



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

ΣΧΟΛΗ ΦΑΡΜΟΣΜΕΝΩΝ ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΩΝ ΚΑΙ ΦΥΣΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ

ΔΙΑΤΜΗΜΑΤΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ

«ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΗ ΠΡΟΤΥΠΟΠΟΙΗΣΗ σε ΣΥΓΧΡΟΝΕΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ και την
ΟΙΚΟΝΟΜΙΑ»

**Εκτίμηση της Τεχνολογικής Αλλαγής: Growth
Accounting στις Χώρες PIGS**

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

του

ΑΣΒΕΣΤΟΠΟΥΛΟΥ ΧΡΗΣΤΟΥ

Επιβλέπουσα: Μπελεγρή-Ρομπόλη Αθηνά
Αναπληρώτρια Καθηγήτρια Ε.Μ.Π.

Αθήνα, Ιούνιος 2017



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΩΝ ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΩΝ ΚΑΙ ΦΥΣΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΔΙΑΤΜΗΜΑΤΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ

«ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΗ ΠΡΟΤΥΠΟΠΟΙΗΣΗ σε ΣΥΓΧΡΟΝΕΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ και την
ΟΙΚΟΝΟΜΙΑ»

Εκτίμηση της Τεχνολογικής Αλλαγής: Growth Accounting στις Χώρες PIGS

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

του

ΑΣΒΕΣΤΟΠΟΥΛΟΥ ΧΡΗΣΤΟΥ

Επιβλέπουσα: Μπελεγρή-Ρομπόλη Αθηνά
Αναπληρώτρια Καθηγήτρια Ε.Μ.Π.

Εγκρίθηκε από την τριμελή εξεταστική επιτροπή την 14^η Ιουνίου 2017.

(Υπογραφή)

.....
Μπελεγρή-Ρομπόλη Αθηνά
Αναπληρ. Καθηγήτρια Ε.Μ.Π.

(Υπογραφή)

.....
Μιχαηλίδης Παναγιώτης
Επίκουρος Καθηγητής Ε.Μ.Π.

(Υπογραφή)

.....
Μηλιός Ιωάννης
Καθηγητής Ε.Μ.Π.

Αθήνα, Ιούνιος 2017

(Υπογραφή)

.....

ΑΣΒΕΣΤΟΠΟΥΛΟΣ ΧΡΗΣΤΟΣ

Διπλωματούχος Μεταπτυχιακού Τίτλου Σπουδών: «Μαθηματική Προτυποποίηση σε Σύγχρονες Τεχνολογίες και την Οικονομία», Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο.

© 2017 – Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος.

Απαγορεύεται η αντιγραφή, αποθήκευση και διανομή της παρούσας εργασίας, εξ ολοκλήρου ή τμήματος αυτής, για εμπορικό σκοπό. Επιτρέπεται η ανατύπωση, αποθήκευση και διανομή για σκοπό μη κερδοσκοπικό, εκπαιδευτικής ή ερευνητικής φύσης, υπό την προϋπόθεση να αναφέρεται η πηγή προέλευσης και να διατηρείται το παρόν μήνυμα. Ερωτήματα που αφορούν τη χρήση της εργασίας για κερδοσκοπικό σκοπό πρέπει να απευθύνονται προς τον συγγραφέα.

Οι απόψεις και τα συμπεράσματα που περιέχονται σε αυτό το έγγραφο εκφράζουν τον συγγραφέα και δεν πρέπει να ερμηνευθεί ότι αντιπροσωπεύουν τις επίσημες θέσεις του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου.

Περίληψη

Ο σκοπός της παρούσας διπλωματικής εργασίας είναι η εκτίμηση της συνολικής παραγωγικότητας των συντελεστών παραγωγής (Total Factor Productivity, T.F.P.), της παραγωγικότητας της εργασίας και της παραγωγικότητας του κεφαλαίου των χωρών: Ελλάδα, Ιταλία, Ισπανία και Πορτογαλία, τις αποκαλούμενες 'PIGS', για την περίοδο 1980-2006. Μεθοδολογικά, εφαρμόστηκε η Λογιστική της Μεγέθυνσης (Growth Accounting), σύμφωνα με την οποία ο ρυθμός μεγέθυνσης μιας οικονομίας «αποσυντίθεται» σε δύο συνιστώσες: η μια αφορά το μέρος της μεγέθυνσης το οποίο εξηγείται από την αύξηση της ποσότητας των εισροών της συνάρτησης παραγωγής της οικονομίας (aggregate production function), δηλαδή από την αύξηση της ποσότητας των παραγωγικών συντελεστών της οικονομίας, και η άλλη, η οποία ονομάζεται κατάλοιπο Solow (Solow residual), αφορά το μέρος της μεγέθυνσης το οποίο εξηγείται από όλους τους άλλους παράγοντες που την επηρεάζουν. Για την εφαρμογή της μεθόδου χρησιμοποιήθηκαν διαθέσιμα στοιχεία της βάσης δεδομένων AMECO. Τα αποτελέσματα της έρευνας έδειξαν πως το τεχνολογικό επίπεδο της Ελλάδας, Ιταλίας και Ισπανίας, εκφρασμένο από την T.F.P. έχει μείνει, πρακτικά, αμετάβλητο και, επομένως, η αύξηση του Α.Ε.Π. που παρατηρήθηκε σε αυτές τις χώρες μπορεί να αποδοθεί εξ ολοκλήρου στην αύξηση της ποσότητας των συντελεστών παραγωγής, δηλαδή, της εργασίας και του φυσικού κεφαλαίου. Αντίθετα, ο μέσος ρυθμός μεγέθυνσης της συνολικής παραγωγικότητας των συντελεστών παραγωγής για την Πορτογαλία υπολογίστηκε στα ίδια επίπεδα με αυτά της ευρωπαϊκής ένωσης (περίπου 1%).

Λέξεις Κλειδιά: Λογιστική της Μεγέθυνσης, Τεχνολογική Αλλαγή, Συνολική

Παραγωγικότητα Συντελεστών Παραγωγής, Κατάλοιπο Solow, Οικονομική Μεγέθυνση

Abstract

The purpose of this thesis is to estimate the Total Factor Productivity (T.F.P.), the labor productivity and the capital productivity of the countries: Greece, Italy, Spain, and Portugal, which are called 'PIGS', for the period 1980-2006. In particular, the Growth Accounting method was implemented, in which the growth rate of an economy is "decomposed" into two components: one component pertains to the part of growth which is explained by the increase in the quantity of inputs of the aggregate production function, i.e. the increase in the quantity of production factors in the economy, and the other component, which is called Solow residual, pertains to the part of growth that is due to all the other factors that influence it. For the implementation of the method available data from AMECO database were used. The survey results showed that the technological level of Greece, Italy and Spain, expressed by the T.F.P., has remained practically unchanged and, therefore, the increase of G.D.P. observed in these countries is entirely attributed to increased quantities of factors of production, namely labor and physical capital. In contrast, the average growth rate of T.F.P. in Portugal was estimated at the same level with those of the EU (about 1%).

Keywords: Growth Accounting, Technological Change, Total Factor Productivity, Solow Residual, Economic Growth

*Η παρούσα διπλωματική αφιερώνεται στον
παππού μου, Παναγιώτη, και στην γιαγιά μου,
Βασιλική*

Ευχαριστίες

Θα ήθελα να ευχαριστήσω ιδιαίτερω την επιβλέπουσα καθηγήτριά μου κυρία Αθηνά Μπελεγρή-Ρομπόλη τόσο για την ευκαιρία που μου έδωσε να συνεργαστούμε όσο και για την καθοδήγησή της καθ' όλη τη διάρκεια της συγγραφής της διπλωματικής. Επιπλέον, ευχαριστώ τον υποψήφιο διδάκτορα κύριο Θεοχάρη Μαρίνο για τις χρήσιμες συμβουλές και την συνολική βοήθειά του.

Τέλος, θα ήθελα να αποστείλω τις θερμότερες ευχαριστίες μου στους γονείς μου, Αικατερίνη και Χαρίλαο, και στον αδερφό μου, Παναγιώτη, για όλη την στήριξη που μου παρείχαν όλα αυτά τα χρόνια των σπουδών μου. Η συγγραφή της συγκεκριμένης εργασίας δεν θα ήταν εφικτή δίχως αυτούς.

Πίνακας περιεχομένων

Εισαγωγή 1

1	Υποδείγματα Οικονομικής Μεγέθυνσης.....	5
1.1	Νεοκλασικό Υπόδειγμα Μεγέθυνσης (Υπόδειγμα Solow).....	10
1.1.1	<i>Δυναμική Ανάλυση Υποδείματος Solow</i>	13
1.1.2	<i>Η Επίπτωση Αύξησης του Ποσοστού Αποταμίευσης</i>	15
1.1.3	<i>Διερεύνηση Υποδείματος με Συνάρτηση Παραγωγής Cobb-Douglas</i>	20
1.1.4	<i>Σύγκλιση Οικονομιών</i>	21
1.1.5	<i>Ταχύτητα Σύγκλισης στο Σημείο Ισορροπίας</i>	28
1.1.6	<i>Κριτικές Υποδείματος Solow</i>	29
2	Η Έννοια της Τεχνολογικής Προόδου.....	31
2.1	Εννοιολογικό Περιεχόμενο Τεχνολογικής Προόδου.....	31
2.2	Μαθηματική Προτυποποίηση Τεχνικής Προόδου.....	32
2.2.1	<i>Ταξινόμηση τεχνικής προόδου κατά Hicks</i>	33
2.2.2	<i>Ταξινόμηση τεχνικής προόδου κατά Harrod</i>	33
2.2.3	<i>Ταξινόμηση τεχνικής προόδου κατά Solow</i>	33
2.2.4	<i>Ισοδυναμία Μορφών Τεχνικής Προόδου στη Συνάρτηση Cobb-Douglas</i>	33
3	Η Λογιστική της Μεγέθυνσης.....	35
3.1	Βιβλιογραφική Επισκόπηση.....	35
3.2	Μεθοδολογικό Πλαίσιο της Growth Accounting.....	38
3.2.1	<i>Βασικό Μεθοδολογικό Πλαίσιο</i>	39
3.2.2	<i>Εφαρμογή Μεθόδου με Συνάρτηση Cobb-Douglas</i>	42
4	Μελέτη Περίπτωσης: PIGS (1980-2006).....	45
4.1	Επιλογή Χρονολογικής Σειράς.....	51
4.2	Πηγές Δεδομένων.....	52
5	Εμπειρικά Αποτελέσματα.....	53
5.1	Ανάλυση Παλινδρόμησης.....	53
5.2	Εκτίμηση Τεχνολογικής Αλλαγής.....	60

6	Συμπεράσματα και Μελλοντικές Επεκτάσεις	63
	Βιβλιογραφία.....	65
	Παράρτημα.....	69

Εισαγωγή

Οι οικονομολόγοι χρησιμοποιούν τον όρο «οικονομική μεγέθυνση» για να αναφερθούν στην αύξηση του κατά κεφαλήν Ακαθάριστου Εγχώριου Προϊόντος (Α.Ε.Π.). Η οικονομική μεγέθυνση, όμως, εννοιολογικά δεν είναι ταυτόσημη με την οικονομική ανάπτυξη, παρά το γεγονός πως για αρκετές δεκαετίες (σίγουρα μέχρι το 1970) εθεωρούντο συνώνυμες έννοιες και, παρότι, πολύ συχνά, ακόμη και σήμερα, χρησιμοποιούνται στον δημόσιο διάλογο για να δηλώσουν την ίδια διαδικασία (αυτή της αύξησης του Α.Ε.Π.). Ωστόσο, όπως αναφέρει ο Ρέππας (2015, σ.48): «το περιεχόμενο της [οικονομικής ανάπτυξης] επεκτείνεται σε ζητήματα κοινωνικής, πολιτιστικής, περιβαλλοντικής και ακόμα πολιτικής υφής, όχι μόνο σε εθνικό αλλά και σε διεθνές επίπεδο. Με άλλα λόγια, η διαδικασία που υπονοείται με τον όρο οικονομική ανάπτυξη ξεπέρασε τα στενά όρια της μεγέθυνσης του Α.Ε.Π. και άρχισε να διευρύνεται, να συμπεριλαμβάνει και να συνυπολογίζει όλες τις εκφάνσεις της κοινωνικής ζωής και όλες τις κοινωνικές ομάδες και τάξεις σε εθνικό και διεθνές επίπεδο». Θα λέγαμε δηλαδή πως η οικονομική ανάπτυξη αποτελεί ένα εννοιολογικό υπερσύνολο της οικονομικής μεγέθυνσης. Ωστόσο, είναι κοινώς αποδεκτό πως η μεγέθυνση αποτελεί αναγκαία (όχι ικανή) συνθήκη της ανάπτυξης¹.

Η διερεύνηση των παραγόντων και των μηχανισμών της οικονομικής μεγέθυνσης, καθώς και οι δυνάμεις σύγκλισης και απόκλισης μεταξύ χωρών ή γεωγραφικών περιοχών κατέχει δεσπόζουσα θέση στην οικονομική επιστήμη τα τελευταία ογδόντα περίπου χρόνια, αφού παρέχει τη δυνατότητα βελτίωσης του βιοτικού επιπέδου των κοινωνιών². Η οικονομική μεγέθυνση έχει άμεση συνέπεια στην ευμάρεια του πληθυσμού μιας χώρας. Το γεγονός, ότι η οικονομική μεγέθυνση δεν συνεπάγεται από μόνη της την ανάπτυξη δεν αντιτίθεται στην, σχεδόν, αδιαμφισβήτητη αλήθεια πως η αύξηση του Α.Ε.Π. μιας οικονομίας οδηγεί σε μεγαλύτερη ευημερία για τα μέλη της. Εξάλλου, το κατά κεφαλήν Α.Ε.Π. φαίνεται να αποτελεί, παρά τις όποιες ατέλειές του, ένα σημαντικό δείκτη πλούτου και ευημερίας μιας κοινωνίας (Θεοχαράκης και Τσερκέζης, 2009, σ.97). Έτσι, η θεωρητική θεμελίωση και η κατανόηση των παραγόντων και των μηχανισμών της οικονομικής μεγέθυνσης δεν θα μπορούσαν να απασχολούν μόνο τους ερευνητές, καθώς αφορούν, διαχρονικά, όλες τις διαστάσεις του δημόσιου και ιδιωτικού βίου. Ο Piketty (2014, σ.100) διερευνώντας τη «μεγάλη εικόνα», αναλύει τη μεγέθυνση της παραγωγής σε δύο διαστάσεις: στη μεγέθυνση του πληθυσμού και στη μεγέθυνση του κατά κεφαλήν προϊόντος. Δηλαδή, η μεγέθυνση

¹ Σημειώνεται πως η παρούσα εργασία πραγματεύεται αποκλειστικά το θέμα της οικονομικής μεγέθυνσης και δεν επεκτείνεται στην μελέτη της οικονομικής ανάπτυξης.

² Αναλυτικότερα: (Piketty, 2014, σ. 100-141).

περιλαμβάνει δύο συνιστώσες: μία δημογραφική και μια οικονομική. Η μεταβολή του κατά κεφαλήν προϊόντος και του πληθυσμού, στην πολύ μακρά περίοδο, περιέχεται στον παρακάτω πίνακα:

Μέσος ετήσιος ρυθμός μεγέθυνσης	Παγκόσμια παραγωγή	Παγκόσμιος πληθυσμός	Παραγωγή κατά κεφαλήν
0-1700	0,1%	0,1%	0,0%
1700-2012	1,6%	0,8%	0,8%
Ειδικότερα:			
1700-1820	0,5%	0,4%	0,1%
1820-1913	1,5%	0,6%	0,9%
1913-2012	3,0%	1,4%	1,6%

Πίνακας 1: Η παγκόσμια μεγέθυνση στην μακρά περίοδο. Πηγή: (Piketty, 2014, σ.101)

Εύκολα διαπιστώνεται πως η οικονομική μεγέθυνση, ιστορικά, είναι ένα σχετικά πρόσφατο φαινόμενο. Σύμφωνα με τους Blanchard και Johnson(2013, σ.215): «Από το τέλος της Ρωμαϊκής Αυτοκρατορίας μέχρι περίπου το έτος 1500, δεν υπήρξε ουσιαστική μεγέθυνση του κατά κεφαλήν προϊόντος στην Ευρώπη. Οι περισσότεροι εργαζόμενοι απασχολούνταν στη γεωργία, στην οποία πραγματοποιείτο πολύ μικρή τεχνολογική πρόοδος. Επειδή το μερίδιο της γεωργίας στην παραγωγή ήταν τόσο μεγάλο, εφευρέσεις με εφαρμογές εκτός της γεωργίας μπορούσαν να συνεισφέρουν μόνο ελάχιστα στη συνολική παραγωγή και στο συνολικό προϊόν. Παρά το γεγονός ότι υπήρξε κάποια αύξηση της παραγωγής, η, κατά προσέγγιση, αναλογική αύξηση του πληθυσμού οδήγησε σε σχεδόν σταθερό κατά κεφαλήν προϊόν³. [...] Από το 1500 ως το 1700, ο ρυθμός μεγέθυνσης του κατά κεφαλήν προϊόντος έγινε θετικός, αλλά εξακολουθούσε να είναι πολύ χαμηλός - μόλις 0,1% το χρόνο. Στη συνέχεια, από το 1700 ως το 1820 αυξήθηκε σε περίπου 0,2% το χρόνο. Μετά την Βιομηχανική Επανάσταση, οι ρυθμοί μεγέθυνσης αυξήθηκαν, αλλά από το 1820 ως το 1950, ο ρυθμός μεγέθυνσης του κατά κεφαλήν προϊόντος στις Η.Π.Α. εξακολουθούσε να μην ξεπερνά το 1,5% το χρόνο. Με βάση την ιστορία του ανθρώπου, λοιπόν, η σταθερή αύξηση του κατά κεφαλήν προϊόντος - ιδιαίτερα οι υψηλοί ρυθμοί μεγέθυνσης που βιώσαμε μετά το 1950 - είναι αναμφισβήτητα πρόσφατο φαινόμενο».

Επιπλέον, η μεγέθυνση, σε καμία περίπτωση, δεν αποτελεί παγκόσμιο φαινόμενο. Όπως σημειώνει ο RomerD.(1996, σ.2): «υπάρχουν μεγάλες διαφορές βιοτικών επιπέδων

³ Η θεωρία πως οποιαδήποτε αύξηση της παραγωγής οδηγεί σε μείωση της θνησιμότητας, με αποτέλεσμα την αύξηση του πληθυσμού ως το σημείο όπου το κατά κεφαλήν προϊόν θα ισούται και πάλι με το αρχικό του επίπεδο, συχνά αναφέρεται ως «Μαλθουσιανή παγίδα» (“Malthusiantrap”), από τον πολιτικό φιλόσοφο ThomasRobertMalthus. Είναι γενικώς αποδεκτό πως η Βιομηχανική Επανάσταση και η συνεχής, έκτοτε, τεχνολογική εξέλιξη επέτρεψαν στις οικονομίες την διαφυγή από την στάσιμη αυτή κατάσταση. Ωστόσο, ορισμένοι ερευνητές (Zinkinakaи Korotayev, 2014) υποστηρίζουν πως οι περιοχές της υποσαχάριας Αφρικής βρίσκονται ακόμη και σήμερα εγκλωβισμένες σε μια κατάσταση Μαλθουσιανής παγίδας.

μεταξύ των διαφορετικών περιοχών του κόσμου. Τα μέσα πραγματικά εισοδήματα σε χώρες όπως οι Ηνωμένες Πολιτείες, η Γερμανία και η Ιαπωνία φαίνεται να υπερβαίνουν τα αντίστοιχα χωρών όπως το Μπαγκλαντές και η Κένυα κατά ένα συντελεστή μεταξύ 10 και 20». Το γεγονός πως οι διεθνείς οργανισμοί κατηγοριοποιούν τις χώρες σε χαμηλού, μέσου και υψηλού εισοδήματος ή σε αναπτυσσόμενες και αναπτυγμένες, υποδηλώνει, από μόνο του, ότι οι οικονομικές επιδόσεις ανά την υφήλιο διαφέρουν δραματικά. «Οι συνέπειες αυτών των πελώριων διαφορών στο βιοτικό επίπεδο κάθε χώρας, διαχρονικά, είναι τεράστιες για την ανθρώπινη ευημερία. Οι διαφορές σχετίζονται με μεγάλες ανομοιογένειες στη διατροφή, το μορφωτικό επίπεδο, την παιδική θνησιμότητα, την προσδοκώμενη ζωή και σε άλλα άμεσα μέτρα της ευημερίας. Και τα αποτελέσματα μιας μακροχρόνιας οικονομικής μεγέθυνσης όσον αφορά την ευημερία, καλύπτουν κάθε πιθανή επίδραση των βραχυχρόνιων διακυμάνσεων στις οποίες κατά παράδοση επικεντρώνεται η μακροοικονομική»(RomerD., 1996, σ.3).

Διαχρονικά, η «πολύπλοκη» διαδικασία της οικονομικής μεγέθυνσης και των εισοδηματικών διαφορών που παρατηρούνται ανάμεσα στις χώρες, αλλά και αυτών που παρατηρούνται στην ίδια χώρα, είναι αντικείμενο τόσο θεωρητικών όσο και εμπειρικών προσεγγίσεων. Στην εργασία αυτή χρησιμοποιώντας το υπόδειγμα του Solow και ειδικότερα τη μέθοδο της Λογιστικής της Μεγέθυνσης διερευνάται η μεγέθυνση των οικονομιών των χωρών: Πορτογαλία, Ιταλία, Ελλάδα και Ισπανία (PIGS), για την περίοδο 1980-2006. Η ομάδα αυτών των χωρών, εκτός από διακριτές εθνικές ενότητες, συνιστούν και μια κρίσιμη περιοχή της Ευρώπης καθώς είναι όλες μέλη όχι μόνο της Ευρωπαϊκής Ένωσης (ΕΕ), αλλά και της Ευρωπαϊκής Νομισματικής Ένωσης (ΟΝΕ). Δηλαδή, οι εν λόγω χώρες αποτελούν τον καλούμενο ευρωπαϊκό νότο με όλες τις «παθογένειες» που του αποδίδονται σε σχέση με τις βόρειες χώρες, αλλά και τα πλεονέκτημα που διαθέτουν στο εγχείρημα της σύστασης ενός υπερεθνικού σχηματισμού.

Μεθοδολογικά εφαρμόστηκε η Λογιστική της Μεγέθυνσης (GrowthAccounting), σύμφωνα με την οποία ο ρυθμός μεγέθυνσης μιας οικονομίας «αποσυντίθεται» σε δύο συνιστώσες: η μια αφορά το μέρος της μεγέθυνσης το οποίο εξηγείται από την αύξηση της ποσότητας των εισροών της συνάρτησης παραγωγής της οικονομίας (aggregateproductionfunction), δηλαδή της ποσότητας των παραγωγικών συντελεστών (εργασία και φυσικό κεφάλαιο) της οικονομίας, και η άλλη, η οποία ονομάζεται κατάλοιπο Solow, αφορά το μέρος της μεγέθυνσης το οποίο εξηγείται από όλους τους άλλους παράγοντες, εκτός των συντελεστών, που την επηρεάζουν (T.F.P). Για την εφαρμογή της μεθόδου χρησιμοποιήθηκαν τα διαθέσιμα στοιχεία της βάση δεδομένων AMECO.

Τα ευρήματα της έρευνας έδειξαν πως το τεχνολογικό επίπεδο των εξεταζόμενων οικονομιών (εκτός από αυτό της Πορτογαλίας που σημείωσε θετικούς ρυθμούς μεγέθυνσης της τάξης του 1%) - εκφρασμένο από την Συνολική Παραγωγικότητα των Συντελεστών

Παραγωγής (TotalFactorProductivity, T.F.P.) - έχει μείνει, πρακτικά, αμετάβλητο και, επομένως, η αύξηση του Α.Ε.Π. που παρατηρήθηκε σε αυτές τις χώρες αποδίδεται εξ ολοκλήρου στην αύξηση της ποσότητας των συντελεστών παραγωγής, δηλαδή της εργασίας και του φυσικού κεφαλαίου.

Η διπλωματική εργασία αποτελείται από έξι(6) κεφάλαια: Στο κεφάλαιο 1 γίνεται μια επισκόπηση των κυριότερων υποδειγμάτων οικονομικής μεγέθυνσης, και ιδιαίτερα του υποδείγματος Solow, το οποίο αποτελεί την θεωρητική βάση της μεθόδου GrowthAccounting. Στο κεφάλαιο 2 αναλύεται η έννοια της τεχνολογικής προόδου. Στο κεφάλαιο 3 αναπτύσσεται το μεθοδολογικό πλαίσιο της GrowthAccounting και επιχειρείται μια συνοπτική επισκόπηση παλαιότερων εργασιών, στις οποίες έχει χρησιμοποιηθεί. Στο κεφάλαιο 4 αναλύεται το οικονομικό περιβάλλον για τις εξεταζόμενες χώρες, ενώ στο κεφάλαιο 5 περιέχονται τα εμπειρικά αποτελέσματα της έρευνας. Τέλος, στο κεφάλαιο 6 παρατίθενται τα κύρια συμπεράσματα της έρευνας και δίνονται, ενδεικτικά, κάποιες μελλοντικές ιδέες για επέκταση της έρευνας.

1 Υποδείγματα Οικονομικής Μεγέθυνσης

Στο παρόν κεφάλαιο γίνεται μια γενική επισκόπηση των κυριότερων υποδειγμάτων οικονομικής μεγέθυνσης προκειμένου να αποτυπωθεί η διαδικασία της. Οι θεωρίες των «κλασικών» (Smith, Ricardo, Malthus, Mill και Marx) και σύγχρονων (κυρίως Rostow και Schumpeter), αναφέρονται, κυρίως, στους μηχανισμούς και θεσμούς που συνδέονται με την διαδικασία μεγέθυνσης/ανάπτυξης και εξέλιξης του καπιταλιστικού συστήματος, στο αναλυτικό πλαίσιο της πολιτικής οικονομίας. Μια τέτοια επισκόπηση είναι, ωστόσο, έξω από το πλαίσιο της εν λόγω έρευνας.

