπλών εισροών και πολλαπλών εκροών, εισήγαγαν μια ισχυρή μεθοδολογία που πήρε τον τίτλο Ανάλυση Περιβλήματος Δεδομένων (Data Envelopment Analysis - DEA). Η αρχική ιδέα πίσω από την DEA ήταν να δοθεί μια μεθοδολογία σε ένα σύνολο συγκρίσιμων παραγωγικών μονάδων (DMUs), με σκοπό να εντοπιστούν εκείνες που παρουσιάζουν βέλτιστες πρακτικές και ορίζουν ένα αποτελεσματικό σύνορο (efficient frontier). Ταυτόχρονα, η μεθοδολογία επιτρέπει να μετρηθεί το



επίπεδο αποτελεσματικότητας των μονάδων που βρίσκονται «μακριά» από το σύνορο. Από την εμφάνιση της DEA το 1978, υπήρξε μια εντυπωσιακή ανάπτυξη τόσο στις θεωρητικές εξελίξεις όσο και σε εφαρμογές, με αποτέλεσμα κατά τις τρεις τελευταίες δεκαετίες να αναπτυχθούν νέα μοντέλα που υπερβαίνουν τον συνηθισμένο ορισμό της DEA. Στην συνέχεια, θα αναλυθεί το θεωρητικό υπόβαθρο των βασικών μοντέλων της DEA.

- Το μοντέλο σταθερών επιστροφών στην κλίμακα (CRS)- CCR model

Θεωρούμε ένα σύνολο από  $n$ -μονάδες DMUs, με κάθε  $j$ -μονάδα από αυτές, ( $j = 1, \dots, n$ ) χρησιμοποιεί  $m$  εισόδους  $x_{ij}$  ( $i = 1, \dots, m$ ) για να παράγει  $s$  εξόδους,  $y_{rj}$  ( $r = 1, \dots, s$ ). Εάν οι τιμές εισόδων-εξόδων και αντίστοιχα οι τιμές των συντελεστών βαρύτητας  $v_i$ ,  $u_r$  που σχετίζονται με  $i$ -εισόδους και  $r$ -εξόδους είναι γνωστές, τότε η Τεχνική Αποτελεσματικότητα  $TE_j$  της  $j$ -μονάδας DMU, ορίζεται ως το πηλίκο των σταθμισμένων εξόδων προς τις σταθμισμένες εισόδους:

$$TE_j = \frac{\sum_r (u_r \cdot y_{rj})}{\sum_i (v_i \cdot x_{ij})}$$

Η μέγιστη τεχνική αποτελεσματικότητα (technical efficiency) για την συγκεκριμένη  $j$ -μονάδα DMU, θα προκύψει από την επίλυση του προβλήματος του κλασματικού προγραμματισμού, όπου στην αυστηρή μαθηματική του μορφή διατυπώνεται ως εξής:

$$TE_0 = \max \frac{\sum_r (u_r \cdot y_{r0})}{\sum_i (v_i \cdot x_{i0})} \quad (3.1)$$

$$\text{με υποθέσεις: } \sum_r (u_r \cdot y_{rj}) - \sum_i (v_i \cdot x_{ij}) \leq 0, \text{ για όλα τα } j.$$

(Το σύνολο των εκροών δεν μπορεί να είναι μεγαλύτερο των εισροών)

$$\text{και } u_r, v_i \geq \varepsilon, \text{ για όλα τα } r, i \text{ και } \varepsilon > 0,$$

όπου  $\varepsilon$  είναι μια μικρή θετική τιμή, ώστε να εξασφαλιστεί η αυστηρή θετικότητα στις μεταβλητές. Εάν ο βαθμός της τεχνικής αποτελεσματικότητας μιας συγκεκριμένης DMU είναι  $TE_0 = 1$ , τότε η εν λόγω DMU χρησιμοποιεί την τεχνολογία παραγωγής με τρόπο αποτελεσματικό σε σχέση με τις υπόλοιπες DMUs που χρησιμοποιούν την ίδια τεχνολογία παραγωγής. Εάν, ωστόσο, ο βαθμός της τεχνικής αποτελεσματικότητας είναι μικρότερος της μονάδας  $TE_0 < 1$ , αυτό σημαίνει ότι κάποιες άλλες DMUs είναι περισσότερο αποτελεσματικές, ακόμη και όταν οι συντελεστές βαρύτητας για την ομαδοποίηση των εισροών της συγκεκριμένης DMU επιλέγονται έτσι ώστε να μεγιστοποιείται ο βαθμός της τεχνικής της αποτελεσματικότητας.



Η παραπάνω επίλυση του κλασματικού προγραμματισμού δημιουργεί δύο βασικές δυσκολίες:

1) Δεν υπάρχει ένα αντικειμενικό κριτήριο επιλογής των κοινών συντελεστών βαρύτητας. Κατά συνέπεια, θα μπορούσε να υποθέσει κανείς ότι οι διάφορες DMUs αξιολογούν τις εισροές ή τις εκροές τους διαφορετικά, έχουν δηλαδή γι' αυτές διαφορετική σημασία, πράγμα που θα απαιτούσε διαφορετικούς συντελεστές βαρύτητας για κάθε μία DMU. Η μέθοδος DEA, αναγνωρίζοντας τα παραπάνω, επιλέγει για την κάθε DMU εκείνους τους συντελεστές βαρύτητας που την τοποθετούν στην πλέον ευνοϊκή θέση σε σύγκριση με τις υπόλοιπες DMU.

2) Η επίλυση του προβλήματος, στη μορφή που παρουσιάζεται έχει έναν άπειρο αριθμό λύσεων, δηλαδή, εάν το διάνυσμα  $(u_0, v_0)$  αποτελεί μια λύση του προβλήματος, τότε κάθε διάνυσμα της μορφής  $(au_0, av_0)$ , με  $a > 0$  οποιαδήποτε σταθερά θα αποτελεί επίσης λύση του.

Για να ξεπεραστούν τα παραπάνω, το πρόβλημα μεγιστοποίησης της τεχνικής αποτελεσματικότητας της  $j$ -DMU, το οποίο είναι διατυπωμένο με τη μορφή λόγων, θα πρέπει πρώτα να μετατραπεί σε γραμμική μορφή, ώστε να μπορεί να επιλυθεί με τη μέθοδο του γραμμικού προγραμματισμού. Αυτή η μετατροπή γίνεται εύκολα, γιατί, όταν μεγιστοποιεί κανείς έναν λόγο, εκείνο που ενδιαφέρει τελικά είναι το σχετικό μέγεθος του αριθμητή προς τον παρονομαστή και όχι οι απόλυτες τιμές τους. Συνεπώς, η μεγιστοποίηση ενός λόγου μπορεί να επιτευχθεί, θέτοντας τον παρονομαστή ίσο με κάποια σταθερή τιμή (για τη συγκεκριμένη περίπτωση ίση με 1) και μεγιστοποιώντας τον αριθμητή. Εάν λοιπόν επιβάλλουμε τον περιορισμό, προκύπτει η εξής γραμμική μορφή του CRS-model:

$$\begin{aligned} TE_0 &= \max \sum_r (\mu_r \cdot y_{r0}) \\ \text{με υποθέσεις: } & \sum_i (v_i \cdot x_{i0}) = 1 \\ \sum_r (\mu_r \cdot y_{rj}) - \sum_i (v_i \cdot x_{ij}) & \leq 0, \text{ για όλα τα } j. \\ \text{και } \mu_r, v_i & \geq \varepsilon > 0, \text{ για όλα τα } r, i, \end{aligned}$$

όπου οι συντελεστές βαρύτητας συμβολίζονται πλέον με  $\mu$  και  $v$  αντί των  $u$  και  $v$ , για να υπογραμμισθεί το γεγονός ότι η τελευταία μορφή είναι ένα διαφορετικό πρόβλημα γραμμικού προγραμματισμού από το αρχικό.

Η δεύτερη μετατροπή στο αρχικό πρόβλημα, πριν αυτό λάβει την τελική μορφή του, έχει να κάνει με τη μείωση του αριθμού των περιορισμών στο ελάχιστο δυνατό. Είναι γνωστό ότι για κάθε πρωτεύον πρόβλημα γραμμικού προγραμματισμού

μπορεί να διατυπωθεί το αντίστοιχο δυϊκό πρόβλημα (dual problem), χρησιμοποιώντας τα ίδια δεδομένα. Η λύση είτε του πρωτεύοντος είτε του δυϊκού προβλήματος δίνει την ίδια πληροφόρηση όσον αφορά στον υπολογισμό της αποτελεσματικότητας. Η διαφορά έγκειται στο γεγονός ότι το δυϊκό πρόβλημα σχηματίζεται αντιστοιχώντας μια νέα μεταβλητή (dual-variable) σε κάθε περιορισμό του πρωτεύοντος και αναπτύσσοντας ένα νέο πρόβλημα (το δυϊκό) ως προς τις νέες αυτές μεταβλητές, το οποίο παίρνει την παρακάτω τελική μορφή:

$$\min \theta_0 - \varepsilon \cdot (\sum_r s_r^+ + \sum_i s_i^-)$$

$$\text{με υποθέσεις: } \sum_i (\lambda_i \cdot x_{ij}) + s_i^- = \theta_0 \cdot x_{i0}, \quad i=1, \dots, m$$

$$\sum_j (\lambda_j \cdot y_{rj}) - s_i^+ = y_{r0}, \quad j=1, \dots, s$$

$$\text{και } \lambda_j, s_i^-, s_r^+ \geq 0, \text{ για όλα τα } r, i.$$

Η τελευταία μορφή είναι αυτή που χρησιμοποιείται τελικά στην εφαρμοσμένη οικονομική έρευνα. Ο λόγος είναι ότι το πρωτεύον πρόβλημα υπόκειται σε (n+1) περιορισμούς ενώ το δυϊκό σε (m+s) περιορισμούς. Δεδομένου ότι ο αριθμός n των εξεταζόμενων DMU είναι κατά κανόνα πολύ μεγαλύτερος από τον αριθμό εισροών m και εκροών που αυτές χρησιμοποιούν, το δυϊκό πρόβλημα υπόκειται σε πολύ λιγότερους περιορισμούς απ' ό,τι το πρωτεύον πρόβλημα και κατά συνέπεια στα προβλήματα γραμμικού προγραμματισμού όσο λιγότεροι είναι οι περιορισμοί τόσο ευκολότερη είναι και η επίλυσή τους. Το δυϊκό πρόβλημα ελαχιστοποίησης πρέπει να επιλυθεί n φορές, όσες δηλαδή το πλήθος του εξεταζόμενου δείγματος. Η τιμή της παραμέτρου  $\theta_0$  που προκύπτει κάθε φορά από την λύση αντιστοιχεί στον βαθμό της τεχνικής αποτελεσματικότητας εισροών  $TE_j$ , της συγκεκριμένης παραγωγικής j-DMU μονάδας και ισχύει  $0 \leq \theta_0 \leq 1$ . Αν  $\theta_0 < 1$ , τότε η DMU δεν είναι αποδοτική και το μέτρο αυτό της ακτινικής απόστασης εκφράζει την αναλογία που πρέπει να μειωθούν όλες οι εισοδοί, ώστε το επίπεδο παραγωγής να μείνει αμετάβλητο.

Όλα τα παραπάνω αφορούν την περίπτωση των μέτρων προσανατολισμένα στην είσοδο (*input-oriented model*). Αντίστοιχα επιλύεται το πρόβλημα που αφορά τα μέτρα τα οποία είναι προσανατολισμένα στην έξοδο (*output-oriented model*). Έτσι, θέτοντας τον αριθμητή αυτή την φορά ίσο με κάποια σταθερή τιμή (=1) και ελαχιστοποιώντας τον παρονομαστή προκύπτει η εξής γραμμική μορφή του CRS:

$$TE_0 = \min \sum_i (v_i \cdot x_{ij})$$

$$\text{με υποθέσεις: } \sum_i (\mu_i \cdot y_{r0}) = 1$$

$$\sum_r (\mu_r \cdot y_{rj}) - \sum_i (v_i \cdot x_{ij}) \leq 0, \text{ για όλα τα } j.$$

και  $\mu_r, v_i \geq \varepsilon > 0$ , για όλα τα  $r, i$ .

και με την μετατροπή στο δυϊκό πρόβλημα προς τις νέες μεταβλητές, παίρνει την παρακάτω τελική μορφή:

$$\max \varphi_0 + \varepsilon \cdot (\sum_r e_r^+ + \sum_r e_r^-)$$

με υποθέσεις:

$$\sum_i (\lambda_i \cdot x_{ij}) + s_i^- = x_{i0}, \quad i=1, \dots, m$$

$$\sum_j (\lambda_j \cdot y_{rj}) - s_r^+ = \varphi_0 \cdot y_{r0}, \quad j=1, \dots, s$$

$$\text{και } \lambda_j, s_i^-, s_r^+ \geq 0, \text{ για όλα τα } r, i.$$

Οι  $s_i^-$ ,  $s_r^+$  (και για τους δυο προσανατολισμούς) ονομάζονται χαλαρές μεταβλητές (slack variables) και μετατρέπουν τις ανισότητες του προβλήματος σε ισοδύναμες εξισώσεις. Για την μεταβλητή  $\varphi_0$  ισχύει  $\varphi_0 \geq 1$  και αν  $\varphi_0 > 1$  τότε χαρακτηρίζεται μη αποτελεσματική η συγκεκριμένη παραγωγική μονάδα. Το μέτρο αυτό της ακτινικής απόστασης δηλώνει τη δυνατότητα αύξησης αναλογικά όλων των εκροών χωρίς να μεταβληθεί το επίπεδο των εισροών. Για τα δύο CRS μοντέλα ισχύει η σχέση

$$\theta_0 = \frac{1}{\varphi_0} \text{ (προφανώς ισχύει } \theta_0=1 \text{ αν και μόνο αν } \varphi_0=1) \text{ και γενικότερα η}$$

αποδοτικότητα με προσανατολισμό στις εισόδους είναι η ίδια με τον προσανατολισμό στις εξόδους.

- Το μοντέλο μεταβλητών επιστροφών στην κλίμακα (VRS). BCC-model

Στην προηγούμενη παράγραφο αναλύθηκε το μοντέλο CRS το οποίο έχει ως βασική προϋπόθεση ότι η τεχνολογία παραγωγής των DMUs χαρακτηρίζεται από σταθερές αποδόσεις κλίμακας. Επεκτείνοντας το παραπάνω μοντέλο οι Banker et al. (1984), (BCC- model, από τα αρχικά των ονομάτων Banker-Charnes-Cooper), δημιούργησαν ένα καινούργιο, αφού έλαβαν υπόψη μεταβλητές αποδόσεις κλίμακας (VRS). Η υπόθεση αυτή κρίθηκε αναγκαία καθότι όλες οι μονάδες παραγωγής DMUs δεν λειτουργούν στη βέλτιστη κλίμακα μεγέθους.

Στο συγκεκριμένο μοντέλο το πηλίκο της σχέσης (3.1) που θέλουμε να μεγιστοποιήσουμε με την εισαγωγή μιας καινούργιας μεταβλητής  $u_0$ , διαμορφώνεται ως εξής:

$$\mathbf{TE}_0 = \max [\sum_r (u_r \cdot y_{r0}) - u_0] / \sum_i (v_i \cdot x_{i0}) \quad (3.1)$$

$$\text{με υποθέσεις: } \sum_r (u_r \cdot y_{rj}) - \sum_i (v_i \cdot x_{ij}) - u_0 \leq 0, \text{ για όλα τα } j.$$

$$\text{και } u_r, v_i \geq \varepsilon > 0, \text{ για όλα τα } r, i \text{ και } u_0 \text{ μεταβλητή χωρίς περιορισμούς.}$$

Ακολουθώντας ακριβώς την ίδια μεθοδολογία με το CCR μοντέλο, δηλαδή σταθεροποιώντας τον παρονομαστή, το πρόβλημα του γραμμικού προγραμματισμού, στην περίπτωση των μέτρων τα οποία είναι προσανατολισμένα στην είσοδο (*input-oriented model*), παίρνει την μορφή:

$$\begin{aligned} \mathbf{TE}_0 &= \max \sum_r (\mu_r \cdot y_{r0}) - u_0 \\ \text{με υποθέσεις: } & \sum_i (v_i \cdot x_{i0}) = 1 \\ & \sum_r (\mu_r \cdot y_{rj}) - \sum_i (v_i \cdot x_{ij}) - u_0 \leq 0, \text{ για όλα τα } j. \\ & \text{και } \mu_r, v_i \geq \varepsilon > 0, \text{ για όλα τα } r, i \text{ και } u_0 \text{ χωρίς περιορισμούς.} \end{aligned}$$

Με την μετατροπή στο δυϊκό πρόβλημα προς τις νέες μεταβλητές έχουμε τελικά:

$$\begin{aligned} \min \theta_0 - \varepsilon (\sum_r s_r^+ + \sum_i s_i^-) \\ \text{με υποθέσεις: } & \sum_i (\lambda_i \cdot x_{ij}) + s_i^- = \theta_0 \cdot x_{i0}, \quad i=1, \dots, m \\ & \sum_j (\lambda_j \cdot y_{rj}) - s_i^+ = y_{r0}, \quad j=1, \dots, s \\ & \sum_j \lambda_j = 1 \quad (3.2) \\ & \text{και } \lambda_j, s_i^-, s_r^+ \geq 0, \text{ για όλα τα } r, i. \end{aligned}$$

Αντίστοιχα για την περίπτωση των μέτρων τα οποία είναι προσανατολισμένα στην έξοδο (*output-oriented model*), παίρνει την μορφή:

$$\begin{aligned} \mathbf{TE}_0 &= \min \sum_i (v_i \cdot x_{ij}) - u_0 \\ \text{με υποθέσεις: } & \sum_i (\mu_i \cdot y_{r0}) = 1 \\ & \sum_r (\mu_r \cdot y_{rj}) - \sum_i (v_i \cdot x_{ij}) - u_0 \leq 0, \text{ για όλα τα } j. \\ & \text{και } \mu_r, v_i \geq \varepsilon > 0, \text{ για όλα τα } r, i. \end{aligned}$$

και με την μετατροπή στο δυϊκό πρόβλημα προς τις νέες μεταβλητές, παίρνει την παρακάτω τελική μορφή:

$$\begin{aligned} \max \varphi_0 + \varepsilon \cdot (\sum_r e_r^+ + \sum_r e_i^-) \\ \text{με υποθέσεις: } & \sum_i (\lambda_i \cdot x_{ij}) + s_i^- = \varphi_0 \cdot x_{i0}, \quad i=1, \dots, m \\ & \sum_j (\lambda_j \cdot y_{rj}) - s_i^+ = \varphi_0 \cdot y_{r0}, \quad j=1, \dots, s \\ & \text{και } \lambda_j, s_i^-, s_r^+ \geq 0, \text{ για όλα τα } r, i. \end{aligned}$$

Το BCC μοντέλο διαφέρει από το CCR στον περιορισμό κυρτότητας που έχει προστεθεί, δηλαδή η σχέση (3.2), και εξαιτίας αυτού του περιορισμού έγινε η εισαγωγή της μεταβλητής  $u_0$  για να αξιολογηθούν οι αποδόσεις κλίμακας. Μια DMU θεωρείται αποδοτική στις μεταβλητές αποδόσεις κλίμακας (VRS), όταν προκύπτει λύση στο παραπάνω πρόβλημα  $\theta_0 = 1$  (αντίστοιχα  $\varphi_0 = 1$ ) και επιπλέον  $s_i^- = s_r^+ = 0$ .

Προφανώς η αποδοτικότητα μιας DMU σε ένα CCR μοντέλο δεν μπορεί να υπερβαίνει σε αποδοτικότητα ένα BCC μοντέλο.

#### 3.3.4 ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ - ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΜΕΘΟΔΟΥ DEA

Η Data Envelopment Analysis (DEA), είναι μια προσέγγιση που έχει ως βάση τον γραμμικό προγραμματισμό και στοχεύει στην αξιολόγηση της σχετικής αποτελεσματικότητας (Relative Efficiency) της υπό μελέτη DMU ανάμεσα σε ένα σύνολο άλλων μονάδων και ταυτόχρονα στη δημιουργία των μέγιστων εξόδων, χρησιμοποιώντας ελάχιστες εισόδους με τον υπολογισμό των κατάλληλων συντελεστών βαρύτητας των παραπάνω μεταβλητών. Έτσι, καθίσταται μια ελκυστική μέθοδος, η οποία μπορεί να εφαρμοστεί σε πολλούς τομείς της παραγωγικής διαδικασίας. Σύμφωνα με τη διεθνή βιβλιογραφία, τα πλεονεκτήματα αλλά και τα μειονεκτήματα της μεθόδου μπορούν να συνοψιστούν στα εξής:

##### Πλεονεκτήματα:

- Η DEA μετρά τη σχετική αποτελεσματικότητα ενώ η αντικειμενικότητα είναι από τα σημαντικότερα πλεονεκτήματά της. Η αποτελεσματικότητα αυτή μετριέται ως ο λόγος των σταθμισμένων εξόδων προς τις σταθμισμένες εισόδους, όπου οι συντελεστές βαρύτητας των μεταβλητών δεν έχουν εκχωρηθεί εκ των προτέρων αλλά υπολογίζονται έτσι ώστε να αντικατοπτρίζουν την DMU στην πιο αποδοτική της μορφή σε σχέση με τις άλλες DMUs (Johnes, 2006).
- Δεν υπάρχουν περιορισμοί ως προς το πλήθος των εισόδων και των εξόδων, σε αντίθεση με την ανάλυση στοχαστικών συνόρων (SFA), στην οποία μπορεί να ληφθεί υπόψη μια μόνο έξοδος.
- Η DEA προσφέρει ελευθερία στην επιλογή μεταβλητών, οι οποίες μπορούν να μετρηθούν με διαφορετικές μονάδες μέτρησης (Halkos and Tzeremes, 2010).
- Στις περιπτώσεις μοντέλων πολλαπλών σταδίων της DEA, μπορεί κάθε στάδιο να θεωρηθεί ως μια υπό-μονάδα DMU, όπου με μια καλύτερη δυνατή κατανομή των πόρων να μπορεί να επιτευχθεί ο στόχος μιας μεγαλύτερης αγοράς. Επομένως, με μια ακριβή αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας οι υπεύθυνοι λήψης αποφάσεων να μπορούν να κατανοούν τη συνολική

διαδικασία αλλά και τις επιμέρους τμήματα αυτής προς όφελος της επιχείρησης.

- Η μέθοδος υπολογίζει κάθε φορά μια απλή μέτρηση για κάθε DMU, η οποία είναι εύκολα κατανοητή από όλους, παρόλο που η ίδια διαδικασία παραγωγής μπορεί να είναι ιδιαίτερα πολύπλοκη (Johnes, 2006).
- Η DEA δεν κάνει καμία υπόθεση σχετικά με την παραγωγική διαδικασία καθεμιάς DMU (εκτός από την κυρτότητα), αλλά θεωρεί ότι αυτή μοιάζει με ένα «μαύρο κουτί» που χρησιμοποιεί εισόδους για να παράγει εξόδους (Halkos and Tzeremes, 2011).
- Δεν είναι παραμετρική και δεν κάνει υποθέσεις με την κατανομή της αποτελεσματικότητας ή την μορφή την οποία έχει η συνάρτηση παραγωγής (Banker et al., 1986).
- Η υπόθεση της ομοιογένειας στις υπό μελέτη DMUs δεν χρειάζεται και επομένως αυτές μπορεί να αποτελούνται από διαφορετικές ομάδες πληθυσμών και να διέπονται από διαφορετικές σχέσεις στη διαδικασία παραγωγής (συνδυασμούς εισόδων – εξόδων) και στην αποδοτικότητα.
- Ένα άλλο σημαντικό πλεονέκτημα είναι ο υπολογισμός των σκιωδών τιμών (shadow prices) και των χαλαρών μεταβλητών (slack variables). (Stiakakis and Fouliras, 2009). Συγκεκριμένα, οι σκιώδεις τιμές είναι σε θέση να καθορίσουν ποια αποτελεσματική μονάδα λήψης απόφασης (DMU) αποτελεί σημείο αναφοράς για την αναποτελεσματική υπό αξιολόγηση DMU (Johnes and Johnes, 1993).
- Υπάρχει δυνατότητα σε ορισμένες περιπτώσεις οι τιμές μιας μεταβλητής, είτε για λόγους ευκολίας, είτε για λόγους κλίμακας τιμών, είτε γιατί κάποιες τιμές είναι και αρνητικές, να μπορούν να μετασχηματιστούν χωρίς να επηρεάζουν τα αποτελέσματα. Οι μετασχηματισμοί γίνονται με δύο τρόπους και η επιλογή εξαρτάται από το μοντέλο DEA που θα εφαρμοστεί.

#### Μειονεκτήματα:

- Η DEA υποθέτει ότι οι αποκλίσεις που προκύπτουν από τα αποτελεσματικά σύνορα είναι προϊόν της ελλιπούς αποδοτικότητας (inefficiency) και της τεχνικής ανεπάρκειας. Αυτό οδηγεί σε υποεκτίμηση ή υπερεκτίμηση των αποτελεσμάτων.

- Δεν υπάρχουν παραδοχές σχετικά με εξωγενείς παράγοντες ή σφάλματα μέτρησης.
- Η μη στοχαστική φύση της μεθόδου έχει ως αποτέλεσμα την έλλειψη στατιστικών ιδιοτήτων των σημείων που υπολογίζονται επάνω στο όριο παραγωγής ή κάτω από αυτό (Banker and Maindiratta, 1992), το οποίο δεν επιτρέπει το στατιστικό έλεγχο υποθέσεων και εύρεση διαστημάτων εμπιστοσύνης (Johns 2006).

Ο Banker (1984) απέδειξε ότι η μέθοδος DEA είναι ισοδύναμη με παραμετρικές μη στοχαστικές μεθόδους, όταν είναι γνωστή η συνάρτηση παραγωγής και η κατανομή της τεχνικής αποτελεσματικότητας. Όταν, όμως, η παραπάνω κατανομή δεν είναι γνωστή, τότε δεν μπορούν να γίνουν έλεγχοι υποθέσεων για την εξαγωγή στατιστικών συμπερασμάτων. Τα παραπάνω προβλήματα μπορούν να αντιμετωπιστούν με την μέθοδο bootstrap (Efron, 1979), η οποία προσφέρει στην DEA ένα θεμελιωμένο στατιστικό υπόβαθρο για την επίλυση σύνθετων οικονομικών προβλημάτων. Οι κύριες εφαρμογές της μεθόδου αυτής είναι η κατασκευή διαστημάτων εμπιστοσύνης και η διόρθωση της μεροληψίας. Επιπλέον, οι εφαρμογές της μεθόδου αυτής υπάρχουν στην μελέτη των Halkos and Tzeremes (2013b).

### 3.3.5.ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΤΑΣΕΙΣ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ DEA

Δεν υπάρχει αμφιβολία ότι η DEA και οι εφαρμογές της θα συνεχίσουν να αποτελούν πρωταρχικό πεδίο έρευνας στο μέλλον. Βλέπουμε τουλάχιστον τρεις λόγους γι' αυτήν την τάση να συνεχίζεται με έντονο τρόπο:

1. Η εκτίμηση της αποδοτικότητας και της παραγωγικότητας μεγάλων δημόσιων οργανισμών αλλά και μεγάλων εταιριών είναι μια μη τετριμμένη άσκηση, που περιλαμβάνει μια σύνθετη δομή πολλαπλών εισροών/εκροών. Η τεχνολογία DEA από τη σχεδιάσή της αντιμετωπίζει τέτοια ζητήματα αποτελεσματικά.
2. Υπάρχει ένας ανεξάντλητος αριθμός εφαρμογών στον πραγματικό κόσμο που περιλαμβάνουν μέτρηση της αποδοτικότητας και είναι διαθέσιμος, για να τονώσει τα ενδιαφέροντα των ακαδημαϊκών και των επαγγελματιών για τη διεξαγωγή έρευνας. Στοιχεία αυτού του φαινομένου φαίνονται ξεκάθαρα στην τρέχουσα βιβλιογραφία. Καθώς η τεχνολογία DEA ωριμάζει περαιτέρω, οι ερευνητές «όψιμης πλειοψηφίας» και «υστερούντες» ερευνητές πιθανότατα θα εισέλθουν στο πεδίο, προσθέτοντας περαιτέρω στη βάση δεδομένων.

3. Η δυνατότητα λήψης ακατέργαστων δεδομένων μελέτης είναι σχετικά ευκολότερη τώρα από ότι πριν από μια δεκαετία. Αυτή η βιβλιογραφία δείχνει, λοιπόν, ότι οι περισσότερες δημοσιευμένες εφαρμογές DEA προέκυψαν στις Η.Π.Α., στο Ηνωμένο Βασίλειο και σε άλλες ανεπτυγμένες χώρες. Ένα παράγωγο αυτού του φαινομένου θα είναι πιθανόν μελέτες που εξετάζουν τη συγκριτική ανάλυση της αποτελεσματικότητας.

Ενώ έχει υπάρξει ένας αυξανόμενος αριθμός μελετών DEA που προέρχονται από λιγότερο ανεπτυγμένες χώρες, οι συγγραφείς εικάζουν ότι αυτή η ανάπτυξη, δυστυχώς, μπορεί να μην συνεχιστεί. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι οι τεχνολογίες πληροφοριών πολλών χωρών δεν είναι τόσο προηγμένες όσο αυτές των ανεπτυγμένων χωρών και η υιοθέτηση της τεχνολογίας DEA (και άλλων) μπορεί να καθυστερήσει αρκετά χρόνια (Emrouznejad et al. 2008).



## 4. ΑΜΕΣΕΣ ΞΕΝΕΣ ΕΠΕΝΔΥΣΕΙΣ (FDI)

### 4.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ – ΟΡΙΣΜΟΙ ΑΞΕ – ΔΙΑΚΡΙΣΗ ΑΞΕ

Οι Άμεσες Ξένες Επενδύσεις (ΑΞΕ) είναι η διαδικασία με την οποία οι κάτοικοι μιας χώρας - χώρα προέλευσης (Source country) αποκτούν ιδιοκτησία περιουσιακών στοιχείων για τη διαδικασία παραγωγής, της διανομής και άλλων δραστηριοτήτων μιας επιχείρησης σε μια άλλη χώρα - χώρα υποδοχής (Host country). Το Εγχειρίδιο Ισοζυγίου Πληρωμών του Διεθνούς Νομισματικού Ταμείου (IMF, 2003) ορίζει τις ΑΞΕ ως: «μία επένδυση που πραγματοποιείται για την απόκτηση μόνιμου ενδιαφέροντος σε μια επιχείρηση που λειτουργεί σε μια οικονομία διαφορετική από αυτήν του επενδυτή, όπου σκοπός του επενδυτή είναι να υπάρχει μια αποτελεσματική φωνή στη διαχείριση της επιχείρησης».

Η Παγκόσμια Έκθεση Επενδύσεων των Ηνωμένων Εθνών 1999(UNCTAD, 1999) ορίζει τις ΑΞΕ ως «επένδυση που περιλαμβάνει μακροπρόθεσμα σχέση όρου και αντικατοπτρίζει ένα διαρκές ενδιαφέρον και έλεγχο ενός κατοίκου μιας συγκεκριμένης οικονομίας (ξένος άμεσος επενδυτής ή μητρική επιχείρηση) σε μια επιχείρηση που εδρεύει σε μια οικονομία διαφορετική από αυτήν του ξένου άμεσου επενδυτή (ΑΞΕ επιχείρηση, θυγατρική επιχείρηση ή ξένη θυγατρική)». Ο όρος «μακροπρόθεσμα» χρησιμοποιείται στον τελευταίο ορισμό προκειμένου να γίνει διάκριση των ΑΞΕ από τις επενδύσεις χαρτοφυλακίου, όπου οι τελευταίες χαρακτηρίζουν ένα βραχυπρόθεσμο χαρακτήρα που συνεπάγεται υψηλό κύκλο εργασιών των κινητών αξιών.