Οι κλασικές θεωρίες, όπως επισημαίνει και ο Hywel(1993): «αποβλέπουν στο να συλλάβουν τη συνολική ροή της ιστορικής διαδικασίας της οικονομικής μεγέθυνσης και ανάπτυξης – και ο σκοπός αυτός δεν συμβιβάζεται συνολικά με την ακρίβεια και τη συνάφεια μιας πιο φορμαλιστικής προσέγγισης [που ακολουθεί η παρούσα διπλωματική]». Ωστόσο, θα ήταν παράλειψη να μην αναφερθεί, τουλάχιστον, το εξής «παράδοξο»: δεν είναι λίγες οι φορές που ορισμένα από τα υποδείγματα οικονομικής μεγέθυνσης είτε μοντελοποιούν (με τη μορφή υποθέσεων, συναρτήσεων, κλπ) είτε καταλήγουν σε συμπεράσματα παρόμοια με αυτά των θεωριών των κλασικών (οι οποίες τις περισσότερες φορές αναπτύχθηκαν πολλές δεκαετίες πριν από τα υποδείγματα οικονομικής μεγέθυνσης). Όπως διαπιστώνουν οι Θεοχαράκης και Τσερκέζης(2009, σ.70): «Αυτό που είναι παράξενο είναι ότι η νεοκλασική θεωρία με τα υποδείγματα αυτά [αναφέρονται στα υποδείγματα ενδογενούς μεγέθυνσης] ξαναγυρνά μετά από αιώνες στους κλασικούς της πολιτικής οικονομίας και ιδιαίτερα τον AdamSmith, ο οποίος στον «Πλούτο των Εθνών» το 1776 ξεκίνησε την προσπάθεια να εξηγήσει την μεγέθυνση των εθνικών οικονομιών μέσα από τις βελτιώσεις στην παραγωγικότητα της εργασίας που συνεπάγεται ο καταμερισμός της εργασίας. Πρόκειται δηλαδή, «για παλιό κρασί σε νέα ασκιά»».

Στη βιβλιογραφία οι επισκοπήσεις των υποδειγμάτων οικονομικής μεγέθυνσης έχουν ως αφετηρία τα υποδείγματα των Roy Harrod και Evsey Domar, τα οποία ήταν από τα πρώτα που προσπάθησαν να εξετάσουν το ζήτημα της μακροχρόνιας ισορροπίας μεταξύ προσφοράς και ζήτησης. Αξίζει να σημειωθεί πως τα δύο υποδείγματα αναπτύχθηκαν ανεξάρτητα το ένα από το άλλο⁴, αλλά, επειδή καταλήγουν στα ίδια συμπεράσματα, πολλές φορές στην

⁴Το υπόδειγμα του Harrod αναπτύχθηκε κυρίως στο άρθρο του “An Essay in Dynamic Theory” (Harrod, 1939) και, δευτερευόντως, στο βιβλίο του “Towards a Dynamic Economics: Some recent developments of economic theory and their application to policy” (Harrod, 1948). Το υπόδειγμα του Domar αναπτύχθηκε στα άρθρα “Capital Expansion, Rate of Growth and Employment” (Domar, 1946) και “Expansion and Employment” (Domar, 1947).

βιβλιογραφία εμφανίζονται ως ένα υπόδειγμα (πρακτική που ακολουθεί και η παρούσα διπλωματική).

Η βασική υπόθεση, στην οποία στηρίζεται το υπόδειγμα Harrod-Domar, είναι πως η συνάρτηση παραγωγής της οικονομίας χαρακτηρίζεται από την υπόθεση των σταθερών αναλογιών, δηλαδή οι συντελεστές, κεφάλαιο και εργασία, χρησιμοποιούνται στην παραγωγική διαδικασία σε σταθερές αναλογίες⁵. Αυτό σημαίνει ότι η συνάρτηση παραγωγής μπορεί να εκφραστεί με τον έναν ή τον άλλον συντελεστή παραγωγής (Ρέππας, 2015, σ.457). Το υπόδειγμα Harrod-Domar, βασιζόμενο(κυρίως) στην παραπάνω υπόθεση, καταλήγει στο συμπέρασμα πως η επίτευξη της μακροχρόνιας ισορροπίας, αν και δυνατή, είναι σχεδόν απίθανη, αφού προϋποθέτει την «σωστή» επιλογή, εκ μέρους των επιχειρήσεων, του ρυθμού μεγέθυνσης των επενδύσεων, την επιλογή της κατάλληλης παραγωγικότητας του κεφαλαίου και το κατάλληλο ύψος ροπής προς αποταμίευση, η οποία όμως προσδιορίζεται από την συμπεριφορά των καταναλωτών. Επιπλέον, «ακόμα και αν επικρατεί ισορροπία μεταξύ προσφοράς και ζήτησης, η επίτευξη της πλήρους απασχόλησης, είναι θέμα τύχης. Εκτός και αν υποθεθεί ότι εφαρμόζεται συγκεκριμένη πληθυσμιακή πολιτική που θα οδηγεί στην εξίσωση του ρυθμού μεγέθυνσης του πληθυσμού με το ρυθμό μεγέθυνσης του προϊόντος»(Ρέππας, 2015, σ.459). Ωστόσο, όπως αποδεικνύεται από την ανάλυση του υποδείγματος το σημείο ισορροπίας της οικονομίας είναι ασταθές και για αυτό πολλές φορές αναφέρεται στην βιβλιογραφία ότι το υπόδειγμα Harrod-Domar χαρακτηρίζεται από ισορροπία στην κόψη του ξυραφιού (razoredge). Σύμφωνα με τον Ρέππα (2015, σ.464): «Η παραμικρή απόκλιση του ρυθμού αύξησης των επενδύσεων από αυτόν της ισορροπίας, θέτει σε λειτουργία δυνάμεις που τον απομακρύνουν όλο και περισσότερο από αυτόν με συνέπεια να δημιουργούνται για την οικονομία εκρηκτικές καταστάσεις πληθωρισμού ή ύφεσης».

Έτσι, τα υποδείγματα των Harrod-Domar καταλήγουν σε δύο βασικά συμπεράσματα: Πρώτον, μια σταθερή μεγέθυνση με πλήρη απασχόληση, αν και είναι δυνατή, δεν είναι διόλου πιθανή και, δεύτερον, οι αποκλίσεις του πραγματικού ρυθμού μεγέθυνσης από τον επιθυμητό όχι μόνο δεν διορθώνονται αλλά είναι και σωρευτικές, με αποτέλεσμα την αστάθεια του σημείου ισορροπίας της οικονομίας⁶.

⁵ Οι Θεοχαράκης και Τσερκέζης(2009) σχολιάζουν σχετικά με αυτή την υπόθεση: «Ο Solow και άλλοι υπέθεσαν ότι ο Harrod εργάζεται με μια συνάρτηση παραγωγής τύπου Leontief, δηλαδή, μια συνάρτηση παραγωγής του τύπου $Y = \min[K/v, L/u]$. Ο ίδιος ο Harrod όμως δεν το δέχεται αυτό και θεωρεί ότι κάτι τέτοιο δεν είναι απαραίτητο για να υπάρχει σταθερός λόγος κεφαλαίου-προϊόντος».

⁶ Τα συγκεκριμένα συμπεράσματα (ιδιαίτερα αν λάβουμε υπόψη τις κενυσιανές πεποιθήσεις των δύο οικονομολόγων) ενδεχομένως να υποδηλώνουν την αναγκαιότητα της ρυθμιστικής παρέμβασης του κράτους, π.χ. για να επηρεάζει προς τη «σωστή» κατεύθυνση το ποσοστό αποταμίευσης και την παραγωγικότητα του κεφαλαίου.

Όλα αυτά τα «κεϋνσιανής προέλευσης» συμπεράσματα έρχονται σε πλήρη αντίθεση με τις νεοκλασικές αντιλήψεις για τις δυνατότητες της ελεύθερης ανταγωνιστικής αγοράς να οδηγή την οικονομία στο σημείο ισορροπίας της. Για τον λόγο αυτό ήταν αναγκαίο, για τους οικονομολόγους της νεοκλασικής σχολής, να ανασκευαστούν-αναιρεθούν τα συμπεράσματα των υποδειγμάτων Harrod-Domar και να αναπτυχθούν υποδείγματα που να είναι πιο κοντά στην νεοκλασική θεωρία. Το έναυσμα αυτής της «νεοκλασικής αντεπίθεσης», ουσιαστικά, δίδεται από δύο άρθρα που δημοσιεύτηκαν το 1956: το “A Contribution to the Theory of Economic Growth” του Robert Solow (Solow, 1956) και το “Economic Growth and Capital Accumulation” του Trevor Swan (Swan, 1956). Το υπόδειγμα Solow-Swan (ή υπόδειγμα Solow, όπως έχει επικρατήσει στην βιβλιογραφία) αποτελεί την αφετηρία της νεοκλασικής θεωρίας μεγέθυνσης και θεωρείται πως έπαιξε καταλυτικό ρόλο στην μετέπειτα εξέλιξη της θεωρίας οικονομικής μεγέθυνσης. Ο Solow, εισάγοντας την έννοια της συνάρτησης παραγωγής στην οποία επιτρέπεται η υποκατάσταση των εισροών, καταφέρνει να αναιρέσει τα συμπεράσματα των Harrod-Domar και κυρίως την αστάθεια του σημείου ισορροπίας της οικονομίας⁷. Το κυριότερο συμπέρασμα στο οποίο καταλήγει το υπόδειγμα Solow είναι πως η συσσώρευση του φυσικού κεφαλαίου δεν μπορεί να ερμηνεύσει ούτε την τεράστια αύξηση του κατά κεφαλήν προϊόντος διαχρονικά, ούτε τις τεράστιες γεωγραφικές διαφορές [του]. Συγκεκριμένα, αν υποθεθεί ότι ο μηχανισμός μέσω του οποίου η συσσώρευση κεφαλαίου επηρεάζει το προϊόν είναι μέσω της συνηθισμένης οδού, όπου, δηλαδή, το κεφάλαιο έχει μια άμεση συμβολή στην παραγωγή, για την οποία αμειβεται με το οριακό προϊόν του, τότε το υπόδειγμα Solow υπαινίσσεται ότι οι διαφορές στα πραγματικά εισοδήματα που προσπαθούμε να κατανοήσουμε είναι πολύ μεγάλες για να εξηγηθούν μόνο από τις διαφορές στις εισροές κεφαλαίου. [Ωστόσο] το υπόδειγμα Solow λαμβάνει [τις] άλλες πιθανές πηγές διαφορών στα πραγματικά εισοδήματα ως εξωγενείς και, ως εκ τούτου, μη εξηγήσιμες (όπως είναι η περίπτωση της τεχνολογικής προόδου, για παράδειγμα), ή άλλες συνολικά απύσες (όπως λόγω χάρη, την περίπτωση των θετικών εξωτερικοτήτων του κεφαλαίου)» (Romer D., 1996). Επομένως, γίνεται σαφές πως, για να απαντηθούν τα θεμελιώδη ερωτήματα που θέτει η θεωρία της οικονομικής μεγέθυνσης, ήταν αναγκαίο το υπόδειγμα Solow να τροποποιηθεί ή/και να επεκταθεί.

Μια από τις σημαντικότερες και πιο γνωστές τροποποιήσεις του νεοκλασικού μονοτομεακού υποδείγματος πραγματοποιείται στα πλαίσια του υποδείγματος άπειρου χρονικού ορίζοντα Ramsey-Cass-Koopmans (ή συνηθέστερα υποδείγματος Ramsey) και σχετίζεται με την υπόθεση του εξωγενώς δεδομένου ποσοστού αποταμίευσης, η οποία γίνεται στο μοντέλο του Solow. Ο λόγος που ο Solow εξέλαβε το ποσοστό αποταμίευσης ως δεδομένο ήταν κυρίως επειδή ήθελε να κάνει κριτική στο υπόδειγμα Harrod καταδεικνύοντας

⁷ Το υπόδειγμα Solow αναλύεται λεπτομερώς στην ακόλουθη ενότητα.

ότι τα αποτελέσματά του τελευταίου οφείλονται, όπως νόμιζε, στο γεγονός ότι ο Harrod υπέθετε έναν σταθερό λόγο κεφαλαίου-προϊόντος. Ως εκ τούτου, διατήρησε τις υπόλοιπες υποθέσεις του Harrod σταθερές και εισήγαγε την υπόθεση της νεοκλασικής συνάρτησης παραγωγής. Σε ένα, όμως, αμιγώς νεοκλασικό υπόδειγμα το ποσοστό αποταμίευσης πρέπει να προκύπτει από τις αποφάσεις των οικονομικών δρώντων. Έτσι, στο υπόδειγμα Ramsey η δυναμική των μακροοικονομικών μεγεθών καθορίζεται από αποφάσεις που λαμβάνονται σε μικροοικονομικό επίπεδο, γεγονός το οποίο επιτρέπει την «ενδογενοποίηση» του ποσοστού αποταμίευσης. Πιο συγκεκριμένα, «η εξέλιξη του αποθέματος κεφαλαίου θεωρείται αποτέλεσμα της αλληλεπίδρασης της βελτιστοποιητικής συμπεριφοράς των [αείρων εν ζωή] νοικοκυριών [που βρίσκονται αείρων εν ζωή] και των επιχειρήσεων που λειτουργούν σε ανταγωνιστικές αγορές. Συνεπώς, το ποσοστό αποταμίευσης δεν είναι πλέον εξωγενές και δεν χρειάζεται να παραμένει σταθερό» (Romer D., 1996). Το αξιοσημείωτο της ανάλυσης του υποδείματος Ramsey είναι πως, εν τέλει, καταλήγει στα ίδια ακριβώς συμπεράσματα με το υπόδειγμα Solow και, ως εκ τούτου, αποδεικνύεται πως τα συμπεράσματα του υποδείματος Solow ως προς τα κεντρικά θέματα στη θεωρία της μεγέθυνσης, δεν εξαρτώνται από τις υποθέσεις του υποδείματος για σταθερό ποσοστό αποταμίευσης. Δηλαδή, ακόμη και στην περίπτωση που η αποταμίευση είναι ενδογενής, η αύξηση της αποτελεσματικότητας της εργασίας⁸ αποτελεί τον μοναδικό παράγοντα που είναι σε θέση να οδηγήσει σε συνεχή αύξηση του προϊόντος ανά εργαζόμενο.

Επιπρόσθετα, το υπόδειγμα Solow, αποφεύγει να ασχοληθεί με το θέμα της τεχνολογικής προόδου ως ενδογενούς μεταβλητής. Έτσι, στο συγκεκριμένο μοντέλο η τεχνολογία θεωρείται εξωγενώς δεδομένη και με σταθερό ρυθμό μεγέθυνσης. Ωστόσο, είναι αδιαμφισβήτητο πως η τεχνική πρόοδος και οι τεχνολογικές καινοτομίες πραγματοποιούνται ως αποτέλεσμα αποφάσεων που λαμβάνουν οι οικονομικοί δρώντες. Πρόκειται, δηλαδή, για οικονομικές αποφάσεις οι οποίες θα πρέπει να εξηγούνται στα πλαίσια της οικονομικής θεωρίας. Όπως, χαρακτηριστικά, αναφέρουν οι Kennedy και Thirlwall [παρατίθεται στο (Hywel, 1993)]: «η τεχνική πρόοδος δεν συμβαίνει τυχαία, αλλά διαμέσου της εκούσιας καθοδήγησης των πόρων σε δραστηριότητες οι οποίες συμβάλλουν στην επιδίωξη της δόξας, του κέρδους ή και των δύο». Ο Jones (1998) συμπληρώνει πως: «είναι η πιθανότητα του κέρδους που οδηγεί τις εταιρίες να αναπτύξουν υπολογιστές που χωράνε στην παλάμη του χεριού μας, αναψυκτικά με μόνο μία θερμίδα ή τρόπους να μαγνητοσκοπούμε προγράμματα της τηλεόρασης και να ξαναπαίζουμε ταινίες, όποτε μας βολεύει. Με αυτό τον τρόπο οι τεχνολογικές βελτιώσεις και η διαδικασία της ίδιας της οικονομικής μεγέθυνσης εκλαμβάνονται ως μια ενδογενής εκροή της οικονομίας». Επιπλέον, το υπόδειγμα Solow,

⁸ Το εννοιολογικό περιεχόμενο της εν λόγω μεταβλητής θα αναλυθεί λεπτομερώς κατά την παρουσίαση του υποδείματος Solow.

όπως θα γίνει φανερό παρακάτω, προβλέπει (υπό ορισμένες συνθήκες) την σύγκλιση των φτωχών και των πλούσιων χωρών. Αιτία για το συμπέρασμα αυτό είναι η υπόθεση της φθίνουσας οριακής παραγωγικότητας του κεφαλαίου, καθώς, «με δοσμένη την τεχνολογία, η πτώση της οριακής παραγωγικότητας του κεφαλαίου περιορίζει την αύξηση του εισοδήματος, των αποταμιεύσεων και των επενδύσεων, σε σημείο που η αύξηση του κεφαλαίου τελικά να είναι επαρκής μόνο για την αντικατάσταση των φθορών και τον εξοπλισμό των εργατών με σταθερή ποσότητα κεφαλαίου, που έχει ως συνέπεια τη σταθεροποίηση του κατά κεφαλήν εισοδήματος σε ένα μακροχρόνιο επίπεδο ισορροπίας. Η συνέχιση της οικονομικής μεγέθυνσης, πέρα από το συγκεκριμένο μακροχρόνιο επίπεδο ισορροπίας, προϋποθέτει την πρόοδο της τεχνολογίας» (Ρέππας, 2015). Ωστόσο, αντί της οικονομικής σύγκλισης των χωρών, παρατηρείται μια, έντονη πολλές φορές, απόκλιση των κατά κεφαλήν εισοδημάτων παγκοσμίως.

Τα παραπάνω προβλήματα, καθώς επίσης και το ότι, στο υπόδειγμα Solow, ο ρυθμός μεγέθυνσης σε κατάσταση ισορροπίας είναι ανεξάρτητος από το ποσοστό αποταμίευσης, γεγονός που φαίνεται αντίθετο με την οικονομική διαίσθηση, οδήγησαν στα μέσα περίπου της δεκαετίας του 1980 στην συστηματική ανάπτυξη των Υποδειγμάτων Ενδογενούς Μεγέθυνσης⁹ (Endogenous Growth Models) [ή, εναλλακτικά, Νέα Θεωρία της Μεγέθυνσης¹⁰ (New Growth Theory)]. «Η χαρακτηριστικότερη διαφορά των ενδογενών υποδειγμάτων μεγέθυνσης, σε σχέση με το νεοκλασικό υπόδειγμα, είναι η εισαγωγή της τεχνολογίας ως ενδογενούς μεταβλητής του υποδείγματος και η σημαντικότερη καινοτομία τους είναι η εγκατάλειψη της υπόθεσης της φθίνουσας οριακής παραγωγικότητας» (Ρέππας, 2015). Τα υποδείγματα αυτά, σε αντίθεση με το υπόδειγμα Ramsey δεν καταλήγουν στα ίδια συμπεράσματα με το υπόδειγμα Solow και παρέχουν διαφορετικές απαντήσεις στα κεντρικά ερωτήματα της θεωρίας οικονομικής μεγέθυνσης.

⁹ Οι πρώτες εργασίες που θεωρείται πως αποτελούν την απαρχή των λεγόμενων υποδειγμάτων ενδογενούς μεγέθυνσης είναι τα άρθρα “Increasing Returns and Long-Run Growth” (Romer P., 1986) και “Endogenous Technological Change” (Romer P., 1990) του Paul Romer και το “On the Mechanics of Economic Development” του Robert Lucas (Lucas, 1988).

¹⁰ Η «νέα» (new) θεωρία μεγέθυνσης αποτελείται από τα υποδείγματα μεγέθυνσης που αναπτύχθηκαν από τα μέσα περίπου της δεκαετίας του 1980 και μετά. Δεν θα πρέπει να συγχέεται με την «σύγχρονη» (modern ή contemporary) θεωρία μεγέθυνσης η οποία περιλαμβάνει όλα τα μαθηματικά υποδείγματα οικονομικής μεγέθυνσης που ακολούθησαν των εργασιών των Roy Harrod και Evsey Domar.

1.1 Νεοκλασικό Υπόδειγμα Μεγέθυνσης (Υπόδειγμα Solow)

Ο Solow, στο υπόδειμά του¹¹, εισάγει την εξής (αθροιστική) συνάρτηση παραγωγής:

$$Y(t) = F(K(t), A(t)L(t)) \quad (1)$$

Όπου το Y συμβολίζει το παραγόμενο προϊόν, το K το κεφάλαιο, το L την εργασία, το t τον χρόνο και το A είναι η «γνώση» ή «αποδοτικότητα της εργασίας». Η συγκεκριμένη μεταβλητή περιλαμβάνει κάθε είδους τεχνογνωσία, γνώση, ιδέα, πολιτικούς και οικονομικούς θεσμούς ή ακόμη και ιδεολογία που επηρεάζει την παραγωγικότητα της απλής εργασίας. Σχετικά με την παραπάνω συνάρτηση παραγωγής, θα πρέπει να σημειωθούν τα ακόλουθα:

Πρώτον, ο χρόνος t εισέρχεται στην συνάρτηση παραγωγής έμμεσα μέσω των μεταβλητών K , A και L . Δηλαδή, η συνάρτηση παραγωγής δεν είναι της μορφής: $F(K, L, A, t)$.

Δεύτερον, η συγκεκριμένη συνάρτηση παραγωγής, σε αντίθεση με αυτή που χρησιμοποίησε ο Harrod, επιτρέπει την υποκατάσταση των συντελεστών παραγωγής.

Τρίτον, η μεταβλητή A εισέρχεται στην συνάρτηση παραγωγής ως αύξουσα την εργασία, δηλαδή έχουμε: AL , (το γινόμενο AL αναφέρεται, πολλές φορές, ως αποδοτική εργασία)¹².

Τέλος, το προϊόν και το κεφάλαιο είναι το ίδιο αγαθό, το οποίο είτε καταναλώνεται είτε επενδύεται. Για τον λόγο αυτό, το υπόδειγμα Solow πολλές φορές αναφέρεται στην βιβλιογραφία ως υπόδειγμα «σίτου» (cornmodel), καθώς το σιτάρι, σε αναλογία, είτε σπέρνεται είτε καταναλώνεται.

Οι παραδοχές του υποδείγματος Solow είναι οι ακόλουθες:

1. Η συνάρτηση παραγωγής χαρακτηρίζεται από σταθερές αποδόσεις κλίμακας ως προς το K και το γινόμενο AL . Δηλαδή:

$$F(cK, cAL) = cF(K, AL) \quad \forall c \geq 0 \quad (2)$$

¹¹ Σημειώνεται πως η παρουσίαση του μοντέλου Solow βασίζεται στο βιβλίο του David Romer, «Advanced Macroeconomics» (Romer D., 1996).

¹² Ο αναγνώστης ας συγκρατήσει πως ο τρόπος με τον οποίο ενσωματώνεται η μεταβλητή A στο υπόδειμά είναι κάθε άλλο παρά τυχαίος, καθώς, όπως αποδείχθηκε από τον Uzawa (1961) η μακροχρόνια ισόρροπη μεγέθυνση στο υπόδειγμα Solow-Swan (η οποία θα αποδειχθεί ακολούθως) είναι εφικτή μόνο εάν υποτεθεί ουδέτερη κατά Harrod τεχνική πρόοδος (δηλαδή αύξουσα την εργασία). Ο Hywel (1993) χαρακτηρίζει το αποτέλεσμα αυτό: «κάπως ανησυχητικό γιατί δεν υπάρχει κανένας άμεσα προφανής λόγος για τον οποίο η τεχνική πρόοδος θα πρέπει συστηματικά να παίρνει την κατά Harrod ουδέτερη μορφή». Ο ίδιος ο Solow σχολιάζει [παρατίθεται στο (Hywel, 1993)]: «Δεν είναι εύκολο να εξηγήσουμε γιατί η ειδική αυτή μορφή της τεχνολογικής προόδου που αυξάνει την εργασία είναι αναγκαία για να είναι δυνατή μια μεγέθυνση σταθερής κατάστασης».

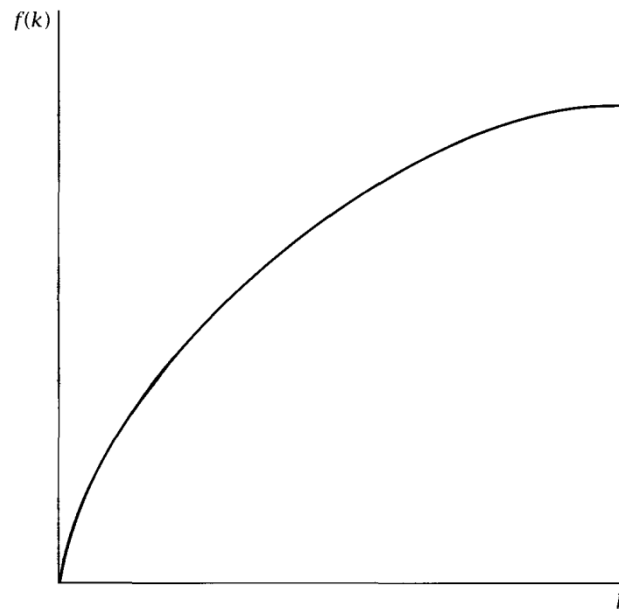
Η συγκεκριμένη υπόθεση καθιστά εφικτή την ανάλυση του υποδείγματος χρησιμοποιώντας την εντατική μορφή (intensive form) της συνάρτησης παραγωγής. Θέτοντας: $c = 1/AL$ στην (2), προκύπτει:

$$F\left(\frac{K}{AL}, 1\right) = \frac{1}{AL}F(K, AL) \quad (3)$$

όπου K/AL είναι το κεφάλαιο ανά μονάδα αποδοτικής εργασίας. Ορίζοντας: $k = K/AL$, $y = Y/AL$ και $f(k) = F(k, 1)$ η σχέση (3) ξαναγράφεται ως:

$$y = f(k) \quad (4)$$

2. Η συνάρτηση $f(k)$ ικανοποιεί τις ακόλουθες συνθήκες¹³: $f(0) = 0$, $f'(k) > 0$, $f''(k) < 0$, $\lim_{k \rightarrow 0} f'(k) = \infty$ και $\lim_{k \rightarrow \infty} f'(k) = 0$. Είναι εύκολο να αποδειχθεί πως η εντατική μορφή της Cobb-Douglas με κατά Harrodουδέτερη τεχνολογική πρόοδο, $Y = K^\alpha (AL)^{1-\alpha}$, ικανοποιεί τις παραπάνω προϋποθέσεις. Η γενική γραφική μορφή μιας συνάρτησης παραγωγής που πληροί τις παραπάνω προϋποθέσεις είναι η ακόλουθη¹⁴:

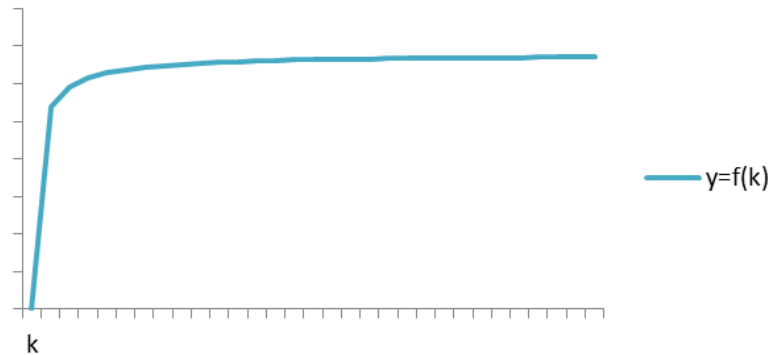


Διάγραμμα 1.1.1: Παράδειγμα συνάρτησης παραγωγής που ικανοποιεί τις συνθήκες Inada.

Παρακάτω παρατίθεται το γράφημα που κατασκευάστηκε με βάση την συνάρτηση Cobb-Douglas (οι ακριβείς τιμές που χρησιμοποιήθηκαν παρουσιάζονται στο Παράρτημα):

¹³ Οι συγκεκριμένες συνθήκες αναφέρονται συχνά στην βιβλιογραφία ως συνθήκες Inada (Inada conditions).

¹⁴ Πηγή: David Romer, «Advanced Macroeconomics».



Διάγραμμα 1.1.2: Παράδειγμα γραφικής παράστασης εντατικής μορφής Cobb-Douglas.

3. Οι αρχικές τιμές των K , L και A , δηλαδή, οι $K(0)$, $L(0)$ και $A(0)$ θεωρούνται δεδομένες, ενώ υποτίθεται πως τόσο η εργασία όσο και η αποδοτικότητα της εργασίας αυξάνονται με σταθερό (και εξωγενώς δοσμένο) ρυθμό¹⁵. Δηλαδή:

$$g_L \equiv \frac{\dot{L}(t)}{L(t)} = n \quad (5)$$

$$g_A \equiv \frac{\dot{A}(t)}{A(t)} = g \quad (6)$$

Αυτό σημαίνει ότι αν $L(0)$, $A(0)$ είναι οι τιμές των συγκεκριμένων μεταβλητών στην χρονική στιγμή $t = 0$, οι τιμές τους στην στιγμή t θα είναι¹⁶: $L(t) = L(0)e^{nt}$, $A(t) = A(0)e^{gt}$.

4. Το προϊόν, όπως έχει ήδη αναφερθεί, διαιρείται σε κατανάλωση και επένδυση. Το ποσοστό που αφιερώνεται σε αποταμίευση (και κατ' επέκταση σε επένδυση) s , ($0 < s < 1$) είναι εξωγενώς δεδομένο και σταθερό¹⁷. Μια μονάδα προϊόντος που επενδύεται δίνει μια

¹⁵Υπενθυμίζεται ο ορισμός του ρυθμού μεγέθυνσης μιας συνεχούς μεταβλητής X : $g_X = \frac{\dot{X}}{X} = \frac{(\frac{dX}{dt})}{X}$. Τόσο το εργατικό δυναμικό (L) όσο και η αποδοτικότητα της εργασίας (A) αλλά και οι άλλες μεταβλητές του μοντέλου που παρουσιάζονται αντιμετωπίζονται ως συνεχείς.

¹⁶Λογαριθμίζοντας την σχέση: $L(t) = L(0)e^{nt}$ έχουμε: $\ln(L(t)) = \ln(L(0)e^{nt}) \Rightarrow \ln(L(t)) = \ln(L(0)) + \ln(e^{nt}) \Rightarrow \ln(L(t)) = \ln(L(0)) + nt$. Παραγωγίζουμε ως προς τον χρόνο την τελευταία και παίρνουμε: $\frac{L(t)}{L(t)} = 0 + n$, το οποίο, εξ ορισμού ισούται με: $g_L = n$.

¹⁷ Οι Θεοχαράκης και Τσερκέζης (2009) σχολιάζουν πως: «ο Solow θεωρούσε ότι ένα πραγματικά νεοκλασικό υπόδειγμα πρέπει να έχει ενδογενώς προσδιοριζόμενο ποσοστό αποταμίευσης. Διατήρησε όμως την υπόθεση του σταθερού ποσοστού αποταμίευσης για να μην αποσπαστεί από το υπόδειγμα Harrod». Η «ενδογενοποίηση» του ποσοστού αποταμίευσης πραγματοποιείται στα πλαίσια του υποδείγματος άπειρου χρονικού ορίζοντα Ramsey-Cass-Koopmans, στο οποίο η δυναμική των μακροοικονομικών μεγεθών καθορίζεται από αποφάσεις που λαμβάνονται σε μικροοικονομικό επίπεδο.

μονάδα νέου κεφαλαίου. Το υπάρχον κεφάλαιο αποσβένεται με ρυθμό δ . Άρα, ισχύει η ακόλουθη σχέση:

$$\dot{K} = I(t) - \delta K(t) = sY(t) - \delta K(t) \quad (7)$$

6. Το άθροισμα των n , g και δ είναι θετικό. Δηλαδή:

$$n + g + \delta > 0$$

1.1.1 Δυναμική Ανάλυση Υποδείγματος Solow

Το υπόδειγμα του Solow εστιάζει στην συμπεριφορά του κεφαλαίου ανά μονάδα αποδοτικής εργασίας (k). Επομένως, καθώς, εξ ορισμού, $k = K/AL$, η πρώτη παράγωγος του k , ως προς χρόνο ισούται με:

$$\begin{aligned} \dot{k} &= \frac{d\left(\frac{K}{AL}\right)}{dt} = \frac{\dot{K}(AL) - K(\dot{AL})}{(AL)^2} = \frac{\dot{K}(AL) - K(\dot{A}L + A\dot{L})}{(AL)^2} = \frac{\dot{K}(AL)}{(AL)^2} - \frac{K\dot{A}L}{(AL)^2} + \frac{K\dot{A}L}{(AL)^2} \\ &= \frac{\dot{K}}{AL} - \frac{K\dot{L}}{AL L} - \frac{K\dot{A}}{AL A} \quad (8) \end{aligned}$$

Από τους ορισμούς των k και $f(k)$, αλλά και τις εξισώσεις (5), (6) και (7) προκύπτει ότι:

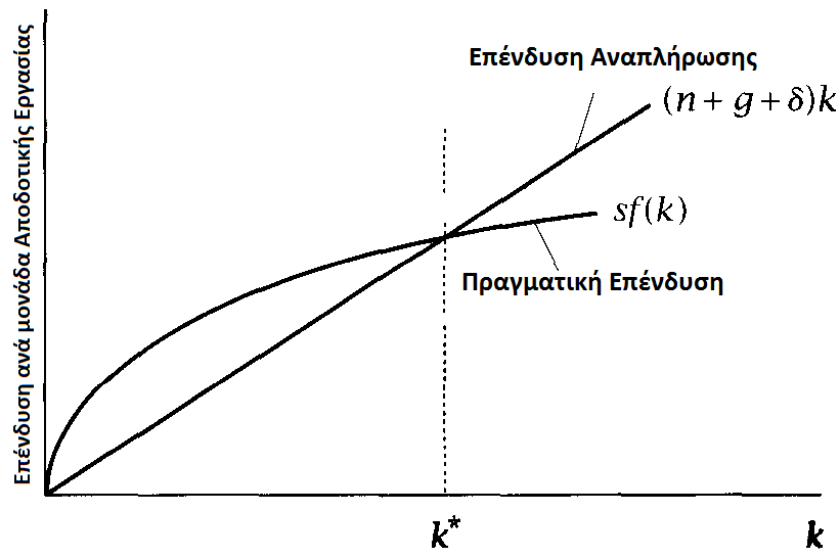
$$\begin{aligned} \dot{k} &= \frac{sY - \delta K}{AL} - kn - kg = s\frac{Y}{AL} - \delta\frac{K}{AL} - kn - kg = sf(k) - k\delta - kn - kg \\ &= sf(k) - (n + g + \delta)k \quad (9) \end{aligned}$$

η οποία αναφέρεται συχνά στην βιβλιογραφία ως θεμελιώδης εξίσωση του υποδείγματος Solow. Χρησιμοποιώντας χρονικούς δείκτες, έχουμε:

$$\dot{k}(t) = sf(k(t)) - (n + g + \delta)k(t) \quad (10)$$

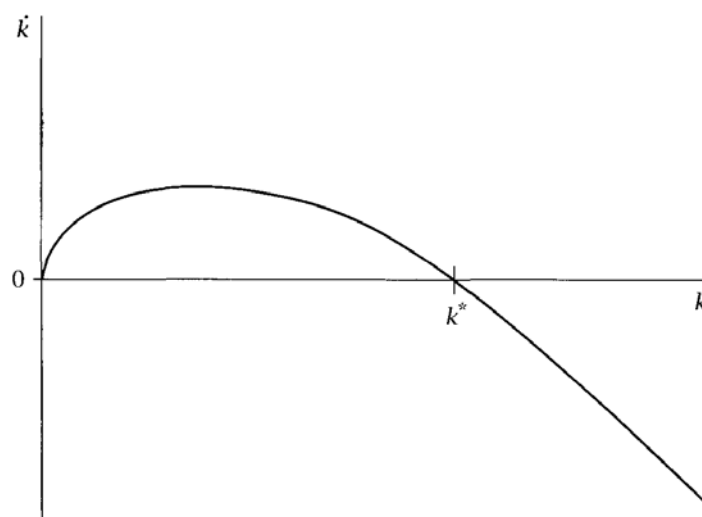
Η παραπάνω εξίσωση δείχνει ότι ο ρυθμός μεταβολής του αποθέματος κεφαλαίου ανά μονάδα αποτελεσματικής εργασίας αποτελεί τη διαφορά δύο όρων: Ο πρώτος όρος, $sf(k(t))$, είναι η πραγματική επένδυση ανά μονάδα αποδοτικής εργασίας. Ο δεύτερος όρος, $(n + g + \delta)k(t)$, είναι η επένδυση νεκρού σημείου ή επένδυση αναπλήρωσης (break-even investment), η επένδυση (ανά αποδοτική μονάδα εργασίας) δηλαδή που απαιτείται για να παραμείνει το k σταθερό ($\dot{k} = 0$). Το παρακάτω διάγραμμα αναπαριστά τους δύο προαναφερθέντες όρους ως συναρτήσεις του k ¹⁸:

¹⁸Πηγή: David Romer, «Advanced Macroeconomics», ελαφρώς επεξεργασμένο.



Διάγραμμα1.1.3: Πραγματική επένδυση και επένδυση αναπλήρωσης.

Πιο συγκεκριμένα, απαιτείται δk για να αναπληρωθεί η απόσβεση και $(n + g)k$ για να αυξηθεί το κεφάλαιο K κατά το ποσοστό που αυξάνεται η αποδοτική εργασία, καθώς το k είναι, κατά τα γνωστά, ο λόγος K/AL . Όταν η πραγματική επένδυση (ανά αποδοτική μονάδα εργασίας) είναι μεγαλύτερη από την επένδυση αναπλήρωσης (ανά αποδοτική μονάδα εργασίας) τότε το k αυξάνεται ($\dot{k} > 0$), διαφορετικά μειώνεται ($\dot{k} < 0$). Οι παραπάνω πληροφορίες συνοψίζονται από το ακόλουθο διάγραμμα φάσεων, το οποίο δείχνει το $\dot{k} = \frac{dk}{dt}$ ως συνάρτηση του k ¹⁹:



Διάγραμμα1.1.4: Διάγραμμα φάσης του k .

Για οποιοδήποτε επίπεδο κεφαλαίου ανά μονάδα αποδοτικής εργασίας μικρότερο του k^* (όπου ισχύει: $sf(k^*) = (n + g + \delta)k^*$) ισχύει $\dot{k} > 0$ και, συνεπώς, το κεφάλαιο ανά αποδοτική μονάδα εργασίας *καυξάνεται*. Αν το k είναι μεγαλύτερο από το k^* , τότε

¹⁹Πηγή: David Romer, «Advanced Macroeconomics».

πραγματική επένδυση (ανά αποδοτική μονάδα εργασίας) υπολείπεται της επένδυσης αναπλήρωσης (ανά αποδοτική μονάδα εργασίας) και, συνεπώς, το κεφάλαιο ανά αποδοτική μονάδα εργασίας κμειώνεται ($\dot{k} < 0$). Τέλος, αν το k ισούται με k^* , ισχύει $\dot{k} = 0$ και δεν παρατηρείται κάποια μεταβολή της συγκεκριμένης μεταβλητής. Επομένως, ανεξάρτητα από το σημείο εκκίνησής του, το k συγκλίνει στο k^* .

Καθότι, όπως διαπιστώθηκε, το k συγκλίνει στο k^* , είναι λογικό να εξετασθεί η συμπεριφορά και των υπόλοιπων μεταβλητών του υποδείγματος όταν το k ισούται με k^* : Η εργασία και η τεχνολογία, εξ υποθέσεως, αυξάνονται με ρυθμούς n και g αντίστοιχα. Το κεφαλαιακό απόθεμα K , εφόσον είναι ίσο προς ALk (αφού εξ ορισμού: $k = K/AL$) και ο ρυθμός αύξησης του k είναι μηδενικός ($\dot{k} = 0$ όταν $k = k^*$), αυξάνεται με ρυθμό $g + n$ ²⁰, δηλαδή: $\dot{K}/K = n + g$. Δεδομένου ότι το κεφάλαιο και η αποδοτική εργασία αυξάνονται με τον ίδιο ρυθμό, από την υπόθεση των σταθερών αποδόσεων κλίμακας προκύπτει ότι και το προϊόν Y αυξάνεται με τον ίδιο ρυθμό $n + g$, δηλαδή $\dot{Y}/Y = n + g$ ²¹. Το κεφάλαιο ανά μονάδα εργασίας (ή ανά εργαζόμενο), K/L , και το προϊόν ανά μονάδα εργασίας, Y/L , αυξάνονται με ρυθμό g . Τέλος, το προϊόν ανά μονάδα αποδοτικής εργασίας, $y = \frac{Y}{AL}$, παραμένει σταθερό ($\dot{y} = 0$). Επομένως, ο ρυθμός μεγέθυνσής του y είναι μηδενικός, δηλαδή: $\dot{y}/y = 0$.

Επομένως, το υπόδειγμα Solow υπονοεί ότι, ανεξάρτητα από το σημείο εκκίνησης της, η οικονομία συγκλίνει σε μια πορεία ισόρροπης μεγέθυνσης – μια κατάσταση κατά την οποία κάθε μεταβλητή του υποδείγματος αυξάνεται με ένα σταθερό ρυθμό.

1.1.2 Η Επίπτωση Αύξησης του Ποσοστού Αποταμίευσης

Η οικονομική διαίσθηση υποδεικνύει ότι ο ρυθμός μεγέθυνσης μιας οικονομίας σε κατάσταση ισορροπίας θα πρέπει να εξαρτάται, σε κάποιο βαθμό τουλάχιστον, από το ποσοστό αποταμίευσης. Ωστόσο, το υπόδειγμα Solow καταλήγει στο ακριβώς αντίθετο αποτέλεσμα:

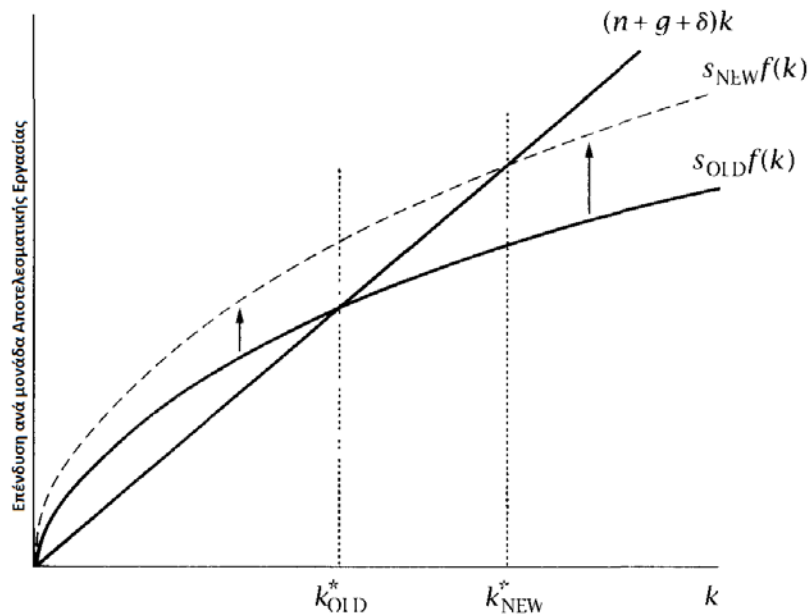
Μια αύξηση του ποσοστού αποταμίευσης μετατοπίζει την καμπύλη της πραγματικής επένδυσης προς τα πάνω και έτσι το k^* αυξάνεται. Αυτό είναι προφανές και από το

²⁰ Εάν $w = xyz$ και $\dot{x}/x = a$, $\dot{y}/y = b$, $\dot{z}/z = c$, τότε ισχύει: $\dot{w}/w = a + b + c$.

²¹ Ένα παράδειγμα, χρησιμοποιώντας την συνάρτηση παραγωγής: $Y = K^\alpha (AL)^{1-\alpha}$, θα αποσαφηνίσει περισσότερο γιατί ο ρυθμός μεγέθυνσης του Y ισούται με $g + n$:

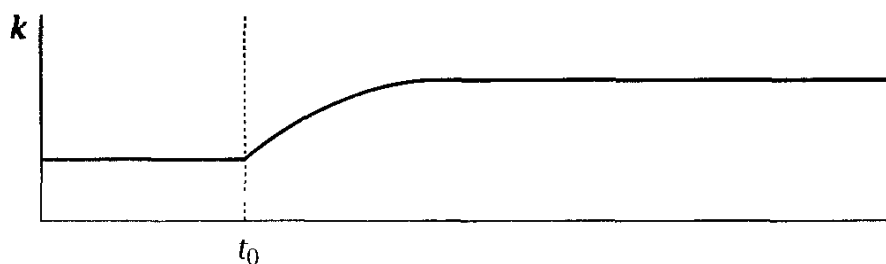
Εάν: $Y = K^\alpha (AL)^{1-\alpha}$, τότε: $g_Y = \alpha g_K + (1 - \alpha)g + (1 - \alpha)n = \alpha(g + n) + (1 - \alpha)g + (1 - \alpha)n = \alpha g + \alpha n + (1 - \alpha)g + (1 - \alpha)n = g + n$.

παρακάτω διάγραμμα, όπου μια αύξηση του s_{OLD} σε s_{NEW} , οδηγεί σε ένα (μεγαλύτερο) κεφάλαιο ισορροπίας ανά μονάδα αποδοτικής εργασίας²²:



Διάγραμμα 1.1.5: Αποτελέσματα μιας αύξησης της ροπής προς αποταμίευση στην επένδυση.

Ωστόσο, θα πρέπει να σημειωθεί πως, το κεφάλαιο ανά αποδοτικό εργαζόμενο k δεν μετατοπίζεται αμέσως στη νέα του τιμή k^* . Αρχικά το k ισούται με την παλιά τιμή του k^* . Σε αυτό το επίπεδο η πραγματική επένδυση (ανά αποδοτική μονάδα εργασίας) είναι μεγαλύτερη από την επένδυση αναπλήρωσης (ανά αποδοτική μονάδα εργασίας) και έτσι το \dot{k} είναι θετικό. Επομένως, το κεφάλαιο ανά αποδοτικό εργαζόμενο k , αρχίζει να αυξάνεται. Συνεχίζει να αυξάνεται, έως ότου γίνει ίσο με τη νέα του τιμή k^* και σε αυτό το σημείο παραμένει σταθερό. Η παραπάνω διαδικασία συνοψίζεται στο ακόλουθο διάγραμμα²³:



Διάγραμμα 1.1.6: Αποτελέσματα μιας αύξησης της ροπής προς αποταμίευση στο k .

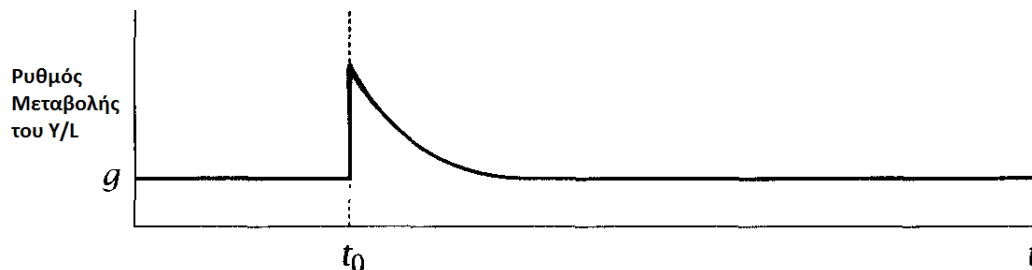
Ο λόγος $\frac{Y}{L}$ (δηλαδή το προϊόν ανά εργαζόμενο) ισούται με $Af(k)$ ²⁴. Καθώς το κεφαλαίο ανά αποδοτικό εργαζόμενο k αυξάνεται (για να φτάσει την νέα του τιμή k^*), ο

²²Πηγή: David Romer, «Advanced Macroeconomics», ελαφρώς επεξεργασμένο.

²³Πηγή: David Romer, «Advanced Macroeconomics».

²⁴ Αφού: $Af(k) = Ay = A \frac{Y}{AL} = \frac{Y}{L}$.

λόγος $\frac{Y}{L}$ αυξάνεται ακριβώς επειδή αυξάνονται τα A και $f(k)$ (το A εξ υποθέσεως αυξάνεται με σταθερό ρυθμό g και το $f(k)$ αυξάνεται καθώς, πάλι εξ υποθέσεως, ισχύει: $f'(k) > 0$). Επομένως, ο ρυθμόςμεγέθυνσης του προϊόντος ανά εργαζόμενο είναι μεγαλύτερος από το g . Ωστόσο, όταν το k φτάνει στη νέα του τιμή k^* μόνο η αύξηση του A συμβάλλει στην αύξηση του $\frac{Y}{L}$, και επομένως, ο ρυθμός αύξησης του $\frac{Y}{L}$ επιστρέφει στο g . Επομένως μια *μόνιμη* αύξηση του ποσοστού αποταμίευσης οδηγεί σε μια *προσωρινή* άνοδο του ρυθμού μεταβολής του προϊόντος ανά εργαζόμενο²⁵. Το προϊόν ανά εργαζόμενο «μεταπηδά» σε ένα άλλο μονοπάτι μεγέθυνσης παράλληλο με το αρχικό. Έτσι μια αύξηση του s έχει επίδραση στο επίπεδο (leveffect) αλλά δεν έχει επίδραση στην μεγέθυνση (growtheffect) του προϊόντος ανά εργαζόμενο, τουλάχιστον όχι μόνιμα. Μεταβάλλει την πορεία ισόρροπης μεγέθυνσης της οικονομίας και, επομένως, το επίπεδο προϊόντος ανά εργαζόμενο σε κάθε χρονική στιγμή, αλλά δεν επηρεάζει το ρυθμό αύξησης του προϊόντος ανά εργαζόμενο στην πορεία ισόρροπης μεγέθυνσης. Όλα τα παραπάνω αναπαριστώνται στο ακόλουθο διάγραμμα²⁶:



Διάγραμμα 1.1.7: Αποτελέσματα μιας αύξησης της ροπής προς αποταμίευση στο ρυθμό μεταβολής του προϊόντος ανά εργαζόμενο.

Εφόσον επιθυμούμε εξετάσουμε την ευημερία των νοικοκυριών (και κατ' επέκταση της κοινωνίας) θα πρέπει να μετατοπίσουμε την προσοχή μας από την μεταβλητή του προϊόντος (δηλαδή την παραγωγή) σε αυτή της κατανάλωσης, καθώς τα μέλη των νοικοκυριών μάλλον ενδιαφέρονται για την χρησιμότητα που εξάγεται από την χρήση των προϊόντων, παρά για την παραγωγή τους.