Το κοινό χαρακτηριστικό αυτών των ορισμών έγκειται στους όρους «έλεγχος» και «έλεγχος συμφερόντων», που αντιπροσωπεύουν το πιο σημαντικό χαρακτηριστικό που διακρίνει τις ΑΞΕ από τις επενδύσεις χαρτοφυλακίου, δεδομένου ότι σε ένα τέτοιο χαρτοφυλάκιο ο επενδυτής δεν επιδιώκει έλεγχο ή διαρκή συμφέρον. Οι επενδυτικές δραστηριότητες στο εξωτερικό θεωρούνται ως ΑΞΕ όταν:

- (i) υπάρχει ο έλεγχος μέσω σημαντικής συμμετοχής σε μετοχικά κεφάλαια.
- (ii) υπάρχει μετατόπιση μέρους των περιουσιακών στοιχείων, της παραγωγής ή των πωλήσεων της εταιρείας στην χώρα υποδοχής. (Ωστόσο, αυτό μπορεί να μην ισχύει, καθώς ένα έργο μπορεί να χρηματοδοτηθεί με δανεισμό στην χώρα υποδοχής).

Γενικότερα, στη διεθνή βιβλιογραφία υπάρχουν διάφοροι ορισμοί για τον όρο ΑΞΕ και γενικότερα της ξένης ιδιοκτησίας, και σύμφωνα με μελέτες ο ορισμός του ξένου μετοχικού κεφαλαίου ποικίλει. Οι αναφορές των Blomström and Sjöholm (1999), αλλά και άλλων μελετητών δέχονται εύκολα οποιοδήποτε θετικό ποσοστό ξένης ιδιοκτησίας.

Σύμφωνα με το Διεθνές Νομισματικό Ταμείο (IMF 2004) ορίζει: «Η επιχείρηση άμεσων ξένων επενδύσεων είναι μια επιχείρηση (θεσμική μονάδα) στον χρηματοοικονομικό τομέα ή σε μη χρηματοοικονομικούς εταιρικούς τομείς της οικονομίας, στους οποίους ένας ξένος επενδυτής κατέχει το 10% ή περισσότερο της ψήφου μιας ενσωματωμένης επιχείρησης ή έχει ισοδύναμη ιδιοκτησία σε μια επιχείρηση που λειτουργεί υπό άλλη νομική δομή».

Οι ροές των κεφαλαίων που πραγματοποιούνται κατά την διαδικασία των ΑΞΕ περιλαμβάνει τα ακόλουθα στοιχεία (Moosa, 2002):

- Μετοχικό κεφάλαιο: το οποίο περιλαμβάνει αγορές μετοχών του ξένου επενδυτή μιας επιχείρησης σε μια ξένη χώρα.
- Επανεπενδυμένα κέρδη: τα οποία περιλαμβάνουν το μερίδιο του επενδυτή στα κέρδη-μερίσματα που δεν διανέμονται ως μερίσματα ή δεν αποστέλλονται στη χώρα καταγωγής, αλλά επενδύεται ξανά στη χώρα υποδοχής.
- Ενδοεταιρικά δάνεια: τα οποία αφορούν βραχυπρόθεσμα ή μακροπρόθεσμα δάνεια μεταξύ της μητρικής εταιρείας και των θυγατρικών εταιρειών, όπου έχουν γίνει οι ΑΞΕ.

## 4.2 ΕΙΔΗ ΑΜΕΣΩΝ ΞΕΝΩΝ ΕΠΕΝΔΥΣΕΩΝ

### *(Βασικοί τύποι Άμεσων Ξένων Επενδύσεων)*

Στις αρχές του 19ου αιώνα οι περισσότερες χώρες υποδοχής έθεσαν εμπόδια στο εμπόριό τους, βάζοντας φόρους, δηλαδή δασμούς, στις διεθνείς συναλλαγές τους και στις εισαγωγές τους. Οι επιχειρήσεις που είχαν αναπτύξει εμπορικούς δεσμούς στις εν λόγω χώρες, και κατά συνέπεια σημαντικά μερίδια αγοράς, έβλεπαν τον κίνδυνο να συρρικνωθεί η γεωγραφική τους επέκταση. Ο μόνος τρόπος αποφυγής αυτού του κινδύνου ήταν να προβούν σε ΑΞΕ.

Συνδυάζοντας τις έννοιες της κάθετης και της οριζόντιας ολοκλήρωσης καθώς και της διαφοροποίησης στην παραγωγή, που χαρακτηρίζει πολλές πολυεθνικές

επιχειρήσεις, με τους κύριους λόγους που ωθούν μια επιχείρηση να γίνει πολυεθνική, τότε μπορούμε να προσδιορίσουμε τέσσερις βασικούς τύπους ΑΞΕ:

### **1. ΑΞΕ προς αναζήτηση πλουτοπαραγωγικών πόρων (Resource Seeking).**

Μέσω αυτού του τύπου ΑΞΕ ενθαρρύνεται η κάθετη ολοκλήρωση της παραγωγής. Οι πολυεθνικές επιχειρήσεις αναζητούν πλουτοπαραγωγικούς πόρους (όπως φυσικούς πόρους, φθινό εργατικό δυναμικό και τεχνολογικές/διαχειριστικές ικανότητες) φθηνότερου κόστους ή υψηλότερης ποιότητας σε σύγκριση με το κόστος και την ποιότητα της χώρας προέλευσης. Οι κύριοι τύποι πλουτοπαραγωγικών πόρων που μπορούν να αποτελέσουν το κίνητρο ΑΞΕ μιας πολυεθνικής είναι οι:

- i) Φυσικοί πόροι.
- ii) Φθινό ανειδίκευτο ή μερικώς εξειδικευμένο εργατικό δυναμικό.
- iii) Τεχνολογικές και διαχειριστικές ικανότητες.

Μια επιχείρηση μπορεί να χρειάζεται συντελεστές παραγωγής και άλλους πόρους που μπορεί να είναι σε ανεπάρκεια ή μη διαθέσιμοι στη χώρα προέλευσης. Στις περιπτώσεις αυτές, οι επιχειρήσεις προβαίνουν σε ΑΞΕ για τους παρακάτω λόγους:

- i) Ειδικευμένο επιστημονικό ανθρώπινο δυναμικό.
- ii) Ημι-ανειδίκευτο χαμηλού κόστους εργατικό δυναμικό.
- iii) Διαθεσιμότητα των φυσικών πόρων.
- iv) Πρώτες ύλες σε χαμηλό κόστος.
- v) Φθηνή γη.

### **2. ΑΞΕ προς αναζήτηση αγορών (Market Seeking).**

Μέσω αυτού του τύπου ΑΞΕ ενθαρρύνεται κυρίως η οριζόντια ολοκλήρωση. Οι πολυεθνικές επιχειρήσεις προσπαθούν με την βοήθεια αυτών των ΑΞΕ:

- α) Να εγκατασταθούν σε αγορές που βρίσκονται οι πελάτες και προμηθευτές της.
- β) Να μειώσουν τα κόστη που θα προέκυπταν, αν εξυπηρετούσαν την αγορά μέσω εμπορίου αντί μέσω ΑΞΕ.
- γ) Να έχουν παρουσία σε αγορές που δραστηριοποιούνται ήδη.

Οι παρακάτω λόγοι αποτελούν κίνητρο για ΑΞΕ προς αναζήτηση νέων αγορών:

- i) Οι εγκατάσταση πελατών ή προμηθευτών στην αγορά-στόχο της επιχείρησης.
- ii) Το μέγεθος της αγοράς της χώρας υποδοχής.

- iii) Οι προοπτικές ανάπτυξης της νέας αγοράς.
- iv) Η ανάγκη για προσαρμογή στα εγχώρια καταναλωτικά πρότυπα ή τις συνθήκες παραγωγής (π.χ., προσαρμογή σε τοπικά καταναλωτικά πρότυπα).
- v) Η εξυπηρέτηση μιας αγοράς μέσω ΑΞΕ μπορεί να είναι πιο συμφέρουσα από άποψη κόστους.
- vi) Η δύναμη του ανταγωνισμού. Όταν μια ανταγωνιστική επιχείρηση εισχωρεί σε μια νέα αγορά, η επιχείρηση ακολουθεί τον ηγέτη με σκοπό να τον εμποδίσει να αποκτήσει σημαντικό μερίδιο και να κυριαρχήσει σε αυτή.
- vii) Η υπερπήδηση εισαγωγικών εμποδίων λόγω προστατευτισμού.

### **3. ΑΞΕ προς αναζήτηση αποδοτικότητας (Efficiency Seeking).**

Αυτός ο τύπος ΑΞΕ στην ουσία «ακουμπάει» πάνω στις δυο προηγούμενες μορφές. Οι πολυεθνικές επιχειρήσεις κατοχυρώνουν τους πλουτοπαραγωγικούς πόρους και τις αγορές-στόχους και πλέον προσπαθούν να συντονίσουν τις δραστηριότητες τους, έτσι ώστε να επιτύχουν τη μέγιστη αποδοτικότητα (συνδυάζοντας οριζόντια και κάθετη ολοκλήρωση).

Σε ένα περιβάλλον ελεύθερου εμπορίου με χαμηλό κόστος διακίνησης οι διεθνείς επιχειρήσεις μπορεί να επιλέξουν να δημιουργήσουν σε ένα τόπο εγκατάστασης παραγωγικές οικονομικές μονάδες με σκοπό να επιτύχουν οικονομίες κλίμακας, μειώνοντας έτσι το μέσο κόστος παραγωγής.

Πολλές επιχειρήσεις δημιουργούν οικονομικές μονάδες σε ξένες αγορές με πολλαπλές πηγές προμήθειας έχοντας ως στόχο να διαφοροποιήσουν τον κίνδυνο της απόκτησης και διαχείρισης των πρώτων υλών για την παραγωγή τους. Η δημιουργία πολλών οικονομικών μονάδων για παραγωγή προμηθειών θεωρείται μια αποτελεσματική μέθοδος για επιχειρήσεις που αντιμετωπίζουν πολλά στάδια παραγωγής, διότι έχουν τη δυνατότητα να εκμεταλλευτούν τα διαφορετικά μείγματα συντελεστών παραγωγής από κάθε χώρα υποδοχής. Η μητρική εταιρεία έχει τη δυνατότητα να μεταφέρει το κάθε στάδιο παραγωγής στη χώρα εκείνη που της προσφέρει το αντίστοιχο συγκριτικό πλεονέκτημα. Οι ΑΞΕ προς αναζήτηση αποδοτικότητας προσανατολίζονται κυρίως:

- α) Σε οικονομίες εξειδίκευσης (economies of specialization).
- β) Σε γεωγραφική συγκέντρωση των παραγωγικών λειτουργιών (agglomeration).

γ) Σε οικονομίες συνέργειας (synergistic economies).

δ) Σε διοικητικά εξειδικευμένα στελέχη, νέες υψηλού επιπέδου τεχνολογίες, χαμηλό κόστος παραγωγής κ.α.

#### **4. ΑΞΕ προς αναζήτηση στρατηγικών πόρων ή ικανοτήτων (Strategic AssetSeeking).**

Αυτός ο τύπος ΑΞΕ αφορά κυρίως τις διεθνείς επιχειρήσεις που στοχεύουν στην διατήρηση και βελτίωση των ανταγωνιστικών τους πλεονεκτημάτων με την εξαγορά πλουτοπαραγωγικών πόρων (ή μοναδικών παραγωγικών πόρων και ικανοτήτων). Απώτερος σκοπός είναι η αύξηση της αποδοτικότητας της πολυεθνικής επιχείρησης. Έτσι βλέπουμε ότι υπάρχει άμεση σχέση μεταξύ αυτού του τύπου των ΑΞΕ με τις επενδύσεις προς αναζήτηση αποδοτικότητας που προαναφέραμε προηγουμένως. Πιο συγκεκριμένα, οι ΑΞΕ προς αναζήτηση στρατηγικών πόρων ή ικανοτήτων στοχεύουν στη διατήρηση και στη βελτίωση της διεθνούς ανταγωνιστικότητας της πολυεθνικής με την εξαγορά των πλουτοπαραγωγικών πόρων άλλων επιχειρήσεων. Η βελτίωση της ανταγωνιστικότητας αναμένεται να επέλθει μέσω της διαφοροποίησης και του εμπλουτισμού των δραστηριοτήτων της, η οποία θα επιφέρει τελικά και την αύξηση της αποδοτικότητας του ομίλου. Τέτοιου είδους ΑΞΕ συναντούμε κυρίως σε κλάδους υψηλής τεχνολογίας. Οι ΑΞΕ προς αναζήτηση στρατηγικών πόρων προσανατολίζονται κυρίως:

α) Σε στρατηγικούς πόρους με στόχο τη διατήρηση και βελτίωση της διεθνούς ανταγωνιστικότητας της πολυεθνικής επιχείρησης μέσω της εξαγοράς άλλων επιχειρήσεων.

β) Στην απόκτηση περιουσιακών στοιχείων κυρίως σε τομείς υψηλού επιπέδου τεχνολογίας.

γ) Στη βελτίωση της ανταγωνιστικότητας ενισχύοντας την διαφοροποίηση αλλά και εμπλουτίζοντας τις παραγωγικές δραστηριότητες.

#### ***Οικονομικές μονάδες - ΑΞΕ***

#### **Θυγατρικής αποκλειστικής ιδιοκτησίας (Greenfield Investment).**

Η επιχείρηση επεκτείνει τις δραστηριότητές της σε μια άλλη χώρα ιδρύοντας μια νέα επιχείρηση, της οποίας είναι ο μόνος ιδιοκτήτης. Η εν λόγω επένδυση αποσκοπεί συνήθως στην αναζήτηση νέων αγορών, ενώ μελλοντικά μπορεί να στραφεί και στην αναζήτηση αποδοτικότητας. Η επένδυση αυτής της μορφής απαιτεί

σημαντικά κεφάλαια και αρκετό χρόνο μέχρι την πλήρη λειτουργία της θυγατρικής και την κατανόηση των ιδιαιτεροτήτων της αγοράς-στόχου.

Τα βασικά **πλεονεκτήματα** της θυγατρικής αποκλειστικής ιδιοκτησίας συνοψίζονται στα εξής:

1) Η μητρική επιχείρηση κατέχει τον διοικητικό έλεγχο της θυγατρικής με όλα τα πλεονεκτήματα που συνεπάγεται αυτό για τη διαμόρφωση και εφαρμογή των στρατηγικών της σε διεθνές επίπεδο (η επιχειρησιακή στρατηγική της θυγατρικής αποτελεί ενσωματωμένο μέρος της ευρύτερης επιχειρησιακής στρατηγικής της μητρικής).

2) Η μητρική επιχείρηση καρπώνεται το σύνολο των κερδών της θυγατρικής.

3) Η θυγατρική εφόσον δραστηριοποιείται στο πολιτιστικό περιβάλλον μιας άλλης χώρας δύναται να εξειδικεύσει και να διαφοροποιήσει τα παραγόμενα προϊόντα της με τρόπο ώστε να ανταποκρίνονται καλύτερα στις ανάγκες των καταναλωτών της τοπικής αγοράς (η μητρική επιχείρηση αποκτά στρατηγικό πλεονέκτημα στην προσπάθεια να διευρύνει τις παραγωγικές και εμπορικές δραστηριότητες της σε νέες αγορές στο εξωτερικό).

4) Επιτυγχάνονται οικονομίες κλίμακας λόγω της αύξησης του συνολικού όγκου παραγωγής του ομίλου.

Τα βασικά **μειονεκτήματα** της θυγατρικής αποκλειστικής ιδιοκτησίας συνοψίζονται στα εξής:

1) Η μητρική επιχείρηση επιβαρύνεται με το σύνολο του οικονομικού κόστους του εγχειρήματος και αναλαμβάνει όλους τους κινδύνους.

2) Η θυγατρική χαρακτηρίζεται ως ξένη, πράγμα που μπορεί να προδιαθέσει αρνητικά την κοινή γνώμη, την κυβέρνηση και τις δημόσιες υπηρεσίες.

### **Βασικές Διακρίσεις**

- **Επένδυση Greenfield:** Είναι η καθιέρωση μιας εξολοκλήρου νέας οντότητας από το μηδέν (εξαγοράς γης, μηχανημάτων, κατασκευής κτιριακών εγκαταστάσεων).
- **Επένδυση Brownfield:** Είναι η απόκτηση μιας υπάρχουσας επιχείρησης με κτιριακές εγκαταστάσεις, η οποία μετατρέπεται και αναπτύσσεται εξολοκλήρου (πχ εξαγορά ενός πολυώροφου πολυκαταστήματος για να

χρησιμοποιηθεί ως κεντρικό κατάστημα και κεντρικά γραφεία μιας τράπεζας).

- **Μερική εξαγορά (Acquisition).** Η μέθοδος αυτή συνεπάγεται την απόκτηση ενός σημαντικού ποσοστού του μετοχικού κεφαλαίου μιας τοπικής επιχείρησης από μια ξένη επιχείρηση. Η επένδυση της εξαγοράς αποτελεί την ταχύτερη μέθοδο εισόδου σε μια ξένη αγορά, καθώς η εξαγοράζουσα επιχείρηση δραστηριοποιείται, συνήθως, ήδη στον κλάδο της εξαγοράστριας επιχείρησης. Δεν απαιτούνται σημαντικές κεφαλαιακές επενδύσεις και η επιτυχία μιας εξαγοράς εξαρτάται από το βαθμό ενοποίησης των δραστηριοτήτων της εξαγοράζουσας και της εξαγοράστριας επιχείρησης.
- **Συγχώνευση και εξαγορά (merger and acquisition).** Είναι η συγχώνευση δύο ή περισσότερων επιχειρήσεων, συνήθως μιας μεγάλης και μιας μικρής, που έχουν ως σκοπό την αναδιάρθρωση της μικρής εταιρίας. Οι περιπτώσεις αυτές συχνά προσφέρουν τον πιο γρήγορο τρόπο εισόδου και μάλιστα, σε συγκριτικά μεγαλύτερο κομμάτι της αγοράς σε σχέση με τις εναλλακτικές λύσεις που προαναφέραμε.
- **Παράκτια επιχείρηση (offshore):** Είναι η δημιουργία off-shore επιχείρησης σε μία χώρα, όπου ορισμένες πτυχές για τη σχέση πολυεθνικών-κυβέρνησης, όπως η φορολογία, είναι ευνοϊκές προκειμένου να αναληφθεί ένα μέρος ή όλες οι δραστηριότητες της μητρικής επιχείρησης από την επιχείρηση του εξωτερικού με ελάχιστη φορολογία. Αυτές οι χώρες καλούνται φορολογικοί παράδεισοι (tax heavens).
- **Εκμετάλλευση απόκτηση –πλειοψηφία (acquisition on majority):** Είναι η απόκτηση των μεριδίων πλειοψηφίας μιας υπάρχουσας επιχείρησης.
- **Απόκτηση μειοψηφίας (acquisition of aminority):** Είναι η απόκτηση των μεριδίων μειοψηφίας μιας υπάρχουσας επιχείρησης. Στη διεθνή βιβλιογραφία είναι γενικά αποδεκτό ότι η κατοχή ενός ποσοστού 25% του μετοχικού κεφαλαίου της θυγατρικής είναι αναγκαία, ώστε να ασκείται αποτελεσματικός έλεγχος.

#### 4.3 ΘΕΩΡΙΕΣ ΤΩΝ ΑΜΕΣΩΝ ΞΕΝΩΝ ΕΠΕΝΔΥΣΕΩΝ

Οι Άμεσες Ξένες Επενδύσεις (ΑΞΕ) απέκτησαν σημαντικό ρόλο στη διεθνή οικονομία μετά τον δεύτερο Παγκόσμιο Πόλεμο. Οι θεωρητικές μελέτες για τις ΑΞΕ



έχουν οδηγήσει σε καλύτερη κατανόηση του οικονομικού μηχανισμού και τη συμπεριφορά των οικονομικών παραγόντων, τόσο σε μικροοικονομικό όσο και σε μακροοικονομικό επίπεδο, επιτρέποντας το άνοιγμα νέων τομέων μελέτης στην οικονομική θεωρία (Denisia, 2010). Τις τελευταίες δεκαετίες δίνεται μεγαλύτερη προσοχή στο θέμα των ΑΞΕ, τόσο σε εθνικό όσο και σε διεθνές επίπεδο. Υπάρχουν πολλές θεωρητικές εργασίες που εξετάζουν ζητήματα των ΑΞΕ και κυρίως ερευνούν τα κίνητρα, στα οποία βασίζονται οι ΑΞΕ, οι οποίες αναπτύχθηκαν από τους J. Dunning, S. Hymer και R. Vernon. Οι οικονομολόγοι θεωρούν ότι οι ΑΞΕ είναι ένα σημαντικό στοιχείο της οικονομικής ανάπτυξης σε όλες τις χώρες, ιδιαίτερα στις αναπτυσσόμενες.

Η πρώτη προσπάθεια εξήγησης των ΑΞΕ θεωρήθηκε η θεωρία του συγκριτικού πλεονεκτήματος του Ricardo. Ωστόσο, οι ΑΞΕ δεν μπορούν να εξηγηθούν με αυτή τη θεωρία, η οποία βασίζεται σε δύο χώρες, δύο προϊόντα και τέλεια κινητικότητα παραγόντων σε τοπικό επίπεδο. Ένα τέτοιο μοντέλο δεν θα μπορούσε να επιτρέψει καν πραγματοποίηση ΑΞΕ. Έτσι, καθώς η θεωρία του συγκριτικού πλεονεκτήματος του Ricardo αποτυγχάνει να εξηγήσει το αυξανόμενο μερίδιο των ΑΞΕ, χρησιμοποιήθηκαν άλλα μοντέλα, όπως για παράδειγμα η θεωρία χαρτοφυλακίου, και άλλες. Αν και πιο ρεαλιστικές, οι νέες θεωρίες του διεθνούς εμπορίου εξακολουθούν να μην μπορούν να συλλάβουν όλη την πολυπλοκότητα των ΑΞΕ και άλλων μορφών διεθνούς παραγωγής και επενδύσεων (Hosseini, 2005). Οι βασικότερες θεωρίες των ΑΞΕ μπορούν να θεωρηθούν οι παρακάτω:

#### 1. Θεωρία του Κύκλου Παραγωγής του Vernon

Η Θεωρία του Κύκλου Παραγωγής που αναπτύχθηκε από τον Raymond Vernon (1966, 1971), χρησιμοποιήθηκε για να εξηγήσει ορισμένους τύπους των ΑΞΕ που πραγματοποίησαν ορισμένες αμερικανικές εταιρίες στην Δ. Ευρώπη μετά τον δεύτερο Παγκόσμιο Πόλεμο στην μεταποιητική βιομηχανία. Ο Vernon θεωρεί ότι για κάθε προϊόν υπάρχουν τέσσερα διαδοχικά στάδια του κύκλου παραγωγής: την εισαγωγή του προϊόντος (καινοτομία), την ανάπτυξη, την ωριμότητα και τέλος την παρακμή.

Στην αρχική φάση του κύκλου του προϊόντος, μια εταιρεία εξάγει νέα καινοτόμα προϊόντα από την βιομηχανική της βάση, αλλά καθώς το προϊόν ωριμάζει, δημιουργούνται συνθήκες (τυποποίηση των τεχνικών παραγωγής, διάχυση στο εξωτερικό της βιομηχανικής τεχνογνωσίας και δημιουργία σημαντικής ζήτησης για το



προϊόν) για την είσοδο ξένων μιμητών στην αγορά. Για να αποτραπεί η είσοδος ανταγωνιστών, οι εταιρείες προχωρούν σε ΑΞΕ, δημιουργώντας μονάδες παραγωγής σε άλλες χώρες, ώστε να προκαταβάλλουν τον ξένο ανταγωνισμό και να διατηρήσουν τις μονοπωλιακές προσόδους τους.

Συγκεκριμένα στο πρώτο στάδιο του κύκλου παραγωγής, οι εταιρείες έχοντας το πλεονέκτημα να διαθέτουν νέες τεχνολογίες, εξάγουν νέα προϊόντα από την βιομηχανική τους βάση, αλλά καθώς το προϊόν αναπτύσσεται, δημιουργούνται συνθήκες (τυποποίηση των τεχνικών παραγωγής, διάχυση στο εξωτερικό της βιομηχανικής τεχνογνωσίας και δημιουργία σημαντικής ζήτησης για το προϊόν) γίνεται και η τεχνολογία γνωστή. Οι κατασκευαστές θα τυποποιήσουν το προϊόν, στην πορεία όμως οι ευρωπαϊκές εταιρίες αρχίζουν να αντιγράφουν τα προϊόντα αυτά, εξαναγκάζοντας τις αμερικάνικες εταιρίες να επενδύσουν στις τοπικές αγορές της Δ. Ευρώπης και να δημιουργήσουν εκεί εγκαταστάσεις με σκοπό να διατηρήσουν τα μερίδια αγοράς τους.

Στη δεύτερη φάση (επέκταση), το προϊόν έχει γίνει ευρέως γνωστό στην αγορά και η ζήτησή του αυξάνεται. Σε αυτή την φάση, ο παραγωγός αρχίζει τις εξαγωγές, καθώς το προϊόν έχει τυποποιηθεί και παράγεται με οικονομίες κλίμακας, ενώ ταυτόχρονα γίνεται γνωστό και διεθνώς, με αποτέλεσμα η ζήτηση να αυξάνεται σταδιακά όλο και περισσότερο.

Στην τρίτη φάση το προϊόν φτάνει στην ωρίμανσή του και προχωρά η παραγωγή του στο εξωτερικό με κριτήριο την μείωση του κόστους παραγωγής. Παράλληλα, η ζήτηση για το προϊόν στις άλλες ανεπτυγμένες αγορές αρχίζει να αυξάνεται και η επιχείρηση προχωράει στην έναρξη παραγωγής και σε αυτές τις χώρες (με κριτήριο όχι μόνο το κόστος παραγωγής αλλά και άλλα κριτήρια, όπως την ευκολία πρόσβασης στην αγορά, κ.α.). Ταυτόχρονα, άλλες εταιρείες έχουν προχωρήσει στην παραγωγή κυρίως αντίστοιχων προϊόντων ή προϊόντων μίμησης, γεγονός που σηματοδοτεί την υποκατάσταση των εξαγωγών των αρχικών επιχειρήσεων προς αυτές. Στο τελευταίο στάδιο του κύκλου ζωής του προϊόντος, οι θυγατρικές της μητρικής επιχείρησης εξάγουν και στην ίδια αγορά της επιχείρησης.

Η θεωρία του Vernon επιχείρησε μεταπολεμικά και κυρίως την περίοδο μεταξύ 1950-1970 να ερμηνεύσει την εξάπλωση των αμερικανικών επιχειρήσεων, κυρίως στην Δ. Ευρώπη, οι οποίες είχαν ένα συγκριτικό πλεονέκτημα στην καινοτομία των προϊόντων λόγω του μεγέθους της αμερικανικής αγοράς (ζήτηση) και

της αμερικανικής υπεροχής στην έρευνα και στην ανάπτυξη (προσφορά). Καθώς όμως την δεκαετία του 1970 το χάσμα αμερικανικών και άλλων εταιρειών εξαλείφθηκε, η αξία της θεωρίας μειώθηκε, ενώ ταυτόχρονα δεν μπορούσε να εξηγήσει την επέκταση των ευρωπαϊκών, των ιαπωνικών και εταιρειών από άλλες αναπτυσσόμενες χώρες.

## 2. Η Θεωρία της Εσωτερίκευσης

Ο Hymer (1976) ήταν ίσως ο πρώτος ο οποίος επιχείρησε να αναπτύξει μια ξεκάθαρη θεωρία για τις ΑΞΕ. Η θεωρία αυτή προσπαθεί να εξηγήσει την ανάπτυξη των διακρατικών εταιριών και τα κίνητρά τους για την επίτευξη ΑΞΕ. Αρχικά, η θεωρία ξεκίνησε από τον Coase (1937) σε εθνικό πλαίσιο και στη συνέχεια από τον Hymer (1976) σε διεθνές πλαίσιο. Ο Hymer, στη διδακτορική του διατριβή, εντόπισε τους δύο κύριους καθοριστικούς παράγοντες των ΑΞΕ, όπου ο ένας ήταν η άρση του ανταγωνισμού και ο άλλος ήταν τα πλεονεκτήματα που έχουν ορισμένες επιχειρήσεις σε μια συγκεκριμένη δραστηριότητα. Έδειξε την αδυναμία της εξήγησης από τους νεοκλασικούς, οι οποίοι εξηγούσαν τις ΑΞΕ με όρους επενδύσεων χαρτοφυλακίου, που κινούνται μόνο με γνώμονα την απόδοση των επιτοκίων. Ο Hymer διέψευσε την θεωρία των διαφορικών επιτοκίων, παρουσιάζοντας διάφορα στοιχεία που έδειχναν ότι:

- i) Υπήρχε πολύ μικρή συσχέτιση ανάμεσα στις μεγάλες διαφορές των επιτοκίων και τις ροές των ΑΞΕ.
- ii) Παρατηρούνταν διασταύρωση ροών ΑΞΕ, ανάμεσα στις ίδιες χώρες.
- iii) Υπήρχε μεγάλη συγκέντρωση των ΑΞΕ σε ορισμένους βιομηχανικούς κλάδους, ενώ σε άλλους πολύ μικρή.

Έθεσε το ερώτημα τι είναι αυτό που καθιστά τις πολυεθνικές επιχειρήσεις βιώσιμες και ανταγωνιστικές στα εξ ορισμού εχθρικά περιβάλλοντα των χωρών υποδοχής. Η απάντηση που έδωσε ήταν πως οι εταιρείες που προχωρούν σε ΑΞΕ, προφανώς κατέχουν κάποια πλεονεκτήματα τα οποία τις επιτρέπουν να αντισταθμίζουν τα πλεονεκτήματα των επιχειρήσεων της χώρας υποδοχής. Τέτοια πλεονεκτήματα είναι:

- i) Πρόσβαση σε πρώτες ύλες.
- ii) Οικονομίες κλίμακας.
- iii) Άυλα κεφάλαια, όπως επωνυμία, ευρεσιτεχνίες, μοντέλα οργάνωσης κ.α.

iv) Μείωση του συναλλακτικού κόστους όταν υποκαθίσταται η συναλλαγή στην ελεύθερη αγορά από συναλλαγές εντός της επιχείρησης.

Η δεύτερη μεγάλη συνεισφορά του Hymer είναι το γεγονός ότι ξέφυγε από την απλή εξήγηση της αποτυχίας των αγορών που έδιναν οι προγενέστεροί του. Σύμφωνα με τον Hymer οι βασικοί λόγοι για την δημιουργία ΑΞΕ είναι:

i) Η ύπαρξη πλεονεκτημάτων της επιχείρησης σε συγκεκριμένες δραστηριότητες και η επιθυμία να τα εκμεταλλευτεί επικερδώς αναλαμβάνοντας ξένες δραστηριότητες.

ii) Ο έλεγχος των επιχειρήσεων στο εξωτερικό με σκοπό να μειώσει τον ανταγωνισμό μεταξύ τους.

iii) Η διαφοροποίηση και η διασπορά κινδύνου.