Στο σημείο ισορροπίας, όπου ισχύει $sf(k^*) = (n + g + \delta)k^*$, η κατανάλωση ανά αποδοτική μονάδα εργασίας, c^* , που είναι εξ ορισμού ίση με: $f(k) - sf(k)$ είναι:

$$c^* = f(k^*) - (n + g + \delta)k^* \quad (11)$$

²⁵ Οι Blanchard και Johnson (2013) σχολιάζουν πως: «Μερικοί οικονομολόγοι ισχυρίζονται ότι η υψηλή μεγέθυνση του προϊόντος, που επετεύχθη από τη Σοβιετική Ένωση από το 1950 μέχρι το 1990, ήταν αποτέλεσμα μια τέτοιας σταθερής αύξησης της ροπής για αποταμίευση στην πάροδο του χρόνου, κάτι που δεν μπορεί να συντηρηθεί για πάντα. Ο Paul Krugman έχει χρησιμοποιήσει τον όρο «Σταλινική Μεγέθυνση» για να χαρακτηρίσει αυτόν τον τύπο μεγέθυνσης: μια μεγέθυνση ως αποτέλεσμα μιας όλο και υψηλότερης ροπής για αποταμίευση στην πάροδο του χρόνου».

²⁶ Πηγή: David Romer, «Advanced Macroeconomics», ελαφρώς επεξεργασμένο.

Δεδομένου ότι το k^* εξαρτάται από τις παραμέτρους του υποδείγματος s , n , g και δ , μπορεί να γραφεί ως $k^* = k^*(s, n, g, \delta)$ ²⁷. Άρα, η (11), με παραγωγή ως προς το ποσοστό αποταμίευσης, γίνεται:

$$\begin{aligned} \frac{\partial c^*}{\partial s} &= f'(k^*(s, n, g, \delta)) \frac{\partial k^*(s, n, g, \delta)}{\partial s} - (n + g + \delta) \frac{\partial k^*(s, n, g, \delta)}{\partial s} \\ &= [f'(k^*(s, n, g, \delta)) - (n + g + \delta)] \underbrace{\frac{\partial k^*(s, n, g, \delta)}{\partial s}}_{>0} \quad (12) \end{aligned}$$

Είναι γνωστό ότι μια αύξηση του s έχει σαν αποτέλεσμα αύξηση του k^* . Δηλαδή, ισχύει: $\partial k^*(s, n, g, \delta)/\partial s > 0$. Επομένως, η μεγιστοποίηση της κατανάλωσης ισορροπίας (ανά μονάδα αποδοτικής εργασίας) ως προς s προκύπτει όταν μηδενίζεται ο όρος $f'(k^*(s, n, g, \delta)) - (n + g + \delta)$. Δηλαδή όταν: $f'(k^*) = (n + g + \delta)$. Αυτή η τιμή του k^* είναι γνωστή ως επίπεδο αποθέματος κεφαλαίου του Χρυσού Κανόνα (goldenrulelevelofthecapitalstock).

Ας σημειωθεί ότι το υπόδειγμα Solow δεν εγγυάται ότι το απόθεμα κεφαλαίου στην πορεία ισόρροπης μεγέθυνσης θα ισούται με το επίπεδο του Χρυσού Κανόνα, δεδομένου ότι το s είναι εξωγενές. Αν το $f'(k^*)$ είναι μικρότερο από το $(n + g + \delta)$, δηλαδή $f'(k^*) < (n + g + \delta)$, τότε μια αύξηση στο s μειώνει την κατανάλωση (ανά αποδοτική μονάδα εργασίας), ακόμη και όταν η οικονομία έχει φτάσει στη νέα πορεία ισόρροπης μεγέθυνσης ($\frac{\partial c^*}{\partial s} < 0$). Σε αυτή την περίπτωση το s είναι μεγαλύτερο από όσο χρειάζεται για να επιτευχθεί ο Χρυσός Κανόνας και η οικονομία «υπεραποταμιεύει». Αν, αντιθέτως, το $f'(k^*)$ είναι μεγαλύτερο από το $(n + g + \delta)$, δηλαδή $f'(k^*) > (n + g + \delta)$, τότε μια αύξηση του s αυξάνει την κατανάλωση ισορροπίας ανά αποδοτική μονάδα εργασίας ($\frac{\partial c^*}{\partial s} > 0$). Σε αυτή την περίπτωση το s είναι μικρότερο από το απαιτούμενο για την ισχύ του Χρυσού Κανόνα, και η οικονομία μπορεί να οδηγηθεί σε ανώτερο επίπεδο κατανάλωσης ισορροπίας ανά αποδοτική μονάδα εργασίας αυξάνοντας το s . Προσωρινά, ωστόσο, θα υπάρξει μια μείωση της (ανά μονάδα αποτελεσματικής) κατανάλωσης. Επομένως, το συνολικό αποτέλεσμα στην ευημερία εξαρτάται από το πως οι διαφορετικές γενιές (ή η ίδια γενιά σε διαφορετικές χρονικές περιόδους) αποτιμά την υψηλότερη κατανάλωση στο μέλλον σε σχέση με την μειωμένη κατανάλωση στο παρόν.

²⁷ Σε κατάσταση ισόρροπης μεγέθυνσης ισχύει: $sf(k^*) = (n + g + \delta)k^*$. Επομένως το k^* εξαρτάται από τις τιμές που λαμβάνουν τα s , n , g και δ . Διαγραμματικά, μια μεταβολή σε μια από τις παραμέτρους n , g και δ αλλάζει την κλίση της ευθείας $(n + g + \delta)k$, ενώ μια μεταβολή του s αλλάζει την καμπύλη $sf(k)$ με αποτέλεσμα να μεταβάλλεται το σημείο τομής τους (άρα και η τιμή του k^*).

Ενώ έχει διερευνηθεί η επίδραση μιας μεταβολής του s στο προϊόν ανά εργαζόμενο, ακόμη δεν έχει ειπωθεί κάτι σχετικά με την επίδραση της στο προϊόν ανά αποδοτικό εργαζόμενο, η οποία δίνεται από την ακόλουθη σχέση:

$$\frac{\partial y^*}{\partial s} = \frac{\partial f(k^*(s, n, g, \delta))}{\partial s} = f'(k^*) \frac{\partial k^*(s, n, g, \delta)}{\partial s} \quad (13)$$

Άρα για να υπολογίσουμε το $\frac{\partial y^*}{\partial s}$ απαιτείται να βρεθεί το $\frac{\partial k^*}{\partial s}$. Το k^* (δηλαδή η τιμή του k στην ισορροπία) ικανοποιεί, ως γνωστόν, την ακόλουθη σχέση:

$$sf(k^*(s, n, g, \delta)) = (n + g + \delta)k^*(s, n, g, \delta) \quad (14)$$

Αν παραγωγίσουμε και τα δύο σκέλη της εξίσωσης ως προς s προκύπτει:

$$s \frac{\partial f(k^*(s, n, g, \delta))}{\partial s} + \left(\frac{\partial s}{\partial s}\right) f(k^*(s, n, g, \delta)) = (n + g + \delta) \frac{\partial k^*(s, n, g, \delta)}{\partial s} \Rightarrow$$

$$sf'(k^*) \frac{\partial k^*}{\partial s} + f(k^*) = (n + g + \delta) \frac{\partial k^*}{\partial s} \quad (15)$$

Μεταφέροντας τους όρους και λύνοντας ως προς $\frac{\partial k^*}{\partial s}$ προκύπτει:

$$f(k^*) = (n + g + \delta) \frac{\partial k^*}{\partial s} - sf'(k^*) \frac{\partial k^*}{\partial s} \Rightarrow f(k^*) = [(n + g + \delta) - sf'(k^*)] \frac{\partial k^*}{\partial s} \Rightarrow$$

$$\frac{\partial k^*}{\partial s} = \frac{f(k^*)}{(n + g + \delta) - sf'(k^*)} \quad (16)$$

Υποκαθιστώντας την (16) στην (13) προκύπτει:

$$\frac{\partial y^*}{\partial s} = \frac{f'(k^*)f(k^*)}{(n + g + \delta) - sf'(k^*)} \quad (17)$$

Για την καλύτερη ερμηνεία της, η (17) μετατρέπεται σε ελαστικότητα πολλαπλασιάζοντας και τα δύο μέρη με $\frac{s}{y^*} = \frac{s}{f(k^*)}$. Επιπλέον, χρησιμοποιείται η σχέση $sf(k^*) = (n + g + \delta)k^*$. Κάνοντας αυτές τις αλλαγές η (17) μετασχηματίζεται στην:

$$\frac{s}{y^*} \frac{\partial y^*}{\partial s} = \frac{s}{f(k^*)} \frac{f'(k^*)f(k^*)}{(n + g + \delta) - sf'(k^*)}$$

$$= \frac{(n + g + \delta)k^* f'(k^*)}{f(k^*)[(n + g + \delta) - (n + g + \delta)k^* f'(k^*)/f(k^*)]}$$

$$= \frac{k^* f'(k^*)}{f(k^*)} \frac{(n + g + \delta)}{(n + g + \delta) - (n + g + \delta)k^* f'(k^*)/f(k^*)}$$

$$= \frac{k^* f'(k^*)}{f(k^*)} \frac{(n + g + \delta)}{(n + g + \delta) \left[1 - k^* \frac{f'(k^*)}{f(k^*)}\right]} = \frac{k^* f'(k^*)/f(k^*)}{1 - [k^* f'(k^*)/f(k^*)]} \quad (18)$$

Το $k^* \frac{f'(k^*)}{f(k^*)} = \frac{k^* \partial y^*}{y^* \partial k^*}$ είναι η ελαστικότητα του προϊόντος ως προς το κεφάλαιο όταν $k = k^*$, την οποία συμβολίζουμε με $\alpha_K(k^*)$. Άρα η (18) γίνεται:

$$\frac{s}{y^*} \frac{\partial y^*}{\partial s} = \frac{a_K(k^*)}{1 - a_K(k^*)} \quad (19)$$

Εάν οι αγορές είναι ανταγωνιστικές το κεφάλαιο αμείβεται με το οριακό του προϊόν $f'(k^*)$ ²⁸. Επομένως, η συνολική αμοιβή του κεφαλαίου (ανά μονάδα αποτελεσματικής εργασίας) στην πορεία ισόρροπης μεγέθυνσης είναι $k^* f'(k^*)$ και το μέρος του συνολικού εισοδήματος που πηγαίνει στο κεφάλαιο στην πορεία ισόρροπης μεγέθυνσης είναι $k^* f'(k^*) / f(k^*)$ ή $a_K(k^*)$. Ο RomerD.(1996) σχολιάζει: «Στις περισσότερες χώρες το μέρος του εισοδήματος της οικονομίας που πηγαίνει στο κεφάλαιο είναι περίπου το ένα τρίτο. Εάν το χρησιμοποιούμε αυτό ως μια εκτίμηση για το $a_K(k^*)$, συνεπάγεται ότι η ελαστικότητα του προϊόντος ως προς το ρυθμό αποταμίευσης μακροχρόνια είναι περίπου ένα δεύτερο²⁹. Επομένως, για παράδειγμα, μια αύξηση κατά δέκα τοις εκατό στο ποσοστό αποταμίευσης (για παράδειγμα, από το είκοσι τοις εκατό του προϊόντος στο είκοσι δύο τοις εκατό) αυξάνει το προϊόν ανά [αποδοτικό] εργαζόμενο μακροχρόνια περίπου κατά πέντε τοις εκατό σε σχέση με την πορεία που ακολουθούσε».

1.1.3 Διερεύνηση Υποδείγματος με Συνάρτηση Παραγωγής Cobb-Douglas

Εξαιρετικό ενδιαφέρον παρουσιάζει η διερεύνηση του υποδείγματος Solow χρησιμοποιώντας την συνάρτηση παραγωγής Cobb-Douglas της μορφής $Y = K^\alpha (AL)^{1-\alpha}$, όπου $0 < \alpha < 1$. Η εντατική μορφή της παραπάνω συνάρτησης είναι $y = k^\alpha$, καθώς:

$$Y = K^\alpha (AL)^{1-\alpha} \Rightarrow y = \frac{Y}{AL} = \frac{K^\alpha (AL)^{1-\alpha}}{AL} = \frac{K^\alpha (AL)^{1-\alpha}}{(AL)^\alpha (AL)^{1-\alpha}} = \left(\frac{K}{AL}\right)^\alpha \left(\frac{AL}{AL}\right)^{1-\alpha} = k^\alpha$$

Άρα, σε αυτή την περίπτωση, η θεμελιώδης εξίσωση Solow (σχέση (10)) παίρνει την μορφή:

$$\dot{k} = sk^\alpha - (n + g + \delta)k$$

Το k^* , ως γνωστόν, προκύπτει όταν:

$$\dot{k} = sk^\alpha - (n + g + \delta)k = 0 \Rightarrow s(k^*)^\alpha = (n + g + \delta)k^* \Rightarrow (k^*)^{1-\alpha} = \frac{s}{n+g+\delta} \Rightarrow$$

$$k^* = \left[\frac{s}{n + g + \delta} \right]^{\frac{1}{1-\alpha}}$$

²⁸ Ισχύει εξ ορισμού: $F\left(\frac{K}{AL}, 1\right) \equiv f\left(\frac{K}{AL}\right) \Rightarrow ALF\left(\frac{K}{AL}, 1\right) = ALf\left(\frac{K}{AL}\right)$ και λόγω των σταθερών αποδόσεων κλίμακας που χαρακτηρίζουν την F έχουμε: $F(K, AL) = ALf\left(\frac{K}{AL}\right)$. Επομένως, το οριακό προϊόν του κεφαλαίου ισούται με: $\frac{\partial F(K, AL)}{\partial K} = \frac{d[ALf\left(\frac{K}{AL}\right)]}{dK} = ALf'\left(\frac{K}{AL}\right) \frac{d\left(\frac{K}{AL}\right)}{dK} = ALf'\left(\frac{K}{AL}\right) \left(\frac{1}{AL}\right) = f'\left(\frac{K}{AL}\right) = f'(k)$.

²⁹ Για $a_K(k^*) = \frac{1}{3}$ η (19) γίνεται: $\frac{s}{y^*} \frac{\partial y^*}{\partial s} = \frac{1/3}{1-1/3} = \frac{1/3}{2/3} = \frac{1}{2}$.

Αντίστοιχα, το y^* είναι ίσο με $y^* = (k^*)^\alpha = \left[\frac{s}{n+g+\delta} \right]^{\frac{\alpha}{1-\alpha}}$

Το ποσοστό αποταμίευσης s^{XK} το οποίο μεγιστοποιεί την κατανάλωση προκύπτει από τα ακόλουθα:

$$f(k) = k^\alpha \Rightarrow f'(k) = \alpha k^{\alpha-1} \Rightarrow f'(k^*) = \alpha (k^*)^{\alpha-1} = \alpha \left(\left[\frac{s}{n+g+\delta} \right]^{\frac{1}{1-\alpha}} \right)^{\alpha-1} = \alpha \left(\frac{s}{n+g+\delta} \right)^{\frac{\alpha-1}{1-\alpha}} =$$

$$a \left(\frac{s}{n+g+\delta} \right)^{-1} = \alpha \frac{n+g+\delta}{s}$$

Άρα από τον χρυσό κανόνα προκύπτει ότι:

$$f'(k^*) = (n+g+\delta) \Rightarrow \alpha \frac{n+g+\delta}{s^{XK}} = n+g+\delta \Rightarrow s^{XK} = \alpha$$

Η παράμετρος α της συνάρτησης παραγωγής Cobb-Douglas εκφράζει το ποσοστό του εισοδήματος με το οποίο αμείβεται το κεφάλαιο³⁰. Ο Ρέππας (2015) αναφέρει σχετικά: «Επομένως, για μέγιστη μακροχρόνια κατανάλωση θα πρέπει το σύνολο των αμοιβών του κεφαλαίου, δηλαδή τα κέρδη, να αποταμιεύονται-επενδύονται, ενώ το σύνολο των μισθών να καταναλώνεται. Με βάση αυτήν την αρχή, όσο μεγαλύτερο ποσοστό του εισοδήματος πηγαίνει στους ιδιοκτήτες του κεφαλαίου και επομένως μικρότερο πηγαίνει στους εργάτες, τόσο μεγαλύτερη θα είναι η μελλοντική κατά κεφαλήν κατανάλωση. Αυτό το αποτέλεσμα ήταν επαρκής δικαιολογία πάνω στην οποία στηρίχθηκαν οι πολιτικές διεύρυνσης της ανισοκατανομής του εισοδήματος, υπέρ του κεφαλαίου, με πρόσχημα τη διεύρυνση των επενδύσεων και της οικονομικής μεγέθυνσης για τη μελλοντική αύξηση της ευημερίας».

1.1.4 Σύγκλιση Οικονομιών

Ίσως το σημαντικότερο συμπέρασμα το οποίο αποδίδεται, από τους οικονομολόγους, στο υπόδειγμα Solow είναι η οικονομική σύγκλιση, δηλαδή η τάση οι φτωχότερες χώρες (δηλαδή χώρες με χαμηλό κατά κεφαλήν προϊόν) να μεγεθύνονται με πιο γοργούς ρυθμούς από τις πλούσιες χώρες, με αποτέλεσμα, σε βάθος χρόνου, να προσεγγίζονται βιοτικό τους επίπεδο. Για να καταστεί σαφές ποιες ακριβώς είναι οι προβλέψεις του μονοτεακού νεοκλασικού υποδείγματος περί σύγκλισης θα συνεχίσουμε την διερεύνηση του χρησιμοποιώντας, και πάλι, την συνάρτηση παραγωγής Cobb-Douglas της μορφής $Y = K^\alpha (AL)^{1-\alpha}$, όπου $0 < \alpha < 1$. Έχει αποδειχθεί, από την προηγούμενη παράγραφο, πως:

$$y = k^\alpha$$

³⁰ Το οριακό προϊόν του κεφαλαίου ισούται με: $\frac{\partial Y}{\partial K} = \alpha K^{\alpha-1} (AL)^{1-\alpha}$. Επομένως, το ποσοστό του εισοδήματος

με το οποίο αμείβεται το κεφάλαιο (σε συνθήκες τέλει ανταγωνισμού) είναι: $\frac{K \frac{\partial Y}{\partial K}}{Y} = \frac{K[\alpha K^{\alpha-1} (AL)^{1-\alpha}]}{K^\alpha (AL)^{1-\alpha}} =$

$\frac{\alpha K^\alpha (AL)^{1-\alpha}}{K^\alpha (AL)^{1-\alpha}} = \alpha$.

Παίρνοντας φυσικούς λογάριθμους στην παραπάνω σχέση και εφαρμόζοντας την γνωστή ιδιότητα των λογαρίθμων, $\ln x^a = a \ln x$, προκύπτει:

$$\ln y = \ln k^a \Rightarrow \ln y = a \ln k$$

Με παραγωγή ως προς τον χρόνο λαμβάνουμε την σχέση μεταξύ του ρυθμού μεγέθυνσης του προϊόντος ανά αποδοτική μονάδα εργασίας και του ρυθμού μεγέθυνσης του κεφαλαίου ανά αποδοτική μονάδα εργασίας:

$$\frac{1}{y} \dot{y} = a \frac{1}{k} \dot{k} \Rightarrow g_y = a g_k$$

Σημειώνεται πως η σχέση αυτή, μεταξύ των δύο ρυθμών μεγέθυνσης, δεν ισχύει μόνο όταν η οικονομία βρίσκεται στην κατάσταση ισορροπίας, όπου, όπως έχει δείχθει, ισχύει: $g_y = g_k = 0$, αλλά και κατά την διάρκεια μετάβασης σε αυτή. Επιπλέον, καθώς ισχύει: $0 < a < 1$, συνεπάγεται πως ο ρυθμός μεγέθυνσης του προϊόντος ανά αποδοτική μονάδα εργασίας είναι μικρότερος από τον ρυθμό μεγέθυνσης του κεφαλαίου ανά αποδοτική μονάδα εργασίας (εκτός, προφανώς, από την κατάσταση ισορροπίας μεγέθυνσης όπου μηδενίζονται και οι δύο).

Ο ρυθμός μεγέθυνσης του κεφαλαίου ανά αποδοτική μονάδα εργασίας προκύπτει από την θεμελιώδη εξίσωση του υποδείγματος Solow, διαιρώντας με k :

$$\dot{k} = sf(k) - (n + g + \delta)k \Rightarrow g_k = \frac{\dot{k}}{k} = \frac{sf(k)}{k} - (n + g + \delta)$$

Όπως έχει ήδη ειπωθεί, όταν η οικονομία βρίσκεται σε ένα σημείο με k μικρότερο του k^* (το k ισορροπίας δηλαδή), τότε η πραγματική επένδυση (ανά αποδοτική μονάδα εργασίας), $sf(k)$, θα υπερβαίνει την επένδυση αναπλήρωσης (ανά αποδοτική μονάδα εργασίας), $(n + g + \delta)k$. Επομένως, θα ισχύει πως: $\dot{k} > 0$ και $g_k = \frac{\dot{k}}{k} > 0$, που σημαίνει πως το k αυξάνεται. Ωστόσο, ως γνωστόν, σύμφωνα με την υπόθεση της φθίνουσας οριακής αποδοτικότητας του k ($y' = ak^{a-1} > 0$ και $y'' = a(a-1)k^{a-2} < 0$), κάθε αύξηση του k θα προκαλεί μια μικρότερη αύξηση του y . Δεδομένου ότι το y είναι σταθερό, αυτό σημαίνει πως την επόμενη περίοδο το $sf(k) = sy$ θα αυξηθεί λιγότερο από ότι είχε αυξηθεί το k . Έτσι το g_k , παρότι παραμένει θετικό, ολοένα και μειώνεται, ώσπου μηδενίζεται μόλις η οικονομία βρεθεί στο σημείο ισορροπίας μεγέθυνσης. Δηλαδή:

$$g_k = 0 \Rightarrow \frac{sf(k^*)}{k^*} - (n + g + \delta) = 0$$

Επομένως, ισχύει:

$$\frac{sf(k^*)}{k^*} = (n + g + \delta)$$

Άρα, ο ρυθμός μεγέθυνσης του κεφαλαίου ανά μονάδα αποδοτικής εργασίας ξαναγράφεται ως εξής:

$$g_k = \frac{\dot{k}}{k} = \frac{sf(k)}{k} - \frac{sf(k^*)}{k^*}$$

Έτσι, ο ρυθμός μεγέθυνσης προϊόντος ανά αποδοτική μονάδα εργασίας ξαναγράφεται:

$$g_y = \alpha \left(\frac{sf(k)}{k} - \frac{sf(k^*)}{k^*} \right) = \alpha s \left(\frac{y}{k} - \frac{y^*}{k^*} \right)$$

Καθώς, όμως, ισχύει: $y = k^a \Rightarrow k = y^{\frac{1}{a}}$, προκύπτει ότι:

$$\begin{aligned} g_y &= \alpha s \left(\frac{y}{k} - \frac{y^*}{k^*} \right) = \alpha s \left(\frac{y}{y^{\frac{1}{a}}} - \frac{y^*}{y^{*\frac{1}{a}}} \right) = \alpha s \left(y^{\frac{a-1}{a}} - y^{*\frac{a-1}{a}} \right) = \alpha s y^{*\frac{a-1}{a}} \left(\frac{y^{\frac{a-1}{a}}}{y^{*\frac{a-1}{a}}} - 1 \right) \\ &= \alpha s y^{*\frac{a-1}{a}} \left(\left(\frac{y}{y^*} \right)^{\frac{a-1}{a}} - 1 \right) \end{aligned}$$

Τέλος, καθώς: $y^* = (k^*)^\alpha = \left[\frac{s}{n+g+\delta} \right]^{\frac{\alpha}{1-\alpha}}$, ο ρυθμός μεγέθυνσης προϊόντος ανά αποδοτική μονάδα εργασίας, δίνεται από την σχέση:

$$\begin{aligned} g_y &= \alpha s \left[\frac{s}{n+g+\delta} \right]^{\frac{\alpha}{1-\alpha} \frac{a-1}{a}} \left(\left(\frac{y}{y^*} \right)^{\frac{a-1}{a}} - 1 \right) = \alpha s \left[\frac{s}{n+g+\delta} \right]^{-1} \left(\left(\frac{y}{y^*} \right)^{\frac{a-1}{a}} - 1 \right) \\ &= \alpha s \left[\frac{n+g+\delta}{s} \right] \left(\left(\frac{y}{y^*} \right)^{\frac{a-1}{a}} - 1 \right) = \alpha (n+g+\delta) \left(\left(\frac{y}{y^*} \right)^{\frac{a-1}{a}} - 1 \right) \end{aligned}$$

Επομένως, γίνεται εύκολα αντιληπτό (δεδομένου ότι: $0 < \alpha < 1$) πως όσο μικρότερο είναι το τρέχον προϊόν ανά μονάδα αποδοτικής εργασίας (y) σε σχέση με το προϊόν ισορροπίας ανά μονάδα αποδοτικής εργασίας (y^*) τόσο μεγαλύτερος ο ρυθμός μεγέθυνσης g_y . Σημειώνεται, επίσης, πως σημασία έχει η σχετική «απόσταση» των δύο εισοδημάτων (δηλαδή ο λόγος τους). Άρα, όσο πιο μακριά βρίσκεται η οικονομία από το σημείο ισορροπίας της τόσο μεγαλύτερο είναι το g_y .

Επιπλέον, καθώς $y = \frac{Y}{AL} \Rightarrow Ay = \frac{Y}{L}$, ο ρυθμός μεγέθυνσης του προϊόντος ανά εργαζόμενο ($g_{\frac{Y}{L}}$) είναι:

$$g_{\frac{Y}{L}} = \frac{\left(\frac{\dot{Y}}{L} \right)}{\frac{Y}{L}} = \frac{\dot{A}}{A} + g_y = g + g_y$$

Σε κατάσταση ισόρροπης μεγέθυνσης, ως γνωστόν, ισχύει: $g_{\frac{Y}{L}} = g + 0 = g$. Όμως, υπό το πρίσμα της παραπάνω ανάλυσης, η παραπάνω σχέση δηλώνει επίσης ότι το προϊόν

ανά εργαζόμενο μεγεθύνεται με ρυθμό μεγαλύτερο αυτού της τεχνικής προόδου καθώς η οικονομία προσεγγίζει την ισορροπία. Ακόμα πιο σημαντικά, δηλώνει, επιπλέον, ότι όσο πιο μακριά βρίσκεται η οικονομία τόσο μεγαλύτερος θα είναι αυτός ο ρυθμός (g_Y), καθώς, όπως είδαμε, όσο πιο μακριά από την ισορροπία βρισκόμαστε τόσο μεγαλύτερο είναι το g_Y .

Επομένως, γίνεται σαφές πως, σύμφωνα με το υπόδειγμα Solow: Πρώτον, κάθε οικονομία, δοθέντος επαρκούς, πλην όμως ακαθόριστου, χρόνου, θα συγκλίνει στο σημείο ισορροπίας της, ανεξάρτητα από το σημείο που θα ξεκινήσει, και, δεύτερον, όσο πιο μακριά βρίσκεται μια οικονομία από το σημείο ισορροπίας μεγέθυνσης της τόσο πιο μεγάλος θα είναι ο ρυθμός μεγέθυσής της, δηλαδή ο ρυθμός μεγέθυνσης του προϊόντος ανά εργαζόμενο³¹.

Τώρα, αν, επιπλέον, υποθεθεί πως οι οικονομίες των χωρών έχουν την ίδια, ή παρόμοια, μεγέθυνση σταθερής κατάστασης³², δηλαδή, πως συγκλίνουν στο ίδιο k^* (και κατ' επέκταση στο ίδιο $f(k^*)$)³³, τότε το υπόδειγμα Solow υποδηλώνει, πρώτον, ότι οι οικονομίες αυτές θα συγκλίνουν στο ίδιο επίπεδο προϊόντος ανά εργαζόμενο και, δεύτερον, πως εάν αυτές οι οικονομίες ξεκινούν από σημεία με διαφορετικό k , οι οικονομίες με τα χαμηλότερα αρχικά προϊόντα ανά εργαζόμενο θα μεγεθύνονται με μεγαλύτερο ρυθμό. Αυτή η έννοια της σύγκλισης, η οποία αναφέρεται σε οικονομίες με την ίδια, ή τουλάχιστον παρόμοια, σταθερή κατάσταση, ονομάζεται «απόλυτη σύγκλιση».

Η θεωρητική θεμελίωση της απόλυτης σύγκλισης (και της υπόθεσης της ίδιας σταθερής κατάστασης για όλες τις οικονομίες) στηρίζεται σε δύο επιχειρήματα-πυλώνες. Ο πρώτος εξάγεται έμμεσα από το ίδιο το μοντέλο Solow και σχετίζεται με την υπόθεση της φθίνουσας οριακής παραγωγικότητας του κεφαλαίου. Πιο συγκεκριμένα, υποστηρίζεται πως, αφού το ποσοστό απόδοσης του συντελεστή κεφάλαιο είναι χαμηλότερο στις πλούσιες χώρες (δηλαδή χώρες με μεγαλύτερο κεφάλαιο ανά αποδοτικό εργαζόμενο), θα υπάρχουν κίνητρα για ροές κεφαλαίου από τις χώρες αυτές προς τις φτωχότερες. Το δεύτερο επιχειρήμα που χρησιμοποιείται έχει να κάνει με το γεγονός ότι, ενώ οι λιγότερο αναπτυγμένες χώρες,

³¹ Στην πραγματικότητα, ο ρυθμός μεγέθυνσης μιας οικονομίας είναι ο ρυθμός μεγέθυνσης του κατά κεφαλήν προϊόντος. Ωστόσο, η επιλογή του ρυθμού μεγέθυνσης του προϊόντος ανά εργαζόμενο ως ρυθμό μεγέθυνσης μιας οικονομίας έχει πολύ μικρή επίδραση στα συμπεράσματα του υποδείματος.

³² Θα πρέπει να τονισθεί πως η συγκεκριμένη υπόθεση, παρά το γεγονός ότι υπάρχουν (όπως θα δούμε στην συνέχεια) θεωρητικοί λόγοι για να γίνει αποδεκτή, είναι εξαιρετικά αμφιλεγόμενη.

³³ Αυτό σημαίνει πως η συνάρτηση παραγωγής και οι διάφορες παράμετροι του υποδείματος ($A, s, n, g, \delta, \alpha$) είναι ίδιες για όλες τις οικονομίες. Για να δούμε για ποιο λόγο συμβαίνει αυτό αρκεί να θυμηθούμε πως στη ισορροπία το προϊόν (ανά μονάδα αποδοτικής εργασίας) ισούται (υποθέτοντας ότι η συνάρτηση παραγωγής είναι της μορφής Cobb-Douglas με: $y^* = (k^*)^\alpha = \left[\frac{s}{n+g+\delta}\right]^{\frac{\alpha}{1-\alpha}}$, ενώ το προϊόν ανά εργαζόμενο είναι ίσο με: $\left(\frac{Y}{L}\right)^* =$

$A \left[\frac{s}{n+g+\delta}\right]^{\frac{\alpha}{1-\alpha}}$. Άρα, η σταθερή κατάσταση εξαρτάται από τις παραμέτρους $A, s, n, g, \delta, \alpha$.

υιοθετώντας τις διαθέσιμες τεχνολογίες είναι σε θέση να σημειώσουν ιδιαίτερα υψηλούς ρυθμούς μεγέθυνσης, οι πλούσιες και αναπτυγμένες χώρες, αντιθέτως, αναπτύσσονται με χαμηλότερους ρυθμούς μεγέθυνσης, καθώς, εβρισκόμενες στο «τεχνολογικό σύνορο», χρειάζεται να αναπτύξουν νέες τεχνολογίες, οι οποίες είναι χρονοβόρες και συνοδεύονται με μεγάλα κόστη.

Σύμφωνα με πολλές εμπειρικές μελέτες, η απόλυτη σύγκλιση φαίνεται να επαληθεύεται σε μεγάλο βαθμό για σύνολα οικονομιών με ομοιογενή χαρακτηριστικά, όπως είναι οι χώρες του Ο.Ο.Σ.Α.³⁴ και για ορισμένες αυτόνομες πολιτικές οντότητες, όπως είναι οι πολιτείες των Η.Π.Α.³⁵, οι νομαρχίες της Ιαπωνίας³⁶ και οι περιοχές των ισχυρότερων ευρωπαϊκών οικονομιών³⁷, αν και στις περισσότερες περιπτώσεις η ταχύτητα με την οποία πραγματοποιείται η σύγκλιση φαίνεται να είναι ιδιαίτερα χαμηλή.

Ωστόσο, δυστυχώς, οι μελέτες αυτές απέχουν αρκετά από το να θεωρηθούν ως αδιαμφισβήτητες εμπειρικές επαληθεύσεις των προβλέψεων του μοντέλου Solow. Και τούτο διότι στις συγκεκριμένες μελέτες, σχεδόν πάντοτε, ελλοχεύουν οι κίνδυνοι της μεροληψίας και της αντίστροφης αιτιότητας³⁸. Ως ένα χαρακτηριστικό παράδειγμα των συγκεκριμένων προβλημάτων αναφέρονται οι εργασίες των Baumol (1986) και DeLong (1987): Ο Baumol, εξετάζοντας τα στοιχεία του εισοδήματος ανά εργαζόμενο 16 βιομηχανοποιημένων χωρών για την περίοδο 1870-1979, κατέληξε στο συμπέρασμα πως υπήρχε ισχυρή σύγκλιση μεταξύ τους. Όμως, δύο χρόνια, αργότερα ο DeLong, χρησιμοποιώντας παρόμοια

³⁴ Δες, για παράδειγμα: (Sala-i-Martin, 1996). Δεν εκλείπει ωστόσο ο αντίλογος: (Bernard και Durlauf, 1995).

³⁵ Δες, για παράδειγμα: (Barro και Sala-i-Martin, 1992), (Sala-i-Martin, 1996a) και (Sala-i-Martin, 1996b).

³⁶ Δες, για παράδειγμα: (Sala-i-Martin, 1996a) και (Sala-i-Martin, 1996b).

³⁷ Δες, για παράδειγμα: (Sala-i-Martin, 1996a) και (Sala-i-Martin, 1996b).

³⁸ Ο κίνδυνος της μεροληψίας έγκειται στην επιλογή του δείγματος των χωρών. Για παράδειγμα, όπως αναφέρουν οι Blanchard και Johnson (2013): «Εξετάζοντας το δείγμα των χωρών που είναι μέλη του Ο.Ο.Σ.Α. σήμερα, αυτό που έχουμε κάνει στην πραγματικότητα είναι να κοιτάζουμε σε μια ομάδα οικονομικών νικητών: η ιδιότητα του μέλους του Ο.Ο.Σ.Α. δεν βασίζεται επισήμως στην οικονομική επιτυχία, αλλά η οικονομική επιτυχία είναι σίγουρα ένας σημαντικός καθοριστικός παράγοντας της ιδιότητας του μέλους. Αλλά όταν εξετάζουμε μια λίσσα της οποίας η ιδιότητα μέλους βασίζεται στην οικονομική επιτυχία, θα διαπιστώσουμε ότι αυτοί που ήρθαν από πίσω είχαν την ταχύτερη μεγέθυνση: Αυτός ακριβώς είναι ο λόγος που εισήλθαν στη λίσσα! Το εύρημα της σύγκλισης θα μπορούσε να προέλθει εν μέρει από τον τρόπο με τον οποίο επιλέξαμε τις χώρες εξαρχής». Το ζήτημα της αντίστροφης αιτιότητας μπορεί να τεθεί με την μορφή ερώτησης ως εξής: είναι η προϋπάρχουσα κοινή δομή των οικονομιών αυτών που έχει οδηγήσει σε συγκλίνοντα επίπεδα κατά κεφαλήν εισοδήματος ή μήπως είναι το γεγονός ότι οι χώρες αυτές κατόρθωσαν - με οποιονδήποτε τρόπο - να αναπτυχθούν ο λόγος για τον οποίον η σημερινή τους δομή είναι παρόμοια;

επιχειρηματολογία με αυτή που αναφέρθηκε προηγουμένως³⁹, αποδυνάμωσε, σε μεγάλο βαθμό, τα πορίσματα του Baumol.

Ακόμη πιο σημαντικά, μελέτες⁴⁰ που προσπάθησαν να ελέγξουν την ύπαρξη απόλυτης σύγκλισης σε μεγαλύτερα σύνολα χωρών, έδειξαν ότι η διασπορά των κατά κεφαλήν Α.Ε.Π. αυξάνεται, ότι δηλαδή το χάσμα μεταξύ πλουσίων και φτωχών χωρών μεγαλώνει. Με άλλα λόγια, σε απόλυτους όρους και λαμβάνοντας υπόψη το σύνολο των χωρών, δεν παρατηρείται σύγκλιση αλλά απόκλιση. Επομένως, η υπόθεση της απόλυτης σύγκλισης φαίνεται να μην επαληθεύεται εμπειρικά για το σύνολο των οικονομιών.

Το γεγονός αυτό, είχε ως αποτέλεσμα την άσκηση δριμείας κριτικής στο υπόδειγμα Solow. Ωστόσο, θα πρέπει να είναι ήδη σαφές πως το υπόδειγμα Solow δεν είναι ασύμβατο με το εμπειρικό αποτέλεσμα της απόκλισης⁴¹, καθώς προβλέπει την σύγκλιση μόνο των οικονομιών που έχουν ίδια, ή έστω παρόμοια, σταθερή κατάσταση. Και παρότι, όπως είδαμε, υπάρχουν δύο κύριοι λόγοι (ο ένας εκ των οποίων προκύπτει, έμμεσα, από τις υποθέσεις του ίδιου του υποδείγματος) για να θεωρήσουμε πως όλες οι χώρες του κόσμου έχουν την ίδια σταθερή κατάσταση, δεν εκλείπει ο αντίλογος:

Πιο συγκεκριμένα, ο Lucas (1990), αφότου υπολογίζει (χρησιμοποιώντας τις απλές νεοκλασικές υποθέσεις) πως το οριακό προϊόν του κεφαλαίου στην Ινδία είναι περίπου 58 φορές το οριακό προϊόν του κεφαλαίου στις Η.Π.Α., επιχειρεί να εξηγήσει τους λόγους για τους οποίους δεν παρατηρείται μια «πλημμυρίδα» αμερικανικών επενδύσεων στην ινδική οικονομία (και κατά επέκταση από τις πλούσιες χώρες στις φτωχές). Η εργασία του καταλήγει στο συμπέρασμα πως η ύπαρξη της φθίνουσας οριακής αποδοτικότητας του κεφαλαίου από μόνη της δεν αρκεί για πραγματοποιηθούν οι ροές κεφαλαίου λόγω των διαφορών στην απόδοσή του και πως θα πρέπει να συνυπολογισθούν και παράγοντες όπως η ποιοτική ανομοιογένεια των εργατικών δυναμικών (δηλαδή διαφορές στο απόθεμα

³⁹ Για την ακρίβεια, ο DeLong, εκτός από την μεροληπτική (expost) επιλογή του δείγματος του Baumol, επικαλείται και την ύπαρξη σφαλμάτων μέτρησης, καθώς οι εκτιμήσεις των εισοδημάτων το 1870 είναι ανακριβείς.

⁴⁰ Δες, για παράδειγμα: (Sala-i-Martin, 1996).

⁴¹ Αν υποτεθούν δύο χώρες, Α και Β, όπου η χώρα Α θεωρείται πλούσια και η Β φτωχή (δηλαδή: $k_A > k_B \Rightarrow y_A > y_B$), τότε οι ρυθμοί μεγέθυνσής τους είναι: $\frac{g_Y}{L_A} = g_A + g_{y_A} = g_A + a_A(n_A + g_A + \delta_A) \left(\left(\frac{y_A}{y_A^*} \right)^{\frac{a_A-1}{a_A}} - 1 \right)$ και $\frac{g_Y}{L_B} = g_B + g_{y_B} = g_B + a_B(n_B + g_B + \delta_B) \left(\left(\frac{y_B}{y_B^*} \right)^{\frac{a_B-1}{a_B}} - 1 \right)$. Είναι προφανές πως το υπόδειγμα Solow δεν προβλέπει τίποτα συγκεκριμένο σχετικά με την σύγκλιση (ή την απόκλιση) των δύο οικονομιών.

ανθρώπινου κεφαλαίου), τα εξωτερικά οφέλη του ανθρώπινου κεφαλαίου⁴² (external benefits of human capital) και το πολιτικό ρίσκο.

Επιπλέον, η υιοθέτηση των σύγχρονων τεχνολογιών από τις λιγότερο αναπτυγμένες χώρες φαίνεται πως, στην πράξη, είναι μια πολύ πιο δύσκολη διαδικασία από έχει αφήσει η θεωρία της οικονομικής μεγέθυνσης να εννοηθεί. Επιπροσθέτως, όπως σημειώνουν οι Θεοχαράκης και Τσερκέζης (2009): «Μια χώρα η οποία έχει μεγαλύτερο s και μικρότερο n από μία άλλη, θα έχει και υψηλότερο επίπεδο προϊόντος ανά εργαζόμενο στην σταθερή κατάσταση. Αρα, οι δύο αυτές χώρες μπορούν κάλλιστα να αποκλίνουν σε όρους κατά κεφαλήν εισοδήματος μόνο και μόνο λόγω της διαφοράς τους στις παραμέτρους αυτές, χωρίς αυτό να σημαίνει ότι καταρρίπτεται η πρόβλεψη του νεοκλασικού υποδείγματος περί σύγκλισης».

Το ερώτημα που προκύπτει, επομένως, είναι εάν η απόκλιση που παρατηρείται οφείλεται στο γεγονός ότι οι προβλέψεις του Solow είναι λαθεμένες ή στο γεγονός ότι, απλά, διαφέρουν οι σταθερές καταστάσεις των διαφόρων χωρών. Με άλλα λόγια, εάν θα ήταν εφικτό να «ελεγχθεί» με κάποιον τρόπο η επίδραση της ύπαρξης διαφορετικών σταθερών καταστάσεων και να απομονωθεί η επίδραση του αρχικού επιπέδου του κατά κεφαλήν Α.Ε.Π. στον ρυθμό μεγέθυνσης, η επίδραση αυτή θα ήταν θετική ή αρνητική; Στην περίπτωση που η απομόνωση αυτής επίδρασης είναι αρνητική αυτό σημαίνει ότι χαμηλά αρχικά επίπεδα κατά κεφαλήν Α.Ε.Π. συνδέονται με υψηλότερους ρυθμούς μεγέθυνσης του κατά κεφαλήν Α.Ε.Π.. Η σύγκλιση αυτή καλείται «υπό συνθήκη» επειδή ισχύει υπό την προϋπόθεση ότι έχει διαχωριστεί η επίδραση του αρχικού επιπέδου του κατά κεφαλήν Α.Ε.Π. από την επίδραση όλων των υπολοίπων παραγόντων οι οποίοι οδηγούν στην ύπαρξη διαφορετικών σταθερών καταστάσεων. Οι περισσότερες μελέτες⁴³ καταλήγουν στο συμπέρασμα πως η κατά συνθήκη σύγκλιση φαίνεται να αποτελεί μια εμπειρική πραγματικότητα.

Κλείνοντας, αναφέρεται πως υπάρχουν και μελέτες⁴⁴ οι οποίες καταλήγουν στο συμπέρασμα ότι η κατανομή των εισοδημάτων μεταξύ των χωρών πολώνεται σε υψηλά και σε χαμηλά, με τα μεσαία εισοδήματα να εξαφανίζονται σε βάθος χρόνου. Δημιουργούνται, δηλαδή, δύο ομάδες χωρών: οι πλούσιες και οι φτωχές.

⁴² Τα εξωτερικά οφέλη του ανθρώπινου κεφαλαίου αναφέρονται στο γεγονός πως τα οφέλη από την εκπαίδευση δεν περιορίζονται μόνο στους εκπαιδευόμενους, καθώς ένα μέρος των ωφελειών διαχέεται σε ολόκληρο το κοινωνικό σύνολο.

⁴³ Δες, για παράδειγμα: (Barro και Sala-i-Martin, 2004) και (Sala-i-Martin, 1996).

⁴⁴ Δες, για παράδειγμα: (Quah, 1996).

1.1.5 Ταχύτητα Σύγκλισης στο Σημείο Ισορροπίας

Κρίνεται ιδιαίτερα σημαντικό, εκτός από μια ποιοτική περιγραφή της διαδικασίας της σύγκλισης μιας οικονομίας στο σημείο ισορροπίας της, να υπάρχει και μια ποσοτική εκτίμηση της ταχύτητας με την οποία αυτή πραγματοποιείται. Οι Barro και Sala-i-Martin (2004) αναφέρουν: «Αν η σύγκλιση είναι ταχεία, μπορούμε να εστιάσουμε στη συμπεριφορά της σταθερής κατάστασης, επειδή οι περισσότερες οικονομίες θα είναι κατά κανόνα κοντά στις σταθερές καταστάσεις τους. Αντίθετα, αν η σύγκλιση είναι βραδεία, οι οικονομίες θα είναι κατά κανόνα μακριά από τις σταθερές καταστάσεις τους, και, ως εκ τούτου, οι εμπειρίες μεγέθυσής τους θα κυριαρχούνται από τις δυναμικές μετάβασης».

Οι ίδιοι προτείνουν το ακόλουθο μέγεθος ως μέτρο ταχύτητας της σύγκλισης:

$$\beta \equiv -\frac{\partial \left(\frac{\dot{k}}{k}\right)}{\partial \ln k}$$

Η παραπάνω ποσότητα εκφράζει πόσο μειώνεται ο ρυθμός μεγέθυνσης του κεφαλαίου ανά αποδοτική μονάδα εργασίας, καθώς ο φυσικός λογάριθμος του k (και, ως εκ τούτου το \dot{k}) αυξάνεται. Σημειώνεται πως, επειδή η παράγωγος $\frac{\partial \left(\frac{\dot{k}}{k}\right)}{\partial \ln k}$ είναι αρνητική, το μέτρο β ορίζεται με αρνητικό πρόσημο, έτσι ώστε η ταχύτητα σύγκλισης να είναι θετική.

Όπως έχει δειχθεί, ο ρυθμός μεγέθυνσης του κεφαλαίου ανά αποδοτική μονάδα εργασίας δίδεται από την σχέση:

$$g_k = \frac{\dot{k}}{k} = \frac{sf(k)}{k} - (n + g + \delta)$$

η οποία για την περίπτωση της συνάρτησης παραγωγής Cobb-Douglas, $Y = K^\alpha (AL)^{1-\alpha}$, όπου $0 < \alpha < 1$, παίρνει την μορφή:

$$\frac{\dot{k}}{k} = \frac{sk^\alpha}{k} - (n + g + \delta) = sk^{\alpha-1} - (n + g + \delta) = se^{[(\alpha-1)\ln k]} - (n + g + \delta)$$

Με παραγωγή της παραπάνω σχέσης ως προς $\ln k$, προκύπτει:

$$\frac{\partial \left(\frac{\dot{k}}{k}\right)}{\partial \ln k} = (\alpha - 1)se^{[(\alpha-1)\ln k]} = (\alpha - 1)se^{\ln k^{\alpha-1}} = s(\alpha - 1)k^{\alpha-1}$$

Επομένως, το β ισούται με:

$$\beta = s(1 - \alpha)k^{\alpha-1}$$

Όπως αναμενόταν, η ταχύτητα σύγκλισης μειώνεται, καθώς το, ανά μονάδα αποδοτικής εργασίας, κεφάλαιο αυξάνεται⁴⁵.

⁴⁵ Ας σημειωθεί πως το συγκεκριμένο μέτρο υποθέτει ότι η οικονομία ξεκινάει από ένα χαμηλότερο επίπεδο k_0 σε σχέση με το k^* , καθώς αν υποθεθεί ότι: $k_0 > k^*$ τότε η ταχύτητα σύγκλισης θα αυξάνεται καθώς το k θα

Ως γνωστόν, στην σταθερή κατάσταση ισχύει:

$$sk^{a-1} = (n + g + \delta)$$

Επομένως, στην «γειτονιά» του σημείου ισορροπίας η ταχύτητα σύγκλισης θα ισούται με:

$$\beta^* = (1 - \alpha)(n + g + \delta)$$

Σύμφωνα με τους Barro και Sala-i-Martin(2004), ο παραπάνω όρος δείχνει την ταχύτητα με την οποία το προϊόν ανά αποδοτική μονάδα εργασίας μια οικονομίας, y , προσεγγίζει την τιμή ισορροπίας της, y^* , στην «γειτονιά» της σταθερής κατάστασης. Για παράδειγμα, εάν: $\beta^* = 0,05$ το χρόνο, εξαφανίζεται το 5 τοις εκατό της διαφοράς μεταξύ των y και y^* κάθε χρόνο. Επομένως, σε αυτή την περίπτωση, ο χρόνος που απαιτείται για να εξαλειφθεί το μισό της αρχικής διαφοράς είναι περίπου 14 χρόνια και ο χρόνος που απαιτείται για να εξαλειφθούν τα τρία τέταρτα της διαφοράς είναι 28 χρόνια.

1.1.6 Κριτικές Υποδείγματος Solow

Το υπόδειγμα Solow αποτέλεσε, και ενδεχομένως να αποτελεί μέχρι και σήμερα, την «ναυαρχίδα» των νεοκλασικών υποδειγμάτων οικονομικής μεγέθυνσης, καθώς, παρότι δεν είναι, βεβαίως, μια επαρκής αντιπροσώπευση των πλέον επεξεργασμένων και μαθηματικά προχωρημένων θεωριών μεγέθυνσης, καταφέρνει να εξηγήσει με επιτυχία τα βασικά χαρακτηριστικά της διαδικασίας της οικονομικής μεγέθυνσης στο πλαίσιο της νεοκλασικής θεώρησης. Ωστόσο, το γεγονός αυτό δεν σημαίνει πως το υπόδειγμα του Solow στερήθηκε κριτικής.

Οι πιο συνηθισμένες αντιρρήσεις αφορούν την υπόθεση για δεδομένη και εξωγενή τεχνολογική πρόοδο. Όπως αναφέρει και ο Ρέππας (2015), η τεχνολογική πρόοδος: «πραγματοποιείται και προσφέρεται χωρίς καμία προσπάθεια, αντάλλαγμα ή κόστος εκ μέρους των χωρών που την απολαμβάνουν. Η παραγωγή της είναι σαν να πραγματοποιείται από κάποια ανώτερη αρχή, η οποία μοιράζει το προϊόν της αφιλοκερδώς σε όλες τις χώρες και μάλιστα ισομερώς». Επιπλέον, το γεγονός ότι η τεχνολογία απαιτείται να εμφανίζεται ως αύξουσα την εργασία για να επιτευχθεί μακροχρόνια ισόρροπη μεγέθυνση δημιουργεί πρόσθετους προβληματισμούς, καθώς, όπως έχει ήδη σημειωθεί, ex ante και οι άλλες δύο μορφές τεχνολογικής πρόοδου (ουδέτερη κατά Hicks και κατά Solow) θεωρούνται εύλογες.

Επιπροσθέτως, οι μεταβλητές της συνάρτησης παραγωγής αναφέρονται, αποκλειστικά, σε μεταβολές φυσικών μονάδων και αγνοούνται τα ποιοτικά τους

μειώνεται και η οικονομία θα προσεγγίζει την πορεία ισόρροπης μεγέθυνσής της, κάτι το οποίο είναι ασύμβατο με το υπόδειγμα του Solow.

χαρακτηριστικά, ιδιαίτερα της εργασίας, όπως το ανθρώπινο κεφάλαιο, ή άλλα χαρακτηριστικά της όπως είναι οι εξωτερικές οικονομίες κλπ.