### 3. Η Εκλεκτική Θεωρία του Dunning

Η συγκεκριμένη θεωρία (The Eclectic Paradigm of Dunning – Θεωρία OLI) αναπτύχθηκε από τον καθηγητή Dunning (1981) και αποτελεί μια συστηματική προσπάθεια να ενσωματωθούν όλες οι παράμετροι που καθόρισαν την εξέλιξη των ΑΞΕ. Η εκλεκτική θεωρία δίνει έμφαση στην τεχνολογία, καθώς οι εξελίξεις στις επικοινωνίες και τις μεταφορές κατέστησαν τεχνικά εφικτές την οργάνωση και την διαχείριση των υπηρεσιών και της παραγωγής των επιχειρήσεων σε παγκόσμιο επίπεδο. Σύμφωνα με τον Dunning οι εταιρείες μέσω των ΑΞΕ πετυχαίνουν λόγω των εξής πλεονεκτημάτων τους έναντι των άλλων εθνικών εταιρειών:

#### A) Τα Πλεονεκτήματα Ιδιοκτησίας (Ownership)

Τα πλεονεκτήματα της ιδιοκτησίας αναφέρονται κυρίως σε άυλα περιουσιακά στοιχεία, τα οποία κατέχουν οι εταιρείες και μπορεί να μεταφερθούν μέσω διακρατικών εταιρειών με χαμηλό κόστος, οδηγώντας είτε σε υψηλότερα εισοδήματα είτε σε μειωμένο κόστος. Τα πλεονεκτήματα της ιδιοκτησίας μπορούν να δώσουν στην εταιρεία μονοπωλιακή δύναμη που θα της επιτρέψει να ανταγωνιστεί στις διεθνείς αγορές.

Υπάρχουν τρία είδη συγκεκριμένων πλεονεκτημάτων

α) Μονοπωλιακά πλεονεκτήματα με την μορφή προνομιακής πρόσβασης στις αγορές μέσω της ιδιοκτησίας φυσικών περιορισμένων πόρων, διπλωμάτων ευρεσιτεχνίας, εμπορικών σημάτων κ.α.

β) Τεχνολογία, γνώση που ορίζεται ευρέως έτσι ώστε να περιέχει όλες τις μορφές δραστηριοτήτων καινοτομίας.

γ) Οικονομίες μεγάλου μεγέθους, όπως οικονομίες μάθησης, οικονομίες κλίμακας και εμπέλειας, μεγαλύτερη πρόσβαση σε χρηματοοικονομικό κεφάλαιο.

#### B) Τοποθεσία (Location)

Η τοποθεσία αναφέρεται σε χαρακτηριστικά των χωρών που μπορούν να θεωρηθούν πλεονεκτήματα, ανάλογα με την επιχειρηματική δράση, όπως το φθινό εργατικό κόστος, η φορολόγηση, συγκεκριμένες παραγωγικές εισροές που είναι κρίσιμες για την παραγωγή της, ενέργεια, κ.α. Πιο αναλυτικά μπορούν να διακριθούν σε τρεις κατηγορίες:

α) **Οικονομικά πλεονεκτήματα:** από ποσοτικούς και ποιοτικούς παράγοντες της παραγωγής, του κόστους μεταφοράς, τις τηλεπικοινωνίες, το μέγεθος της αγοράς, κ.α.

β) **Πολιτικά πλεονεκτήματα:** κοινές και ειδικές Κυβερνητικές πολιτικές που επηρεάζουν τις ΑΞΕ.

γ) **Κοινωνικά πλεονεκτήματα:** περιλαμβάνουν αποστάσεις μεταξύ των χωρών, πολιτισμική ποικιλομορφία, στάση απέναντι στους ξένους κ.α.

#### Γ) Εσωτερίκευση (Internalization)

Πρόκειται για πλεονεκτήματα που μπορεί να αποκομίσει μια επιχείρηση αν αξιοποιήσει εσωτερικά, δηλαδή εντός της επιχείρησης, τα ιδιοκτησιακά της πλεονεκτήματα, που της επιτρέπουν να αποφύγει κόστη διαπραγμάτευσης και ελέγχου που θα απαιτούσε μια συνεργασία με άλλες τοπικές επιχειρήσεις. Επιπλέον, όσο τα οφέλη της εσωτερίκευσης είναι υψηλότερα, τόσο οι εταιρείες επιδιώκουν να επενδύουν και να παράγουν, από το να παραχωρούν το δικαίωμα αυτό με άδεια (franchise).

#### 4. Η Στρατηγική Θεωρία του Porter

Ο Porter (1990) ανέπτυξε το μοντέλο των πέντε δυνάμεων του ανταγωνισμού, με την οποία εξηγεί την επιχειρησιακή στρατηγική των εταιρειών για να προχωρήσουν σε ΑΞΕ. Σύμφωνα με την Θεωρία αυτή, όταν μια εταιρεία εισέλθει στην περίοδο του στρατηγικού management, αποφασίζει με πόσες και ποιες δραστηριότητες επιθυμεί να ασχοληθεί και σε ποιες και πόσες τοποθεσίες σε

ολόκληρο τον κόσμο. Έτσι δημιουργείται μια «αλυσίδα αξιών», δραστηριοτήτων που κυμαίνονται από την εξαγωγή της πρώτης ύλης έως την παραγωγή και το marketing. Η στρατηγική της εταιρείας καθορίζει τη δομή και την τοποθεσία των δραστηριοτήτων της στην παγκόσμια αγορά. Οι πέντε δυνάμεις που καθορίζουν την σχετική ελκυστικότητα/κερδοφορία μιας εταιρείας είναι:

- i) Ο υφιστάμενος ανταγωνισμός.
- ii) Η απειλή νέων ανταγωνιστών.
- iii) Η απειλή των υποκατάστατων προϊόντων.
- iv) Η διαπραγματευτική δύναμη των προμηθευτών.
- v) Η διαπραγματευτική δύναμη των αγοραστών.

Σύμφωνα με τον Porter, η ουσία του στρατηγικού management έγκειται στο σημείο ότι οι εταιρείες που σκοπεύουν να προχωρήσουν σε ΑΞΕ έχουν πιο διευρυμένες επιλογές και τεχνικές από ότι έχουν ακόμα και οι μεγαλύτερες εγχώριες επιχειρήσεις. Οι εταιρείες που επενδύουν κεφάλαια μέσω των ΑΞΕ έχουν πλεονέκτημα έναντι των εγχώριων επιχειρήσεων, διότι έχουν πρόσβαση σε μια σειρά πιθανών στρατηγικών και μπορούν να αναπτύξουν τις δραστηριότητές τους στην πιο αποδοτική για κάθε δραστηριότητα περιοχή του κόσμου. Οι μηχανισμοί που διαθέτει μια πολυεθνική εταιρεία είναι οι ΑΞΕ, οι στρατηγικές συμμαχίες, η μονοπώληση των συστημάτων παραγωγής, η παραχώρηση του δικαιώματος χρήσης τεχνολογιών κ.α. Οι σύγχρονες τεχνολογίες επικοινωνίας και πληροφόρησης και η μονοπωλιακή τους χρήση από μια τέτοια εταιρεία μπορεί να την καταστήσουν κυρίαρχη τόσο επί των εγχώριων, όσο και επί των διεθνών ανταγωνιστών της.

Συμπερασματικά: Όλα τα εμπειρικά αποτελέσματα αποκαλύπτουν ότι για τις ΑΞΕ δεν υπάρχει ενιαία θεωρητική εξήγηση και φαίνεται σε αυτό το σημείο πολύ απίθανο να προκύψει μια τέτοια ενοποιημένη θεωρία. Μετά από όλες αυτές τις διαφορετικές προσπάθειες να εξηγηθεί γιατί πραγματοποιούνται οι ΑΞΕ και το πρωτοποριακό έργο από τον Hymer (1976), το εννοιολογικό πλαίσιο που χρησιμοποιήθηκε μέχρι πολύ πρόσφατα ήταν αυτό που προτείνεται από τον Dunning (1981), το παράδειγμα OLI. (Denisia, 2010).

#### 4.4 ΟΙ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΤΩΝ ΑΞΕ ΣΤΙΣ ΧΩΡΕΣ ΥΠΟΔΟΧΗΣ

Οι Άμεσες Ξένες Επενδύσεις (ΑΞΕ) θεωρούνται στις περισσότερες χώρες ως μια σημαντική συνιστώσα της αναπτυξιακής τους στρατηγικής και οι πολιτικές των εκάστοτε κυβερνήσεων σχεδιάζονται αναλόγως με στόχο την προσέλκυση όλο και μεγαλύτερου όγκου ΑΞΕ. Σημαντικό κίνητρο για αυτό το ενδιαφέρον είναι η εφικτή ύπαρξη διαρροών των ΑΞΕ, μια έννοια που ενσωματώνει το γεγονός ότι οι πολυεθνικές επιχειρήσεις κατέχουν τεχνολογία, η οποία μπορεί να μεταδοθεί σε εγχώριες επιχειρήσεις και να αυξηθεί έτσι το επίπεδο παραγωγικότητάς τους.

Από την πρωτοποριακή εργασία του Caves (1974), ο οποίος μελετά την ύπαρξη διαρροών από τις ΑΞΕ σε Αυστραλία και Καναδά, τα τελευταία χρόνια έχει γίνει μια προσπάθεια να αυξηθεί η γνώση σχετικά με τους παράγοντες που προσδιορίζουν την ύπαρξη, το πρόσημο και το μέγεθος των διαρροών ΑΞΕ. Ίσως το πιο σημαντικό συμπέρασμα το οποίο μπορούμε να εξάγουμε από τις υπάρχουσες μελέτες είναι ότι πρέπει να συμπληρώσουμε την «παγκόσμια αξιολόγηση» του εάν υπάρχουν ή όχι διαρροές των ΑΞΕ, με λεπτομερή ανάλυση των «διαφορετικών περιστάσεων και πολιτικών των χωρών, βιομηχανιών και επιχειρήσεων που προωθούν ή εμποδίζουν τις διαρροές» (Lipsey, 2002, σελ. 32).

##### 4.4.1 ΑΜΕΣΑ ΚΑΙ ΕΜΜΕΣΑ ΟΦΕΛΗ

Η ικανότητα προσέλκυσης ΑΞΕ θα μπορούσε να αποφέρει τεράστια οφέλη στις χώρες υποδοχής. Οι εισερχόμενες εταιρείες παρέχουν τόσο άμεσα όσο και έμμεσα οφέλη στις οικονομίες των χωρών επένδυσης (Sari, 2016). Τα άμεσα οφέλη από τις ΑΞΕ μπορούν να πάρουν τη μορφή νέων επενδύσεων, παραγωγικής ικανότητας, αύξηση της παραγωγικότητας των εγχώριων επιχειρήσεων εξαιτίας της ζήτησης ενδιάμεσων αγαθών αλλά και ζήτηση εργασίας με άμεση συνέπεια τη μείωση της ανεργίας και τη βιωσιμότητα των ασφαλιστικών ταμείων των χωρών υποδοχής. Οι εξαγωγές συγκαταλέγονται στα άμεσα οφέλη των ΑΞΕ, ενώ αρκετές μελέτες έχουν τονίσει την θετική επίδραση των πολυεθνικών επιχειρήσεων στην εξαγωγική ικανότητα των εγχώριων. Ακολουθώντας τις εξαγωγικές διαδικασίες ξένων επιχειρήσεων (μέσω μίμησης ή σε συγκεκριμένες περιπτώσεις μέσω συνεργασίας), οι εγχώριες επιχειρήσεις ενδέχεται να μειώσουν το κόστος εισόδου

στην ξένη αγορά. Το παραπάνω όφελος δεν έχει μόνο ευνοϊκές επιπτώσεις στην παραγωγική αποτελεσματικότητα των εγχώριων επιχειρήσεων, αλλά μέσω της ενίσχυσης των εξαγωγών αυξάνεται το εθνικό εισόδημα και ενισχύονται η οικονομική ανάπτυξη και τα φορολογικά έσοδα (Takii, 2005).

Πέρα από τα άμεσα οφέλη προκύπτουν και έμμεσα αποτελέσματα στις εγχώριες επιχειρήσεις, τα οποία στη βιβλιογραφία ονομάζονται συχνά διαρροές παραγωγικότητας από τις ΑΞΕ (Görg and Strobl, 2004). Οι ξένες εταιρείες αυξάνουν την ανταγωνιστική πίεση, η οποία παρακινεί τις τοπικές επιχειρήσεις να βελτιώσουν την παραγωγικότητά τους έχοντας ως άμεσο αποτέλεσμα οι εξωτερικές επιδράσεις από εισερχόμενες ΑΞΕ να μην δημιουργούν μόνο κέρδη παραγωγικότητας μέσω της τεχνολογικής προόδου αλλά και να ενισχύεται η αποτελεσματικότητα. Τα παραπάνω μπορούν να πραγματοποιηθούν μέσω δύο υποτιθέμενων καναλιών διαρροής :

- Στο πρώτο κανάλι η παρουσία εισερχόμενων ΑΞΕ μπορεί να υποστηρίξει εγχώριες εταιρείες που εφαρμόζουν ανώτερη τεχνολογία, προκειμένου να μιμηθούν το παραγόμενο προϊόν, που οδηγεί σε επέκταση των τεχνολογικών συνόρων.
- Στο δεύτερο κανάλι οι σημαντικές εισροές ΑΞΕ μπορεί να ενθαρρύνουν τις εγχώριες επιχειρήσεις να ασχοληθούν στον τομέα των βέλτιστων πρακτικών (εταιρείες που δραστηριοποιούνται στα σύνορα), ώστε να επιτευχθεί η βέλτιστη κλίμακα παραγωγής (Sari, 2016).

Έχει ήδη αναφερθεί στην παρούσα εργασία ότι η αύξηση/κέρδη της παραγωγικότητας συχνά συγγέονται με τα τεχνολογικά οφέλη. Οι εταιρείες σε μια αναπτυσσόμενη χώρα υπολείπονται στον τομέα καινοτόμων δυνατοτήτων σε σχέση με τις ξένες εταιρείες, με αποτέλεσμα η παρουσία ξένων επιχειρήσεων να επιταχύνει τη διαδικασία της διάδοσης νέων τεχνολογιών. Έτσι, οι θετικές διαρροές των ΑΞΕ στην αύξηση της παραγωγικότητας αντανακλώνται στην ανοδική μετατόπιση της τεχνολογίας παραγωγής των εγχώριων επιχειρήσεων (Caves, 1971). Αυτό το επιχείρημα είναι συνεπές στην τυπική πρακτική της λειτουργίας παραγωγής, η οποία προϋποθέτει ότι οι εγκαταστάσεις λειτουργούν πλήρως αποτελεσματικά και σε σταθερές επιστροφές στην κλίμακα-CRS (Sari, 2016).

Τα κέρδη της αύξησης της παραγωγικότητας μαζί με την τεχνολογική πρόοδο τείνουν να υποτιμήσουν πολλές φορές τις πραγματικές επιπτώσεις των ΑΞΕ. Η προηγμένη τεχνολογία μπορεί όχι μόνο να δημιουργήσει τεχνολογική πρόοδο αλλά

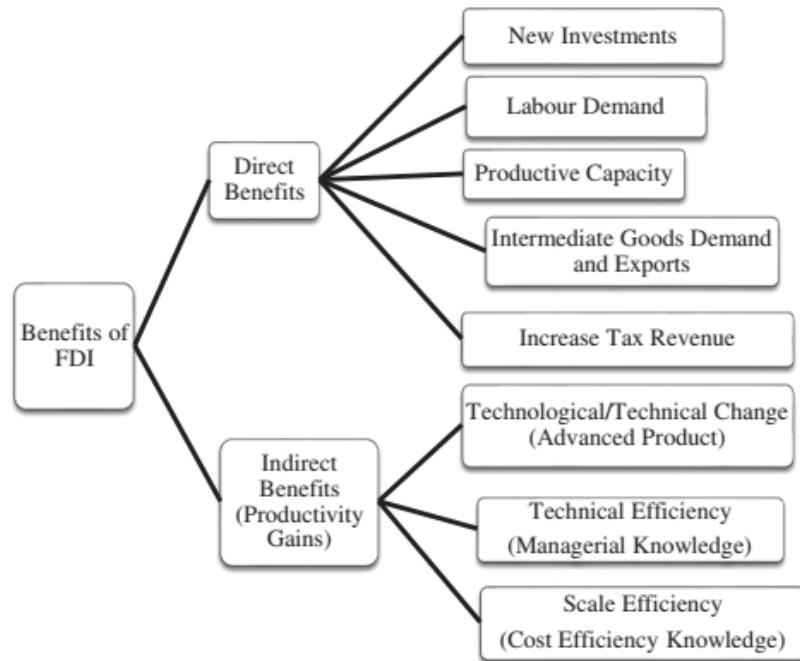


να έχει σημαντικές επιπτώσεις στη διοικητική τεχνογνωσία που θα συμβάλλει στην βελτίωση της τεχνικής απόδοσης και στην αύξηση της απόδοσης κλίμακας. Η προηγμένη διοικητική γνώση από τις ξένες εταιρείες παρέχει στις εγχώριες επιχειρήσεις δεξιότητες που σχετίζονται με τεχνικές αποδοτικότητας. Στη θεωρία της παραγωγής κάθε οικονομική μονάδα για κάθε συνδυασμό εισροών /εκροών λειτουργεί κάτω ή πάνω στα σύνορα παραγωγής (frontiers). Στην πρώτη περίπτωση, η οικονομική μονάδα θεωρείται τεχνικά αναποτελεσματική ενώ στη δεύτερη αντανάκλα κάποιο επίπεδο τεχνικής αποτελεσματικότητας. Με βάση επομένως τη συμπεριφορά των πολυεθνικών επιχειρήσεων, οι τοπικές επιχειρήσεις ενδέχεται να επιτύχουν έναν καλύτερο τέτοιο συνδυασμό εισροών/εκροών και έτσι αυτή η τεχνική αποτελεσματικότητα να αποφέρει την αποφυγή της σπατάλης ή της χαλαρότητας, παράγοντας τόση ποσότητα εξόδου όση επιτρέπει η χρήση εισόδου (Kravtsova and Zelenyuk, 2007).

Επιπλέον, η γνώση σχετικά με την αποδοτικότητα κόστους είναι επίσης ένας σημαντικός παράγοντας για την αποδοτικότητα της κλίμακας. Επειδή κάποιες εταιρείες μπορεί να λειτουργούν κάτω από μεταβλητές επιστροφές κλίμακας (VRS), μπορούν με χρήση συγκεκριμένων πόρων και χωρίς σπατάλη αυτών να επιτύχουν το βέλτιστο επίπεδο στην κλίμακα παραγωγής, οπότε μαθαίνοντας αυτή την συμπεριφορά, οι εγχώριες επιχειρήσεις μπορεί να αυξήσουν την απόδοση στην κλίμακα ή την πρόοδο της αποδοτικότητας κλίμακας (Girma and Görg, 2007).

Τα οφέλη από την ενθάρρυνση των ΑΞΕ, τα οποία αναφέρθηκαν παραπάνω, απεικονίζονται στο Σχήμα 4.1





**Σχήμα 4.1.** Τα οφέλη των ΑΞΕ (Sari 2016, σελ 201).

#### 4.4.2 ΟΡΙΖΟΝΤΙΕΣ ΚΑΙ ΚΑΘΕΤΕΣ ΔΙΑΡΡΟΕΣ

Τα κέρδη της παραγωγικότητας από τις εισερχόμενες ΑΞΕ μπορούν να μεταδοθούν σε δύο μεγάλα κανάλια: διαρροές παραγωγικότητας εντός του ίδιου κλάδου των εταιριών και διαρροές παραγωγικότητας μεταξύ διαφορετικών κλάδων εταιριών(inter-industry)(Javorcik, 2004). Εάν η παρουσία ξένων εταιρειών αυξάνει την παραγωγικότητα στις εγχώριες επιχειρήσεις στον ίδιο κλάδο, αυτές οι διαρροές θεωρούνται ως ενδοβιομηχανικές διαρροές (intra-industry spillovers) ή οριζόντιες διαρροές (horizontal spillovers). Από την άλλη, εάν οι εισερχόμενες ξένες επιχειρήσεις αυξάνουν την παραγωγικότητα σε διάφορους κλάδους της βιομηχανικής παραγωγής τότε έχουμε διακλαδικές διαρροές(inter-industry spillovers) ή κάθετες διαρροές (vertical spillovers).

##### A. Ενδοβιομηχανικές / οριζόντιες διαρροές (inter-industry / horizontal spillovers).

Οι ενδοβιομηχανικές /οριζόντιες διαρροές είναι αποτέλεσμα τριών καναλιών διάχυσης της παραγωγικότητας: της επίδειξης, της κινητικότητας της εργασίας και του ανταγωνισμού. Αναλυτικότερα για το κάθε κανάλι μπορούν να αναφερθούν τα εξής:

## 1) Επίδειξη - Μίμηση

Η επίδειξη (από τις πολυεθνικές εταιρείες) και αντίστοιχα μίμηση (από εγχώριες εταιρείες) είναι ίσως το μεγαλύτερο κανάλι διάχυσης (Wang and Blomström, 1992). Υπάρχει μία ομάδα ερευνητών, οι οποίοι ορίζουν τη μίμηση ως «απορροφητική ικανότητα». Χρησιμοποιώντας τον ορισμό των Narula & Marin (2003), «ο όρος απορροφητική ικανότητα περιλαμβάνει την ικανότητα εσωτερίκευσης της γνώσης που δημιουργείται από άλλους και τροποποίησης της, έτσι ώστε να ταιριάζει με τη δική τους, εφαρμόζοντας αυτή σε συγκεκριμένες εφαρμογές και διαδικασίες» (Narula & Marin, 2003, σ. 23). Η έννοια της απορροφητικής ικανότητας έχει εκφραστεί σε μικροοικονομικό επίπεδο, αλλά και σε μακροοικονομικό επίπεδο. Συνήθως έχει συσχετιστεί με το επίπεδο ανάπτυξης μιας συγκεκριμένης χώρας και ιδιαίτερα με το ανθρώπινο δυναμικό της, δηλαδή οι πολυεθνικές εταιρείες χρησιμοποιούν πιο προηγμένη τεχνολογία σε χώρες και τομείς που το επίπεδο του εξειδικευμένου εργατικού δυναμικού είναι υψηλό (Borensztein et.al 1998). Ωστόσο, η έννοια της «απορροφητικής ικανότητας» περιλαμβάνει και άλλους παράγοντες, τους οποίους θα μπορούσαμε να χαρακτηρίσουμε ως «υποδομές υποστήριξης» (support infrastructures). Για παράδειγμα, οι Hermes and Lensink (2003) υποστηρίζουν ότι ένα ανεπτυγμένο χρηματοπιστωτικό σύστημα ενισχύει επιπρόσθετα τις θετικές διαρροές των ΑΞΕ, καθώς αυτό μειώνει τους κινδύνους που υπάρχουν στις επενδύσεις που πραγματοποιούν οι εγχώριες επιχειρήσεις, για να μιμηθούν τις τεχνολογίες των πολυεθνικών εταιριών ή να προχωρήσουν σε αναβάθμιση της εκπαίδευσης και ενίσχυσης των προσόντων του Ανθρώπινου Δυναμικού τους.

Η εισαγωγή νέας τεχνολογίας, με σκοπό την απόκτηση γνώσεων από μια εγχώρια επιχείρηση σε μια δεδομένη αγορά μπορεί να έχει πολύ μεγάλο κόστος και ταυτόχρονα να υπάρχει και ένα πολύ μεγάλο ρίσκο αλλά και αβεβαιότητα για τα αποτελέσματα που πιθανόν να προκύψουν. Επομένως, αν μια τεχνολογία χρησιμοποιηθεί με επιτυχία από μια πολυεθνική εταιρεία, αυτό θα ενθαρρύνει τις εγχώριες επιχειρήσεις να την υιοθετήσουν και το θετικό αποτέλεσμα θα είναι ανάλογο με την ομοιότητα των προϊόντων που παράγονται από τους δύο τύπους επιχειρήσεων. Η παρουσία ξένων επενδύσεων στην εσωτερική αγορά μπορεί να δημιουργήσει αποτελέσματα επιδείξεων (demonstration effects) με δύο τρόπους. Πρώτον, οι εγχώριες επιχειρήσεις μπορούν να υιοθετήσουν απευθείας τεχνολογίες από ξένες εταιρείες, μέσω μίμησης ή αντίστροφης μηχανικής. Με τον

τρόπο αυτό οι τοπικές εταιρείες μπορούν να μάθουν απευθείας από τις ξένες εταιρείες πως προμηθεύονται, παράγουν, πωλούν, διαχειρίζονται και προσαρμόζουν τις νέες τεχνολογίες. Δεύτερον, οι εγχώριες επιχειρήσεις τονώνονται έμμεσα από νέες καινοτομίες και από τον τομέα Έρευνας και Ανάπτυξης (E&A). Η εμφάνιση καινοτόμων προϊόντων μέσω των εταιρειών από τις ΑΞΕ στη χώρα υποδοχής μπορεί να ενθαρρύνει και να παρακινήσει τα στελέχη των τοπικών εταιριών, που ασχολούνται με τον τομέα Έρευνας και Ανάπτυξης, να δοθεί περαιτέρω έμφαση στην καινοτομία και στην εφεύρεση. Επομένως, οι εγχώριες επιχειρήσεις μπορούν να αναβαθμίσουν το επίπεδο των διαχειριστικών δεξιοτήτων και της τεχνολογίας παραγωγής, με στόχο την αύξηση της παραγωγικότητας (Das, 1987).

## 2) Κινητικότητα Εργατικού Δυναμικού

Ένα άλλο κανάλι το οποίο σχετίζεται με την διάχυση της παραγωγικότητας των ΑΞΕ αφορά την κινητικότητα του εργατικού δυναμικού. Οι πολυεθνικές εταιρείες διαδραματίζουν πιο ενεργό ρόλο από τις εγχώριες επιχειρήσεις στην εκπαίδευση και την κατάρτιση ντόπιων εργαζομένων. Μέσω αυτής της εκπαίδευσης και των επακόλουθων εργασιακών εμπειριών, οι εργαζόμενοι εξοικειώνονται με την τεχνολογία και τις τεχνικές παραγωγής των ξένων εταιρειών. Η δυνατότητα των εγχώριων επιχειρήσεων να προσλαμβάνουν εργαζόμενους, οι οποίοι, έχοντας προηγουμένως εργαστεί σε μια ξένη εταιρία, γνωρίζουν την τεχνολογία και είναι σε θέση να την εφαρμόσουν στην εγχώρια εταιρεία, έχει ως αποτέλεσμα τη διασπορά της παραγωγικότητας, όταν οι εκπαιδευμένοι εργαζόμενοι μετακομίζουν σε εγχώριες επιχειρήσεις ή ιδρύουν δικές τους (Fosfuri et al. 2001).

Μπορούν να προσδιοριστούν και άλλοι παράγοντες που καθορίζουν την ύπαρξη διαρροών ΑΞΕ από το μοντέλο των Fosfuri et al. (2001) και οι οποίοι έχουν σχέση με το εργατικό δυναμικό. Ένας τέτοιος παράγοντας είναι το είδος της εκπαίδευσης που λαμβάνουν οι εργαζόμενοι σε πολυεθνικές επιχειρήσεις. Εάν έχουν λάβει εκπαίδευση σε μια τεχνολογία πιο συγκεκριμένη για την επιχείρηση, οι τοπικές επιχειρήσεις έχουν μικρότερο πλεονέκτημα όσον αφορά στην απόκτηση αυτής της τεχνολογίας, καθώς είναι πιο δαπανηρή η προσαρμογή της στη δική τους παραγωγική διαδικασία. Ένας άλλος παράγοντας συνδέεται με τη διάρκεια των συμβάσεων εργασίας ή και την ύπαρξη περιορισμών στην κινητικότητα των εργαζομένων. Και οι δύο πτυχές μπορεί να περιορίσουν την μετακίνηση εργαζομένων από πολυεθνικές επιχειρήσεις σε εγχώριες επιχειρήσεις και κατά συνέπεια την εμφάνιση διαρροών μέσω του καναλιού κινητικότητας του εργατικού δυναμικού (Fosfuri et al. 2001).

Στο πλαίσιο του καναλιού κινητικότητας του εργατικού δυναμικού, επιτυγχάνεται χαμηλότερο επίπεδο διαρροών σε λιγότερο ανεπτυγμένες χώρες, όπου η διαφορά μισθών είναι συνήθως υψηλότερη. Έτσι οι πολυεθνικές εταιρείες πληρώνουν υψηλότερους μισθούς από τις εγχώριες επιχειρήσεις, ώστε να καταστεί πιο δύσκολη η μετακίνηση εργαζομένων από πολυεθνικές σε εγχώριες επιχειρήσεις (Lipsey and Sjöholm, 2005).

Ωστόσο, είναι σημαντικό να επισημανθεί και η ύπαρξη πιθανών αρνητικών επιπτώσεων που θα προκύψουν από αυτό κανάλι, καθώς οι πολυεθνικές μπορούν να προσελκύουν τους καλύτερους εργαζόμενους από εγχώριες επιχειρήσεις προσφέροντας υψηλότερες αμοιβές. Η επίδραση αυτής της κινητικότητας του εργατικού δυναμικού ως προς την αποτελεσματικότητα των τοπικών επιχειρήσεων είναι δύσκολο να εκτιμηθεί, καθώς περιλαμβάνει την παρακολούθηση των εργαζομένων, προκειμένου να διερευνηθεί ο αντίκτυπός τους στην παραγωγικότητα των άλλων εργαζομένων. Δεν αποτελεί έκπληξη το γεγονός ότι υπάρχει έλλειψη λεπτομερών μελετών σε σχέση με αυτή την συγκεκριμένη άποψη (Saggi, 2002).

### 3) Ανταγωνισμός

Ο αυξημένος ανταγωνισμός που προκαλείται από τις πολυεθνικές επιχειρήσεις είναι ένας επιπλέον σημαντικός καθοριστικός παράγοντας διάχυσης των ΑΞΕ (Wang and Blomström, 1992). Οι ξένες εταιρείες που εισέρχονται σε μια αγορά ενδέχεται να αυξήσουν τον ανταγωνισμό και να αναγκάσουν τις τοπικές εταιρείες να γίνουν πιο αποτελεσματικές, για να υπερασπιστούν το δικό τους μερίδιο που είχαν μέχρι πρότινος. Αυτό αποτελεί ένα ισχυρό κίνητρο για τις τελευταίες να αξιοποιήσουν στον μέγιστο δυνατό βαθμό τους πόρους και την τεχνολογία που διαθέτουν αλλά και να προχωρήσουν ένα βήμα πιο πέρα στην υιοθέτηση νέων τεχνολογιών. Εφόσον οι ξένες εταιρείες εξυπηρετούν και τις αγορές της χώρας υποδοχής, καθώς τα ξένα και εγχώρια προϊόντα είναι υποκατάστατα, η παρουσία ξένων εταιριών σε μια εγχώρια αγορά θα αυξήσει τον ανταγωνισμό.

Ωστόσο, η αποτελεσματικότητα των εγχώριων επιχειρήσεων μπορεί επίσης να επηρεαστεί αρνητικά μέσω αυτού του καναλιού, καθώς η παρουσία πολυεθνικών επιχειρήσεων μπορεί να συνεπάγεται σημαντικές απώλειες των μεριδίων αγοράς τους, με αποτέλεσμα να αναγκαστούν να λειτουργούν σε φθίνουσες αποδόσεις κλίμακας με άμεση συνέπεια την αύξηση του μέσου κόστους της παραγωγής (Aitken & Harrison, 1999). Ο ανταγωνισμός μπορεί επίσης να περιορίσει την ισχύ

της εγχώριων επιχειρήσεων στην τοπική αγορά. Όταν τα αποτελέσματα του κέρδους είναι μεγαλύτερα από τα αποτελέσματα της αποδοτικότητας, ο ανταγωνισμός από ξένες εταιρείες μπορεί να οδηγήσει σε αρνητικό αποτέλεσμα τις εγχώριες επιχειρήσεις. Η είσοδος ξένων επιχειρήσεων στις εγχώριες αγορές μειώνει τις πωλήσεις των εγχώριων εταιρειών, οδηγεί στην έξοδο ορισμένων εγχώριων επιχειρήσεων και επαναφέρει τις πωλήσεις των υπόλοιπων επιχειρήσεων στο μηδενικό επίπεδο κέρδους (Markusen and Venables, 1999).

Το μέγεθος των εγχώριων επιχειρήσεων έχει, επίσης, συνδεθεί με την ικανότητά τους να αποκτήσουν τα οφέλη που σχετίζονται με την παρουσία ξένων επενδύσεων. Μικρές επιχειρήσεις (όσον αφορά την απασχόληση ή την παραγωγή) μπορεί να είναι λιγότερο ικανές να ανταγωνιστούν τις πολυεθνικές εταιρείες και να υποστούν σημαντικές απώλειες (Aitken & Harrison, 1999). Επιπλέον, τέτοιες επιχειρήσεις μπορεί να μην έχουν επαρκή κλίμακα παραγωγής για να μιμηθούν ορισμένες από τις τεχνολογίες που εισήγαγαν οι πολυεθνικές επιχειρήσεις. Επομένως, ένα πρώτο συμπέρασμα είναι ότι οι μεγαλύτερες επιχειρήσεις είναι δυνατόν να επωφεληθούν περισσότερο από την παρουσία ξένων εταιρειών. Στο μοντέλο που προτείνεται από τους Wang and Blomström (1992), εάν οι πολυεθνικές επιχειρήσεις αντιμετωπίσουν ισχυρότερο τον ανταγωνισμό στην τοπική αγορά, θα αναγκαστούν να χρησιμοποιήσουν πιο προηγμένη τεχνολογία, προκειμένου να εξασφαλίσουν το μερίδιο αγοράς τους. Σε μια τέτοια περίπτωση, οι διαρροές των ΑΞΕ αναμένεται να αυξηθούν, ενώ παράλληλα θα υπάρχει και αύξηση του ανταγωνισμού στην τοπική αγορά. Ωστόσο, το υψηλό επίπεδο ανταγωνισμού μπορεί να οδηγήσει τις πολυεθνικές εταιρείες να προστατεύουν το τεχνολογικό τους πλεονέκτημα με πιο ενεργό τρόπο, όπως για παράδειγμα, στο μοντέλο των Fosfuri et al. (2001).

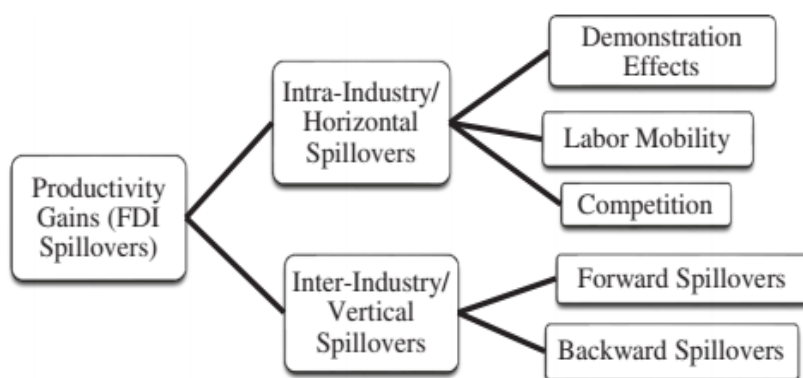
## **B. Διακλαδικές / κάθετες διαρροές (inter-industry / vertical spillovers).**

Αυτή η περίπτωση αφορά τις σχέσεις που οι εγχώριες επιχειρήσεις θεμελιώνουν σε τοπικό επίπεδο αγορών, ως προμηθευτές των πολυεθνικών εταιριών (backward links) ή πελάτες ενδιάμεσων προϊόντων (forward links) (Rodriguez-Clare (1996). Στις διακλαδικές /κάθετες διαρροές η μεταφορά τεχνολογίας μπορεί να προκύψει μέσω δύο κατευθύνσεων σύνδεσης, προς τα πίσω (από αγοραστή σε προμηθευτή - Forward Spillovers) και προώθησης (από προμηθευτή σε αγοραστή- Backward Spillovers). Ένα κανάλι κάθετων διαρροών θα υπάρχει, όταν οι θυγατρικές

εταιρίες έχουν ήδη εμπορικούς δεσμούς με εταιρίες στις χώρες υποδοχής ή πρόκειται να αποκτήσουν μελλοντικά (Rodriguez-Clare, 1996).

Οι εταιρίες των ΑΞΕ απαιτούν ενδιάμεσες εισροές με ένα συγκεκριμένο πρότυπο ποιότητας, το οποίο είναι συνήθως υψηλότερο από το εγχώριο πρότυπο. Οι πολυεθνικές μπορεί να θεωρούν κερδοφόρα την ανάπτυξη τοπικών δικτύων προμηθευτών και να συμβάλουν στη βελτίωση των επιδόσεων αυτών των δικτύων παρέχοντας πληροφορίες που σχετίζονται με προηγμένη τεχνολογία, τεχνική βοήθεια, και άλλες υπηρεσίες σε τοπικούς προμηθευτές. Σε ορισμένες περιπτώσεις, θυγατρικές μπορούν επίσης να παρέχουν τεχνική και διαχειριστική εκπαίδευση σε εγχώριους προμηθευτές, για να διασφαλιστεί ότι οι εισροές πληρούν τις δικές τους απαιτήσεις. Αυτή η ζήτηση αναγκάζει τους εγχώριους προμηθευτές να αυξάνουν την αποτελεσματικότητά τους και να βελτιώνουν της παραγωγικότητάς τους. Οι πολυεθνικές εταιρίες ενδέχεται να παρέχουν υπηρεσίες σε τοπικούς πελάτες που αγοράζουν τα προϊόντα τους για χρήση εισροών (Javorcik, 2004).

Οι διαρροές των ΑΞΕ, οι οποίες αναφέρθηκαν παραπάνω, απεικονίζονται στο Σχήμα 4.2.



**Σχήμα 4.2.** Οι διαρροές των ΑΞΕ (Sari 2016, σελ 201).

#### 4.4 ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ

Υπάρχει ένας μεγάλος και αυξανόμενος αριθμός μελετών που αναλύουν την επίδραση στην παραγωγικότητα μέσω των ΑΞΕ σε επίπεδο επιχειρήσεων (DMUs), για μια συγκεκριμένη χώρα, όπου χρησιμοποιούνται είτε παραμετρικές είτε μη παραμετρικές προσεγγίσεις. Αντιθέτως, υπάρχει ένας πολύ μικρότερος αριθμός εργασιών που εξετάζει τον αντίκτυπο των ΑΞΕ στην οικονομική ανάπτυξη σε εθνικό



επίπεδο με αυστηρή εφαρμογή οικονομετρικού πλαισίου. Οι μελέτες, όμως, αυτές αφορούν κάθε φορά μια χώρα. Μια άλλη κατηγορία εργασιών διερευνά τις αποδόσεις μεταξύ χωρών έχοντας ως βασική εκροή το Ακαθάριστο Εγχώριο Προϊόν (ΑΕΠ) και εύρεση αξιόπιστων μοντέλων που συμπεριλαμβάνουν διάφορες μεταβλητές, όπως το μετοχικό και το ανθρώπινο κεφάλαιο, την έρευνα – καινοτομία, τις εμπορικές συναλλαγές, περιβαλλοντικούς παράγοντες, πολιτισμικά χαρακτηριστικά, διαφθορά και άλλα. Είναι όμως εκπληκτικά πολύ μικρός ο αριθμός των εργασιών σε έγκριτα επιστημονικά περιοδικά που διερευνά μεμονωμένα τις επιπτώσεις των ΑΞΕ στην αύξηση της παραγωγικότητας και τις συνιστώσες αυτής, χρησιμοποιώντας είτε στοχαστική (SFA), είτε μη παραμετρική (DEA) προσέγγιση.

Η δυνατότητα σύγκρισης της παραγωγικότητας των χωρών με μοντέλα DEA προτάθηκε για πρώτη φορά από τους Caves et al.(1982), όπου έγινε σύγκριση επιχειρήσεων κοινής ωφέλειας από διαφορετικές χώρες.

**1.** Η εργασία των Färe et al. (1994) αναλύει την αύξηση της παραγωγικότητας σε 17 χώρες του ΟΟΣΑ για την περίοδο 1979-1988. Με τη μη παραμετρική μέθοδο προγραμματισμού και την ανάλυση του δείκτη παραγωγικότητας Malmquist σε τεχνική αλλαγή και αλλαγή απόδοσης, μεταβλητές το μετοχικό κεφάλαιο και συνολική απασχόληση (εισορές), και μια εκροή το ΑΕΠ υπολογίζουν την αύξηση της παραγωγικότητας των χωρών αυτών.

**2.** Η μελέτη των Taskin and Zaim (1997) χρησιμοποιεί την ίδια μεθοδολογία ως προς τις μεταβλητές με αυτή των Färe et al. (1994) για 23 χώρες (10 υψηλού εισοδήματος και 13 χαμηλού) τη περίοδο 1975-1990. Η μελέτη χρησιμοποιεί μια παραλλαγή του δείκτη παραγωγικότητας Malmquist που υπολογίστηκε με μη παραμετρικές τεχνικές γραμμικού προγραμματισμού και τα αποτελέσματα δείχνουν ότι οι χώρες με χαμηλά επίπεδα αρχικού κατά κεφαλήν εισοδήματος αυξάνουν την παραγωγικότητά τους με ταχύτερο ρυθμό σε σχέση με χώρες που έχουν σχετικά υψηλό εισόδημα.

**3.** Οι Maudos et al. (1999) μελέτησαν για την περίοδο 1975-1990 ένα δείγμα με όλα τα μέλη των χωρών του ΟΟΣΑ και μεταβλητές το ΑΕΠ (ως μοναδική έξοδο), και εισροές τη συνολική απασχόληση, το συνολικό απόθεμα κεφαλαίου και τέλος το απόθεμα ανθρώπινου κεφαλαίου (μια μεταβλητή που λαμβάνει υπόψη τον αριθμό ετών εκπαίδευσης του πληθυσμού). Για την εκτίμηση της συνολικής παραγωγικότητας των συντελεστών με τον δείκτη Malmquist και την αποδόμηση του

TFP σε τεχνική αλλαγή και αλλαγή αποδοτικότητας, αποδείχθηκε ότι η μέτρηση της αύξησης του TFP επιβεβαίωσε την σημασία του ανθρώπινου κεφαλαίου.

4. Σε συνέχεια προηγούμενης μελέτης τους, Taskin and Zaim (2000) σε ένα δείγμα 25 χωρών για το διάστημα 1980-1990, μελετούν τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις της παραγωγικότητας των χωρών από μειώσεις των ρύπων. Εφαρμόζοντας ένα DEA-CRS μοντέλο με δύο μεταβλητές εργασία και μετοχικό κεφάλαιο και διπλή έξοδο το ΑΕΠ και τις συνολικές εκπομπές ρύπων (επιθυμητή & μη επιθυμητή) εκτιμούν την επίπτωση της αποτελεσματικότητας από τις μειώσεις των εκπομπών αυτών.

5. Οι Kumar and Russell (2002) με στοιχεία για τρεις μακροοικονομικές μεταβλητές, τη συνολική παραγωγή των χωρών (ΑΕΠ), την απασχόληση και το κεφάλαιο, στο μοντέλο χρησιμοποιούν ως είσοδο το κεφάλαιο ανά εργαζόμενο και ως έξοδο την παραγωγή ανά εργαζόμενο. Μελετώντας ένα δείγμα 57 χωρών την περίοδο 1965-1990 υπολογίζουν τα παγκόσμια σύνορα παραγωγής και την αποδόμηση (decomposition) της αύξησης της παραγωγικότητας της εργασίας σε τρία στοιχεία: την τεχνολογική αλλαγή, την τεχνολογική κάλυψη και τη συσσώρευση κεφαλαίου. Τα αποτελέσματα δηλώνουν ότι η αύξηση αυτή οφείλεται κυρίως στην αύξηση της αναλογίας του κεφαλαίου ως προς την εργασία (capital deepening).

6. Ανάλυση της αποδοτικότητας 17 βιομηχανικών χωρών (μελών του ΟΟΣΑ) την περίοδο 1983 -1988 ερευνά ο Emrouznejad (2003). Με τη χρήση του κλασικού και δυναμικού μοντέλου DEA επιβεβαιώνονται άλλες μελέτες (που αναφέρονται στην παρούσα ανασκόπηση) οι οποίες διαπιστώνουν διαφορετικές προσεγγίσεις. Η σύγκριση των αποτελεσμάτων δείχνει ότι τα κλασικά μοντέλα αγνοούν τον σημαντικό παράγοντα του κεφαλαίου, ενώ τα δυναμικά μοντέλα αποδεικνύουν ότι η αποτελεσματικότητα αυξάνεται, όταν το απόθεμα κεφαλαίου αυξάνεται, ένα συμπέρασμα το οποίο φαίνεται λογικό καθώς το απόθεμα κεφαλαίου έχει επιπτώσεις που εμφανίζονται σε βάθος χρόνου.

7. Οι Färe et al. (2004) σε δείγμα 17 χωρών του ΟΟΣΑ για το έτος 1990 μελετούν τις περιβαλλοντικές επιδόσεις. Χρησιμοποιώντας τεχνική της DEA και εισαγωγή μη επιθυμητών εξόδων και εισόδους το κεφαλαιακό απόθεμα, την εργασία και τις εκπομπές από την κατανάλωση ενέργειας εκτιμούν την αναλογία των επιθυμητών εξόδων προς τις ανεπιθύμητες εξόδους.



**8.** Οι Hederson and Russell (2005), σε συνέχεια της μελέτης των Kumar and Russell (2002), χρησιμοποιώντας 52 από τις 57 χώρες, την ίδια περίοδο, ενσωματώνουν μια επιπλέον εισροή, αυτή του ανθρώπινου κεφαλαίου στις υπάρχουσες, που είναι η εργασία και το φυσικό κεφάλαιο. Εφαρμόζοντας μεθοδολογία DEA (CRS-model) γίνεται τετραμερή αποσύνθεση της αύξησης της παραγωγικότητας στην αλλαγή αποδοτικότητας, την τεχνολογική αλλαγή, την εμβάθυνση του κεφαλαίου (αύξηση του λόγου κεφαλαίου-εργασίας) και τη συσσώρευση ανθρώπινου κεφαλαίου, καταλήγοντας στο συμπέρασμα ότι η αύξηση της παραγωγικής αποτελεσματικότητας οφείλεται κατά το ένα τρίτο στο ανθρώπινο κεφάλαιο.

**9.** Στην μελέτη των Timmer and Los (2005) χρησιμοποιούνται δυο είδη εισροών (κεφάλαιο και εργασία) για δύο τομείς, την γεωργία και τη βιομηχανία και μια παραγωγή, το ΑΕΠ, για ένα δείγμα 40 χωρών (23 μεσαίου εισοδήματος και 17 χαμηλού εισοδήματος) την περίοδο 1970 - 1992. Το μοντέλο που χρησιμοποιείται γίνεται απλούστερο με μια είσοδο (την αναλογία κεφαλαίου - εργασίας) και μια έξοδο (την αναλογία ΑΕΠ - εργασίας). Οι μη παραμετρικές προσεγγίσεις με DEA-CRS υπέδειξαν πως η αύξηση της έντασης του κεφαλαίου (capital intensity) αποτελεί προϋπόθεση για την αύξηση της παραγωγικότητας κυρίως στο μεταποιητικό τομέα από ότι στην γεωργία.

**10.** Οι Zhou et al. (2007), χρησιμοποιώντας ένα μη ακτινικό δείκτη Malmquist, μοντελοποίησαν τις περιβαλλοντικές επιδόσεις 26 χωρών του ΟΟΣΑ κατά την περίοδο 1995-1997. Με δύο μόνο εισροές, το εργατικό δυναμικό και την πρώτου βαθμού κατανάλωση ενέργειας, και εκροές το ΑΕΠ και λαμβάνοντας υπόψη ένα μη επιθυμητό σύνολο των ρύπων (CO<sub>2</sub>, SO<sub>x</sub>, NO<sub>x</sub> & CO) η προσέγγιση έδειξε βελτίωση των περιβαλλοντικών επιδόσεων των χωρών.

**11.** Μια πολλαπλή μοντελοποίηση επιχειρούν οι Lozano and Gutierrez (2008) σε ένα δείγμα 28 χωρών κατά την περίοδο 1990-2004, οι περισσότερες εκ των οποίων αναφέρονται και στο Πρωτόκολλο του Κιότο. Σε ένα από τα μοντέλα της έρευνας με εφαρμογή της DEA επιχειρείται η μεγιστοποίηση του ΑΕΠ σε σχέση με τον πληθυσμό της κάθε χώρας (μοναδική εισροή) και δύο ανεπιθύμητων εξόδων (την κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας και των αερίων του θερμοκηπίου).

**12.** Στην μελέτη τους οι Halkos and Tzeremes (2010) χρησιμοποιούν για πρώτη φορά μη παραμετρικές μεθόδους, για να διερευνήσουν τη σχέση μεταξύ της οικονομικής παραγωγικότητας και της διαφθοράς των χωρών. Σε ένα δείγμα 79 χωρών

(προηγμένων, αναπτυσσόμενων και αναπτυγμένων) κατά την περίοδο 2000-2006 με μια εισροή το συνολικό εργατικό δυναμικό και το εργατικό δυναμικό της γεωργίας, δεύτερη εισροή τον ακαθάριστο σχηματισμό κεφαλαίου (gross capital formation) και εκροή την οικονομική αποτελεσματικότητα, εφαρμόζοντας μια παραλλαγή της μεθόδου DEA ενώ στο υπόλοιπο της μελέτης εφαρμόζουν οικονομετρικές τεχνικές, διαπιστώνουν μια σχέση καμπύλης σχήματος 'U' μεταξύ του δείκτη της διαφθοράς CPI και της οικονομικής απόδοσης των χωρών.

**13.** Οι Emrouznejad and Thanassoulis (2010) για την προσέγγιση της παραγωγικότητας υπολογίζουν δυο διαφορετικούς δείκτες Malmquist με χρήση DEA, για ένα σύνολο 17 βιομηχανικών χωρών. Ως μέτρο της συνολικής παραγωγής είναι το ΑΕΠ, ενώ το απόθεμα κεφαλαίου και η απασχόληση είναι τα συγκεντρωτικά στοιχεία εισροών. Για την περίοδο 1977-1988 εντοπίζονται σημαντικές διαφορές στα αποτελέσματα ανάμεσα στον παραδοσιακό και τον δυναμικό δείκτη Malmquist (ο οποίος εισήχθη από τους ίδιους συγγραφείς σε προηγούμενη εργασία τους) και συγκεκριμένα η κλασική προσέγγιση αγνοεί τον παράγοντα του κεφαλαίου σε αντίθεση με τον δυναμικό δείκτη, όπου υπάρχει μια ισχυρή θετική σχέση.

**14.** Την επίδραση των επιπέδων κατανάλωσης ανανεώσιμων πηγών ενέργειας των χωρών στην οικονομική ανάπτυξη διερευνούν για πρώτη φορά οι Halkos and Tzeremes (2013a) σε δείγμα 25 Ευρωπαϊκών χωρών για το έτος 2010. Για τον υπολογισμό των μη παραμετρικών εκτιμητών(ως προς CRS και VRS) πραγματοποιείται DEA δυο σταδίων, με δυο και τρεις εισόδους αντίστοιχα, δηλαδή το συνολικό εργατικό δυναμικό, το απόθεμα κεφαλαίου και η ποσότητα κατανάλωσης ενέργειας, και μια έξοδο, δηλαδή το ΑΕΠ των χωρών. Συμπερασματικά, υπάρχουν στοιχεία που υποστηρίζουν την υπόθεση της ανάπτυξης και συγκεκριμένα για χαμηλότερα επίπεδα κατανάλωσης ενέργειας το αποτέλεσμα είναι θετικό, για μεσαία επίπεδα κατανάλωσης, το αποτέλεσμα γίνεται αρνητικό, ενώ για υψηλότερα επίπεδα κατανάλωσης ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, η επίδραση στην οικονομική απόδοση των χωρών σταδιακά μετατρέπεται από ουδέτερη σε θετική.

**15.** Μια μη γραμμική σχέση μεταξύ του ανθρώπινου κεφαλαίου των χωρών, της τεχνολογικής αλλαγής και των επιπέδων αποτελεσματικότητας είναι τα αποτελέσματα από τη μη παραμετρική ανάλυση που αναλύει ο Tzeremes (2014) σε ένα δείγμα 123 χωρών κατά την περίοδο 1970-2011. Για την ανάλυση χρησιμοποιεί

ως εισροές το απόθεμα κεφαλαίου και το εργατικό δυναμικό, ενώ η παραγωγή είναι το ΑΕΠ και η εξωτερική μεταβλητή που επηρεάζει τη διαδικασία παραγωγής των χωρών είναι το ανθρώπινο κεφάλαιο. Τα συνολικά αποτελέσματα αποκαλύπτουν ότι το ανθρώπινο κεφάλαιο αφενός προκαλεί την επιτάχυνση των τεχνολογικών αλλαγών των χωρών και αφετέρου επηρεάζει τα επίπεδα αποτελεσματικότητάς τους. Τα αποτελέσματα για τις ανεπτυγμένες οικονομίες αποκαλύπτουν μια ανεστραμμένη σχέση σχήματος U μεταξύ του ανθρώπινου κεφαλαίου και της τεχνολογικής αλλαγής των χωρών, εύρημα το οποίο δεν επιβεβαιώνεται για τις αναπτυσσόμενες οικονομίες.

**16.** Την επίδραση του αριθμού των ανθρωπογενών και φυσικών καταστροφών στα επίπεδα παραγωγικής απόδοσης των χωρών σε ένα πλήρως μη παραμετρικό πλαίσιο εξετάζει για πρώτη φορά η μελέτη των Halkos et al. (2015) σε ένα δείγμα 137 χωρών κατά την περίοδο 1980–2011. Συγκεκριμένα, με τη μεθοδολογική προσέγγιση των Bădin et. al (2012), τα εμπειρικά ευρήματα υποδηλώνουν ότι η σχέση είναι μη γραμμική και σχηματίζει ένα ανεστραμμένο σχήμα ‘U’ τόσο με την τεχνολογική αλλαγή των χωρών όσο και με την τεχνολογική κάλυψη. Επιπλέον, τα αποτελέσματα υποδεικνύουν ότι ένας μικρότερος αριθμός περιστατικών καταστροφών έχει θετική επίδραση στις τεχνολογικές αλλαγές και την τεχνολογική κάλυψη των χωρών, αλλά μετά από ένα συγκεκριμένο αριθμό αυτών, το αποτέλεσμα γίνεται αρνητικό επηρεάζοντας τους παραγωγικούς παράγοντες των χωρών.

**17.** Οι Chodakowska and Nazarko (2017) αξιολογούν την απόδοση 24 ευρωπαϊκών χωρών κατά το έτος 2013. Ως εισροές χρησιμοποιούνται το εργατικό δυναμικό και η κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας, το ΑΕΠ είναι επιθυμητή παραγωγή, ενώ οι εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα (CO<sub>2</sub>) επιλέχθηκαν ως ανεπιθύμητη παραγωγή. Εφαρμόζεται το μοντέλο της περιβαλλοντικής DEA (δύο είσοδοι- δυο έξοδοι) και το κλασικό μοντέλο DEA (τρεις είσοδοι - μια έξοδος), όπου αντίστοιχα η πρώτη αξιολογεί πιο αυστηρά την απόδοση των υπό μελέτη χωρών. Σύμφωνα με τα ληφθέντα αποτελέσματα, οι ευρωπαϊκές χώρες παρουσιάζουν μεγάλη διαφοροποίηση όσον αφορά στην αποτελεσματικότητα των περιβαλλοντικών τους επιδόσεων, με την μέση απόδοση να είναι χαμηλή, και ταυτόχρονα να προκύπτει μια γραμμική σχέση μεταξύ του ΑΕΠ και των υπολοίπων μεταβλητών.

**18.** Ο Tzeremes (2019) χρησιμοποίησε ένα δείγμα από 16 χώρες της Λατινικής Αμερικής κατά την περίοδο 1950-2014, για να υπολογίσει (σε μια από τις λίγες

μελέτες που έχουν γίνει) τις επιπτώσεις των εξαγωγών στην απόδοση παραγωγής. Με τρεις συνολικά μεταβλητές, δύο εισροές (απόθεμα κεφαλαίου και συνολικό αριθμό εργατικού δυναμικού), μία εκροή το πραγματικό ΑΕΠ των χωρών, και εισάγοντας ένα δείκτη που εκφράζει την εξαγωγική δραστηριότητα των χωρών, η μη παραμετρική προσέγγιση DEA των συνόρων προσδιόρισε τη μη γραμμική σχέση των εξαγωγών και της παραγωγικής αποτελεσματικότητας. Πιο συγκεκριμένα, η σχέση εξαγωγής-τεχνολογικής αλλαγής παρουσιάζει μια σχέση σχήματος ‘U’, ενώ η σχέση εξαγωγής-τεχνολογικής κάλυψης παρουσιάζει μια σχέση ανεστραμμένου σχήματος ‘U’.

Η παραπάνω επισκόπηση της βιβλιογραφίας η οποία αφορά στη μέτρηση της αποτελεσματικής παραγωγικότητας των χωρών με χρήση της μη παραμετρικής προσέγγισης DEA συνοψίζεται στον παρακάτω πίνακα:

<b>ΕΡΕΥΝΑ</b>	<b>ΔΕΙΓΜΑ (ΧΩΡΕΣ/ ΠΕΡΙΟΔΟΣ)</b>	<b>DEA model</b>	<b>ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ</b>
1. Färe et al. (1994).	17 χώρες ΟΟΣΑ– (1965-1990)	DEA (Malmquist)	Υπολογισμός της αύξησης της παραγωγικότητας.
2. Taskin and Zaim (1997)	23 χώρες- (1975-1990)	DEA (Malmquist)	Σύγκριση Παραγωγικότητας μεταξύ χαμηλού και υψηλού εισοδήματος χωρών.
3. Maudos et al. (1999)	Όλες οι χώρες του ΟΟΣΑ(1975-1990)	DEA (Malmquist)	Θετική σχέση του TFP με το Ανθρώπινο Κεφάλαιο
4.vZaim and Taskin (2000)	25 χώρες ΟΟΣΑ (1980-1990)	DEA(CRS model)	Παραγωγικότητα των χωρών σε σχέση με την μείωση των ρύπων.

5. Kumar and Russell (2002)	57 χώρες (1965-1990)	DEA(CRS model)	Η αύξηση της αναλογίας του κεφαλαίου ως προς την εργασία (capital deepening) οδηγεί σε αύξηση της παραγωγικότητας.
6. Emrouznejad (2003)	17 Βιομηχανικές χώρες ΟΟΣΑ(1983-1988)	DEA	Θετική σχέση μεταξύ παραγωγικότητας και αποθέματος μετοχικού κεφαλαίου.
7. Färe et al. (2004)	17 χώρες ΟΟΣΑ (1990)	DEA	Περιβαλλοντική Απόδοση των Χωρών.
8. Hederson and Russell (2005)	52χώρες (1965-1990)	DEA (CRS-model)	Ισχυρή θετική σχέση μεταξύ αύξησης παραγωγικότητας και ανθρώπινου κεφαλαίου.
9. Timmer and Los (2005)	40 Ασιατικές χώρες (1975 -1992)	DEA (CRS-model)	Επίδραση των μεταβολών του κεφαλαίου και της τοπικής καινοτομίας στην παραγωγικότητα (εργασίας)
10. Zhou P, Poh L , Ang (2007)	26 χώρες ΟΟΣΑ – (1995-1997)	DEA (περιβαλλοντική) (Μη ακτινικό δείκτη Malmquist)	Βελτίωση της περιβαλλοντικής απόδοσης.
11.LozanoS, Gutiérrez E (2008)	28 χώρες- (1990-2004)	DEA	Μεγιστοποίηση ΑΕΠ σε σχέση με τις τιμές των υπολοίπων μεταβλητών.
12. Halkos G, Tzeremes N (2010)	79 χώρες (2000-2006)	DEA (VRS-model)	Σχέση μεταξύ της Οικονομικής Αποτελεσματικότητας και της Διαφθοράς των Χωρών.
13. Emrouznejad A, Thanassoulis E (2010)	17 Βιομηχανικές χώρες (1979-1988)	DEA (Κλασσικός & Δυναμικός δείκτης Malmquist)	Ο δυναμικός δείκτης Malmquist έχει θετική σχέση με το απόθεμα μετοχικού κεφαλαίου.

14. Halkos G ,Tzeremes N (2013a)	25 Ευρωπαϊκές χώρες (2010)	DEA (CRS/VRS-model)	Μεικτές επιδράσεις της οικονομικής απόδοσης σε σχέση με την κατανάλωση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας.
15. Tzeremes N(2014)	123 χώρες (1970 -2011)	DEA (VRS-model)	Μη γραμμική σχέση μεταξύ του ανθρώπινου κεφαλαίου, της τεχνολογικής αλλαγής και των επιπέδων αποτελεσματικότητας
16. Halkos et al. (2015)	137 χώρες (1980- 2011)	DEA (VRS-model)	Θετική επίδραση των φυσικών και ανθρωπογενών καταστροφών στην παραγωγική αποτελεσματικότητα των χωρών υπό όρους.
17. Chodakowska and Nazarko (2017)	24 Ευρωπαϊκές χώρες- (2013)	DEA & DEA(περιβαλλοντική)	Παραγωγικότητα Ευρωπαϊκών χωρών σε σχέση με το περιβάλλον.
18. Tzeremes (2019)	16 χώρες Λατινικής Αμερικής (1950-2014)	DEA	Μη γραμμική επίδραση των εξαγωγών στην οικονομική ανάπτυξη των χωρών.