Τέλος, οι θεμελιώδεις θεωρητικές αδυναμίες, στις οποίες υπάγονται οι έννοιες μιας αθροιστικής συνάρτησης παραγωγής και, κυρίως, ενός αθροισμένου «κεφαλαίου», είναι ένα άλλο πεδίο κριτικής για το υπόδειγμα. Καταρχάς, η υπόθεση του ενός αγαθού συνεπάγεται ότι τα κεφαλαιουχικά αγαθά του μοντέλου είναι τεχνικά και οικονομικά ομοιογενή. Επιπλέον, τα κεφαλαιουχικά αγαθά του νεοκλασικού μοντέλου δεν είναι ιδιαίτερης υφής, με την έννοια ότι μπορούν να συνδυαστούν με οποιοδήποτε αριθμό εργατών στην εκτέλεση κάθε συγκεκριμένης εργασίας. Δεν υπάρχει στο υπόδειγμα η επίγνωση ότι τα «μηχανήματα» που υπάρχουν στο χρονικό σημείο $t = 0$, είχαν σχεδιαστεί σε κάποια παρελθούσα στιγμή έτσι ώστε να ταιριάζουν με ένα συγκεκριμένο λόγο κεφαλαίου-εργασίας και ότι πρέπει τώρα να προσαρμοστούν για να ταιριάζουν με ένα εντελώς διαφορετικό λόγο κεφαλαίου-εργασίας. Με λίγα λόγια, το μονοτομεακό νεοκλασικό υπόδειγμα συνεπάγεται μια έννοια «εύπλαστου» κεφαλαίου, το οποίο μπορεί να μεταφερθεί στιγμιαία και χωρίς κόστος από τη λειτουργία σ' ένα επίπεδο του λόγου κεφαλαίου-εργασίας στη λειτουργία σε οποιοδήποτε άλλο επίπεδο αυτού του λόγου. Συγκεκριμένα, αφού το κεφάλαιο μπορεί να μεταχτυπηθεί από τη μια μορφή στην άλλη, οι προσδοκίες των επιχειρηματιών δεν χρειάζεται ποτέ να είναι λανθασμένες - διότι μπορούν πάντα στιγμιαία και χωρίς δαπάνη να μετατρέψουν τη «λανθασμένη» επένδυση κεφαλαίου στο κατάλληλο κεφαλαιουχικό αγαθό.

Ωστόσο, θα πρέπει να τονισθεί πως, πολλές από τις κριτικές που αναφέρθηκαν παραπάνω αποτέλεσαν την βάση για την ανάπτυξη της νέας θεωρίας οικονομικής μεγέθυνσης. Όπως αναφέρει ο Ρέππας: «η ανάπτυξη των νέων θεωριών ήταν αποτέλεσμα της κριτικής που ασκήθηκε και της προσπάθειας βελτίωσης των χαρακτηριστικών του υποδείγματος του Solow» (Ρέππας, 2015). Έτσι, για παράδειγμα, η κριτική της υπόθεσης της φθίνουσας οριακής παραγωγικότητας του κεφαλαίου είχε ως αποτέλεσμα την ανάπτυξη υποδειγμάτων που υποθέτουν σταθερή οριακή αποδοτικότητα (π.χ. υπόδειγμα AK), η απουσία μεταβλητών, όπως το ανθρώπινο κεφάλαιο, οδήγησε στην διεύρυνση του υποδείγματος Solow, έτσι ώστε να το περιλαμβάνει (π.χ. το υπόδειγμα των Mankiw κ.α. (1992)), ή στην δημιουργία, τελείως καινούργιων, υποδειγμάτων που να εξετάζουν την συσσώρευση του (π.χ. το υπόδειγμα του Lucas (1988)) και η κριτική της εξωγενούς τεχνολογικής προόδου οδήγησε στην ανάπτυξη των ενδογενών υποδειγμάτων.

2 Η Έννοια της Τεχνολογικής Προόδου

Σε αυτό το κεφάλαιο γίνεται μια συνοπτική αναφορά στην έννοια της τεχνολογικής (ή τεχνικής) προόδου. Πιο συγκεκριμένα, θα επιχειρηθεί, πρώτον, να διευκρινισθεί με μεγαλύτερη σαφήνεια το εννοιολογικό περιεχόμενο του όρου της τεχνολογικής προόδου και, δεύτερον, να παρουσιαστεί ο τρόπος με τον οποίο αυτή μοντελοποιείται στα υποδείγματα εξωγενούς οικονομικής μεγέθυνσης, όπου θεωρείται δεδομένη και αυξανόμενη με σταθερό ρυθμό.

2.1 Εννοιολογικό Περιεχόμενο Τεχνολογικής Προόδου

Όλοι λίγο-πολύ έχουν μια ιδέα του τι εστί τεχνολογική πρόοδος. Άλλωστε, τα αποτελέσματά της έχουν επηρεάσει, και συνεχίζουν να επηρεάζουν, σε πολύ μεγάλο βαθμό, την καθημερινότητά των ανθρώπων: Το internet, τα smartphones και οι χρεωστικές κάρτες είναι μόλις λίγα από τα τεχνολογικά επιτεύγματα των τελευταίων δεκαετιών, τα οποία διευκολύνουν τις ζωές μας. Στην πραγματικότητα, ωστόσο, ο εννοιολογικός προσδιορισμός της τεχνολογικής προόδου είναι πολύ δυσκολότερος από όσο θα πίστευε κανείς, καθότι, όπως παρατηρεί ο Hywel (1993): «η μελέτη της γενικής έννοιας της τεχνολογικής μεταβολής δυσχεραίνεται από την ποικιλία των σημασιών που μπορούν να της αποδοθούν και των σχετικών όρων [για παράδειγμα: «καινοτομία» ή «εφεύρεση»]. Ακόμη πιο απόλυτος είναι ο σχολιασμός του Schmookler [παρατίθεται στο (Hywel, 1993)]: «Η τεχνολογική μεταβολή είναι η «*terraincognita*» [άγνωστη γη] των σύγχρονων οικονομικών... δεν έχουμε καν συμφωνήσει σχετικά με το σύνολο των όρων».

Πάντως, προσπερνώντας τις δυσκολίες που αναφέρονται παραπάνω, ο Hywel (1993) παρέχει ένα αρκετά ικανοποιητικό ορισμό της τεχνικής προόδου, ο οποίος μάλιστα χρησιμοποιείται ευρέως στην βιβλιογραφία της λογιστικής της μεγέθυνσης⁴⁶. Γενικώς, ως τεχνολογική πρόοδος ορίζεται κάθε αλλαγή στην εφαρμογή της γνώσης η οποία καθιστά εφικτό ένα ή περισσότερα από τα ακόλουθα:

(α) να παράγεται περισσότερο προϊόν, δεδομένων των ίδιων ποσοτήτων εισροών (ή, ισοδύναμα, η ίδια ποσότητα προϊόντος να παράγεται από μικρότερες ποσότητες μιας ή περισσότερων εισροών).

(β) οι υπάρχουσες εκροές να υφίστανται ποιοτική βελτίωση.

⁴⁶ Στην βιβλιογραφία συναντάται πληθώρα ορισμών της τεχνολογικής προόδου και των σχετικών, με αυτή, όρων, κάτι το οποίο, μάλλον, επιβεβαιώνει την συζήτηση στην αρχή της παραγράφου σχετικά με τις δυσκολίες του εννοιολογικού προσδιορισμού της τεχνολογικής προόδου.

(γ) να παράγονται νέα αγαθά.

Ας σημειωθεί, ωστόσο, πως σε ένα υπόδειγμα μεγέθυνσης όπου στην οικονομία παράγεται ένα αγαθό, η μόνη δυνατή επίδραση της τεχνολογικής προόδου είναι της περίπτωσης (α).

2.2 Μαθηματική Προτυποποίηση Τεχνικής Προόδου

Ταυποδείγματα εξωγενούς μεγέθυνσης ενσωματώνουν μαθηματικά την τεχνολογική πρόοδο χρησιμοποιώντας κάποια από τις ακόλουθες μορφές της:

(1) Τεχνική πρόοδος ουδέτερη κατά Hicks [Hicks-neutral technical progress]:

$$Y(t) = F(A_H(t)K(t), A_H(t)L(t))$$

Στην περίπτωση αυτή η τεχνική πρόοδος $A_H(t)$ δρα πολλαπλασιαστικά τόσο με την εργασία όσο και με το κεφάλαιο. Επιπλέον, εφόσον, η συνάρτηση παραγωγής διέπεται από σταθερές αποδόσεις κλίμακας τότε μπορεί να ξαναγραφεί ως εξής:

$$Y(t) = A_H(t)F(K(t), L(t))$$

Στη βιβλιογραφία αναφέρεται και ως τεχνική πρόοδος αυξάνουσα εξίσου το κεφάλαιο και την εργασία (ή αυξάνουσα τους συντελεστές παραγωγής).

(2) Τεχνική πρόοδος ουδέτερη κατά Harrod [Harrod-neutral technical progress]:

$$Y(t) = F(K(t), A_L(t)L(t))$$

Σε αυτή την περίπτωση η τεχνική πρόοδος $A_L(t)$ δρα πολλαπλασιαστικά με την εργασία και, ως εκ τούτου, αφορά την αποτελεσματικότητα της εργασίας. Στη βιβλιογραφία αναφέρεται και ως τεχνική πρόοδος αυξάνουσα την εργασία [labor-augmenting technical progress].

(3) Τεχνική πρόοδος ουδέτερη κατά Solow [Solow-neutral technical progress]:

$$Y(t) = F(A_K(t)K(t), L(t))$$

Στην περίπτωση αυτή η τεχνική πρόοδος $A_K(t)$ εισέρχεται στην συνάρτηση παραγωγής δρώντας πολλαπλασιαστικά με τον συντελεστή παραγωγής κεφάλαιο. Αυτός είναι και ο λόγος που στην βιβλιογραφία αναφέρεται συχνά και ως τεχνική πρόοδος αυξάνουσα το κεφάλαιο [capital-augmenting technical progress].

Σημειώνεται πως κάθε μια από τις παραπάνω μορφές της τεχνολογικής προόδου προκύπτει ως μια υποπερίπτωση από τα τρία βασικότερα σχήματα ταξινόμησης της τεχνολογικής προόδου, τα οποία αποδίδονται στους John Hicks, Roy Harrod και Robert Solow και τα οποία ερμηνεύονται με βάση την επίδραση της τεχνολογικής προόδου στα σχετικά μερίδια του κεφαλαίου και της εργασίας. Πιο συγκεκριμένα, η τεχνική πρόοδος αυξάνουσα

εξίσου το κεφάλαιο και την εργασία προκύπτει από την κατά Hicks ταξινόμηση της τεχνικής προόδου, η τεχνική πρόοδος αυξάνουσα την εργασία προκύπτει από την κατά Harrod ταξινόμηση της τεχνικής προόδου και η τεχνική πρόοδος αυξάνουσα το κεφάλαιο προκύπτει από την κατά Solow ταξινόμηση της τεχνικής προόδου:

2.2.1 Ταξινόμηση τεχνικής προόδου κατά Hicks

Η τεχνική πρόοδος θεωρείται ότι εξοικονομεί εργασία, με την έννοια του Hicks, αν σε κάθε σταθερή τιμή του λόγου κεφαλαίου-εργασίας, ο λόγος των σχετικών μεριδίων του κεφαλαίου προς την εργασία⁴⁷: $\Pi = \frac{rK}{wL}$ αυξάνεται. Η τεχνική πρόοδος εξοικονομεί κεφάλαιο κατά Hicks, αν, σε κάθε σταθερή τιμή του λόγου κεφαλαίου-εργασίας, ο λόγος των σχετικών μεριδίων μειώνεται. Τέλος, η τεχνολογική πρόοδος θεωρείται ότι είναι ουδέτερη με την έννοια του Hicks αν, σε κάθε σταθερή τιμή του λόγου κεφαλαίου-εργασίας, ο λόγος των σχετικών μεριδίων παραμένει σταθερός (μορφή (1)).

2.2.2 Ταξινόμηση τεχνικής προόδου κατά Harrod

Η τεχνική πρόοδος θεωρείται ότι εξοικονομεί εργασία (κεφάλαιο) με την έννοια του Harrod, αν σε κάθε σταθερή τιμή του λόγου κεφαλαίου-προϊόντος, ο λόγος των σχετικών μεριδίων αυξάνεται (μειώνεται), ενώ η τεχνολογική πρόοδος θεωρείται ότι είναι ουδέτερη κατά Harrod αν, σε κάθε σταθερή τιμή του λόγου κεφαλαίου-προϊόντος, ο λόγος των σχετικών μεριδίων παραμένει σταθερός (μορφή (2)).

2.2.3 Ταξινόμηση τεχνικής προόδου κατά Solow

Η τεχνική πρόοδος θεωρείται ότι εξοικονομεί εργασία (κεφάλαιο) με την έννοια του Solow, αν σε κάθε σταθερή τιμή του λόγου εργασίας-προϊόντος, ο λόγος των σχετικών μεριδίων αυξάνεται (μειώνεται). Η τεχνολογική πρόοδος θεωρείται ότι είναι ουδέτερη κατά Solow αν, σε κάθε σταθερή τιμή του λόγου εργασίας-προϊόντος, ο λόγος των σχετικών μεριδίων παραμένει σταθερός (μορφή (3)).

2.2.4 Ισοδυναμία Μορφών Τεχνικής Προόδου στη Συνάρτηση Cobb-Douglas

Δεν θα συνεχίσουμε με την περαιτέρω (μικροοικονομική) ανάλυση της κάθε ταξινόμησης της τεχνολογικής προόδου, η οποία, αν και πολύ ενδιαφέρουσα, είναι αρκετά κοπιώδης και προσφέρει πολύ λίγα σε σχέση με το θέμα που πραγματεύεται η παρούσα εργασία. Ωστόσο, ολοκληρώνοντας την συζήτηση περί τεχνολογικής προόδου παραθέτουμε

⁴⁷ Το r συμβολίζει την απόδοση (αμοιβή) του κεφαλαίου, το K το απόθεμα κεφαλαίου, το w της αμοιβής της εργασίας και το L τον συντελεστή παραγωγής εργασία.

το εξής εντυπωσιακό εύρημα: Εάν η συνάρτηση παραγωγής είναι της μορφής Cobb-Douglas, τότε η τεχνική πρόοδος μπορεί να ερμηνευτεί είτε ως κατά Hickseίτε ως κατά Harrodeίτε ως κατά Solowουδέτερη. Δηλαδή:

$$Y(t) = A_H(t)K(t)^a L(t)^{1-a} = [A_K(t)K(t)]^a L(t)^{1-a} = K(t)^a [A_L(t)L(t)]^{1-a}$$

Για να γίνει κατανοητό για ποιο λόγο ισχύει η παραπάνω σχέση ο λόγος των σχετικών μεριδίων του κεφαλαίου προς της εργασία ξαναγράφεται ως:

$$\Pi = \frac{rK}{wL} = pk$$

Όπου: $p = \frac{r}{w}$ και $k = \frac{K}{L}$.

Στην περίπτωση των ουδέτερων τεχνικών προόδων η μεταβολή του Π πρέπει να είναι, εξ ορισμού μηδενική, δηλαδή, ο ρυθμός μεγέθυνσης του πρέπει να είναι μηδέν. Άρα:

$$\begin{aligned} g_{\Pi} \equiv \frac{\dot{\Pi}}{\Pi} = 0 &\Rightarrow g_p + g_k = 0 \Rightarrow g_p = -g_k \Rightarrow \frac{\left(\frac{dp}{dt}\right)}{p} = -\frac{\left(\frac{dk}{dt}\right)}{k} \Rightarrow \frac{dp}{p} = -\frac{dk}{k} \Rightarrow -\frac{p}{k} \frac{dk}{dp} = 1 \\ &\Rightarrow -\frac{\frac{r}{w} d\left(\frac{K}{L}\right)}{\frac{K}{L} d\left(\frac{r}{w}\right)} = 1 \end{aligned}$$

Το αριστερό μέρος της τελευταίας σχέσηςείναιη ελαστικότητα υποκατάστασης μεταξύ κεφαλαίου και εργασίας. Αλλά η μόνησυνάρτηση παραγωγής με μοναδιαία ελαστικότητα υποκατάστασης είναι ησυνάρτηση Cobb-Douglas με σταθερές αποδόσεις κλίμακας.

Το παραπάνω χαρακτηριστικό της Cobb-Douglas, σύμφωνα με τον Hywel (1993) «αποτελέσε μια από τις κυριότερες αιτίες που θεωρήθηκε [η συνάρτηση παραγωγήςCobb-Douglas] ακρογωνιαίος λίθος σε πολλά μοντέλα οικονομικής μεγέθυνσης».

3 Η Λογιστική της Μεγέθυνσης

3.1 Βιβλιογραφική Επισκόπηση

Η μέθοδος GrowthAccounting αποτελεί μια από τις πιο δημοφιλείς τεχνικές(α) εκτίμησης της συνεισφοράς των διαφόρων παραγωγικών συντελεστών στην μεγέθυνση και (β) ποσοτικού προσδιορισμού της τεχνολογικής αλλαγής και, ως εκ τούτου, έχει χρησιμοποιηθεί, σχεδόν, σε κάθε οικονομία. Αυτό, μάλιστα, δεν θα έπρεπε να αποτελεί έκπληξη αλλά, μάλλον να θεωρείται αναμενόμενο, καθώς τόσο οι οικονομολόγοι όσο και οι πολιτικοί ενδιαφέρονται ιδιαίτερα για τις πληροφορίες που δύναται να προσφέρει η συγκεκριμένη μεθοδολογία. Επομένως, γίνεται προφανές ότι μια επισκόπηση που θα περιλαμβάνει όλες ανεξαιρέτως τις εργασίες που έχουν χρησιμοποιήσει το μεθοδολογικό πλαίσιο της GrowthAccounting καθίσταται, εκ προοιμίου, αδύνατη. Αντί αυτού, σε αυτό το κεφάλαιο θα επιχειρηθεί να γίνει μια γενική παράθεση ορισμένων ενδεικτικών εργασιών, με σκοπό να καταστεί σαφές πως η GrowthAccounting ουσιαστικά «ακολουθεί από κοντά» κάθε σημαντικό οικονομικό φαινόμενο που σχετίζεται με την διαδικασία της μεγέθυνσης.

Οι πρώτες εργασίες που χρησιμοποίησαν την μέθοδο GrowthAccounting επιχειρήσαν να μελετήσουν την οικονομική μεγέθυνση των Ηνωμένων Πολιτειών Αμερικής. Πιο συγκεκριμένα, ο Abramovitz (1956) ανακάλυψε ότι σχεδόν κανένα μέρος της συνολικής αύξησης του κατά κεφαλήν προϊόντος στις Ηνωμένες Πολιτείες Αμερικής μετά το 1870 δεν μπορούσε να υπολογιστεί με βάση την αύξηση του αποθέματος φυσικού κεφαλαίου ή της ποσότητας εργασίας. Στο ίδιο μήκος κύματος, ο Solow (1957) κατέληξε στο συμπέρασμα ότι το 90% της μεγέθυνσης του προϊόντος ανά εργάτη στις Η.Π.Α., κατά την περίοδο 1909-1949, οφειλόταν στην επίδραση του υπολειπόμενου συντελεστή, A . Ωστόσο, σε τελειώς διαφορετικά συμπεράσματα κατέληξαν οι Jorgenson και Griliches (1967) οι οποίοι υποστήριξαν ότι, εάν οι εισροές μετρώνται με ακρίβεια, σχεδόν ολόκληρη η οικονομική μεγέθυνση που παρατηρήθηκε στις Ηνωμένες Πολιτείες μεταξύ 1945 και 1965 μπορεί να ερμηνευτεί από τη μεγέθυνση των εισροών, και οι επιδράσεις των αυξήσεων της συνολικής παραγωγικότητας των συντελεστών είναι ασήμαντες. Σε μια πολύ πιο πρόσφατη εργασία, ο Hulten (1992), ισχυριζόμενος ότι πολλές από τις τεχνολογικές καινοτομίες παίρνουν την μορφή ποιοτικών βελτιώσεων στα νέα κεφαλαιουχικά αγαθά, επιχειρεί να υπολογίσει την συνεισφορά αυτής της, ενσωματωμένης στο κεφάλαιο, τεχνικής προόδου στην μεγέθυνση του βιομηχανικού τομέα των Η.Π.Α. για την περίοδο 1949-1983. Τα αποτελέσματα της έρευνάς του καταλήγουν στο συμπέρασμα ότι, για την συγκεκριμένη

περίοδο, το 20% της αύξησης της Συνολικής Παραγωγικότητας των Συντελεστών Παραγωγής οφείλεται στην εν λόγω ενσωμάτωση.

Επιπλέον, η μέθοδος GrowthAccounting έχει χρησιμοποιηθεί εκτεταμένα για τη μελέτη της επιβράδυνσης της παραγωγικότητας (δηλαδή της μείωσης του ρυθμού αύξησης του προϊόντος ανά ώρα εργασίας), η οποία παρατηρήθηκε στις Η.Π.Α. και σε άλλες βιομηχανοποιημένες χώρες στις αρχές του 1970⁴⁸. Κάποιες ενδεχόμενες επεξηγήσεις που προτάθηκαν στη βάση αυτών των ερευνών περιλαμβάνουν μια πιο αργή ανάπτυξη των δεξιοτήτων των εργαζομένων, τις αναστατώσεις που προκλήθηκαν από τις αυξήσεις στις τιμές του πετρελαίου κατά το 1970, την επιβράδυνση στο ρυθμό της επενδυτικής δραστηριότητας και τα αποτελέσματα των κυβερνητικών ρυθμίσεων.

Σταμέσατης δεκαετίας του 1990, η αύξηση της παραγωγικότητας των Η.Π.Α. επέστρεψε κοντά στο επίπεδο που βρισκόταν πριν από την επιβράδυνση. Η μέθοδος GrowthAccounting χρησιμοποιήθηκε και για τη μελέτη αυτής της ανάκαμψης⁴⁹. Οι εν λόγω έρευνες υποστηρίζουν ότι η κύρια πηγή της ανάκαμψης είναι η ανάπτυξη των ηλεκτρονικών υπολογιστών και άλλων τύπων τεχνολογίας της πληροφορικής.

Επιπρόσθετα, η GrowthAccounting χρησιμοποιήθηκε κατά κόρον από ερευνητές για την μελέτη της οικονομικής μεγέθυνσης ομάδων χωρών, όπως οι ασιατικές «τίγρεις» (Χονγκ Κονγκ, Σιγκαπούρη, Νότια Κορέα και Ταϊβάν) και οι B.R.I.C.S (Βραζιλία, Ρωσία, Ινδία, Κίνα και Νότια Αφρική)⁵⁰: Ο Young (1995) έδειξε ότι οι ραγδαίοι ρυθμοί της οικονομικής μεγέθυνσης των ασιατικών «τιγρών» δεν κρύβουν κανένα μυστήριο, και ας είναι τόσο εντυπωσιακοί, καθώς οι οικονομίες αυτές πέτυχαν ταχεία αύξηση των παραγωγικών εισροών: της εργασίας (μέσω αύξησης των ποσοστών συμμετοχής) του κεφαλαίου (μέσω των υψηλών ποσοστών αποταμίευσης και επένδυσης) και του ανθρώπινου κεφαλαίου (χάρη στις σημαντικές δαπάνες για την παιδεία). Ουσιαστικά, ο Young έδειξε ότι, εφόσον ληφθεί υπόψη η ραγδαία αύξηση των συγκεκριμένων εισροών, η αύξηση του προϊόντος των «τιγρών» δεν διαφέρει πολύ από εκείνη που θα περιμέναμε από τις τυπικές εκτιμήσεις που έγιναν με βάση τις χώρες του Ο.Ο.Σ.Α. και της Λατινικής Αμερικής. Άλλοι ερευνητές, ωστόσο, όπως για παράδειγμα ο Page (1994), οι οποίοι ασχολήθηκαν με το ίδιο θέμα κατέληξαν στο συμπέρασμα πως το κατάλοιπο Solow έχει μεγαλύτερη επίδραση στην μεγέθυνση των εν λόγω οικονομιών. Ο Felipe (1997), αφού πραγματοποιεί μια εκτενή επισκόπηση των εμπειρικών ερευνών που ασχολήθηκαν με την μελέτη της μεγέθυνσης των χωρών της

⁴⁸ Δες, για παράδειγμα: (Griliches, 1988) και (Jorgenson, 1988).

⁴⁹ Δες, για παράδειγμα: (Oliner και Sichel, 2000) και (Whelan, 2000).

⁵⁰ Προφανώς, το τόσο μεγάλο ερευνητικό ενδιαφέρον που συγκεντρώνουν οι συγκεκριμένες οικονομίες οφείλεται στους πολύ υψηλούς ρυθμούς μεγέθυνσης που σημείωσαν κατά τις τελευταίες δεκαετίες.

ανατολικής Ασίας⁵¹, εγείρει το ερώτημα εάν, εν τέλει, η τόσο εκτενής εφαρμογή της μεθόδου GrowthAccounting βοήθησε στην πληρέστερη κατανόηση του φαινομένου της ασιατικής μεγέθυνσης. Η εργασία του συμπεραίνει πως: (α) οι μελέτες που πραγματοποιήθηκαν συνεισέφεραν στο να στραφεί το βλέμμα της ακαδημαϊκής κοινότητας σε αυτές τις χώρες και στο να συνειδητοποιήσουν οι χώρες αυτές την σημασία της αύξησης της παραγωγικότητας, και, (β) η έννοια της μεταβλητής T.F.P. θα πρέπει να απορριφθεί, καθώς βρίθει θεωρητικών αδυναμιών και, ως εκ τούτου, θα πρέπει να βρεθούν εναλλακτικές οδοί για την μελέτη της μεγέθυνσης.