Μετά από ευρεία βιβλιογραφική ανασκόπηση παρουσιάζονται στη συνέχεια οι βασικότερες μελέτες, οι οποίες χρησιμοποιούν τόσο παραμετρικές όσο και μη παραμετρικές μεθοδολογίες, και οι οποίες διερευνούν την επιπτώσεις των ΑΞΕ στην παραγωγική αποτελεσματικότητα των χωρών. Οι μη παραμετρικές προσεγγίσεις είναι σε πλήρη ταύτιση με την παρούσα μελέτη ως προς τη μεθοδολογία και τη χρήση των ίδιων μεταβλητών. Ωστόσο, η βασική διαφορά είναι η χρήση ενός πολύ μεγάλου αριθμού χωρών (σύνολο 152) σε σχέση με αυτές που παρουσιάζονται:

**1.** Η μελέτη της Kravtsova (2008), αφορά εμπειρικά στοιχεία για τον ρόλο των ΑΞΕ στην απόδοση των επιχειρήσεων πέντε χωρών της Κεντρικής και Ανατολικής Ευρώπης την περίοδο έτους 1998. Η εκτίμηση του ορίου παραγωγικότητας έγινε με

την μέθοδο DEA (Input-Oriented/VRS) σε πρώτο στάδιο και στη συνέχεια εφαρμόστηκε τεχνική περικομμένης παλινδρόμησης (truncated regression) σε συνδυασμό με μέθοδο bootstrap για τον υπολογισμό των διαστημάτων εμπιστοσύνης. Χρησιμοποιήθηκαν τρεις εισροές, το μετοχικό κεφάλαιο, ο αριθμός εργαζομένων και τα υλικά, ενώ ως μοναδική εκροή χρησιμοποιήθηκε το σύνολο της παραγωγής των εταιρειών. Τα αποτελέσματα της μελέτης έδειξαν ότι υπάρχει μια συνολική θετική επίδραση από την παρουσία των ξένων επιχειρήσεων στην τεχνική αποτελεσματικότητα των εγχώριων και στις πέντε χώρες. Η ξένη παρουσία μπορεί να χρησιμεύσει ως πηγή γνώσεων για τις εγχώριες εταιρείες και ταυτόχρονα ως ανταγωνιστική δύναμη για αυτές, μειώνοντας όμως τα πλεονάζοντα κέρδη τους, βελτιώνοντας, όμως, την αποτελεσματικότητά τους. Ο στατιστικός έλεγχος όλων των υποθέσεων για την επίδραση των ΑΞΕ έδειξε ότι είναι στατιστικά σημαντικός σε όλα τα μοντέλα που χρησιμοποιήθηκαν.

**2.** Μία διαφορετική μελέτη η οποία προσεγγίζει ένα στοχαστικό σύνορο παραγωγής για 57 αναπτυσσόμενες χώρες κατά την περίοδο 1981-2000 είναι αυτή των Mastromarco and Ghosh (2009). Χρησιμοποιώντας ένα στοχαστικό μοντέλο (SFA) μελετούν τη διερεύνηση των τριών καναλιών που επηρεάζουν ταυτόχρονα την μετατόπιση της τεχνολογίας προς τα σύνορα (frontier), τα οποία είναι το κανάλι των ΑΞΕ, το κανάλι του εισαγόμενου κεφαλαίου και το εισαγόμενο κανάλι Έρευνας και Ανάπτυξης (E&A). Στη συνάρτηση παραγωγής ως εξαρτημένη μεταβλητή θεωρείται το ΑΕΠ των χωρών και ως εξαρτημένες το ανθρώπινο δυναμικό και το εισαγόμενο κεφάλαιο, το οποίο αναλύεται σε τρεις επιμέρους επεξηγηματικές μεταβλητές (τις ΑΞΕ (FDI-inflows), τις εισαγωγές μηχανημάτων & εξοπλισμού, καθώς επίσης και τις ροές επενδύσεων Έρευνας και Ανάπτυξης). Και στο πρώτο στάδιο της μελέτης για την εκτίμηση των συνόρων παραγωγής των χωρών αλλά και στο δεύτερο στάδιο που αφορά στον έλεγχο υποθέσεων προέκυψε ότι το συνολικό ξένο κεφάλαιο έχει θετική εξωτερική επίδραση στην παραγωγικότητα των χωρών.

**3.** Μελετώντας ένα σύνολο 44 χωρών, κατά την διάρκεια της περιόδου 1970-2007(38 έτη) οι Mastromarco and Simar (2015), χρησιμοποιούν μια μη παραμετρική προσέγγιση δύο σταδίων και το απλούστερο μοντέλο παραγωγής με μόνο τρεις μακροοικονομικές μεταβλητές : μια έξοδο η οποία είναι το μέτρο της παραγωγής ως πραγματικό ΑΕΠ, και δυο εισόδους, τον συνολικό αριθμό εργαζομένων των χωρών και τις πραγματικές συνολικές επενδύσεις (FDI –inflows). Στο πρώτο στάδιο εφαρμόζεται η μέθοδος DEA για τον προσδιορισμό εκτίμησης της



παραγωγικότητας(εκτιμητές FDH), με μέτρα προσανατολισμένα στην έξοδο(Output-oriented)και στο δεύτερο στάδιο μια μη παραμετρική παλινδρόμηση. Τα εμπειρικά στοιχεία της μελέτης αποκαλύπτουν ότι οι ΑΞΕ επηρεάζουν την παραγωγικότητα μέσω διαφορετικών καναλιών, αυξάνοντας την αποδοτικότητα και ενισχύοντας τις τεχνολογικές αλλαγές. Τα αποτελέσματα επιβεβαιώνουν ότι η γνώση που ενσωματώνεται μέσω των ΑΞΕ έχει θετικές επιπτώσεις στην παραγωγικότητα των χωρών μέσω της τεχνολογικής αλλαγής και της τεχνολογικής κάλυψης (technological catch-up).

**4.** Οι παραπάνω συγγραφείς Mastromarco and Simar (2018), επανέρχονται με νέα μελέτη, χρησιμοποιώντας τα ίδια δεδομένα για τις ίδιες χώρες και περίοδο. Σε αυτή την νέα μελέτη χρησιμοποιούν διαφορετική μεθοδολογία την FDH (Free Disposal Hull) για τις ίδιες μεταβλητές, όπως και στην προηγούμενη μελέτη τους, με σκοπό την δημιουργία ενός παγκόσμιου συνόρου αλλά και την επίδραση της παγκοσμιοποίησης και της πολιτικής εξωστρέφειας στην παραγωγική διαδικασία των χωρών. Τα ευρήματα αποδεικνύουν ότι ειδικά στις μεσαίες και μεγάλες χώρες οι ΑΞΕ διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο στην εξέλιξη της τεχνολογικής αλλαγής (technological change) και της μετατόπισης των συνόρων. Επιβεβαιώνεται έτσι το θεωρητικό πλαίσιο για αύξηση της παραγωγικότητας και της τόνωσης του ανταγωνισμού.

Η παραπάνω βιβλιογραφική ανασκόπηση μπορεί να αποτυπωθεί στον επόμενο πίνακα:



ΕΡΕΥΝΑ	ΔΕΙΓΜΑ (ΧΩΡΕΣ/ ΠΕΡΙΟΔΟΣ)	ΑΝΕΞΑΡΤΗΤΕΣ ΜΕΤΑΒΛΗΤΕΣ (Inputs)	ΕΞΑΡΤΗΜΕΝΕΣ ΜΕΤΑΒΛΗΤΕΣ (Outputs)	ΜΕΘΟΔ/ΓΙΑ ΜΟΝΤΕΛΟ	ΑΠΟΤΕΛ ΕΣΜΑΤΑ
Kravtsova (2008)	5 Χώρες Αν. Ευρώπης (1998)	1.Κεφάλαιο 2.FDI (inflows) 3. Εργασία 4. Υλικά	Συνολικές Πωλήσεις Εταιρειών	DEA (Input Oriented model) VRS Μοντέλο Banker et al.(1984)	Θετική Επίδραση.
Mastromarco and Ghosh (2009)	57 Αναπτυσσόμενες χώρες (1960-2000)	1.Κεφάλαιο 2.FDI (inflows) 3. Εργασία	ΑΕΠ	SFA	Θετική Επίδραση.
Mastromaro and Simar (2015)	44 Χώρες (26μέλη ΟΟΣΑ&18 Αναπτυσσόμενες) 1970-2007	1.Κεφάλαιο 2.FDI (inflows) 3. Εργασία	ΑΕΠ	DEA (Output Oriented model) FDH	Θετική Επίδραση.
Mastromarco and Simar (2018) (Νέα μελέτη)	44 Χώρες (26 μέλη ΟΟΣΑ &18 Αναπτυσσόμενες) 1970-2007	1.Κεφάλαιο 2.FDI (inflows) 3. Εργασία	ΑΕΠ	FDH	Θετική Επίδραση.

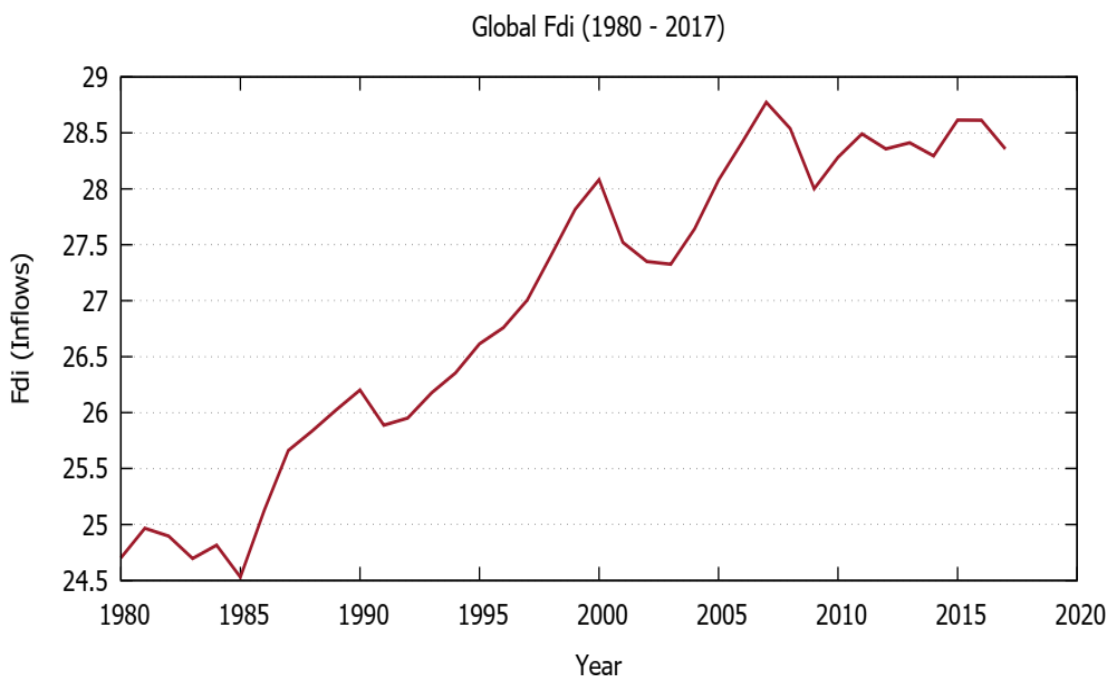
## 5. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ & ΔΕΔΟΜΕΝΑ

### 5.1 ΔΕΔΟΜΕΝΑ & ΜΕΤΑΒΛΗΤΕΣ

Υπάρχουν πολλές πηγές για δεδομένα σχετικά με τις Άμεσες Ξένες Επενδύσεις. Δύο δημοσιεύσεις του Διεθνούς Νομισματικού Ταμείου (IMF) παρέχουν στοιχεία σχετικά με τις καθарές και ακαθάριστες ΑΞΕ των χωρών. Είναι οι Διεθνείς Χρηματοοικονομικές Στατιστικές (International Financial Statistics) και το Στατιστικό Ισοζύγιο Πληρωμών (Balance of Payments Statistics). Επίσης, μια δημοσίευση του ΟΟΣΑ, η Γεωγραφική κατανομή Χρηματοοικονομικών Ροών σε Αναπτυσσόμενες Χώρες (Geographical Distribution of Financial Flows to Developing Countries) υπολογίζει τις ακαθάριστες ΑΞΕ που προέρχονται από χώρες μέλη του ΟΟΣΑ σε αναπτυσσόμενες χώρες. Στην παρούσα εργασία τα δεδομένα για τις ΑΞΕ χρησιμοποιήθηκαν από τη βάση δεδομένων της Παγκόσμιας Τράπεζας (The World Bank / Data). Οι επενδύσεις διακρίνονται στο καθαρό FDI (Net FDI), το οποίο υπολογίζεται από τις συνολικές εισροές κεφαλαίων στις χώρες υποδοχής (FDI – inflows) μείον τις εκροές κεφαλαίων των χωρών αυτών (FDI – outflows), και στο ακαθάριστο FDI (gross FDI), το οποίο περιλαμβάνει μόνο το FDI – inflows. Στην παρούσα εργασία θα χρησιμοποιήσουμε ως μια από τις μεταβλητές εισόδου το FDI – inflows σε τρέχουσες τιμές δολαρίου US (Foreign direct investment, net inflows/ BoP, current US\$). Οι υπόλοιπες μεταβλητές είναι η Εργασία (emp), το Μετοχικό Κεφάλαιο (cn) και το Ακαθάριστο Εγχώριο Προϊόν (ΑΕΠ) από την βάση δεδομένων Penn World Table (version 9.1). Πιο συγκεκριμένα, η μεταβλητή εργασία αναφέρεται στον αριθμό των ανθρώπων που απασχολούνται σε κάθε χώρα (number of persons engaged in million), ενώ το μετοχικό κεφάλαιο σε τρέχουσες τιμές δολαρίου 2011 (Capital stock at current PPPs in mil. 2011 US\$). Τέλος, το ΑΕΠ (cgdpo) είναι το πραγματικό εγχώριο προϊόν σε τρέχουσες τιμές (Output-side real GDP at current PPPs in mil. 2011 US\$).

Στο γράφημα 5.1 παρουσιάζεται η διαχρονική μεταβολή των ΑΞΕ σε παγκόσμιο επίπεδο την περίοδο 1980 - 2017. Οι τιμές του Fdi (inflows), σε λογαριθμική μορφή, έχουν μια αύξουσα δυναμική κυρίως την δεκαετία 1990-2000 και κάποιες περιόδους κάμψης για παράδειγμα κατά την πενταετία 1980-1985 και πρόσφατα από το 2015, η οποία συνεχίζεται μέχρι το 2020.

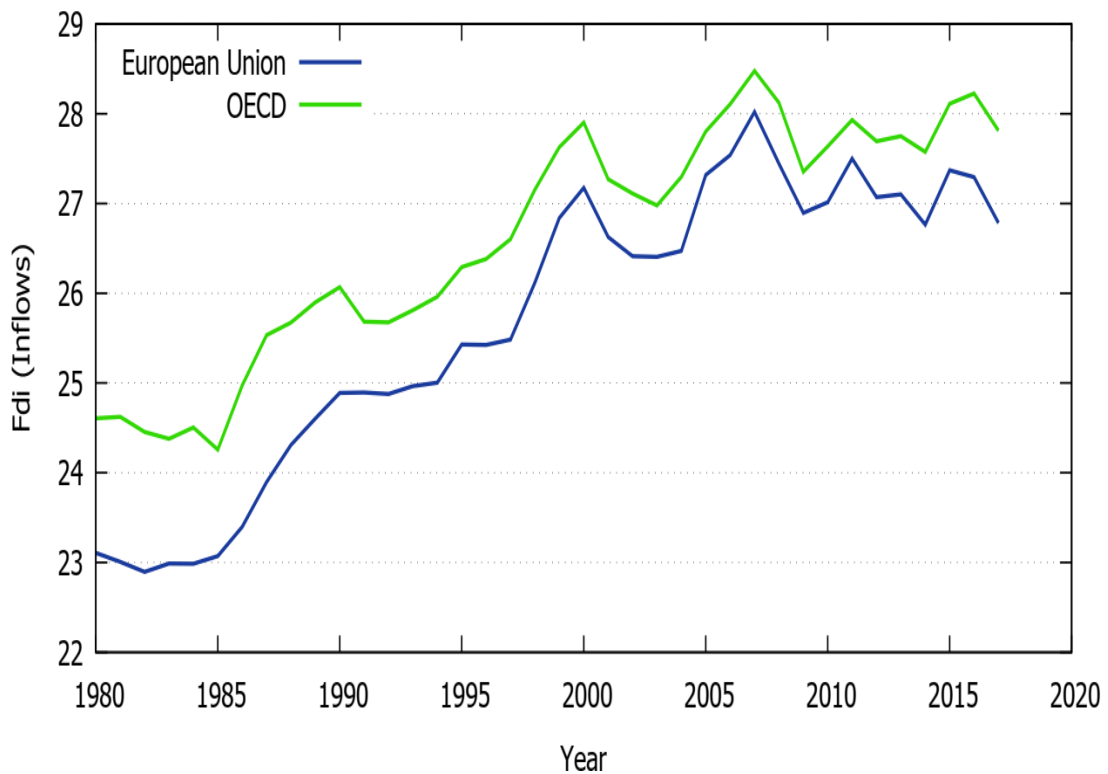
**Γράφημα 5.1** . Διαχρονική μεταβολή των παγκόσμιων τιμών των Fdi την περίοδο 1980-2017.



Αντίστοιχο γράφημα ακολουθεί για την μεταβολή του Fdi στις χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης και του ΟΟΣΑ. Παρατηρούμε ότι συντελούνται τις ίδιες χρονικές περιόδους οι ίδιες ακριβώς μεταβολές στις τιμές της μεταβλητής Fdi για τα δυο σύνολα χωρών.

**Γράφημα 5.2** . Διαχρονική μεταβολή των τιμών των Fdi για τις χώρες της Ε.Ε. και του ΟΟΣΑ, την περίοδο 1980 – 2017.

Temporal evolution of Fdi for OECD and E.U.



Κάνοντας περιγραφική στατιστική ανάλυση για την μεταβλητή Fdi, τα αποτελέσματα δίνονται στον πίνακα 5.1, με μέση τιμή (mean) ίση με  $4,24 e^{10}\$$ , και τυπική απόκλιση (S.D.) της τάξης των  $2,9121e^{10}\$$ , μια τιμή πολύ μεγάλη, η οποία υποδηλώνει και μεγάλη διασπορά των τιμών της μεταβλητής. Όλα τα τεστ για την κανονική κατανομή (Jarque- Beratest) της μεταβλητής έχουν  $p\text{-value} < 0.05$ , επομένως απορρίπτεται η μηδενική υπόθεση, δηλαδή η καμπύλη συχνοτήτων του Fdi δεν ακολουθεί κανονική κατανομή. Αυτό επιβεβαιώνεται από τον συντελεστή κύρτωσης (Ex. Kurtosis =147,27) ο οποίος είναι μεγαλύτερος του 3, και τον θετικό συντελεστή ασυμμετρίας (Skewness = 10,21), άρα η καμπύλη συχνοτήτων είναι λεπτόκυρτη με θετική ασυμμετρία.

## Πίνακας 5.1 Descriptive Statistics για την μεταβλητή **fdi**

Summary Statistics, using the observations 1:01 - 152:38

for the variable Fdi (5776 valid observations)

---

Mean	Median	Minimum	Maximum
4,2481e <sup>10</sup>	3,6308e <sup>10</sup>	1,0000	7,6997e <sup>10</sup>
Std. Dev.	C.V.	Skewness	Ex. kurtosis
2,9121e <sup>10</sup>	0,68552	10,210	147,27
5% Perc.	95% Perc.	IQ range	Missing obs.
3,6135e <sup>10</sup>	6,4464e <sup>10</sup>	1,6614e <sup>9</sup>	0

---

Test for normality of Fdi:

Doornik-Hansen test = 152865, with p-value 0

Shapiro-Wilk W = 0.221341, with p-value 8.6506e<sup>-94</sup>

Lilliefors test = 0.393423, with p-value ≈ 0

Jarque-Bera test = 5.31972e<sup>6</sup>, with p-value = 0

---

### 5.1.1 ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

Ένα από τα σημαντικότερα σημεία της οικονομετρικής ανάλυσης είναι η διαθεσιμότητα και η συλλογή των στατιστικών δεδομένων. Η εκτίμηση των οικονομετρικών υποδειγμάτων και η αξιοπιστία των διαφόρων οικονομετρικών ελέγχων με σκοπό την επιλογή των κατάλληλων μοντέλων εξαρτώνται από την κατάλληλη μεθοδολογία επεξεργασίας και την κατηγορία των δεδομένων. Στην οικονομετρία υπάρχουν οι παρακάτω βασικοί τύποι δεδομένων:

- Διαστρωματικά δεδομένα (Cross Section Data)

Τα διαστρωματικά δεδομένα αφορούν μετρήσεις (παρατηρήσεις) τυχαίων μεταβλητών οι οποίες αναφέρονται σε συγκεκριμένες οικονομικές μονάδες και αφορούν μια συγκεκριμένη χρονική στιγμή ή συγκεκριμένο χρονικό διάστημα. Οι

οικονομικές μονάδες αφορούν άτομα , εταιρείες, κλάδους επιχειρήσεων, χώρες ή και ένα σύνολο χωρών και οι μετρήσεις χαρακτηρίζονται ως ανεξάρτητες παρατηρήσεις οι οποίες συλλέγονται είτε με την μορφή ερωτηματολογίου είτε με την διαδικασία απογραφής. Σε πολλές μελέτες στην οικονομετρία γίνεται συνήθως λογαρίθμιση των μεταβλητών, η οποία εξυπηρετεί στην καλύτερη κατανόηση των συμμετριών ως προς τα μέτρα θέσης ή την ερμηνεία των συντελεστών παλινδρόμησης.

- Χρονοσειρές (Time Series Data)

Τα δεδομένα των χρονοσειρών αφορούν στην εξέλιξη συγκεκριμένων οικονομικών μεταβλητών σε σχέση με τον χρόνο. Αν  $y$  μια μεταβλητή η οποία μεταβάλλεται στο χρόνο, τότε δημιουργείται η χρονοσειρά  $y_t$ , με  $t = 1, 2, \dots, T$ , η οποία αντιστοιχεί στις τιμές της μεταβλητής  $y$  σε χρόνο  $t=1, t=2, \dots, t=T$ . Οι συγκεκριμένες παρατηρήσεις αντιστοιχούν σε μια πραγματοποίηση μιας ακολουθίας τυχαίων μεταβλητών, η συλλογή των οποίων ονομάζεται στοχαστική διαδικασία .

- Δεδομένα Panel ή Διαχρονικά- Διαστρωματικά στοιχεία (Panel Data)

Τα δεδομένα Panel αποτελούν ένα συνδυασμό διαχρονικών δεδομένων (χρόνο-σειρών) και διαστρωματικών δεδομένων. Με χρήση των δεδομένων Panel παρατηρούμε τις μεταβολές των μεταβλητών των διάφορων οικονομικών μονάδων με την πάροδο του χρόνου. Στην παρούσα εργασία όπου οικονομική μονάδα θεωρείται η κάθε χώρα και μεταβλητή είναι ο λόγος  $Q_{it}$ , δημιουργείται η χρονοσειρά  $Q_{it}$ , με  $i=1, 2, \dots, 152$ , το σύνολο των χωρών και υποδείκτης  $t = 1, 2, \dots, 38$ , (το αντίστοιχο χρονικό διάστημα) η οποία αντιστοιχεί στις τιμές της  $i$ - χώρας το έτος  $t$ . Τα σύνολα δεδομένων Panel έχουν σημαντικά πλεονεκτήματα στην οικονομετρική ανάλυση αφού αυξάνουν σημαντικά τον αριθμό των διαθέσιμων παρατηρήσεων και παρέχουν την δυνατότητα διαχρονικής ανάλυσης των διαστρωματικών δεδομένων

## 5.2 ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

### 5.2.1 ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΜΕΘΟΔΟΥ DEA

Οι μεταβλητές εργασία (emp) και κεφάλαιο (cap) αποτελούν τις βασικές ανεξάρτητες μεταβλητές που χρησιμοποιούνται στα υποδείγματα μελέτης της αποτελεσματικότητας των χωρών, ασχέτως μεθοδολογικής προσέγγισης, όπως ήδη έχει παρουσιαστεί στην επισκόπηση της βιβλιογραφίας. Ειδικότερα, στις ερευνητικές

εργασίες που αφορούν τις επιπτώσεις του Fdi, έτσι όπως παρουσιάστηκε στο δεύτερο μέρος της βιβλιογραφικής ανασκόπησης, στην παραγωγική αποτελεσματικότητα των χωρών ή στις επιμέρους συνιστώσες αυτής, οι μεταβλητές αυτές αποτελούν και τις μοναδικές εισόδους στις εκτιμήσεις (παραμετρικές ή μη παραμετρικές)αυτών.

Η επιλογή του μοντέλου CRS με προσανατολισμό στις εισόδους (input – oriented model) έγινε με την υπόθεση ότι όλες οι χώρες (DMUs) λειτουργούν σε βέλτιστη κλίμακα παραγωγής, δηλαδή οι κυβερνητικές επιλογές των συγκεκριμένων χωρών δεν δημιουργούν αρνητικό κλίμα στην ροή των ΑΞΕ, δεν υπάρχουν προβλήματα ανταγωνισμού, πολύπλοκη νομοθεσία ή άλλοι εξωγενείς παράγοντες.

Σε αυτό το πρώτο στάδιο της εργασίας οι μη παραμετρικοί εκτιμητές βαθμολογιών αποδοτικότητας (Efficiency) των 152 των χωρών έγιναν με την εφαρμογή της μεθόδου DEA (Max DEA – Basic 5.1). Στην πρώτη εφαρμογή της DEA οι εισροές είναι το κεφάλαιο και η εργασία και στην δεύτερη εφαρμογή λαμβάνεται επιπλέον και η εισροή της μεταβλητής του Fdi. Ακολουθώντας τους Bădin et al. (2012), Halkos and Tzeremes (2013b, 2014) και Mastromarco and Simar (2015) δημιουργήθηκε ο εκτιμητής:

$$Qrs = \frac{\text{Efficiency (emp,cn/fdi)}}{\text{Efficiency (emp,cn)}}$$

δηλαδή ο λόγος του μη παραμετρικού εκτιμητή της αποδοτικότητας, λαμβάνοντας υπόψη το Fdi προς τον αντίστοιχο εκτιμητή χωρίς της τιμές του Fdi. Ο εκτιμητής **Qrs** θα αποτελέσει την εξαρτημένη μεταβλητή στα μοντέλα των παλινδρομήσεων που θα ακολουθήσουν στο δεύτερο στάδιο της εργασίας.

## 5.2.2 ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΥΠΟΔΕΙΓΜΑΤΩΝ PANEL

Όπως έχει ήδη αναφερθεί τα υποδείγματα Panel αποτελούν τα πλέον σύνθετα σύνολα δεδομένων εξαιτίας της δισδιάστατης μορφής τους (χρόνος – χώρος). Αυτό επιβάλλει μια περεταίρω σύνθετη μελέτη με περισσότερους ελέγχους, ώστε να επιλεγεί το καταλληλότερο μοντέλο και να μην προκύψουν μεροληπτικά αποτελέσματα. Η εκτίμηση υποδειγμάτων panel συνίσταται στο γεγονός των διαφόρων υποθέσεων των σταθερών όρων, των συντελεστών των ερμηνευτικών μεταβλητών και των όρων των σφαλμάτων. Υπάρχουν τρεις βασικές κατηγορίες μελέτης υποδειγμάτων Panel: Τα υποδείγματα της κοινής σταθεράς(common constant), τα υποδείγματα των σταθερών

επιδράσεων (fixed effects) και τα υποδείγματα των τυχαίων επιδράσεων (random effects).

- ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΜΟΝΤΕΛΟΥ ΚΟΙΝΗΣ ΣΤΑΘΕΡΑΣ – ΕΛΑΧΙΣΤΩΝ ΤΕΤΡΑΓΩΝΩΝ(OLS)

Η πιο απλή μορφή υποδείματος για Panel δεδομένα είναι η Pooled OLS, ή αλλιώς το υπόδειγμα της κοινής σταθεράς. Για κάθε διαστρωματική μονάδα(i) και για όλες τις χρονικές περιόδους (t) το μοντέλο για τις δεδομένες μεταβλητές του δείγματος στην παρούσα εργασία διαμορφώνεται από μια σχέση της μορφής::

$$Qrs_{it} = a + b \cdot Fdi_{it} + \varepsilon_{it} , \quad i=1,2,\dots,152 \text{ και } t = 1,2,\dots,38.$$

Το χαρακτηριστικό της μεθόδου αυτής είναι ότι η σταθερά **a** και η κλίση της ευθείας **b** της ευθείας παλινδρόμησης είναι κοινές για όλες τις διαστρωματικές μονάδες (i) και όλες τις χρονικές περιόδους (t). Επιπλέον το  $\varepsilon_{it}$  ονομάζεται διαταρακτικός όρος ή σφάλμα, το οποίο εκφράζει την διαφορά μεταξύ της παρατηρούμενης τιμής της εξαρτημένης μεταβλητής στο δείγμα και της πραγματικής τιμής της μεταβλητής στον πληθυσμό, η οποία συμπίπτει με την θεωρητική τιμή που προβλέπει το ιδανικό μοντέλο παλινδρόμησης, όπου έχουν προσδιοριστεί οι πραγματικοί συντελεστές. Ο διαταρακτικός όρος στην πραγματικότητα ερμηνεύει την διακύμανση η οποία οφείλεται σε μια ή περισσότερες μεταβλητές που θα πρέπει να ενσωματωθούν στο μοντέλο. Στην παρούσα εργασία προκειμένου να διερευνηθεί η ύπαρξη ή μη μιας γραμμικής σχέσης της Fdi με την Qrs διερευνούμε τις γραμμικές παλινδρομήσεις, με σχέσεις της μορφής:

$$Qrs_{it} = a + b \cdot Fdi_{it} + c \cdot Fdi_{it}^2 + \varepsilon_{it} , \quad i=1,2,\dots,152 \text{ και } t = 1,2,\dots,38.$$

$$Qrs_{it} = a + b \cdot Fdi_{it} + c \cdot Fdi_{it}^2 + d \cdot Fdi_{it}^3 + \varepsilon_{it} , \quad i=1,2,\dots,152 \text{ και } t = 1,2,\dots,38.$$

Επειδή δεν μπορούν να βρεθούν οι πραγματικές τιμές των συντελεστών a, b, c, d αλλά οι εκτιμήσεις αυτών από το διαθέσιμο σύνολο του δείγματος, οι παραπάνω σχέσεις διαμορφώνονται ως εξής:

$$Qrs_{it} = \hat{a} + \hat{b} \cdot Fdi_{it} + \varepsilon_{it},$$

$$Qrs_{it} = \hat{a} + \hat{b} \cdot Fdi_{it} + \hat{c} \cdot Fdi_{it}^2 + \varepsilon_{it} ,$$

$$Qrs_{it} = \hat{a} + \hat{b} \cdot Fdi_{it} + \hat{c} \cdot Fdi_{it}^2 + \hat{d} \cdot Fdi_{it}^3 + \varepsilon_{it}, \quad i=1,2,\dots,152 \text{ και } t = 1,2,\dots,38.$$



όπου  $\hat{\mathbf{a}}, \hat{\mathbf{b}}, \hat{\mathbf{c}}, \hat{\mathbf{d}}$ , οι εκτιμητές των συντελεστών και  $\mathbf{e}_{it}$  το σύνολο των καταλοίπων. Θα πρέπει να αναφερθεί ότι οι έννοιες του διαταρακτικού όρου  $\mathbf{e}_{it}$  και των καταλοίπων  $\mathbf{e}_{it}$  λανθασμένα θεωρούνται πολλές φορές ταυτόσημες. Ως κατάλοιπο ορίζεται η διαφορά της παρατηρούμενης εξαρτημένης τιμής στο δείγμα με την τιμή που προβλέπει το μοντέλο της παλινδρόμησης, όταν έχουν εκτιμηθεί όλοι οι συντελεστές. Το χαρακτηριστικό της μεθόδου ελαχίστων τετραγώνων είναι η ελαχιστοποίηση των τετραγώνων των καταλοίπων:

$$S = \sum_{i=1}^{152} \mathbf{e}_i^2 = \sum_{i=1}^{152} (\mathbf{Qrs}_{it} - \widehat{\mathbf{Qrs}_{it}})^2$$

Δηλαδή ο υπολογισμός της «απόστασης» των δεδομένων από την γραμμή παλινδρόμησης.

Η αξιόπιστη εκτίμηση με την μέθοδο OLS στηρίζεται σε αρκετές προϋποθέσεις, όπως για παράδειγμα η κανονική ή περίπου κανονική κατανομή των καταλοίπων, η σταθερή διακύμανση και η μη ύπαρξη αυτοσυσχέτισης. Επιπλέον, κάτω από την προϋπόθεση της αυστηρής ετερογένειας δηλαδή μια μεταβολή της μεταβλητής  $Fdi$  να επηρεάζει μόνο την ανεξάρτητη  $Qrs$  και να μην διαταράσσει τον όρο του σφάλματος διαχρονικά. Επομένως, στην περίπτωση του OLS μοντέλου υποθέτουμε ότι η μη παρατηρούμενη ετερογένεια απορροφάται από τον σταθερό όρο του μοντέλου. Η παραβίαση των παραπάνω υποθέσεων οδηγεί σε λανθασμένα συμπεράσματα.

- ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΜΟΝΤΕΛΟΥ ΣΤΑΘΕΡΩΝ ΕΠΙΔΡΑΣΕΩΝ (FIXED EFFECTS MODEL -FE)

Στο συγκεκριμένο υπόδειγμα ο σταθερός όρος  $\mathbf{a}$  είναι ανεξάρτητος της χρονικής μεταβολής, αλλά διαφέρει μεταξύ των διαστρωματικών μονάδων, δηλαδή παραμένει ο ίδιος για την κάθε χώρα αλλά διαφέρει από χώρα σε χώρα αλλά με την ίδια παράμετρο εκτίμησης  $\mathbf{b}$  και επομένως παίρνει την μορφή:

$$\mathbf{Qrs}_{it} = \mathbf{a}_i + \mathbf{b} \cdot \mathbf{Fdi}_{it} + \mathbf{e}_{it}, \quad i=1,2,\dots,152 \text{ και } t=1,2,\dots,38.$$

Στην πραγματικότητα ο σταθερός όρος  $\mathbf{a}_i$  εκφράζει όλους τους χρονικά αμετάβλητους και μη παρατηρούμενους παράγοντες που επηρεάζουν το  $Fdi$ . Η εκτίμηση του συντελεστή  $\mathbf{b}$  γίνεται είτε με την μέθοδο ελαχίστων τετραγώνων (OLS), υπό την προϋπόθεση ότι ο διαταρακτικός όρος  $\mathbf{e}_{it}$  ακολουθεί την κανονική κατανομή  $\mathbf{e}_{it} \rightarrow N(0, \sigma^2)$ . Λόγω της πολυπλοκότητας των panelδεδομένων η παραπάνω προϋπόθεση πολλές φορές δεν ισχύει, για παράδειγμα όταν παρουσιάζεται

ετεροσκεδαστικότητα, (η διακύμανση των καταλοίπων δεν είναι σταθερή), η μέθοδος OLS δεν μπορεί να εφαρμοστεί για την εκτίμηση του συντελεστή **b**.

- ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΜΟΝΤΕΛΟΥ ΤΥΧΑΙΩΝ ΕΠΙΔΡΑΣΕΩΝ (RANDOM EFFECTS MODEL - RE)

Η βασική διαφορά του υποδείγματος αυτού σε σχέση με το μοντέλο **FE** είναι η τυχαία φύση της σταθεράς **a<sub>i</sub>** και ισχύει **a<sub>i</sub> = a + v<sub>i</sub>**, με το μοντέλο να παίρνει την μορφή:

$$Q_{rsit} = (a + v_i) + b \cdot Fdi_{it} + \varepsilon_{it} \Leftrightarrow Q_{rsit} = a + b \cdot Fdi_{it} + (\varepsilon_{it} + v_i),$$

με  $i = 1, 2, \dots, 152$  και  $t = 1, 2, \dots, 38$ . Προέκυψε επομένως ένας σύνθετος όρος σφάλματος ( $\varepsilon_{it} + v_{it}$ ). Για αυτό και το υπόδειγμα ονομάζεται πολλές φορές ECM (Error Components Model). Ο στοχαστικός όρος **a<sub>i</sub>** δεν σχετίζεται με τις ερμηνευτικές μεταβλητές του μοντέλου και αποτελεί στην πραγματικότητα μέρος του διαταρακτικού όρου. Ο παράγοντας **v<sub>i</sub>**, μεταβάλλεται μεταξύ των διαστρωματικών οντοτήτων αλλά χρονικά είναι σταθερός για κάθε μια από αυτές. Η παράμετρος **b** θα εκτιμηθεί με την γενικευμένη μέθοδο ελαχίστων τετραγώνων (Generalized Least Square – GLS), τα τυχαία σφάλματα  $\varepsilon_{it}$ , **v<sub>i</sub>** να κατανέμονται ανεξάρτητα με μέσους όρους μηδέν και σταθερές διακυμάνσεις.

### 5.2.3 ΕΛΕΓΧΟΙ

Οι βασικότεροι έλεγχοι που πραγματοποιήθηκαν στην μελέτη και την επιλογή του βασικού μοντέλου είναι οι παρακάτω:

- Έλεγχος White

Με τον συγκεκριμένο έλεγχο διαπιστώνεται η σταθερή τιμή της διακύμανσης του σφάλματος. Αν η διακύμανση του διαταρακτικού όρου είναι σταθερή για τις διάφορες τιμές της ανεξάρτητης μεταβλητής, τότε το υπόδειγμα χαρακτηρίζεται από ομοσκεδαστικότητα, ενώ για την περίπτωση που δεν παίρνει σταθερές τιμές και έχει σχέση με την ερμηνευτική μεταβλητή τότε υπάρχει ετεροσκεδαστικότητα. Με την στατιστική White αναλόγως αν θα απορριφθεί η όχι η μηδενική υπόθεση ( $H_0 =$  υπάρχει ομοσκεδαστικότητα) θα γίνει ο έλεγχος, ανεξάρτητα αν τα κατάλοιπα ακολουθούν την κανονική κατανομή.

- Έλεγχος Durbin – Watson

Ο έλεγχος Durbin – Watson χρησιμοποιείται στην οικονομετρία για την ύπαρξη αυτοσυσχέτισης του διαταρακτικού όρου, δηλαδή της ανεξαρτησίας ή μη των τιμών του διαταρακτικού όρου στο χρόνο. Ένα υπόδειγμα χαρακτηρίζεται από αυτοσυσχέτιση, όταν η συνδιακύμανση για δύο τιμές του διαταρακτικού όρου δεν είναι μηδέν ( $\text{Cov}(\epsilon_i, \epsilon_j) \neq 0$ ). Υπάρχουν δύο ειδών αυτοσυσχετίσεις, η θετική αυτοσυσχέτιση, με  $\text{Cov}(\epsilon_i, \epsilon_j) > 0$  και η αρνητική αυτοσυσχέτιση με  $\text{Cov}(\epsilon_i, \epsilon_j) < 0$ . Η στατιστική έλεγχου Durbin – Watson με τιμές  $\approx 2$  ή διαφορετικά να ισχύει

$1,5 < \text{Durbin} - \text{Watson} < 2,5$  τότε στο υπόδειγμα υπάρχει ανεξαρτησία των καταλοίπων και δεν υπάρχει αυτοσυσχέτιση, ενώ όταν  $\text{Durbin} - \text{Watson} < 1,5$  έχουμε θετική αυτοσυσχέτιση και όταν  $\text{Durbin} - \text{Watson} > 2,5$  έχουμε αρνητική αυτοσυσχέτιση.

- Έλεγχος Hausman

Η επιλογή ανάμεσα στο μοντέλο των σταθερών επιδράσεων (FE) και στο μοντέλο των τυχαίων επιδράσεων (RE) γίνεται με την βοήθεια του ελέγχου Hausman. Οι υποθέσεις στις οποίες βασίζεται ο έλεγχος αυτός είναι οι εξής:

$H_0$ : Οι δύο εκτιμητές δεν διαφέρουν (ο όρος  $a_{it}$  δεν σχετίζεται με το  $Fdi_{it}$  - επιλογή RE)

$H_1$  : Οι δύο εκτιμητές διαφέρουν (ο όρος  $a_{it}$  σχετίζεται με το  $Fdi_{it}$  - επιλογή FE).

Η απόρριψη ή όχι της μηδενικής υπόθεσης  $H_0$  σχετίζεται με το αν η σταθερά  $a_{it}$  παραμένει σταθερή για την κάθε διαστρωματική μονάδα (χώρα) ή είναι τυχαία μεταβλητή. Η απόρριψη της μηδενικής υπόθεσης  $H_0$  σημαίνει ότι η βασική υπόθεση της εξωγένειας δεν ισχύει. Ο έλεγχος του Hausman είναι πιθανό να μην έχει μεγάλη ισχύ στην περίπτωση που το δείγμα παρουσιάζει πρόβλημα ετεροσκεδαστικότητας και αυτοσυσχέτισης .

- Έλεγχος Breusch – Pagan (Lagrange multiplier LM)

Ο έλεγχος αυτός αφορά έναν εναλλακτικό τρόπο επιλογής των υποδειγμάτων αντίστοιχος του ελέγχου του Hausman. Ο έλεγχος αυτός πραγματοποιείται με την βοήθεια του υποδείγματος OLS, ώστε να γίνει ο υπολογισμός των καταλοίπων  $e_{it}$  και στην συνέχεια να ελεγχθούν οι υποθέσεις:

$H_0: \sigma_{e_{it}}^2 = 0$  (επιλογή RE).

$H_1: \sigma_{e_{it}}^2 \neq 0$  (επιλογή FE).

Αν η μηδενική υπόθεση απορριφθεί (ομοιογένεια των καταλοίπων), τότε καταλληλότερο είναι το μοντέλο των σταθερών επιδράσεων(FE), ενώ στην αντίθετη περίπτωση εκείνο των τυχαίων επιδράσεων (RE).

- Έλεγχος Pesaran

Με την εφαρμογή του συγκεκριμένου test πραγματοποιείται ένας έλεγχος για την διαστρωματική εξάρτηση των μονάδων των χωρών του δείγματος(cross-sectional dependence) ή διαφορετικά έλεγχος διατομής, με τις παρακάτω υποθέσεις :

$H_0$  : Δεν υπάρχει διαστρωματική εξάρτηση μεταξύ των χωρών.

$H_1$  : Υπάρχει διαστρωματική εξάρτηση μεταξύ των χωρών.

Ο συγκεκριμένος έλεγχος θεωρείται περισσότερο αξιόπιστος, όταν ο αριθμός των διαστρωματικών μονάδων είναι μεγαλύτερος των χρονικών περιόδων, όπως στο δείγμα της εργασίας (152 > 38). Η έννοια της διαστρωματικής εξάρτησης έγκειται στο γεγονός πως μια αιφνίδια αλλαγή σε μια χώρα επηρεάζει τις υπόλοιπες.

Όλα τα παραπάνω υποδείγματα, η μελέτη και οι πραγματοποιηθέντες έλεγχοι έγιναν με την χρήση του οικονομετρικού πακέτου **Gretl**.

## 6. ΕΜΠΕΙΡΙΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

### 6.1 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΤΗΣ ΜΕΘΟΔΟΥ DEA

Στις δύο εφαρμογές της μεθόδου DEA, στην πρώτη με δύο εισροές και στην δεύτερη με την προσθήκη της Fdi υπολογίζουμε τις αποδόσεις (Efficiency) των 152 χωρών ανά έτος, από το 1970 έως και το 2017. Η περιγραφική στατιστική ανάλυση και στις δύο περιπτώσεις αντιστοιχεί στον πίνακα **6.1**.

**Πίνακας 6.1** Περιγραφική Στατιστική Ανάλυση.

Summary Statistics, using the observations 1:01 - 152:38

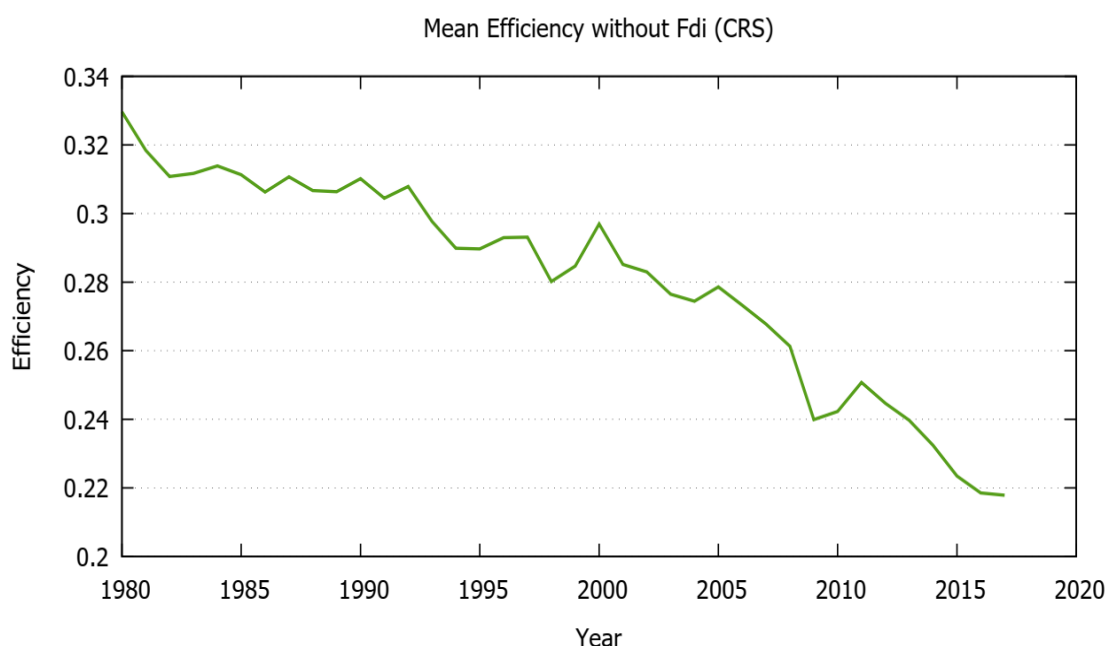
	Mean	Median	Minimum	Maximum
Efficiency without Fdi	0,28112	0,26263	0,011970	1,0000
Efficiency with Fdi	0,41999	0,38673	0,011970	1,0000
	Std. Dev.	C.V.	Skewness	Ex. kurtosis
Efficiency without Fdi	0,13835	0,49214	1,5983	3,9780
Efficiency with Fdi	0,20942	0,49863	0,63894	-0,23408
	5% Perc.	95% Perc.	IQ range	Missing obs.
Efficiency without Fdi	0,11447	0,54969	0,14830	0
Efficiency with Fdi	0,13873	0,81691	0,29010	0

Η μέση τιμή της απόδοσης των 152 χωρών στα 38 έτη είναι 0,128 και με την επίδραση των ΑΞΕ η μέση τιμή γίνεται περίπου 0,42 , δηλαδή έχουμε μια αύξηση της μέσης τιμής κατά την χρονική αυτή περίοδο κατά 50 %. Οι ελάχιστες και οι μέγιστες τιμές παραμένουν ίδιες και στις δύο περιπτώσεις. Παρατηρούμε, επίσης, ότι υπάρχουν χώρες που παρουσιάζουν μέγιστη απόδοση ίση με 1, δηλαδή ανήκουν στο παγκόσμιο σύνολο. Οι μέγιστες αυτές τιμές δεν επιτυγχάνονται μόνο από χώρες όπως οι USA, η Κίνα και η Ινδία, αλλά κάποια έτη χώρες όπως το Κουβέιτ, η Αίγυπτος, το Κατάρ ορίζουν τα παγκόσμια σύνορα αποδοτικότητας. Δυστυχώς η χώρα μας δεν έχει υπάρξει ποτέ σε αυτή την κατηγορία. Υπάρχει μια αύξηση της τυπικής

απόκλισης (SD) από 0,138 σε 0,209, τιμές ιδιαίτερα υψηλές, κάτι το οποίο επιβεβαιώνεται και στον συντελεστή μεταβλητότητας (CV). Οι αποδόσεις και στις δυο περιπτώσεις έχουν ακριβώς τον ίδιο συντελεστή μεταβολής, περίπου 0,49 (δηλ 50%), τιμή η οποία δηλώνει ότι το δείγμα μας δεν είναι ομοιογενές.

Οι μέσες τιμές της αποτελεσματικότητας (efficiency) και των 152 χωρών ανά έτος παρουσιάζονται στο παρακάτω διάγραμμα 6.2. Οι μέσες αυτές τιμές της αποτελεσματικότητας έχουν συνεχώς πτωτική πορεία, με εξαίρεση κάποιες μικρές χρονικές περιόδους, όπως την περίοδο 1997- 2000 και την περίοδο 2008 - 2012.

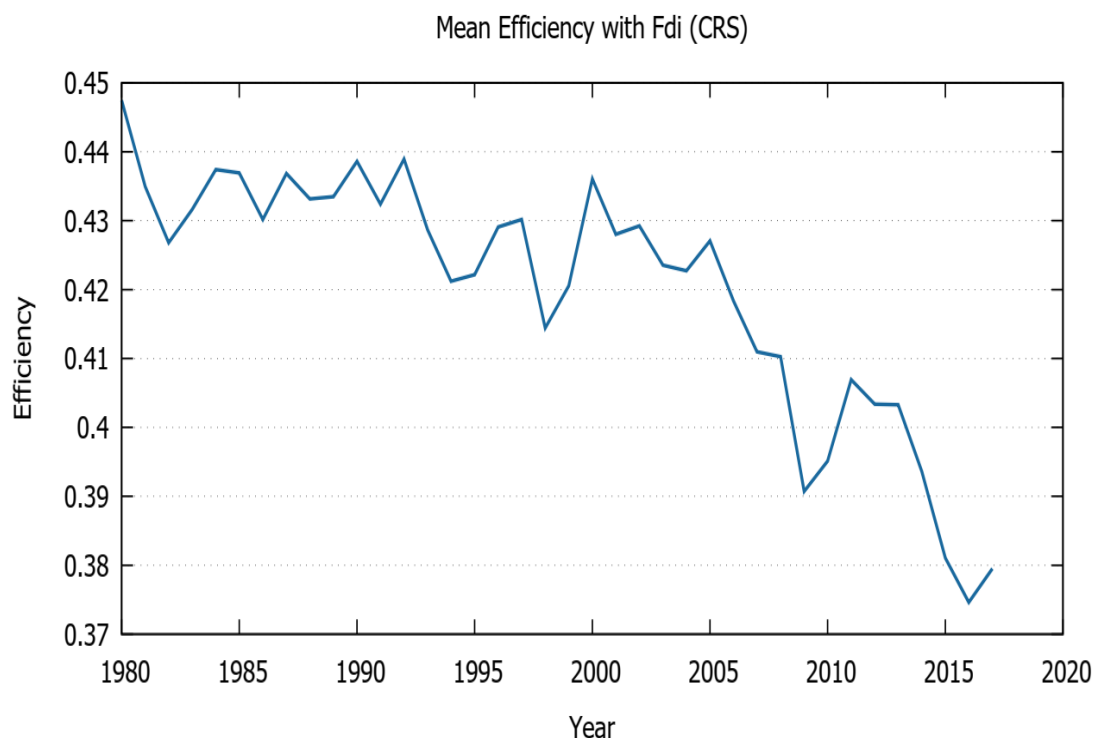
**Διάγραμμα 6.1** Μέση τιμή Αποτελεσματικότητας των χωρών ανά έτος χωρίς **fdi**.



Η μέγιστη μέση τιμή της αποτελεσματικότητας το έτος 1980 είναι 0,33 για να μειωθεί στο 0,22 το 2017, δηλαδή μια μείωση της τάξης του 33,3%.

Ανάλογη πτωτική πορεία έδειξαν τα αποτελέσματα (διάγραμμα 6.2) της δεύτερης DEA, στην οποία συμπεριλήφθηκε ως εισροή η μεταβλητή **fdi**.

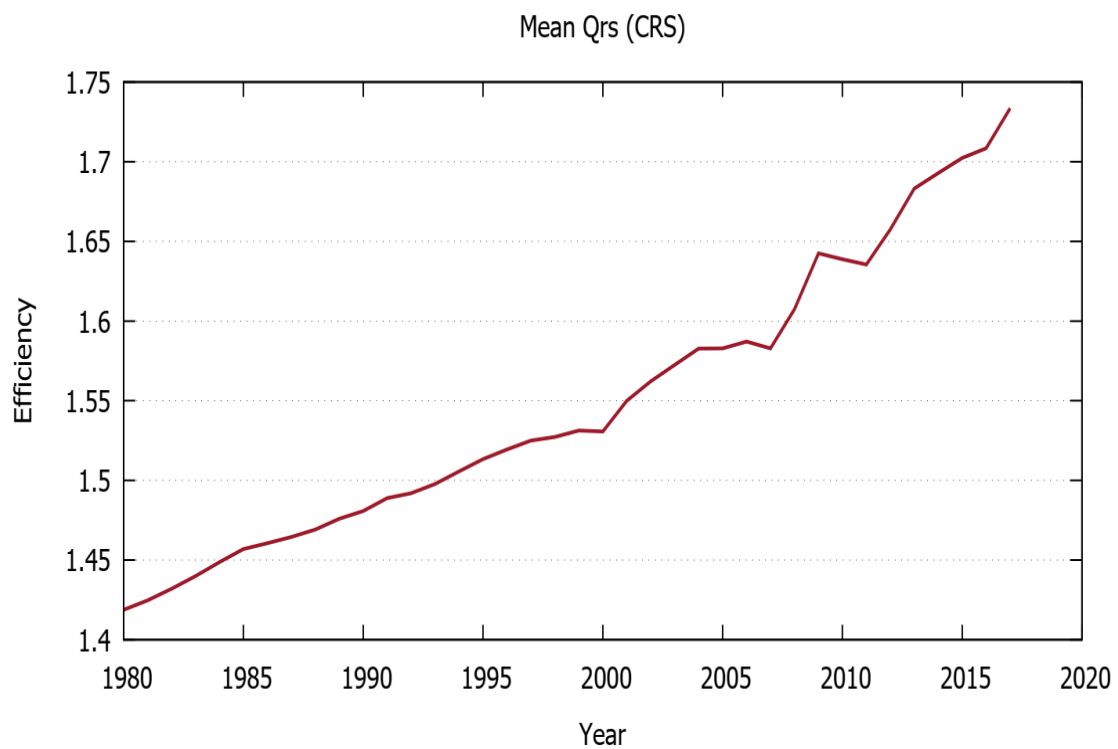
**Διάγραμμα 6.2** Μέση τιμή Αποτελεσματικότητας χωρών ανά έτος με **fdi**.



Με μία μέγιστη μέση τιμή αποδοτικότητας 0,45 και ελάχιστη τιμή 0,38 τα αντίστοιχα έτη, εδώ έχουμε μια μείωση της τάξης του 15,5%, δηλαδή περίπου στο μισό της αντίστοιχης μείωσης των προηγούμενων αποδόσεων. Θα πρέπει, επίσης, να σημειωθεί ότι στα ίδια χρονικά διαστήματα δηλαδή κατά τις περιόδους 1997- 2000 και 2008 - 2012 παρατηρείται αύξηση της αποτελεσματικότητας των χωρών του δείγματος.

Στο Διάγραμμα 6.3 παριστάνεται η μέση τιμή του λόγου των παραπάνω αποδόσεων, δηλαδή της μεταβλητής **Qrs**. Το ενδιαφέρον εύρημα εδώ είναι η συνεχής αύξηση των τιμών του λόγου της τάξης περίπου του 22%.

**Διάγραμμα 6.3** Μέση τιμή Αποτελεσματικότητας χωρών(**Qrs**)



Ο Πίνακας 6.2 παρουσιάζει την βασική περιγραφική ανάλυση των 18 χωρών των G-20. Στον πίνακα δεν έχει συμπεριληφθεί η Ρωσία εξαιτίας έλλειψης στοιχείων (missing values) για το Fdi την περίοδο της μελέτης και η Ευρωπαϊκή Ένωση, αφού δεν έχει συμπεριληφθεί στη μέθοδο ως χώρα.

**Πίνακας 6.2** Περιγραφική ανάλυση των G-20.



<b>Country</b>	<b>Efficiency</b>	<b>Mean</b>	<b>Min</b>	<b>Max</b>	<b>SD</b>
USA	Efficiency with Fdi	0,950	0,846	1,000	0,0424
	Efficiency without Fdi	0,398	0,332	0,428	0,0274
China	Efficiency with Fdi	0,820	0,514	1,000	0,1519
	Efficiency without Fdi	0,212	0,151	0,275	0,0371
Japan	Efficiency with Fdi	0,804	0,720	0,918	0,0524
	Efficiency without Fdi	0,295	0,250	0,315	0,0168
India	Efficiency with Fdi	0,746	0,496	0,994	0,1396
	Efficiency without Fdi	0,172	0,145	0,200	0,0170
France	Efficiency with Fdi	0,744	0,662	0,847	0,0469
	Efficiency without Fdi	0,327	0,281	0,406	0,0349
Mexico	Efficiency with Fdi	0,740	0,597	0,936	0,0930
	Efficiency without Fdi	0,310	0,242	0,431	0,0523
Italy	Efficiency with Fdi	0,731	0,624	0,799	0,0387
	Efficiency without Fdi	0,301	0,221	0,353	0,0379
Germany	Efficiency with Fdi	0,726	0,595	0,994	0,0655
	Efficiency without Fdi	0,303	0,235	0,354	0,0370
Saudi Arabia	Efficiency with Fdi	0,701	0,487	1,000	0,1734
	Efficiency without Fdi	0,388	0,280	0,702	0,0968
Turkey	Efficiency with Fdi	0,693	0,439	0,821	0,1045
	Efficiency without Fdi	0,329	0,226	0,392	0,0424
U.K.	Efficiency with Fdi	0,688	0,469	0,848	0,0817
	Efficiency	0,329	0,278	0,389	0,0321

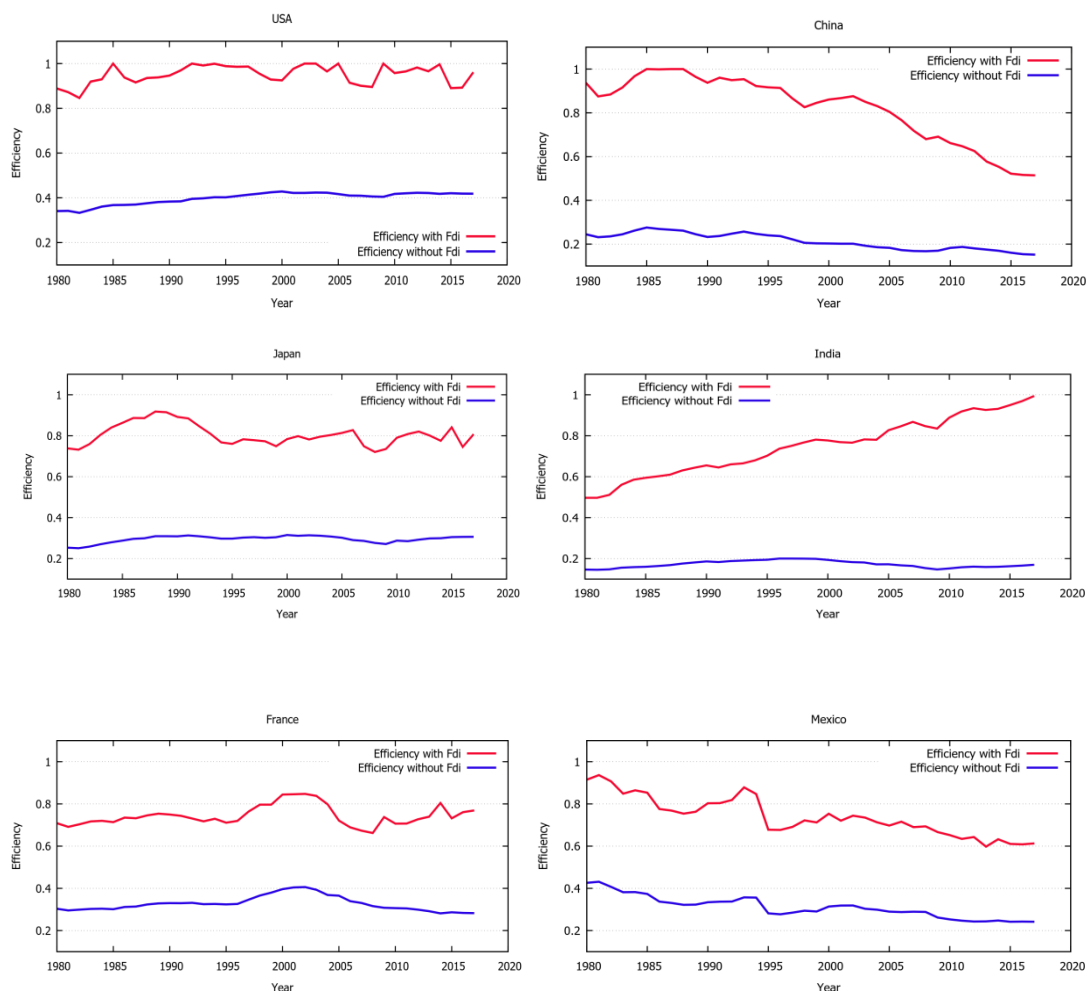
	without Fdi				
Canada	Efficiency with Fdi	0,687	0,593	0,852	0,0531
	Efficiency without Fdi	0,338	0,296	0,387	0,0252
Indonesia	Efficiency with Fdi	0,665	0,426	0,950	0,1584
	Efficiency without Fdi	0,226	0,141	0,339	0,0666
Korea	Efficiency with Fdi	0,660	0,491	0,790	0,0651
	Efficiency without Fdi	0,293	0,224	0,334	0,0272
Australia	Efficiency with Fdi	0,645	0,548	0,897	0,0632
	Efficiency without Fdi	0,350	0,311	0,403	0,0235
Brazil	Efficiency with Fdi	0,623	0,458	0,851	0,0842
	Efficiency without Fdi	0,209	0,172	0,270	0,0216
South Africa	Efficiency with Fdi	0,590	0,511	0,690	0,0467
	Efficiency without Fdi	0,304	0,224	0,353	0,0362
Argentina	Efficiency with Fdi	0,543	0,464	0,644	0,0489
	Efficiency without Fdi	0,275	0,220	0,316	0,0251

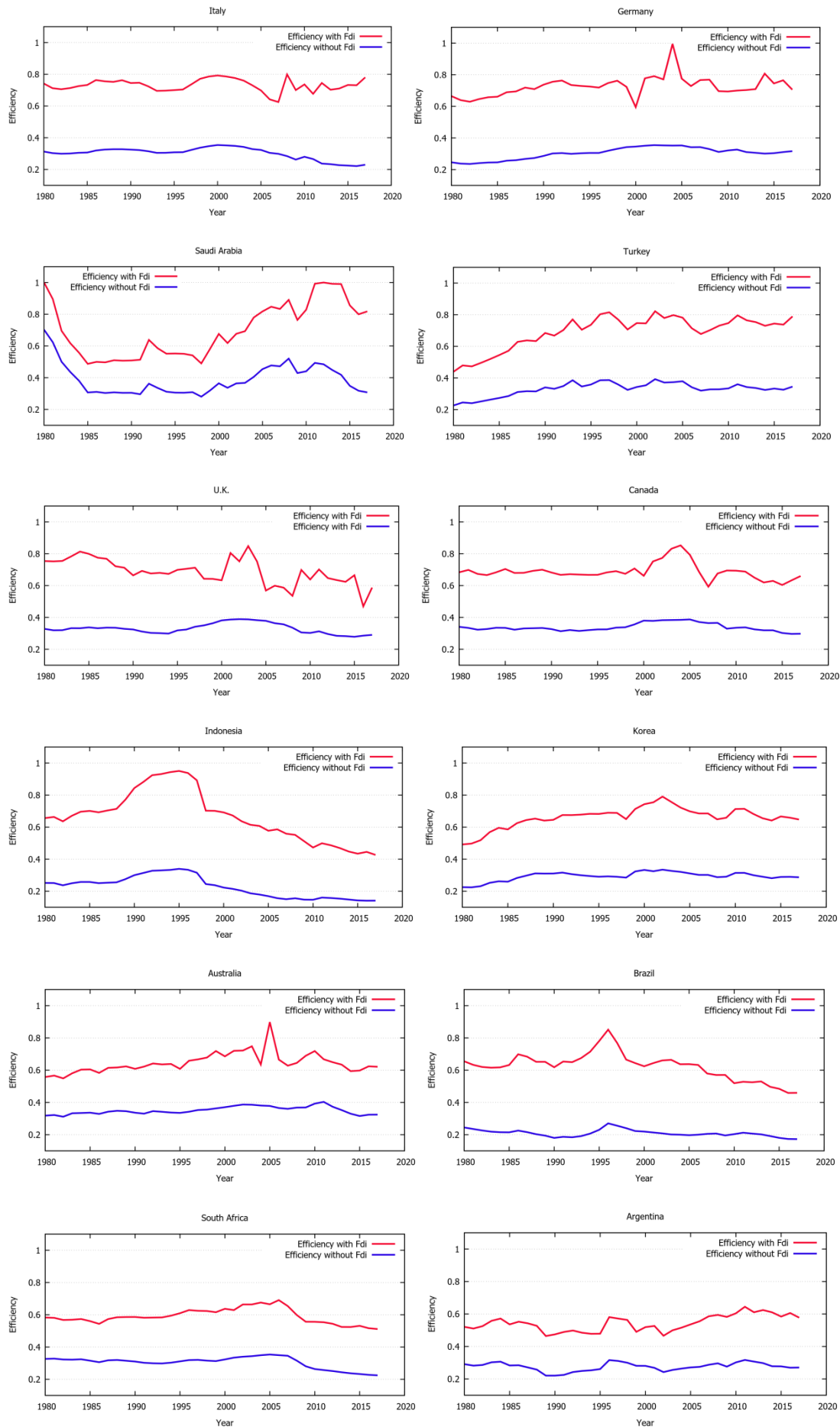
Ο Πίνακας 6.2 παρουσιάζει την μέση τιμή (Mean), την ελάχιστη τιμή (Min), την μέγιστη τιμή (Max) καθώς και την τυπική απόκλιση (SD) της αποδοτικότητας των 18 χωρών G-20 για την περίπτωση που συμπεριλαμβάνεται το Fdi, και για την περίπτωση που δεν συμπεριλαμβάνεται το Fdi και είναι ταξινομημένες κατά τις φθίνουσες τιμές της μέσης τιμής της αποδοτικότητας (efficiency). Τις δυο πρώτες θέσεις καταλαμβάνουν οι USA και η Κίνα, με μέσες τιμές αποδοτικότητας 0,95 και 0,82 αντίστοιχα και αποτελούν τις μοναδικές χώρες μαζί με την Σαουδική Αραβία, οι οποίες για κάποια έτη είχαν μέγιστες τιμές απόδοσης 1, δηλαδή είχαν αποτελέσει το παγκόσμιο σύνολο αποδοτικότητας. Η μικρότερη μέση τιμή αποδοτικότητας είναι 0,543 και αφορά την Αργεντινή. Ταυτόχρονα, η Κίνα και η Σαουδική Αραβία με τυπικές αποκλίσεις (SD) 0,151 και 0,173 αντίστοιχα υποδηλώνουν τη μεγάλη

διασπορά των τιμών της αποδοτικότητας στη δεδομένη χρονική περίοδο και μαζί με την Ινδονησία ( $SD=0,158$ ) αποτελούν την τριάδα των χωρών με τις μεγαλύτερες τυπικές αποκλίσεις στο δείγμα.