Όσον αφορά την ταχεία οικονομική μεγέθυνση που πραγματοποιήθηκε στην Κίνα τις τελευταίες δεκαετίες, η μέθοδος GrowthAccounting κλήθηκε να απαντήσει, ουκ ολίγες φορές, για το κατά πόσο οφείλεται σε μια αύξηση των εισροών παραγωγής ή σε μια αύξηση της συνολικής παραγωγικότητας των συντελεστών παραγωγής: Από τη μια πλευρά, πολλοί ερευνητές καταλήγουν στο συμπέρασμα ότι η αύξηση της παραγωγικότητας έχει διαδραματίσει σημαντικό ρόλο⁵². Ειδικότερα, ο Chow (1993) υποστηρίζει ότι ο σχηματισμός του κεφαλαίου έπαιξε κύριο ρόλο στην οικονομική μεγέθυνση της Κίνας, ενώ δεν υπήρξε σχεδόν καμία τεχνολογική πρόοδος κατά την περίοδο 1952-1980. Άλλες μελέτες διαπιστώνουν ότι, κατά την περίοδο μετά την μεταρρύθμιση του 1978⁵³, ο ρόλος της συσσώρευσης κεφαλαίου ήταν μόνο δευτερεύων, με την αύξηση της παραγωγικότητας να αποτελεί την κύρια κινητήρια δύναμη της ταχείας οικονομικής μεγέθυνσης της Κίνας. Για παράδειγμα, οι Borensztein και Ostry (1996) καταλήγουν στο συμπέρασμα ότι ο ρυθμός μεγέθυνσης της συνολικής παραγωγικότητας των συντελεστών παραγωγής, ο οποίος ήταν αρνητικός πριν από τη μεταρρύθμιση, αυξήθηκε σε 3,8% ετησίως κατά την περίοδο που ακολούθησε, γεγονός το οποίο αντιπροσωπεύει περισσότερο από το ένα τρίτο της συνολικής αύξησης της παραγωγής. Από την άλλη πλευρά, ο Krugman (1994) υποστηρίζει ότι η Κίνα θα αντιμετωπίσει ένα όριο στην μεγέθυνσή της, αργά ή γρήγορα, δεδομένου ότι αυτή εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από μια τεράστια αύξηση των παραγωγικών εισροών, εμφανίζοντας παράλληλα μικρή μόνο βελτίωση της παραγωγικότητας.

Πιο πρόσφατα, οι Wang και Yao (2003), λαμβάνοντας υπόψη τους το απόθεμα ανθρώπινου κεφαλαίου της Κίνας, επιχειρούν να εξετάσουν την περίοδο 1952-1999. Οι ερευνητές συμπεραίνουν πως η αρκετά γρήγορη συσσώρευση του ανθρώπινου κεφαλαίου συνεισέφερε σημαντικά στην μεγέθυνση της Κίνας και πως η μεταβλητή T.F.P., ενώ

⁵¹ Η επισκόπηση του Jesus Felipe περιλαμβάνει και τις δύο προαναφερθείσες εργασίες των Young και Page.

⁵² Δες, για παράδειγμα: (Chow, 1993), (Borensztein και Ostry, 1996) και (Huk και Khan, 1997).

⁵³ Ο όρος «μεταρρύθμιση του 1978» αναφέρεται στο πρόγραμμα των οικονομικών μεταρρυθμίσεων που έλαβε χώρα τον Δεκέμβριο του 1978 στην Λαϊκή Δημοκρατία της Κίνας και σηματοδότησε το σταδιακό πέρασμα της χώρας από μια οικονομία κεντρικού σχεδιασμού σε μια πιο αγοραία οικονομία.

επηρεάζει θετικά την μεγέθυνση της Κίνας στην περίοδο που ακολούθησε την μεταρρύθμιση του 1978, έχει αρνητικό ρόλο στην περίοδο που προηγήθηκε αυτής. Τέλος, οι Bosworth και Collins (2007) συγκρίνουν και αντιπαραθέτουν τις πρόσφατες οικονομικές επιδόσεις της Κίνας και της Ινδίας, με σκοπό να εντοπίσουν τις πηγές της οικονομικής τους μεγέθυνσης. Οι ερευνητές καταλήγουν στο συμπέρασμα ότι η οικονομική μεγέθυνση της Κίνας οφείλεται στην ικανότητα της κυβέρνησης να μειώσει γρήγορα και αποτελεσματικά τα εμπόδια στο εμπόριο και να προσελκύσει ξένες επενδύσεις, με αποτέλεσμα η Κίνα να γνωρίσει εκρηκτική ανάπτυξη στον βιομηχανικό τομέα. Αντίστοιχα, η ανάπτυξη της Ινδίας έχει τροφοδοτηθεί από την επέκταση του τομέα των υπηρεσιών.

Οι Michaelides κ.α. (2004) χρησιμοποίησαν το μεθοδολογικό πλαίσιο της Growth Accounting για να εκτιμήσουν την τεχνολογική αλλαγή που πραγματοποιήθηκε στη Ρωσία, σε μια προσπάθεια να εξηγήσουν τόσο την οικονομική ύφεση όσο και τα σημάδια ανάκαμψης της ρωσικής οικονομίας κατά την περίοδο 1992-1999. Η έρευνα τους καταλήγει στο συμπέρασμα ότι, παρά τη γενική οικονομική κατάρρευση κατά τη διάρκεια της δεκαετίας του 1990, το επίπεδο της τεχνολογίας παρέμεινε ουσιαστικά αμετάβλητο, γεγονός το οποίο, με τη σειρά του, εμπόδισε την ρωσική οικονομία από περαιτέρω επιδείνωση. Επιπλέον, τα εμπειρικά ευρήματα της εργασίας τους δείχνουν ότι η ρωσική οικονομία έτεινε να είναι μια οικονομία εντάσεως εργασίας και αυτό, ίσως, εξηγεί την περιορισμένη ανεργία κατά την περίοδο της κρίσης.

Τέλος, σχετικά με την ελληνική περίπτωση, οι Belegri-Roboli και Michaelides (2006) χρησιμοποίησαν την μεθοδολογία Growth Accounting με σκοπό την εκτίμηση της τεχνολογικής αλλαγής, της παραγωγικότητας της εργασίας και της παραγωγικότητας του κεφαλαίου ανά κλάδο της ελληνικής οικονομίας για την περίοδο 1988-1998. Τα αποτελέσματα της έρευνάς τους καταλήγουν στο συμπέρασμα ότι, για την εξεταζόμενη περίοδο, το τεχνολογικό επίπεδο έχει παραμείνει αμετάβλητο.

3.2 Μεθοδολογικό Πλαίσιο της Growth Accounting

Όπως έχει γίνει ήδη γνωστό, στόχος της διπλωματικής είναι η ποσοτική εκτίμηση της τεχνολογικής αλλαγής, του ρυθμού μεγέθυνσης της παραγωγικότητας της εργασίας και του ρυθμού μεγέθυνσης της παραγωγικότητας του κεφαλαίου των χωρών PIGS, για την περίοδο 1980-2006. Για τον σκοπό αυτό, γίνεται χρήση της τεχνικής της Growth Accounting. Το παρόν κεφάλαιο αναπτύσσει, αρχικά, το βασικό μεθοδολογικό πλαίσιο της εν λόγω μεθοδολογίας, όπως εισήχθη από τον Solow, και, εν συνεχεία, την εξειδίκευση της συγκεκριμένης μεθόδου η οποία χρησιμοποιείται στα πλαίσια της παρούσας εργασίας.

3.2.1 Βασικό Μεθοδολογικό Πλαίσιο

Στη μέθοδο GrowthAccounting, η οποία εισήχθη από τους Abramovitz (1956) και Solow (1957), ο ρυθμός μεγέθυνσης του προϊόντος ανά εργαζόμενο⁵⁴ «αποσυντίθεται» σε δύο συνιστώσες: η μια συνιστώσα αφορά το μέρος της μεγέθυνσης το οποίο εξηγείται από την αύξηση της ποσότητας των συντελεστών παραγωγής (δηλαδή των εισροών της συνάρτησης παραγωγής, οι οποίες συνήθως είναι η εργασία και το φυσικό κεφάλαιο) και η άλλη συνιστώσα, η οποία ονομάζεται Κατάλοιπο Solow (SolowResidual) ή Συνολική Παραγωγικότητα των Συντελεστών Παραγωγής (TotalFactorProductivity ή T.F.P.), αφορά το μέρος της μεγέθυνσης το οποίο εξηγείται από όλους τους άλλους παράγοντες που την επηρεάζουν. Το κατάλοιπο Solow, εν γένει, θεωρείται πως αποτελεί ένα μέτρο της συμβολής της τεχνολογικής αλλαγής μιας οικονομίας και, ουσιαστικά, η παρούσα διπλωματική επιχειρεί να εκτιμήσει την συγκεκριμένη μεταβλητή⁵⁵. Ωστόσο, θα πρέπει να τονισθεί πως το κατάλοιπο Solow περιλαμβάνει, πέρα από την τεχνολογική αλλαγή, και όλες τις άλλες πηγές μεγέθυνσης, εκτός από την συμβολή της συσσώρευσης φυσικού κεφαλαίου και της αύξησης της ποσότητας του συντελεστή εργασία. Για παράδειγμα, αντανακλά και παράγοντες, όπως: η εκπαίδευση/κατάρτιση του εργατικού δυναμικού, οικονομικοί και λοιποί θεσμοί⁵⁶ και κάθε είδους τεχνογνωσία ή ακόμα και ιδεολογία που οδηγεί σε μεγέθυνση.

Η βασική μορφή της GrowthAccounting, όπως παρουσιάστηκε από τον Solow, υποθέτει πως η (αθροιστική) συνάρτηση είναι της μορφής:

$$Y(t) = F(K(t), A(t)L(t)) \quad (1)$$

η οποία, εύκολα παρατηρείται πως, έχει τα ίδια χαρακτηριστικά με αυτή που υποτέθηκε στο υπόδειγμα Solow. Με παραγωγή της παραπάνω σχέσης ως προς τον χρόνο, προκύπτει:

⁵⁴ Σημειώνεται πως ο λόγος προϊόντος προς εργαζόμενο, $\frac{Y}{L}$, αναφέρεται, συχνά, και ως «παραγωγικότητα της εργασίας». Αντίστοιχα, ο λόγος προϊόντος προς κεφάλαιο, $\frac{Y}{K}$, αναφέρεται, συχνά, και ως «παραγωγικότητα του κεφαλαίου».

⁵⁵ Για μια πιο λεπτομερή συζήτηση της ιστορικής εξέλιξης της ποσοτικής ανάλυσης της Συνολικής Παραγωγικότητας των Συντελεστών Παραγωγής, δεσ: (Hulten, 2000).

⁵⁶ Πολλές εργασίες (για παράδειγμα: Plotnikov, 2014) οι οποίες επιχειρήσαν να εξετάσουν την πρόσφατη οικονομική κρίση του 2008 στις Η.Π.Α. θεώρησαν πως την περίοδο εκείνη πραγματοποιήθηκε μια μείωση της μεταβλητής T.F.P., παρότι το 2008 δεν παρατηρήθηκε ουδεμία πτώση του τεχνολογικού επιπέδου. Ωστόσο, ο κλονισμός του χρηματοπιστωτικού συστήματος θα μπορούσε κάλλιστα να αναπαρασταθεί ως ένα σοκ στην μεταβλητή T.F.P. (“T.F.P. shock”).

$$\begin{aligned}
\frac{\partial Y(t)}{\partial t} &= \frac{\partial F(K(t), A(t)L(t))}{\partial K(t)} \frac{\partial K(t)}{\partial t} + \frac{\partial F(K(t), A(t)L(t))}{\partial (A(t)L(t))} \frac{\partial (A(t)L(t))}{\partial t} \\
&= \frac{\partial F(K(t), A(t)L(t))}{\partial K(t)} \frac{\partial K(t)}{\partial t} \\
&\quad + \frac{\partial F(K(t), A(t)L(t))}{\partial (A(t)L(t))} \left[\frac{\partial A(t)}{\partial t} L(t) + A(t) \frac{\partial L(t)}{\partial t} \right] \\
&= \frac{\partial F(K(t), A(t)L(t))}{\partial K(t)} \frac{\partial K(t)}{\partial t} + \frac{\partial F(K(t), A(t)L(t))}{\partial (A(t)L(t))} \frac{\partial A(t)}{\partial t} L(t) \\
&\quad + \frac{\partial F(K(t), A(t)L(t))}{\partial (A(t)L(t))} A(t) \frac{\partial L(t)}{\partial t} \quad (2)
\end{aligned}$$

Όπως έχει δείχθει στα πλαίσια της παρουσίασης του υποδείγματος Solow, το οριακό προϊόν της απλής εργασίας ισούται με:

$$\frac{\partial F(K(t), A(t)L(t))}{\partial L(t)} = \frac{\partial F(K(t), A(t)L(t))}{\partial (A(t)L(t))} \frac{\partial (A(t)L(t))}{\partial L(t)} = \frac{\partial F(K(t), A(t)L(t))}{\partial (A(t)L(t))} A(t) \quad (3)$$

ενώ το οριακό προϊόν της αποδοτικότητας της εργασίας ισούται με:

$$\frac{\partial F(K(t), A(t)L(t))}{\partial A(t)} = \frac{\partial F(K(t), A(t)L(t))}{\partial (A(t)L(t))} \frac{\partial (A(t)L(t))}{\partial A(t)} = \frac{\partial F(K(t), A(t)L(t))}{\partial (A(t)L(t))} L(t) \quad (4)$$

Αντικαθιστώντας τις σχέσεις (3) και (4) στην (2) προκύπτει:

$$\begin{aligned}
\frac{\partial Y(t)}{\partial t} &= \frac{\partial F(K(t), A(t)L(t))}{\partial K(t)} \frac{\partial K(t)}{\partial t} + \frac{\partial A(t)}{\partial t} \frac{\partial F(K(t), A(t)L(t))}{\partial A(t)} \\
&\quad + \frac{\partial L(t)}{\partial t} \frac{\partial F(K(t), A(t)L(t))}{\partial L(t)}
\end{aligned}$$

Διαιρώντας την παραπάνω σχέση με $Y(t)$, και χρησιμοποιώντας τον εναλλακτικό τρόπο γραφής της παραγώγου μεταβλητής ως προς τον χρόνο, $\frac{\partial X(t)}{\partial t} = \dot{X}(t)$, λαμβάνουμε:

$$\begin{aligned}
\frac{\dot{Y}(t)}{Y(t)} &= \frac{1}{Y(t)} \frac{\partial F(K(t), A(t)L(t))}{\partial K(t)} \dot{K}(t) + \frac{1}{Y(t)} \dot{A}(t) \frac{\partial F(K(t), A(t)L(t))}{\partial A(t)} \\
&\quad + \frac{1}{Y(t)} \dot{L}(t) \frac{\partial F(K(t), A(t)L(t))}{\partial L(t)}
\end{aligned}$$

Αναγράφοντας τους όρους του δεξιού μέρους της παραπάνω σχέσης, έχουμε:

$$\begin{aligned}
\frac{\dot{Y}(t)}{Y(t)} &= \frac{K(t)}{Y(t)} \frac{\partial F(K(t), A(t)L(t))}{\partial K(t)} \frac{\dot{K}(t)}{K(t)} + \frac{A(t)}{Y(t)} \frac{\dot{A}(t)}{A(t)} \frac{\partial F(K(t), A(t)L(t))}{\partial A(t)} \\
&\quad + \frac{L(t)}{Y(t)} \frac{\dot{L}(t)}{L(t)} \frac{\partial F(K(t), A(t)L(t))}{\partial L(t)}
\end{aligned}$$

Χρησιμοποιώντας τον ορισμό του ρυθμού μεγέθυνσης συνεχούς μεταβλητής, $g_X = \frac{\dot{X}(t)}{X(t)}$, και τους ορισμούς της ελαστικότητας του προϊόντος ως προς το κεφάλαιο,

$\alpha_K = \frac{K(t)}{Y(t)} \frac{\partial F(K(t), A(t), L(t))}{\partial K(t)}$, και της ελαστικότητας του προϊόντος ως προς την εργασία, $a_L = \frac{L(t)}{Y(t)} \frac{\partial F(K(t), A(t), L(t))}{\partial L(t)}$, προκύπτει:

$$g_Y = \alpha_K g_K + \text{Solow Residual} + a_L g_L$$

όπου το κατάλοιπο Solow ορίζεται ως: $\text{Solow Residual} \equiv \frac{A(t) \dot{A}(t)}{Y(t) A(t)} \frac{\partial F(K(t), A(t), L(t))}{\partial A(t)}$.

Αφαιρώντας από τα δύο μέρη της παραπάνω σχέσης τον ρυθμό μεγέθυνσης του εργατικού δυναμικού, προκύπτει:

$$g_Y - g_L = \alpha_K g_K + \text{Solow Residual} + a_L g_L - g_L \Rightarrow$$

$$\frac{g_Y}{L} = \alpha_K g_K + (a_L - 1) g_L + \text{Solow Residual}$$

Αξιοποιώντας το γεγονός πως⁵⁷: $a_L + \alpha_K = 1 \Rightarrow a_L - 1 = -\alpha_K$, λαμβάνουμε:

$$\frac{g_Y}{L} = \alpha_K (g_K - g_L) + \text{Solow Residual} \quad (5)$$

Επομένως, χρησιμοποιώντας εκτιμήσεις για τον ρυθμό μεγέθυνσης του προϊόντος ανά εργαζόμενο ($\frac{g_Y}{L}$), τον ρυθμό μεγέθυνσης του κεφαλαίου (g_K), τον ρυθμό μεγέθυνσης της εργασίας (g_L) και του σχετικού μεριδίου του κεφαλαίου (α_K) είναι εφικτό να υπολογισθεί το κατάλοιπο Solow. Ωστόσο, ας σημειωθεί πως η συγκεκριμένη μέθοδος, για να εκτιμήσει τις παραπάνω μεταβλητές, χρησιμοποιεί στατιστικές, «που προέρχονται από έναν πραγματικό κόσμο ετερογενών προϊόντων και ειδών κεφαλαιουχικού εξοπλισμού, σαν να ήταν ισοδύναμες με τις αθροιστικές έννοιες του απλού νεοκλασικού μοντέλου» (Hywel, 1993), γεγονός το οποίο επιδέχεται αυστηρής κριτικής.

Ο Romer D. (1996) αναφέρει πως: «Ο βασικός σκελετός μπορεί να διευρυνθεί με πολλούς τρόπους (βλέπε, για παράδειγμα, (Denison, 1967)). Οι πιο συνηθισμένες προεκτάσεις είναι να μελετήσουμε διαφορετικούς τύπους κεφαλαίου και εργασίας και να προσαρμοστούμε σε αλλαγές στην ποιότητα των εισροών [γεγονός το οποίο θα επίλυε, σε κάποιο βαθμό, το προαναφερθέν μεθοδολογικό πρόβλημα της μεθόδου]. Αλλά είναι πιθανές και πιο περίπλοκες προσαρμογές. Για παράδειγμα, εάν υπάρχει απόδειξη για ατελή ανταγωνισμό, κάποιος μπορεί να προσαρμόσει τα δεδομένα πάνω στα εισοδήματα για να έχει μια καλύτερη εκτίμηση της ελαστικότητας του προϊόντος ως προς τις διαφορετικές εισροές».

⁵⁷ Εφόσον υποθεθεί πως επικρατούν συνθήκες τέλει ανταγωνισμού στην οικονομία, δηλαδή εφόσον υποθεθεί πως η εργασία και το κεφάλαιο αμείβονται με τα οριακά τους προϊόντα, η ποσότητα a_L εκφράζει το μέρος του συνολικού προϊόντος το οποίο πηγαίνει στην εργασία, και η ποσότητα α_K εκφράζει το μέρος του συνολικού προϊόντος το οποίο πηγαίνει στο κεφάλαιο. Αν, επιπλέον, υποθέσουμε σταθερές αποδόσεις κλίμακας στην συνάρτηση παραγωγής, οι συνολικές αμοιβές που καταβάλλεται στους συντελεστές παραγωγής ισούνται με το συνολικό προϊόν. Άρα: $a_L + \alpha_K = 1$.

3.2.2 Εφαρμογή Μεθόδου με Συνάρτηση Cobb-Douglas

Μια, αρκετά δημοφιλής για εμπειρικές μελέτες, συνάρτηση παραγωγής, η οποία χρησιμοποιείται και στα πλαίσια της παρούσας εργασίας, είναι η Cobb-Douglas με συντελεστές παραγωγής την εργασία και το κεφάλαιο και ουδέτερη κατά Hicks τεχνολογική πρόοδο⁵⁸. Η συγκεκριμένη συνάρτηση, ως γνωστόν, είναι της ακόλουθης μορφής:

$$Y(t) = A(t)L(t)^{\alpha}K(t)^{\beta} \quad (1)$$

$$Y(t) > 0, A(t) > 0, L(t) > 0, K(t) > 0, \alpha > 0, \beta > 0$$

όπου τα σύμβολα έχουν την προφανή σημασία: το $Y(t)$ συμβολίζει το παραγόμενο προϊόν, το $L(t)$ και το $K(t)$ συμβολίζουν τους συντελεστές παραγωγής εργασία και κεφάλαιο, αντίστοιχα, και οι παράμετροι α και β εκφράζουν τις ελαστικότητες του προϊόντος ως προς την εργασία και το κεφάλαιο, αντίστοιχα⁵⁹. Το $A(t)$ θα θεωρήσουμε πως συμβολίζει το τεχνολογικό επίπεδο, παρότι, όπως έχει σημειωθεί, περιλαμβάνει κάθε παράγοντα που επιτρέπει την παραγωγή μεγαλύτερης ποσότητας προϊόντος για δεδομένη ποσότητα εισροών.

Από την σχέση (1) λύνοντας ως προς το επίπεδο της τεχνολογίας και παίρνοντας φυσικούς λογάριθμους, προκύπτει:

$$\begin{aligned} A(t) &= \frac{Y(t)}{L(t)^{\alpha}K(t)^{\beta}} \Rightarrow \ln A(t) = \ln \frac{Y(t)}{L(t)^{\alpha}K(t)^{\beta}} \Rightarrow \ln A(t) = \ln Y(t) - \alpha \ln L(t) - \beta \ln K(t) \\ &\Rightarrow \ln A(t) = \ln Y(t) - \alpha \ln L(t) - \beta \ln K(t) \quad (2) \end{aligned}$$

η οποία με απλή αντιμετάθεση των όρων ξαναγράφεται⁶⁰:

$$\ln Y(t) = \ln A(t) + \alpha \ln L(t) + \beta \ln K(t) \quad (3)$$

Εύκολα παρατηρείται ότι η σχέση (3), εφόσον υπάρχουν διαθέσιμα στοιχεία για τις μεταβλητές $Y(t)$, $L(t)$ και $K(t)$, λαμβάνει την μορφή ενός γραμμικού μοντέλου παλινδρόμησης της μορφής⁶¹:

$$y_t = \beta_0 + \beta_1 x_{t,1} + \beta_2 x_{t,2} + \varepsilon_t \quad (4)$$

όπου:

⁵⁸ Εν αντιθέσει με την υπόθεση του Solow για ουδέτερη κατά Harrod τεχνολογική πρόοδο. Πάντως, η υπόθεση της ουδέτερης κατά Hicks τεχνολογική πρόοδος είναι, σύμφωνα με την βιβλιογραφία, αρκετά αξιόπιστη (Thirlwall, 2001).

⁵⁹ Όπως έχει ήδη δείχθει, η παράμετρος α εκφράζει, υπό την υπόθεση του τέλει ανταγωνισμού, το ποσοστό του συνολικού εισοδήματος το οποίο πηγαίνει στην εργασία, ενώ η παράμετρος β εκφράζει το ποσοστό του συνολικού εισοδήματος το οποίο πηγαίνει στο κεφάλαιο.

⁶⁰ Σημειώνεται πως, στην βιβλιογραφία η σχέση (3) αναφέρεται, συχνά, ως «(natural) loglinear» μορφή της συνάρτησης παραγωγής Cobb-Douglas.

⁶¹ Δες, για παράδειγμα: (Οικονόμου και Καρώνη, 2010).

- $y_t, t = 1, 2, \dots, n$ είναι οι τιμές των n παρατηρήσεων της (εξαρτημένης) μεταβλητής y (δηλαδή του φυσικού λογάριθμου του προϊόντος).
- $x_{t,1}, t = 1, 2, \dots, n$ είναι οι τιμές των n παρατηρήσεων της (ανεξάρτητης) μεταβλητής x_1 (δηλαδή του φυσικού λογάριθμου της εργασίας).
- $x_{t,2}, t = 1, 2, \dots, n$ είναι οι τιμές των n παρατηρήσεων της (ανεξάρτητης) μεταβλητής x_2 (δηλαδή του φυσικού λογάριθμου του φυσικού κεφαλαίου).
- β_0, β_1 και β_2 είναι οι, προς εκτίμηση, παράμετροι του υποδείγματος. Ουσιαστικά, η παράμετρος β_0 αποτελεί μια εκτίμηση του όρου $\ln A(t)$, η παράμετρος β_1 του α και η παράμετρος β_2 του β .
- $\varepsilon_t, t = 1, 2, \dots, n$ είναι τα τυχαία σφάλματα (ή διαταρακτικός όρος), τα οποία θεωρείται πως ικανοποιούν τις ακόλουθες υποθέσεις:
 - Η μέση τιμή κάθε τυχαίου σφάλματος είναι ίση με το μηδέν. Δηλαδή: $E(\varepsilon_t) = 0$, για κάθε t .
 - Η διακύμανση της τιμής κάθε τυχαίου σφάλματος είναι σταθερή και ίδια. Δηλαδή: $V(\varepsilon_t) = \sigma^2$, για κάθε t . Η συγκεκριμένη υπόθεση ονομάζεται «υπόθεση ομοσκεδαστικότητας».
 - Τα τυχαία σφάλματα είναι ασυσχέτιστα μεταξύ τους. Δηλαδή: $\text{cov}(\varepsilon_i, \varepsilon_j) = 0$, για κάθε $i \neq j$.
 - Τα τυχαία σφάλματα ακολουθούν την κανονική κατανομή, ανεξαρτήτως και ισονόμως. Δηλαδή: $\varepsilon_t \sim i. i. d. N(0, \sigma^2)$.

Για την προσαρμογή του μοντέλου (δηλαδή την εκτίμηση των παραμέτρων β_0, β_1 και β_2) χρησιμοποιείται η Μέθοδος των Ελαχίστων Τετραγώνων (Ordinary Least Squares ή O.L.S.)⁶².