Μια διαχρονική εξέλιξη στην αποδοτικότητα (efficiency) των χωρών που ανήκουν στους G-20 την περίοδο 1980- 2017 αποτυπώνεται στα επόμενα διαγράμματα. Στο κάθε ένα από τα 18 διαγράμματα που περιλαμβάνονται παρουσιάζεται η αποδοτικότητα, λαμβάνοντας υπόψη τις εισροές των ΑΞΕ αλλά και χωρίς αυτές, έτσι όπως αυτή προέκυψε από τις δυο εφαρμογές της μεθόδου DEA. Μια άμεση παρατήρηση από όλα τα διαγράμματα είναι οι αναλογικές μεταβολές που διαχρονικά συντελούνται για όλες τις αποδόσεις των χωρών και για τις δυο περιπτώσεις που έχουν αναφερθεί. Ενδιαφέρον παρουσιάζει το διάγραμμα της Κίνας, όπου αποτυπώνεται η γνωστή επιβράδυνση της ανάπτυξης της τα τελευταία χρόνια και το διάγραμμα της Ινδίας, όπου, κυρίως μετά το 2000, μεγαλώνει συνεχώς η διαφορά μεταξύ των αποδόσεων.

**Διάγραμμα 6.4** Διαχρονική εξέλιξη αποδοτικότητας των χωρών G-20.





## 6.2 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΠΑΛΙΝΔΡΟΜΗΣΕΩΝ

Η πρώτη παλινδρόμηση έχει ως εξαρτημένη μεταβλητή την *Qrs* και ανεξάρτητη το *Fdi* ενώ η δεύτερη αντίστοιχα τις λογαριθμημένες τιμές αυτών. Τα συνολικά αποτελέσματα για την πρώτη περίπτωση δίνονται στον παρακάτω πίνακα 6.3.

**Πίνακας 6.3** Σχέση Αποτελεσματικότητας *Qrs* και *Fdi* με το μοντέλο **OLS** ως προς *CRS*.

**Model 1:** Pooled **OLS**, using 5776 observations  
Included 152 cross-sectional units  
Time-series length = 38  
Dependent variable: **Qrs**

	<i>Coefficient</i>	<i>Std. Error</i>	<i>t-ratio</i>	<i>p-value</i>	
Const	1.42189	0.0138892	102.4	<0.0001	***
Fdi	2.96949e-012	2.69681e-13	11.01	<0.0001	***
Mean dependent var	1.548034	S.D. dependent var		0.602992	
Sum squared resid	2056.599	S.E. of regression		0.596810	
R-squared	0.020566	Adjusted R-squared		0.020397	
F(1, 5774)	121.2444	P-value(F)		6.39e-28	
Log-likelihood	-5213.474	Akaike criterion		10430.95	
Schwarz criterion	10444.27	Hannan-Quinn		10435.58	
Rho	0.989297	Durbin-Watson		0.035282	

White's test for heteroskedasticity -

Null hypothesis: heteroskedasticity not present

Test statistic: LM = 48.3658

with p-value =  $P(\text{Chi-square}(2) > 48.3658) = 3.14415e-11$

Test for normality of residual -

Null hypothesis: error is normally distributed

Test statistic: Chi-square(2) = 2398.95

with p-value = 0

Pesaran CD test for cross-sectional dependence -

Null hypothesis: No cross-sectional dependence

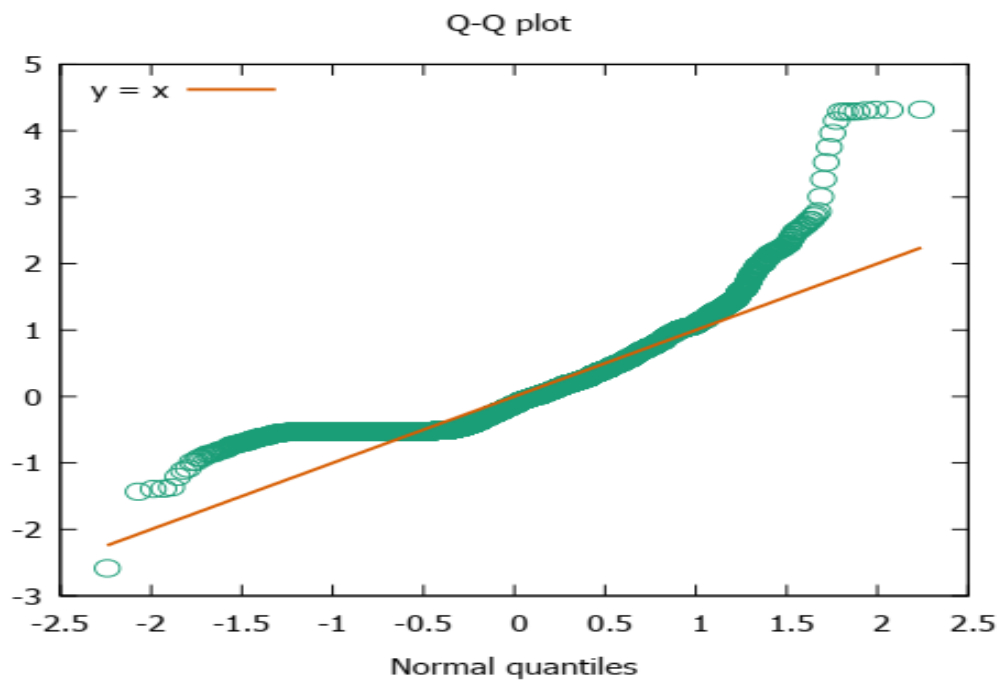
Asymptotic test statistic: z = 104.223

with p-value = 0

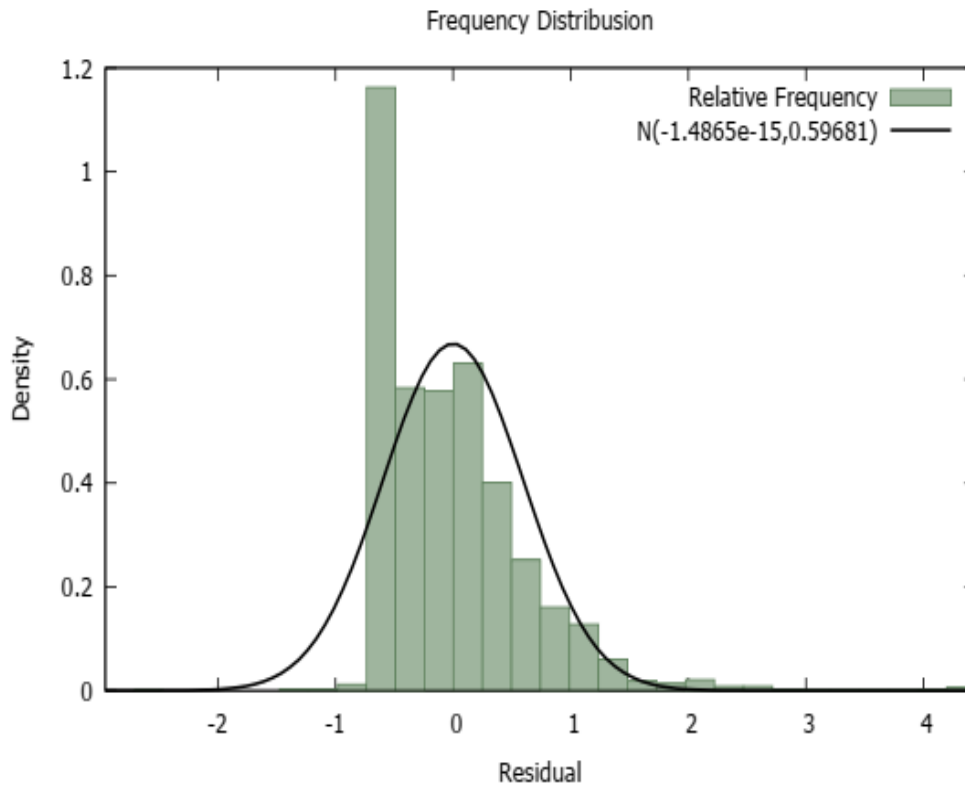
Το μοντέλο παίρνει την μορφή  $Qrs = 1,42289 + 2,96949 e^{-12} * fdi$ . Το Fdi έχει θετικό συντελεστή  $2,96949 e^{-12}$  οπότε προκύπτει θετική σχέση. Ο συντελεστής και η σταθερά έχουν τιμές με  $p\text{-value} < 0.0001$ , δηλαδή κρίνονται και οι δύο σημαντικά στατιστικές. Επίσης, από τον παραπάνω πίνακα για το μοντέλο της κοινής σταθεράς, ο συντελεστής προσδιορισμού  $R^2=0.0205$  έχει τιμή αρκετά χαμηλή, που σημαίνει ότι η μεταβλητή fdi ερμηνεύει το 2,05% περίπου της διακύμανσης της εξαρτημένης μεταβλητής Qrs, το οποίο επαληθεύεται και από τον γενικευμένο συντελεστή Adjusted  $R^2=0.0203$ , (2,03%) με περίπου την ίδια τιμή. Η στατιστική ελέγχου  $F=121,244$  έχει μεγάλη τιμή και με  $p\text{-value}=6,39e^{-28} \sim 0.018 < 0.05$  απορρίπτονται οι υποθέσεις για μηδενικούς συντελεστές καθώς και η υπόθεση  $R^2 = 0.000$  στο μοντέλο OLS, και επομένως το ποσοστό μεταβλητότητας της μεταβλητής Qrs που εξηγείται είναι μεγαλύτερο από το άθροισμα των τετραγώνων των καταλοίπων. Το test White για τον έλεγχο της ετεροσκεδαστικότητας και test Pesaran απορρίπτουν τις αρχικές υποθέσεις, με αποτέλεσμα η διακύμανση του διαταρακτικού όρου να μην είναι σταθερή και να υπάρχει διαστρωματική εξάρτηση μεταξύ των χωρών. Η τιμή του Durbin-Watson είναι  $0.035 < 1.5$ , δηλαδή προκύπτει θετική αυτοσυσχέτιση των καταλοίπων.

Γίνεται έλεγχος της κανονικότητας των υπολοίπων με τη χρήση διαγράμματος δειγματικών ποσοστημορίων (Q-Qplot). Από το test της κανονικότητας  $p\text{-value} = 0.000$  και το παρακάτω διάγραμμα διαπιστώνεται ότι τα κατάλοιπα δεν βρίσκονται επάνω στη γραφική παράσταση της  $y = x$ , και κατά συνέπεια δεν ακολουθούν την κανονική κατανομή. Το συμπέρασμα της μη κανονικότητας επιβεβαιώνεται επιπλέον γραφικά και από το ιστόγραμμα κατανομής των υπολοίπων.

### **Διάγραμμα 6.5** Γραφική παράσταση καταλοίπων



**Διάγραμμα 6.6** Διάγραμμα κατανομής καταλοίπων



Έπειτα από την λογαρίθμιση των τιμών των μεταβλητών Qrs και Fdi τα αποτελέσματα της OLS παλινδρόμησης δίνονται στον πίνακα 6.4.

Πίνακας 6.4. Σχέση Αποτελεσματικότητας  $\ln(Qrs)$  και  $\ln(fdi)$  με το μοντέλο OLS ως προς CRS.

**Model 2:** Pooled OLS, using 5776 observations  
 Included 152 cross-sectional units  
 Time-series length = 38  
 Dependent variable:  $\ln(Qrs)$

	<i>Coefficient</i>	<i>Std. Error</i>	<i>t-ratio</i>	<i>p-value</i>	
Const	-1.76645	0.253526	-6.968	<0.0001	***
l_fdi	0.0877436	0.0103884	8.446	<0.0001	***
Mean dependent var	0.374584	S.D. dependent var	0.340835		
Sum squared resid	662.6871	S.E. of regression	0.338779		
R-squared	0.012205	Adjusted R-squared	0.012034		
F(1, 5774)	71.34038	P-value(F)	3.76e-17		
Log-likelihood	-1942.796	Akaike criterion	3889.592		
Schwarz criterion	3902.915	Hannan-Quinn	3894.228		
Rho	0.989956	Durbin-Watson	0.036657		

Test for normality of residual -  
 Null hypothesis: error is normally distributed



Test statistic: Chi-square(2) = 567.83  
with p-value = 4.98181e-124

White's test for heteroskedasticity -  
Null hypothesis: heteroskedasticity not present  
Test statistic: LM = 2315.42  
with p-value = P(Chi-square(2) > 2315.42) = 0

Pesaran CD test for cross-sectional dependence -  
Null hypothesis: No cross-sectional dependence  
Asymptotic test statistic: z = 101.777, with p-value = 0

Variable	Coefficient	95 confidence interval
const	-1.76645	(-2.26346, -1.26944)
l_fdi	0.0877436	(0.0673785, 0.108109)

Το μοντέλο παίρνει την μορφή  $\ln Qrs = -1,76645 + 0,0877436 * \ln fdi$ . Το Fdi έχει θετικό συντελεστή 0.0877436, οπότε προκύπτει και σε αυτό το υπόδειγμα θετική σχέση. Ο συντελεστής και η σταθερά έχουν τιμές με  $p\text{-value} < 0.0001$ , δηλαδή κρίνονται και οι δύο σημαντικά στατιστικές. Επίσης, από τον παραπάνω πίνακα για το μοντέλο της κοινής σταθεράς, ο συντελεστής προσδιορισμού με τιμή  $R^2=0.0122$  χαμηλότερη σε σχέση με την προηγούμενη παλινδρόμηση, που σημαίνει ότι η λογαριθμική fdi ερμηνεύει το 1,22% περίπου της διακύμανσης της εξαρτημένης μεταβλητής lnQrs. Η στατιστική ελέγχου  $F=71,34038$  έχει μεγάλη τιμή και με  $p\text{-value}=3,76e^{-17} \sim 0.001396 < 0.05$  απορρίπτονται οι υποθέσεις για μηδενικούς συντελεστές καθώς και η υπόθεση  $R^2 = 0.000$  στο μοντέλο OLS. Όλα οι έλεγχοι που έχουν πραγματοποιηθεί έχουν τα ίδια αποτελέσματα με τη προηγούμενο υπόδειγμα. Για να διερευνήσουμε τη σχέση της μη γραμμικότητας, εισάγουμε στο μοντέλο τις τιμές της  $Fdi^2$  έχοντας τα αποτελέσματα στον Πίνακα 6.5.

**Πίνακας 6.5.** Σχέση Αποτελεσματικότητας Qrs με fdi και  $fdi^2$  με το μοντέλο OLS ως προς CRS.

**Model 3:** Pooled OLS, using 5776 observations  
Included 152 cross-sectional units  
Time-series length = 38  
Dependent variable: Qrs

	Coefficient	Std. Error	t-ratio	p-value	
Const	1.23860	0.0231461	53.51	<0.0001	***
Fdi	8.12653e-12	5.87735e-13	13.83	<0.0001	***
fdi_2	0.000000	0.000000	-9.854	<0.0001	***

Mean dependent var	1.548034	S.D. dependent var	0.602992
Sum squared resid	2022.580	S.E. of regression	0.591905
R-squared	0.036768	Adjusted R-squared	0.036434
F(2, 5773)	110.1809	P-value(F)	1.10e-47
Log-likelihood	-5165.303	Akaike criterion	10336.61
Schwarz criterion	10356.59	Hannan-Quinn	10343.56
Rho	0.981480	Durbin-Watson	0.051134

Test for normality of residual -  
 Null hypothesis: error is normally distributed  
 Test statistic: Chi-square(2) = 2367.64  
 with p-value = 0

White's test for heteroskedasticity -  
 Null hypothesis: heteroskedasticity not present  
 Test statistic: LM = 40.1033  
 with p-value = P(Chi-square(5) > 40.1033) = 1.4234e-07

Pesaran CD test for cross-sectional dependence -  
 Null hypothesis: No cross-sectional dependence  
 Asymptotic test statistic: z = 88.0541  
 with p-value = 0

Variable	Coefficient	95 confidence interval
const	1.23860	(1.19322, 1.28397)
fdi	8.12653e <sup>-12</sup>	(6.97435e <sup>-12</sup> , 9.27871e <sup>-12</sup> )
fdi <sup>2</sup>	-1.34905e <sup>-23</sup>	(-1.61743e <sup>-23</sup> , -1.08066e <sup>-23</sup> )

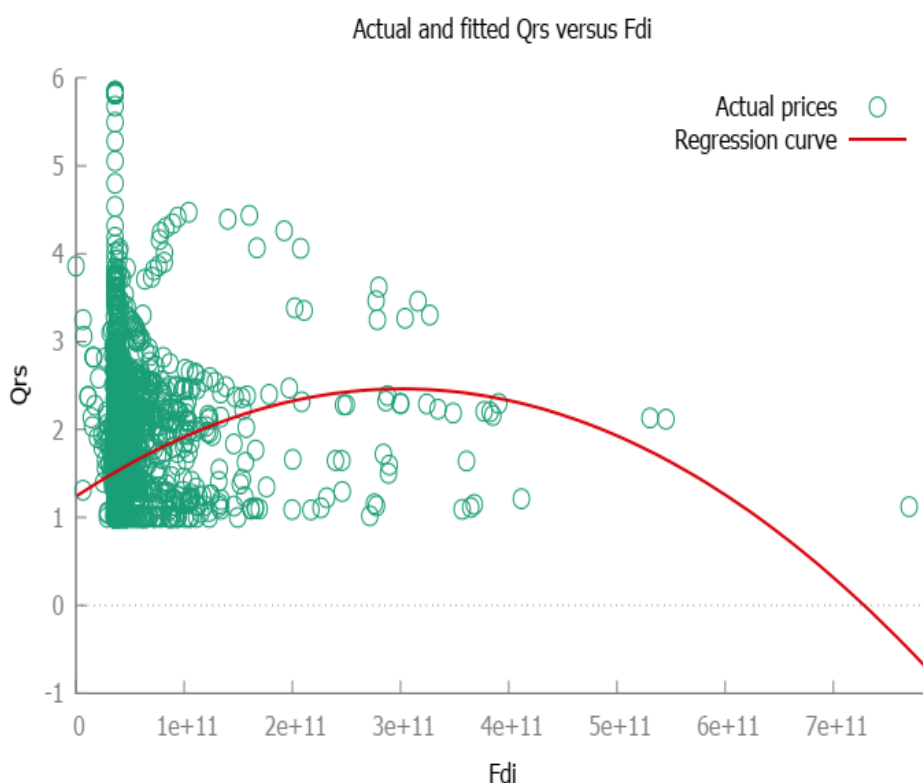
Σε αυτή την παλινδρόμηση το μοντέλο παίρνει την μορφή:

$$Qrs = 1,23860 + 8,12653e^{-12} * fdi - 1,34905 e^{-12} * fdi^2$$

Με όλους τους συντελεστές του μοντέλου στατιστικά σημαντικούς ( $p\text{-value} < 0,0001$ ), ο συντελεστής προσαρμογής  $R^2$  είναι σε αυτό το μοντέλο βελτιωμένος και αυξάνει στο 3,67%. Η στατιστική ελέγχου  $F=110.18$  έχει μεγάλη τιμή και με  $p\text{-value}=1.10e^{-47} < 0.05$  το μοντέλο OLS κρίνεται ικανοποιητικό για το σύνολο των δεδομένων μας σε επίπεδο σημαντικότητας 5%. Οι τιμές των κριτηρίων Akaike Criterion (10336.61) και Hannan-Quinn (10343.56) είναι μικρότερες από το αρχικό υπόδειγμα, άρα το συγκεκριμένο μοντέλο κρίνεται καλύτερο για τη μορφή της σχέσης μεταξύ των μεταβλητών. Επιπλέον, γνωρίζοντας και τα διαστήματα στα οποία

γίνεται η εκτίμηση των συντελεστών του μοντέλου σε στάθμη σημαντικότητας 5%, παρατηρούμε ότι η εκτίμηση για το  $\mathbf{fdi}^2$  είναι αρνητικός αριθμός ( $- 1,34905 e^{-12}$ ), που υποδηλώνει ότι η σχέση μεταξύ του λόγου Qrs και του Fdi είναι της μορφής αντεστραμμένου 'U'. Πιο συγκεκριμένα από το γράφημα της παλινδρόμησης προκύπτει ότι από μια τιμή της Fdi ( $\mathbf{Fdi}_0 \sim 3e^{11}$ ) η τιμή του λόγου Qrs αρχίζει να φθίνει.

**Διάγραμμα 6.7** Καμπύλη Παλινδρόμησης (Model 3)



Ως επέκταση του προηγούμενου μοντέλου εισάγουμε επιπλέον μεταβλητή  $\mathbf{fdi}^3$  με σκοπό να διερευνήσουμε επιπλέον τη σχέση μη γραμμικότητας. Τα αποτελέσματα συγκεντρώνονται στον πίνακα 6.6.

**Πίνακας 6.6.** Σχέση Αποτελεσματικότητας Qrs με  $\mathbf{fdi}$ ,  $\mathbf{fdi}^2$  και  $\mathbf{fdi}^3$  με το μοντέλο

**OLS** ως προς CRS.

**Model 4:** Pooled OLS, using 5776 observations

Included 152 cross-sectional units

Time-series length = 38

Dependent variable: Qrs

---

<i>Coefficient</i>	<i>Std. Error</i>	<i>t-ratio</i>	<i>p-value</i>
--------------------	-------------------	----------------	----------------

Const	1.01822	0.0382536	26.62	<0.0001	***
Fdi	1.52142e-11	1.14311e-12	13.31	<0.0001	***
Fdi_2	0.000000	0.000000	-9.500	<0.0001	***
Fdi_3	0.000000	0.000000	7.218	<0.0001	***

Mean dependent var	1.548034	S.D. dependent var	0.602992
Sum squared resid	2004.489	S.E. of regression	0.589303
R-squared	0.045383	Adjusted R-squared	0.044887
F(3, 5772)	91.46888	P-value(F)	7.93e-58
Log-likelihood	-5139.354	Akaike criterion	10286.71
Schwarz criterion	10313.35	Hannan-Quinn	10295.98
Rho	0.980521	Durbin-Watson	0.054126

Test for normality of residual –

Null hypothesis: error is normally distributed

Test statistic: Chi-square(2) = 2299.86

with p-value = 0

White's test for heteroskedasticity –

Null hypothesis: heteroskedasticity not present

Test statistic: LM = 61.3478

with p-value = P(Chi-square(9) > 61.3478) = 7.36639e-10

Pesaran CD test for cross-sectional dependence –

Null hypothesis: No cross-sectional dependence

Asymptotic test statistic: z = 76.435

with p-value = 0

Variable	Coefficient	95 confidence interval
Const	1.01822	(0.943226, 1.09321)
Fdi	1.52142e-11	(1.29733e-11, 1.74551e-11)
fdi_2	-5.0861e-23	(-6.1357e-23, -4.03650e-23)
fdi_3	4.21647e-35	(3.07124e-35, 5.36170e-35)

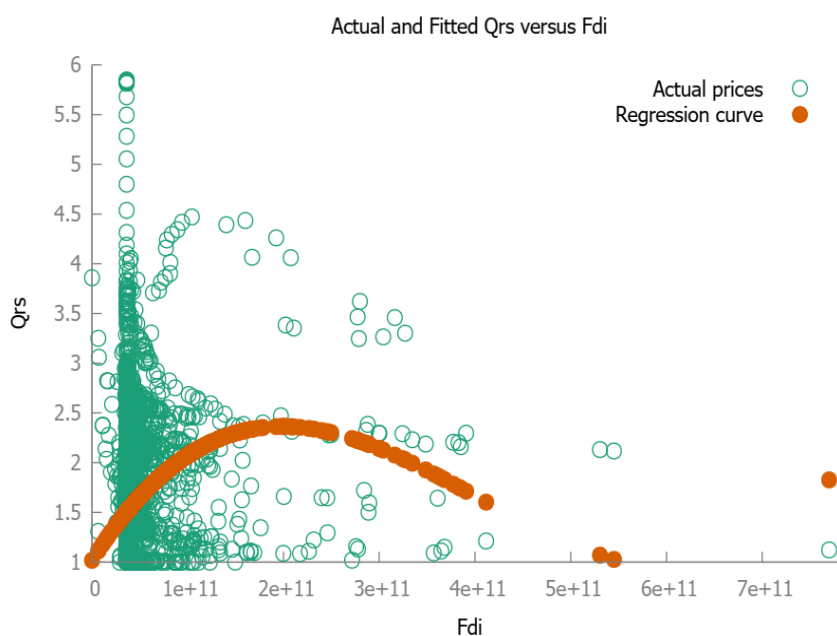
Το μοντέλο παίρνει την μορφή

$$Qrs = 1,01822 + 1,52142e^{-23} * fdi - 5,0861 e^{-23} * fdi^2 + 4,21647e^{-35} * fdi^3$$

Όλοι οι εκτιμήσεις των συντελεστών είναι στατιστικά σημαντικές ( $p\text{-value} < 0,0001$ ), ο συντελεστής προσαρμογής  $R^2$  είναι περισσότερο βελτιωμένος και αυξάνεται πλέον στο 4,53% (Adjusted  $R^2 = 4,48\%$ ), κάτι το οποίο δικαιολογείται με την εισαγωγή επιπλέον μιας μεταβλητής στο υπόδειγμα. Οι τιμές των κριτηρίων Akaike-Criterion (10286.71) και Hannan - Quinn (10295.98) είναι περαιτέρω μικρότερες από το πρώτο και το τρίτο υπόδειγμα, άρα το συγκεκριμένο μοντέλο κρίνεται καλύτερο για

την μορφή της σχέσης μεταξύ των μεταβλητών. Επιπλέον η στατιστική ελέγχου  $F = 91.46888$  έχει μεγάλη τιμή με  $p\text{-value} = 7.93e^{-58} < 0.05$ , επομένως το μοντέλο OLS κρίνεται ικανοποιητικό για το σύνολο των δεδομένων μας σε επίπεδο σημαντικότητας 5%. Γραφικά η σχέση μεταξύ του λόγου Qrs και του Fdi δίνεται στο διάγραμμα 6.8 και μέχρι περίπου μια τιμή της Fdi ( $Fdi_1 \approx 5e^{11}$ ) παρουσιάζει την ίδια καμπυλότητα όπως και στο μοντέλο του τετραγώνου, δηλαδή μορφής αντεστραμμένου 'U'.

**Διάγραμμα 6.8** Καμπύλη Παλινδρόμησης (Model4)



Όπως αναφέρθηκε στην παράγραφο 5.2.2.1 στη εκτίμηση ενός δείγματος με την εφαρμογή του υποδείγματος OLS υπάρχει η υπόθεση της μη παρατηρούμενης ετερογένειας, η οποία ενσωματώνεται στον σταθερό όρο, καθώς και η υπόθεση της κανονικής κατανομής των καταλοίπων, κάτι το οποίο αποδείχθηκε ότι δεν ισχύει στα προηγούμενα μοντέλα. Επομένως, κρίνεται αναγκαίο να εφαρμοστούν τα δύο επόμενα υποδείγματα, το μοντέλο των σταθερών (FE) και το μοντέλο των τυχαίων επιδράσεων (RE), ώστε να διαπιστωθεί η επιλογή του καταλληλότερου μοντέλου και να διατυπωθούν τα αντίστοιχα συμπεράσματα που θα προκύψουν.

**Πίνακας 6.7.** Σχέση Αποτελεσματικότητας Qrs με **fdi** και **fdi<sup>2</sup>** με το μοντέλο **FE** ως προς CRS.

**Model 5:** Fixed-effects, using 5776 observations  
Included 152 cross-sectional units

Time-series length = 38  
Dependent variable: Qrs

	<i>Coefficient</i>	<i>Std. Error</i>	<i>t-ratio</i>	<i>p-value</i>	
Const	1.69417	0.00923560	183.4	<0.0001	***
Fdi	-3.6901e-12	2.35214e-13	-15.69	<0.0001	***
fdi_2	0.000000	0.000000	8.343	<0.0001	***
Mean dependent var	1.548034	S.D. dependent var		0.602992	
Sum squared resid	201.0282	S.E. of regression		0.189096	
LSDV R-squared	0.904262	Within R-squared		0.062731	
LSDV F(153, 5622)	347.0656	P-value(F)		0.000000	
Log-likelihood	1502.177	Akaike criterion		-2696.353	
Schwarz criterion	-1670.487	Hannan-Quinn		-2339.417	
Rho	0.968594	Durbin-Watson		0.109629	

Wooldridge test for autocorrelation in panel data -

Null hypothesis: No first-order autocorrelation ( $\rho = -0.5$ )

Test statistic:  $F(1, 151) = 6.62264$

with  $p\text{-value} = P(F(1, 151) > 6.62264) = 0.0110319$

Test for normality of residual -

Null hypothesis: error is normally distributed

Test statistic: Chi-square(2) = 2746.01

with  $p\text{-value} = 0$

Variable	Coefficient	95 confidence interval
const	1.69417	(1.67607, 1.71228)
fdi	-3.6901 e-12	(-4.15121e-12, -3.22899e-12)
fdi_2	4.00379e-24	(3.06301e-24, 4.94457e-24)

Σε αυτή την παλινδρόμηση το μοντέλο παίρνει την μορφή

$$Qrs = 1,69417 - 3,6901e^{-12} * fdi + 4,00379e^{-24} * fdi^2$$

με τα αντίστοιχα διαστήματα εκτίμησης των συντελεστών σε ποσοστό 95%. Με όλους τους συντελεστές του μοντέλου στατιστικά σημαντικούς ( $p\text{-value} < 0,0001$ ) ο συντελεστής προσαρμογής  $R^2$  αυξάνεται πάρα πολύ σε σχέση με το αντίστοιχο μοντέλο OLS και παίρνει τιμή 90,4%. Η στατιστική ελέγχου  $F = 347,0656$  έχει και εδώ μεγάλη τιμή και με  $p\text{-value} = 0.0000$  το μοντέλο **FE** κρίνεται ικανοποιητικό για το σύνολο των δεδομένων μας σε επίπεδο σημαντικότητας 5%. Επιπλέον, δίνονται τα διαστήματα εμπιστοσύνης όλων των συντελεστών του υποδείγματος, με την εκτίμηση

για τον συντελεστή του  $\mathbf{fdi}^2$  να είναι ο θετικός αριθμός  $4,00379 e^{-24}$ , που υποδηλώνει ότι η σχέση μεταξύ του λόγου Qrs και του Fdi είναι της μορφής ‘U’, (διαφοροποιημένη από το αντίστοιχο μοντέλο OLS), με αποτέλεσμα από το σημείο της κορυφής Fdi<sub>0</sub> οι τιμές του Qrs να έχουν αυξητικές τάσεις. Η υπόθεση για την κανονική κατανομή των καταλοίπων εξακολουθεί να μην ισχύει και ο εκτιμητής Durbin – Watson = 0.109629 < 1.5 επαληθεύει την θετική αυτοσυσχέτιση αυτών.

Στη συνέχεια της μελέτης θα γίνει εφαρμογή του υποδείγματος των τυχαίων επιδράσεων (RE), ώστε να πραγματοποιηθούν οι έλεγχοι Breusch-Pagan και Hausman για την επιλογή του καταλληλότερου μοντέλου.

**Πίνακας 6.8.** Σχέση Αποτελεσματικότητας Qrs με fdi και  $\mathbf{fdi}^2$  με το μοντέλο RE ως προς CRS.

**Model 6:** Random-effects (GLS), using 5776 observations  
Included 152 cross-sectional units  
Time-series length = 38  
Dependent variable: Qrs

	<i>Coefficient</i>	<i>Std. Error</i>	<i>z</i>	<i>p-value</i>	
Const	1.69132	0.0433952	38.97	<0.0001	***
Fdi	-3.6166e-12	2.35812e-13	-15.34	<0.0001	***
fdi_2	0.000000	0.000000	8.109	<0.0001	***
Mean dependent var	1.548034	S.D. dependent var		0.602992	
Sum squared resid	2206.208	S.E. of regression		0.618137	
Log-likelihood	-5416.273	Akaike criterion		10838.55	
Schwarz criterion	10858.53	Hannan-Quinn		10845.50	
Rho	0.968594	Durbin-Watson		0.109629	

Breusch-Pagan test -

Null hypothesis: Variance of the unit-specific error = 0  
Asymptotic test statistic: Chi-square(1) = 76727.3  
with p-value = 0

Hausman test -

Null hypothesis: GLS estimates are consistent  
Asymptotic test statistic: Chi-square(2) = 45.065  
with p-value = 1.63776e-10

Pesaran CD test for cross-sectional dependence -

Null hypothesis: No cross-sectional dependence  
Asymptotic test statistic: z = 235.606  
with p-value = 0

Wooldridge test for autocorrelation in panel data -  
 Null hypothesis: No first-order autocorrelation ( $\rho = -0.5$ )  
 Test statistic:  $F(1, 151) = 6.62264$   
 with  $p$ -value =  $P(F(1, 151) > 6.62264) = 0.0110319$

---

Variable	Coefficient	95 confidence interval
const	1.69132	(1.60625, 1.77639)
fdi	-3.61666e-12	(-4.07894e-12, -3.15438e-012)
Fdi_2	3.90411e-24	(2.96029e-024, 4.84792e-024)

---

Σε αυτή την παλινδρόμηση το μοντέλο παίρνει την μορφή:

$$Qrs = 1,69132 - 3,61666 e^{-12} * Fdi + 3,90411e e^{-12} * Fdi^2$$

Όλοι οι συντελεστές του μοντέλου στατιστικά σημαντικοί ( $p$ -value < 0,0001), έχουν τα ίδια πρόσημα με το υπόδειγμα των σταθερών επιδράσεων και παρόμοια διαστήματα εμπιστοσύνης. Επομένως, γεωμετρικά ισχύει ότι η σχέση μεταξύ του Qrs και Fdi είναι όμοια με το προηγούμενο υπόδειγμα γραμμική σχήματος 'U'. Ο έλεγχος της διαστρωματικής (cross-sectional) εξάρτησης με το test Pesaran απορρίπτει την μηδενική υπόθεση ( $p$ -value = 0), επομένως υπάρχει διαστρωματική εξάρτηση μεταξύ των χωρών, με αποτέλεσμα αιφνίδιες αλλαγές στις πολιτικές αποφάσεων σε σχέση με τις AXE κάποιων χωρών να έχουν επίπτωση σε κάποιες άλλες χώρες. Η τιμή  $p$ -value =  $1.63776e-10 = 0.05009945$  για τον έλεγχο Hausman είναι οριακά μεγαλύτερη από την τιμή 0.05 και επομένως οριακά γίνεται δεκτή η αρχική υπόθεση για επιλογή του υποδείγματος των τυχαίων επιδράσεων (RE). Το τελευταίο συμπέρασμα υποδηλώνει πως η σταθερά **1,69132** του υποδείγματος δεν σχετίζεται με την επεξηγηματική μεταβλητή Fdi και ισχύει οριακά η υπόθεση της εξωγένειας. Επιπλέον, στον έλεγχο Breusch-Pagan ( $p$ -value = 0) απορρίπτεται η μηδενική υπόθεση για την μηδενική τιμή της διακύμανσης, με αποτέλεσμα να απορριφθεί η επιλογή του OLS μοντέλου. Καταλήγουμε, επομένως, στο συμπέρασμα ότι καταλληλότερο κρίνεται το μοντέλο των τυχαίων επιδράσεων.



## 7. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

### 7.1 ΣΚΟΠΟΣ - ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΟΙ ΤΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ – ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Όπως παρουσιάστηκε στο δεύτερο μέρος της βιβλιογραφικής ανασκόπησης, υπάρχει ένας πολύ μικρός αριθμός ερευνητικών εργασιών, ο οποίος διερευνά την παραγωγική αποτελεσματικότητα των χωρών σε σχέση μόνο με τις ΑΞΕ, χρησιμοποιώντας μη παραμετρικούς εκτιμητές με τη βοήθεια της Μεθόδου DEA. Η παρούσα εργασία διερευνά με την ίδια μεθοδολογία, την ίδια ακριβώς σχέση σε ένα διευρυμένο δείγμα 152 χωρών, που απαρτίζεται από ανεπτυγμένες και αναπτυσσόμενες χώρες οι οποίες έχουν διαφορετικές κατανομές απόδοσης. Το δείγμα μελετήθηκε για το χρονικό διάστημα 1980 – 2017, δηλαδή για μια χρονική περίοδο 38 ετών. Θα μπορούσε να γίνει μελέτη για ένα μεγαλύτερο αριθμό χωρών και για ένα μεγαλύτερο χρονικό διάστημα, όπως για παράδειγμα για την περίοδο 1970 – 2017, αλλά στη βάση δεδομένων υπήρχαν ελλείψεις στοιχείων (missing values) για τις μεταβλητές και κυρίως για τις τιμές των ΑΞΕ. Αυτός είναι και ο βασικός περιορισμός της εργασίας. Για την Ρωσία για παράδειγμα, υπήρχαν ελλείψεις σε στοιχεία για τις επενδύσεις, για αυτό τον λόγο δεν συμπεριλήφθηκε στον πίνακα των G-20 και γενικότερα στη μελέτη. Μεγαλύτερος αριθμός παρατηρήσεων αυξάνει την εγκυρότητα των αποτελεσμάτων και την εξαγωγή ασφαλέστερων συμπερασμάτων.

Για την ανάλυση θεωρήθηκαν ως εισροές το απόθεμα κεφαλαίου και το εργατικό δυναμικό, ενώ η παραγωγή είναι το ΑΕΠ και η εξωτερική μεταβλητή που επηρεάζει τη διαδικασία παραγωγής των χωρών είναι οι ΑΞΕ. Χρησιμοποιώντας τον μη παραμετρικό εκτιμητή DEA εξετάστηκε η επίδραση των ΑΞΕ στα επίπεδα οικονομικής απόδοσης των χωρών. Παρουσιάστηκαν γραφικά οι αποδόσεις των χωρών, στην μια περίπτωση χωρίς να ληφθούν υπόψη οι ΑΞΕ και στην δεύτερη περίπτωση όπου οι ΑΞΕ συμπεριλήφθηκαν ως επιπλέον μεταβλητή. Στα αντίστοιχα διαγράμματα διαπιστώνεται διαχρονική φθίνουσα πορεία των αποδόσεων. Όμως, στη στατιστική περιγραφική ανάλυση διαπιστώνεται μια αύξηση των δύο αντίστοιχων μέσων αποδόσεων κατά 50%. Υπολογίστηκε η αναλογία της απόδοσης  $Q_{rs}$ , η οποία έχει χρησιμοποιηθεί από αρκετούς συγγραφείς στην βιβλιογραφία, και η οποία έδωσε μια αύξουσα γραμμική σχέση της αναλογίας αυτής σε σχέση με τον χρόνο, που επιβεβαιώνει το παραπάνω εύρημα. Η πορεία των τιμών των ΑΞΕ στο συγκεκριμένο

χρονικό διάστημα έχει και αυτή αυξητική πορεία με ελάχιστα χρονικά διαστήματα εξαίρεσης.

Επιπλέον, παρουσιάστηκαν διαχρονικά τα επίπεδα οικονομικής απόδοσης των μεγαλύτερων οικονομιών (G20), και επιβεβαιώθηκε ότι στις αναπτυσσόμενες χώρες η Κίνα και η Ινδία έχουν τις υψηλότερες αποδόσεις, ενώ την τετράδα κορυφής συμπληρώνουν οι ανεπτυγμένες χώρες USA και Ιαπωνία. Στη συνέχεια, όλες οι υπόλοιπες χώρες φαίνεται να αποτελούν μια ομάδα με παρόμοιες επιδόσεις κατά την εξεταζόμενη περίοδο. Σε όλα τα γραφήματα διαπιστώνονται οι αναλογικές διαχρονικές διαφορές των αποδόσεων με πρώτη την Ινδία, στην οποία η αποδοτικότητα έχει μια εκθετική μορφή.

Στη συνέχεια, εφαρμόζονται τα τρία βασικά υποδείγματα παλινδρομήσεων σε Panel δεδομένα. Στο σύνολο των παλινδρομήσεων όλοι οι συντελεστές διαπιστώνεται ότι είναι στατιστικά σημαντικοί και οι αντίστοιχοι στατιστικοί έλεγχοι καθορίζουν ως καταλληλότερο το υπόδειγμα των τυχαίων αποδόσεων (RE). Τα αποτελέσματα δείχνουν μια μη γραμμική σχέση μεταξύ των αποδόσεων και των ΑΞΕ αλλά μια σχέση της μορφής 'U'.

## 7.2 ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΓΙΑ ΠΕΡΑΙΤΕΡΩ - ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΗ ΕΡΕΥΝΑ.

Μεγάλο ενδιαφέρον θα παρουσίαζε μία άμεση περαιτέρω εργασία με την εφαρμογή της μεθόδου DEA για την εκτίμηση του δείκτη Malmquist ή αλλιώς Συνολικός Δείκτης Παραγωγικότητας (Total Factor Productivity – TFP), ο οποίος βασίζεται σε συναρτήσεις απόστασης, είτε για σταθερές αποδόσεις κλίμακας (CRS), είτε για μεταβλητές αποδόσεις κλίμακας (VRS) με αντίστοιχη σύγκριση των αποτελεσμάτων. Με τον δείκτη Malmquist μπορεί να γίνει μελέτη των μεταβολών της αποδοτικότητας του συγκεκριμένου δείγματος των χωρών ανά χρονική περίοδο. Επιπλέον, δίνεται η δυνατότητα αποδόμησης (decomposition) του TFP στα επιμέρους στοιχεία του, και κατά συνέπεια στον υπολογισμό της Μεταβολής της Τεχνικής Αποδοτικότητας (Technical Efficiency Change – TEC) και της Τεχνολογικής Αλλαγής (Technological Change – TE), ή και περαιτέρω στην Μεταβολή Αποδοτικότητας Κλίμακας (Scale Efficiency Change – SEC).

Ως συνέχεια της παραπάνω πρότασης θα μπορούσε να υπολογιστεί ο αντίστοιχος λόγος αποδοτικότητας ως προς μεταβλητές αποδόσεις κλίμακας

$Q_{VRS} = \frac{\text{Efficiency}_{VRS}(\text{emp,cn}/\text{fdi})}{\text{Efficiency}_{VRS}(\text{emp,cn})}$ , και στην συνέχεια ο λόγος απόδοσης της κλίμακας:

$$Q_{sca} = \frac{\text{Efficiency}_{CRS}(\text{emp,cn}/\text{fdi}) / \text{Efficiency}_{CRS}(\text{emp,cn})}{\text{Efficiency}_{VRS}(\text{emp,cn}/\text{fdi}) / \text{Efficiency}_{VRS}(\text{emp,cn})}$$

(Halkos and Tzeremes, 2013a) να αξιολογηθεί με τις βασικές κατηγορίες μελέτης υποδειγμάτων Panel.

Μια επιπλέον πρόταση για μελλοντική έρευνα θα ήταν η μελέτη και η επίδραση των ΑΞΕ στην αποτελεσματικότητα στη δύσκολη χρονική συγκυρία που διανύουμε. Πιο συγκεκριμένα, πόσο έχουν επηρεαστεί οι ΑΞΕ στην περίοδο της πανδημίας, μιας κατάστασης με χαρακτηριστικά που δεν έχει επαναληφθεί αρκετές δεκαετίες στο παρελθόν και πόσο έχει επηρεάσει τις οικονομίες πιθανόν μια ξαφνική μεταβολή αυτών.

Η επίδραση των ΑΞΕ στις οικονομίες των χωρών αποτελεί ένα βασικό αντικείμενο μελέτης της Οικονομικής Επιστήμης και κυρίως της Οικονομετρίας ενώ ταυτόχρονα υπάρχει μεγάλο εύρος μελέτης στο μεθοδολογικό πλαίσιο. Επομένως στην παρούσα εργασία, επειδή το μοντέλο είναι σχετικά απλό, θα είχε μεγάλο ενδιαφέρον αν μπορούσαν να ληφθούν υπόψη και άλλες μακροοικονομικές μεταβλητές, όπως για παράδειγμα των εξαγωγών (αγαθών και υπηρεσιών), της εισαγόμενης έρευνας και ανάπτυξης (Imported Research & Development - R&D), της ανεργίας, διερευνώντας ταυτόχρονα τις αμφίδρομες αιτιότητες των μεταβλητών στις συνιστώσες των παραγωγικών δυνατοτήτων των χωρών (Tzeremes 2019).

## 8. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ

- *Ξενόγλωσση Βιβλιογραφία*

Aigner D, Lovell CAK, Schimdt P (1977) “Formulation and estimation of stochastic frontier analysis production function model ”, *Journal of Econometrics* 6 (1977): 21-37.

Aitken BJ, Harrison AE (1999) “Do domestic firms benefit from direct foreign investment? Evidence from Venezuela ”, *American Economic Review* 89:605.

Atkinson SE, Wilson PW(1995) “Comparing mean efficiency and productivity scores from small samples: A bootstrap methodology”, *The Journal of Productivity Analysis* 6: 137-152.

Bădin L, Daraio C, Simar L (2012). “How to measure the impact of environmental factors in a no parametric production model”, *European Journal of Operational Research*, pp 223 (3), 818-833.

Banker RD, Charnes A, Cooper WW (1984). “Some models for estimating technical and scale inefficiencies in Data Envelopment Analysis”, *Management Science*,30 (9),1078–1092.

Banker RD, Conrad RF, Strauss RP (1986) “A comparative application of data envelopment analysis and trans log methods: An illustrative study of hospital production”, *Management Science*32 (1): 30-44.

Banker RD (1984) “Estimating Most Productive Scale Size Using Data Envelopment Analysis”, *European Journal of Operational Research* 17: 35-44.

Banker RD, Maindiratta A (1992) “ Maximum Likelihood Estimation of Monotone and Concave Production Frontiers”. *The Journal of Productivity Analysis*, (3) 401-415.

Blomström M, SjoKholm F (1999) “Technology transfer and spillovers: Does local participation with multinational smatter? ”, *European Economic Review* Volume 43, Issues 4–6, April 1999, Pages 915-923.

Borensztein E, De Gregorio J, Lee JW (1998) “ How does foreign direct investment affect economic growth? ”, *Journal of International Economics* Volume 45, Issue 1, 1 June 1998, Pages 115-135.

Caselli F (2005) Accounting for cross-country income differences. In *Handbook of Economic Growth*, Aghion P, Durlauf S (eds). North-Holland: Amsterdam; 555–677.

Caves RE (1971) “International corporations: the industrial economics of foreign investment”, *Economica*, 38, pp. 1-27.

Caves RE (1974) “Multinational Firms, Competition and Productivity in Host-Country Markets”, *Economica*, 41, pp. 176-193.

Caves DW, Christensen LR, Diewert WE (1982) “The economic theory of index numbers and the measurement of input, output, and productivity”. *Econometrica* 50(6):1393–1414.

Chambers RG (1988) “Applied Production Analysis: A Dual Approach”, Cambridge University Press, New York.

Charnes A, Cooper WW, Rhodes E (1978) “Measuring the Efficiency of Decision Making Units”, *European Journal of Operational Research*, Vol. 3, σελ. 429- 444.

Chodakowska E, Nazarko J (2017) “Environmental DEA method for assessing productivity of European countries”, *Technological and Economic Development of Economy*, 23:4, 589-607.

Coelli T, Rao D, O’Donnell C, Battese G (2005) “An introduction to efficiency and productivity analysis”. 2nd edition, Springer, New York.

Das S (1987) “Externalities and technology transfer through multinational corporations”. *J Int Econ* 22:171–182.

Denisia V (2010) “Foreign Direct Investment Theories: An Overview of the Main FDI Theories”, *European Journal of Interdisciplinary Studies*, No. 3, December 2010.

Dunning JN (1981) “International production and the multinational enterprise”. London: Allen & Unwin.

Efron B (1979) “Bootstrap Methods: Another Look at the Jackknife”, *The Analysis of Statistics*, Vol. 7 No. 1, σελ. 1- 26.

Emrouznejad A (2003) “An alternative DEA measure: a case of OECD countries”, *Applied Economics Letters*, 10:12, 779-782.

Emrouznejad A, Parker BR, Tavares G (2008) “Evaluation of research inefficiency and productivity: A survey and analysis of the first 30 years of scholarly in literature in DEA”. *Socio - Economic Planning Sciences* 42:3 , pp151-157.

Emrouznejad A, Thanassoulis E (2010) “Measurement of productivity index with dynamic DEA”, *Int. J. Operational Research*, Vol. 8, No. 2.

Emrouznejad A, Yang G (2017) “A survey and analysis of the first 40 year of scholarly in DEA : 1978-2017”, *Socio- Economic Planning Sciences* 61, pp 4-8.

Färe R, Lovell CAK (1978) “Measuring the Technical Efficiency of Production”, *Journal of Economic Theory*, 19, 150-162.

Färe R, Grosskopf S, Lovell CAK (1985) “The Measurement of Efficiency of Production”. Kluwer Academic Publishers, Boston.

Färe R, Grosskopf S, Morris M, Zhongyang Z (1994) “Productivity growth, technical progress, and efficiency in industrialized countries ”, *American Economic Review* 84 (1), pp66–82.

Färe R, Primont D (1995) “Multi-Output Production and Duality: Theory and Applications”. Kluwer Academic Publishers, Boston / London.

Färe R, Grosskopf S, Lovell CAK (1994) “*Production Frontiers*”, Cambridge University Press, Cambridge.

Färe R, Grosskopf S, Hernandez-Sancho F (2004). “*Environmental performance: an index number approach*”, *Resource and Energy Economics* 26 pp 343–352.

Farrell MJ (1957). “The Measurement of Productive Efficiency”, *Journal of the Royal Statistical Society, Series A*, Vol. 120, σελ. 253-281 .

Fried HO, Lovell CAK, Schmidt SS (2008) “The measurement of productive efficiency and productivity growth”, Chapter 1,3-91, New York: Oxford University Press.

Fosfuri A, Motta M, Ronde T (2001) “Foreign Direct Investment and Spillovers Through Workers’ Mobility”, *Journal of International Economics*, 53, pp. 205-222.

Girma S, Görg H (2007) “Multinational’s productivity advantage: scale or technology”, *Econ Inq* 42:350–362.

Golany B, Roll Y (1989) “An application Procedure of DEA”, *Omega Int. J. of Mgmt Sci.* Vol. 17, pp 237-250.

Görg H, Strobl E (2004) “Foreign direct investment and local economic development: beyond productivity spillovers”, *Research Paper Series*, University of Nottingham No. 2004/11.

Halkos GE, Tzeremes NG, Kourtzidis SA (2010) “A DEA approach for measuring university departments’ efficiency”, MPRA Paper No. 24029 University Library of Munich, Germany.

Halkos GE, Tzeremes NG (2010) “Corruption and Economic Efficiency: Panel Data Evidence”, *Global Economic Review* Vol. 39, No. 4, 441-454, December 2010.

Halkos GE, Tzeremes NG (2011) “The use of supply chain DEA models in operations management: A survey”, MPRA Paper 31846, University Library of Munich, Germany.

Halkos GE, Tzeremes NG (2013a) “Renewable energy consumption and economic efficiency: Evidence from European countries”, *JOURNAL OF RENEWABLE AND SUSTAINABLE ENERGY* 5, 041803 (2013).

Halkos GE, Tzeremes NG (2013b) “Measuring the effect of Kyoto protocol agreement on countries’ environmental efficiency in CO<sub>2</sub> emissions: an application of conditional full frontiers”, *Journal of Productivity Analysis*, DOI:10.1007/s11123-013-0343-1.

Halkos GE, Managi S, Tzeremes NG (2015) “The effect of natural and man-made disasters on countries’ production efficiency”, *Journal of Economic Structures* (2015) 4:10.

Henderson DJ, Russel RR (2005) “Human Capital and Convergence: A Production- Frontier Approach”, *International Economic Review* Vol. 46, No.4.

Hermes N, Lensink R (2010) “Foreign direct investment, financial development and economic growth”, *The Journal of Development Analysis*, Volume 40, 2003 Issue 1, pp142-163.

Hjalmarsson L, Kumbhakar SC, Heshmati A (1996) “DEA, DFA, and SFA: A Comparison”, *The Journal of Productivity Analysis*, 7, 303-327.

Hosseini H (2005) “An economic theory of FDI: A behavioural economics and historical approach”, *The Journal of Socio-Economics*, 34,p 530-531.

Hymer SH (1976, 1960 dissertation) “The International Operations of National Firms. A Study of Direct Foreign Investment”, Cambridge MA : MLT Press.

IMF (2003). “Foreign Direct Investment Statistics: How Countries Measure FDI”. 2001 (Washington). Available electronically as a PDF file at : <http://www.imf.org/external/pubs/ft/fdis/2003/index.htm>.

IMF (2004) “Definition of foreign direct investment (FDI) terms”. IMF committee on balance of payments statistics and OECD, Workshop on International Investment Statistics, Direct Investment Technical Expert Group (DITEG). Issues Paper (DITEG)#20”, pp 5.



Javorcik B (2004) “Does foreign direct investment increase the productivity of domestic firms? In search of spillovers through backward linkages”. *American Economic Review* 94:605–627

Johnes G, Johnes J (1993) “Measuring the research performance of UK economics departments: An application of data envelopment analysis”, *Oxford Economic Papers* 45:332-347.

Johnes G (2006) “Data envelopment analysis and its application to the measuring of efficiency in higher education” *Economics of Education Review* 25 273-288.

Kravtsova V, Zelenyuk V (2007) “Foreign knowledge, what does it bring to domestic firms? Malmquist productivity index in test for FDI spillovers”, Working Paper of UNU-MERIT.

Kravtsova V (2008) “Foreign presence and efficiency in transition economies”, *Journal of Productivity Analysis* 29:91–102.

Kumar S, Russell RR (2002) “Technological Change, Technological Catch-up, and Capital Deepening: Relative Contributions to Growth and Convergence”, *American Economic Review* 92 (3):527–548.

Lipsey R (2002) “Home and Host Country Effects of Fdi ”, National Bureau of Economic Research, Cambridge, RE Working Paper 9293 <http://www.nber.org/papers/w9293>.

Lipsey RE, Sjöholm F (2005) “The impact of inward FDI on host countries: Why such different answers? In: Moran TH, Graham E, Blomstrom M (eds) *Does foreign direct investment promote development?*”, Institute for International Economics and Center for Global Development, Washington DC.

Losano S, Gutierrez E (2008) “Non- Parametric frontier approach to modeling the relationships among population, GDP, energy consumption and CO<sub>2</sub> emissions”, *Ecological Economics* (66), pp 687-699.

Lovell CAK (1993) “Production frontiers and productive efficiency. The Measurement of Productive Efficiency-Techniques and Applications”, Oxford University Press, Oxford, 3-67.

Markusen J, Venables A (1999) “Foreign Direct Investment as a Catalyst for Industrial Development”, *European Economic Review*, 43, pp. 335-356.

Mastromarco C, Ghosh S (2009) “Foreign capital, human capital, and efficiency: a stochastic frontier analysis for developing countries”, *World Development* 37(2):489-502.



- Mastromarco C, Simar L (2015) “Effect of FDI and time on catching up: new insights from a conditional nonparametric frontier analysis”, *J Appl Econ* 30(5):826-847.
- Mastromarco C, Simar L (2018) “Globalization and productivity : A robust Non-parametric world frontier analysis”, *Economic Modelling*.doi.org/10.1016/j.econmod.2017.09.015.
- Maudos J, Pastor JM, Serrano L (1999) “Total factor productivity measurement and human capital in OECD countries”, *Economic Letters*, Vol. 63, pp.39–44.
- Moosa I (2002) “ Foreign Direct Investment : Theory Evidence and Practice” , RMIT University , January 2002, DOI: 10.1057/9781403907493.
- Murillo-Zamorano LR, Vega-Cervera JA (2001) “The use of parametric and non-parametric frontier methods to measure the productive efficiency in the industrial sector: A comparative study”, *Int. J. Production Economics* 69,p 265-275.
- Prescott E (1998) “Business cycle research: Methods and problems”, Working Paper no. 590, Federal Research Bank of Minneapolis: pp 6-7.
- Porter M (1990) “ Competitive Advantage of Nations”. New York: The Free Press.
- Rodriguez-Clare A (1996) “Multinationals, linkages, and economic development”, *American Economic Review* 86:852–873.
- Saggi K (2002) “Trade, foreign direct investment, and international technology transfer: A survey t”, *World Bank Res Obs* 17:191–235.
- Sari DW, Khalifah NA, Suyanto S (2016) “ The spillover effects of foreign direct investment on the firms’ productivity performances”, *Journal of Productivity Analysis* (46):199–233.
- Stiakakis E, Fouliras P (2009) “The impact of environmental practices on firms’ efficiency: the case of ICT-producing sectors”, *Operational Research* 9: 311-328.
- Taskin F, Zaim O (1997) “Catching-up and innovation in high – and low-income countries ”, *Economic Letters* 54, pp93-100.
- Taskin F, Zaim O (2000) “Environmental efficiency in carbon dioxide emissions in OECD: A non- parametric approach”, *Journal of Environmental Management* (2000) 58, pp 95-107.

Takii S (2005) “Productivity spillovers and characteristic of foreign multinational plants in Indonesian manufacturing 1990–1995”, *J Dev Econ* 76:521–542

Timmer MP, Los B (2005) “Localized Innovation and Productivity Growth in Asia: An Intertemporal DEA Approach”, *Journal of Productivity Analysis*, 23, 47–64, 2005.

Tzeremes NG (2014) “The effect of human capital on countries’ economic efficiency”, *Economics Letters* Volume 124, Issue 1, July 2014, Pages 127-131.

Tzeremes NG (2019) “Technological change, technological catch-up and export orientation: evidence from Latin American Countries”, *Journal of Productivity Analysis* , doi.org/10.1007/s11123-019-00566-5.

Zervopoulos P, Palaskas T (2010) “Performance - effectiveness – efficiency measurement methods in public sector: international and Greek experience”. Αναρτήθηκε από <http://mpira.ub.uni-muenchen.de/30936/>.

Zhou P, Poh KL, Ang BW (2007) “A non-radial DEA approach to measuring environmental performance”, *European Journal of Operational Research* 178, 1–9.

Vernon R (1966) “Comprehensive Model-Building in the Planning Process: The Case of the Less-Developed Economies”, *The Economic Journal* Vol. 76, No. 30 (Mar., 1966), pp. 57-69 (13 pages).

Vernon R (1966) “International investment and international trade in the product cycle”, *Quarterly Journal Of Economics*, 80, pp 190-207.

Vernon R (1971) “Sovereignty at Bay. The multinational spread of US enterprises”, New York: Basic Books.

Wang J, Blomström M (1992) “Foreign Investment and Technology Transfer: A single model”, *European Economic Review*, 36, pp137-155.

- ***Ελληνική βιβλιογραφία***

Καθαράκης Γ (2012) “ Αξιολόγηση των μονάδων υγείας με στοχαστικές διαδικασίες”, Αθήνα 2012, Διδακτορική Διατριβή.