Τέλος, από την σχέση (2), με παραγωγή ως προς τον χρόνο, λαμβάνουμε:

$$\frac{1}{A(t)} \dot{A}(t) = \frac{1}{Y(t)} \dot{Y}(t) - \alpha \frac{1}{L(t)} \dot{L}(t) - \beta \frac{1}{K(t)} \dot{K}(t)$$

που γράφεται και ως εξής:

$$g_A = g_Y - \alpha g_L - \beta g_K \quad (5)$$

Φυσικά, όταν εργαζόμαστε με πραγματικά δεδομένα τα οποία συνήθως είναι σε ετήσια βάση, τότε χρησιμοποιείται η διακριτή μορφή της σχέσης (5):

$$\frac{A(t+1) - A(t)}{A(t)} = \frac{Y(t+1) - Y(t)}{Y(t)} - \alpha \frac{L(t+1) - L(t)}{L(t)} - \beta \frac{K(t+1) - K(t)}{K(t)}$$

⁶² Ας σημειωθεί πως η προϋπόθεση της κανονικότητας δεν απαιτείται για την εφαρμογή της μεθόδου O.L.S. αλλά επιτρέπει την εκτέλεση στατιστικών ελέγχων.

$$\Rightarrow \frac{\Delta A}{A(t)} = \frac{\Delta Y}{Y(t)} - \alpha \frac{\Delta L}{L(t)} - \beta \frac{\Delta K}{K(t)} \quad (6)$$

Αν θεωρηθεί πως οι ρυθμοί μεγέθυνσης του προϊόντος, της εργασίας και του κεφαλαίου υπολογίζονται ως οι μέσοι όροι των ετήσιων διακριτών μεταβολών τους⁶³ και δεδομένου ότι οι τιμές των παραμέτρων α και β έχουν εκτιμηθεί από την ανάλυση της παλινδρόμησης της σχέσης (3), η σχέση (6) καθιστά εφικτή την εκτίμηση της τεχνολογικής προόδου (καθώς όλες οι μεταβλητές του δεξιού μέρους είναι γνωστές)⁶⁴.

Τέλος, είναι πολύ εύκολο να υπολογιστούν ο ρυθμός μεταβολής της παραγωγικότητας της εργασίας ($\frac{Y}{L}$) και ο ρυθμός μεταβολής της παραγωγικότητας του κεφαλαίου ($\frac{Y}{K}$) σύμφωνα με τους τύπους:

$$g_{\frac{Y}{L}} = \frac{1}{Y(t)} \dot{Y}(t) - \frac{1}{L(t)} \dot{L}(t) \quad (7)$$

$$g_{\frac{Y}{K}} = \frac{1}{Y(t)} \dot{Y}(t) - \frac{1}{K(t)} \dot{K}(t) \quad (8)$$

Βεβαίως, καθώς, εργαζόμαστε με πραγματικά δεδομένα τα οποία συνήθως είναι σε ετήσια βάση, οι παραπάνω τύποι χρησιμοποιούνται στις διακριτές τους μορφές:

$$g_{\frac{Y}{L}} = \frac{Y(t+1) - Y(t)}{Y(t)} - \frac{L(t+1) - L(t)}{L(t)} = \frac{\Delta Y}{Y(t)} - \frac{\Delta L}{L(t)} \quad (9)$$

$$g_{\frac{Y}{K}} = \frac{Y(t+1) - Y(t)}{Y(t)} - \frac{K(t+1) - K(t)}{K(t)} = \frac{\Delta Y}{Y(t)} - \frac{\Delta K}{K(t)} \quad (10)$$

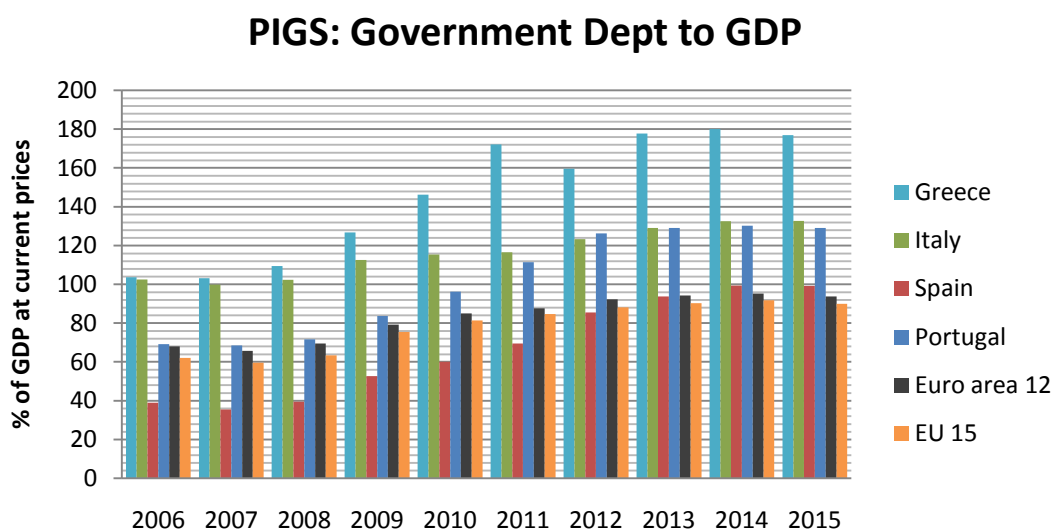
⁶³ Ο ποσοστιαίος ρυθμός μεγέθυνσης μια διακριτής μεταβλητής y ορίζεται ως: $g_{y,t} = \frac{y_{t+1} - y_t}{y_t}$.

⁶⁴ Ας σημειωθεί πως υπάρχουν έρευνες οι οποίες εφαρμόζουν την παλινδρόμηση στην σχέση (5) για την εκτίμηση των παραμέτρων και του ρυθμού τεχνολογικής προόδου, και όχι στην σχέση (3) όπως κάνει η παρούσα εργασία. Οι έρευνες που εφαρμόζουν, με τον ένα ή τον άλλο τρόπο, την μεθοδολογία της ανάλυσης παλινδρόμησης αναφέρονται συχνά στην βιβλιογραφία ως «regression-based growth accounting». Φυσικά, όσον αφορά τα μερίδια της εργασίας και του κεφαλαίου υπάρχουν πολλοί διαφορετικοί τρόποι υπολογισμού τους. Συνήθης πρακτική είναι η υπόθεση ενός αριθμού μεταξύ 0.55 και 0.70 για το α και 0.30 με 0.45 για το β .

4 Μελέτη Περίπτωσης: PIGS (1980-2006)

Στο κεφάλαιο αυτό αναλύεται η ομάδα των χωρών που συνιστά την μελέτη περίπτωσης της εργασίας. Όπως ήδη έχουμε αναφέρει οι χώρες είναι οι αποκαλούμενες PIGS. Το ακρωνύμιο PIGS, το οποίο χρονολογείται από την δεκαετία του 1990, «αναβίωσε» κατά την τρέχουσα χρηματοοικονομική κρίση, η οποία βρίσκεται σε εξέλιξη από το 2008, και συνδέεται με τη δυσκολία (ή ακόμα και αδυναμία) που επέδειξαν οι εν λόγω χώρες να αναχρηματοδοτήσουν το δημόσιο χρέος τους εξαιτίας των μεγάλων δημοσιονομικών ελλειμμάτων που παρουσίαζαν τόσο πριν όσο και κατά την περίοδο της κρίσης⁶⁵.

Το Διάγραμμα 4.1.1 περιέχει την πορεία του δημόσιου χρέους προς το Α.Ε.Π. (GD/GDP) για τις χώρες PIGS, για την Ευρωζώνη των 12 και για την ευρωπαϊκή ένωση των 15, την περίοδο 2006-2015:



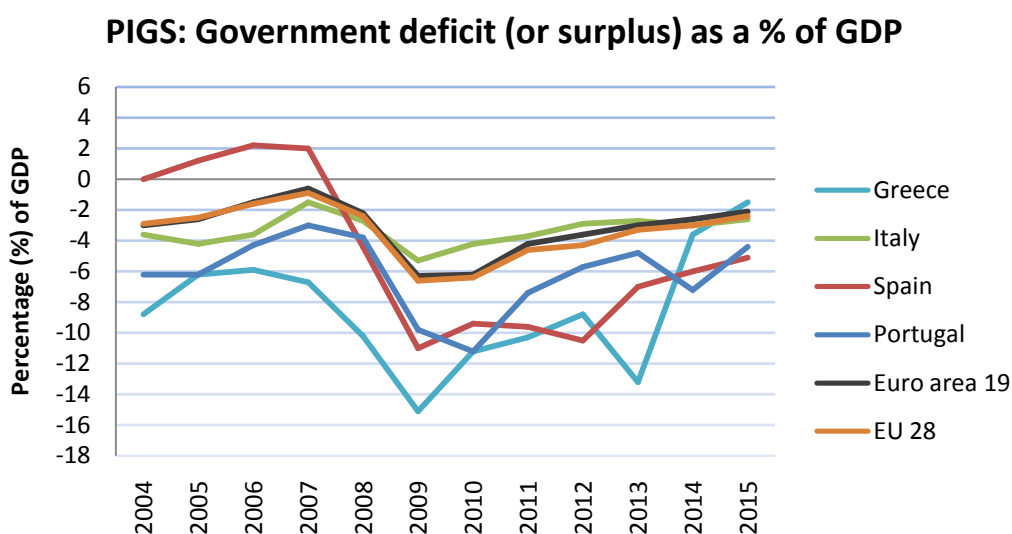
Διάγραμμα 4.1.1: Δείκτης δημόσιου χρέους προς Α.Ε.Π. για τις: PIGS, Ευρωζώνη των 12 και ΕΕ των 15. Πηγή: (AMECO, 2016)

Από το παραπάνω διάγραμμα είναι σαφές ότι, από το 2008 και μετά, η τάση του δημόσιου χρέους προς το Α.Ε.Π. για όλες τις χώρες των PIGS είναι αύξουσα. Συγκεκριμένα, ενώ ο δείκτης του δημόσιου χρέους προς το Α.Ε.Π. για τις Ελλάδα, Ιταλία, Ισπανία και Πορτογαλία ήταν, το έτος 2008, 109,4%, 102,4%, 39,4% και 71,7%, αντίστοιχα, μετά από μόλις επτά έτη, το 2015, ήταν 177%, 132,7%, 99,2% και 129%, αντίστοιχα. Ο ίδιος δείκτης (GD/GDP) για την Ευρωζώνη των 12 και για την ΕΕ των 15 ήταν, το 2008, 69,5% και 63,4%, αντίστοιχα, ενώ, το 2015, ήταν 93,7% και 90%, αντίστοιχα. Επομένως, τόσο στην Ευρωζώνη

⁶⁵ Ένας ακόμη λόγος της, σαφώς υποτιμητικής, ομαδοποίησης των χωρών αυτών είναι η γεωγραφική συγγενειά τους, καθώς όλες βρίσκονται στα νότια της Γηραιάς ηπείρου.

των 12 όσο και στην ΕΕ των 15 παρατηρείται, όμοια με τις PIGS, μια δυναμική αύξησης του δείκτη (Δημόσιο Χρέος/ΑΕΠ). Ωστόσο, το πρόβλημα (για τις χώρες των PIGS) είναι πως, το δημόσιο χρέος (ως προς το Α.Ε.Π.) των εν λόγω οικονομιών (ίσως με την εξαίρεση της Ιταλίας) αυξήθηκε με αρκετά πιο ταχείς ρυθμούς από ότι το αντίστοιχο της Ευρωζώνης ή της ΕΕ. Το δημόσιο χρέος (ως προς το Α.Ε.Π.) της Ελλάδας, ήδη από το 2006 ήταν σε αρκετά υψηλά επίπεδα, έχει φθάσει σε σχεδόν διπλάσια ποσοστά από τα αντίστοιχα της Ευρωζώνης και της ΕΕ. Η Πορτογαλία, ενώ μέχρι το 2008 διατηρούσε περίπου στα ίδια επίπεδα τον δείκτη GD/GDP σε σχέση με την Ευρωζώνη και την ΕΕ, το 2015 παρουσιάζει ένα πολύ υψηλότερο χρέος σε σχετικούς με την Ευρωζώνη και την ΕΕ όρους. Τέλος, το δημόσιο χρέος (ως προς το Α.Ε.Π.) της Ισπανίας, έχει καταλήξει, το έτος 2015, να βρίσκεται σε ελαφρώς υψηλότερα επίπεδα από τα αντίστοιχα της Ευρωζώνης και της ΕΕ, ενώ το 2007 ήταν κατά πολύ χαμηλότερο τους (35,5% για την Ισπανία, 65,7% για την Ευρωζώνη και 60% για την ΕΕ).

Το Διάγραμμα 4.1.2 περιέχει τα δημοσιονομικά ελλείμματα (ή πλεονάσματα) ως ποσοστό του Α.Ε.Π. των PIGS, της Ευρωζώνης των 19 και της ευρωπαϊκής ένωσης των 28 για την περίοδο 2004-2015:



Διάγραμμα 4.1.2: Δημοσιονομικά ελλείμματα (ή πλεονάσματα) για: PIGS, Ευρωζώνη των 15 και ΕΕ των 28. Πηγή: (AMECO, 2016)

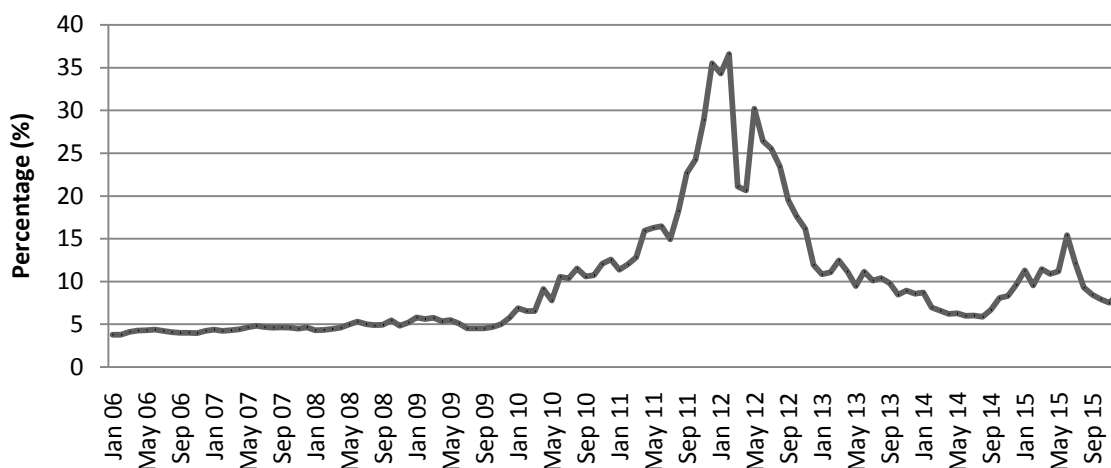
Από το Διάγραμμα 4.1.2 παρατηρούμε πως οι Ελλάδα, Ισπανία και Πορτογαλία καθ' όλη την εξεταζόμενη περίοδο⁶⁶ παρουσιάζουν μεγαλύτερα ελλείμματα από την Ευρωζώνη και την ευρωπαϊκή ένωση (των οποίων τα ελλείμματα σχεδόν ταυτίζονται), γεγονός που εξηγεί την ταχύτερη αύξηση του δημόσιου χρέους τους. Μόνο από το 2014 και μετά, παρατηρείται μια σύγκλιση στα ελλείμματα των εν λόγω χωρών με αυτά της Ευρωζώνης και της

⁶⁶ Εκτός από την περίοδο 2004-2008 για την Ισπανία.

ευρωπαϊκής ένωσης, πιθανότατα ως αποτέλεσμα των μέτρων δημοσιονομικής προσαρμογής, τα οποία εφαρμόστηκαν στις συγκεκριμένες οικονομίες. Αντιθέτως, η πορεία του δημοσιονομικού ελλείμματος της Ιταλίας ακολουθεί την ίδια περίπου πορεία με τα αντίστοιχα της Ευρωζώνης και της ΕΕ, γεγονός που εξηγεί την περίπου αναλογική (σε σχέση με την Ευρωζώνη και την ΕΕ) αύξηση του δημόσιου χρέους της.

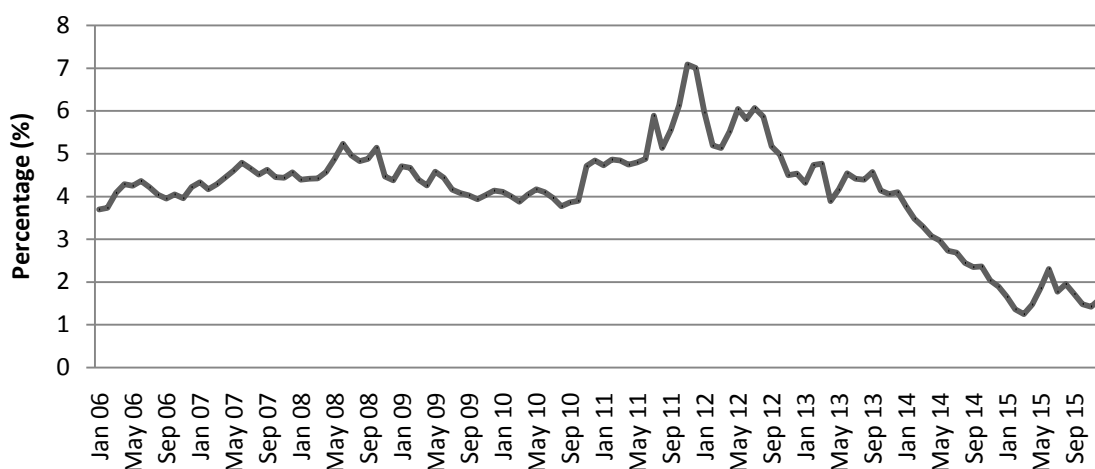
Τόσο η αύξηση του δημοσίου χρέους όσο και η αδυναμία επίτευξης πλεονασμάτων (ή τουλάχιστον μικρότερων και πιο διαχειρίσιμων ελλειμμάτων) από τις χώρες PIGS(και κυρίως από τις Ελλάδα, Ισπανία και Πορτογαλία) είχαν ως αποτέλεσμα την, άνευ προηγουμένου, αύξηση του κόστους δανεισμού τους. Στα Διαγράμματα 4.1.3-6 παρατίθενται οι αποδόσεις σε μηνιαία βάση των 10ετών κρατικών ομολόγων για τις PIGS για την περίοδο 2006-2015:

Greece: 10-Year Bond Yield Historical Data



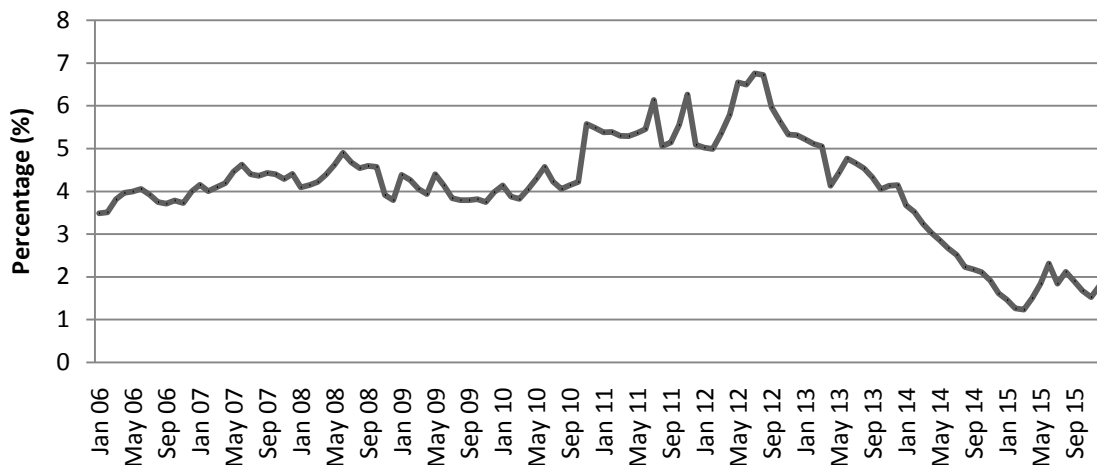
Διάγραμμα 4.1.1: Αποδόσεις 10ετούς ομολόγου ελληνικού Δημοσίου. Πηγή: (Investing.com, 2016)

Italy: 10-Year Bond Yield Historical Data



Διάγραμμα 4.1.4: Αποδόσεις 10ετούς ομολόγου ιταλικού Δημοσίου. Πηγή: (Investing.com, 2016)

Spain: 10-Year Bond Yield Historical Data



Διάγραμμα4.1.5: Αποδόσεις 10ετούς ομολόγου ισπανικού Δημοσίου.Πηγή: (Investing.com, 2016)

Portugal: 10-Year Bond Yield Historical Data

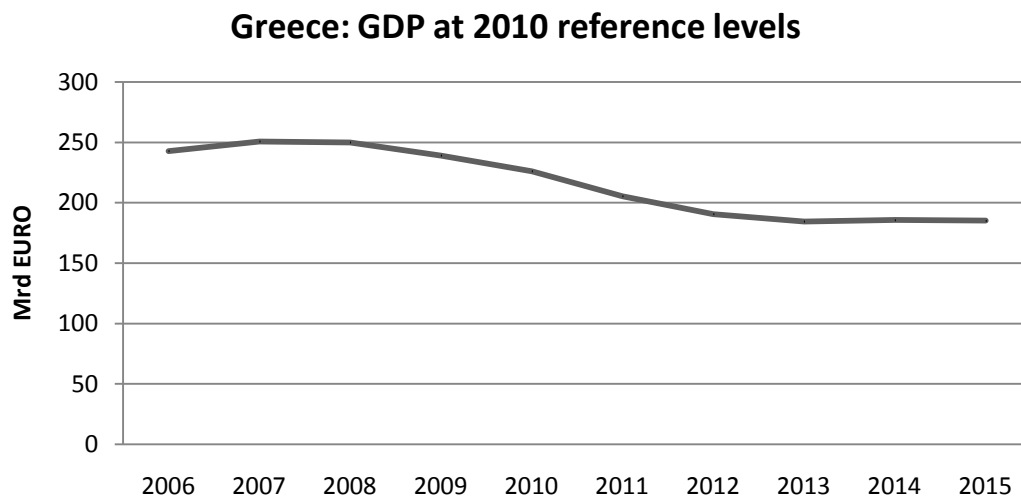


Διάγραμμα4.1.6: Αποδόσεις 10ετούς ομολόγου πορτογαλικού Δημοσίου.Πηγή: (Investing.com, 2016)

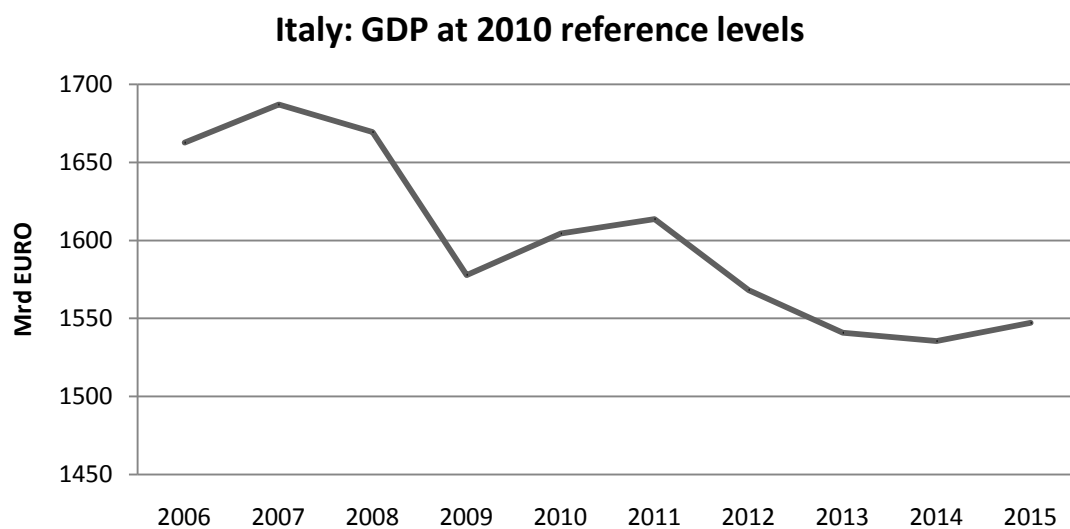
Σε όλα τα διαγράμματα είναι πασιφανής η ύπαρξη μιας κορύφωσης (Νοέμβριος 2011 – Φεβρουάριος 2012) των αποδόσεων των 10ετών ομολόγων που εξέδιδαν οι PIGS: Η απόδοση του 10ετούς ομολόγου του ελληνικού Δημοσίου, ενώ το 2006 κυμαινόταν μεταξύ 3,767% και 4,376% το Φεβρουάριο του 2012 έφτασε στο 36,591%. Η απόδοση του 10ετούς ομολόγου του ιταλικού Δημοσίου, ενώ το 2006 κυμαινόταν μεταξύ 3,696% και 4,361% έφτασε το Νοέμβρη του 2011 στο 7,083%. Η απόδοση του 10ετούς ομολόγου του ισπανικού Δημοσίου, ενώ το 2006 κυμαινόταν μεταξύ 3,487% και 4,056% έφτασε τον Ιούλιο του 2012 στο 6,76%. Τέλος, η απόδοση του 10ετούς ομολόγου του πορτογαλικού Δημοσίου, ενώ το 2006 κυμαινόταν μεταξύ 3,581% και 4,173% έφτασε τον Ιανουάριο του 2012 στο 16,421%.

Φυσικά, όλα τα παραπάνω, και σε συνδυασμό με την έλευση της κρίσης, δεν θα μπορούσαν να μην έχουν άμεσα, αρνητικά, αποτελέσματα για την ευημερία των κατοίκων

των χωρών του Νότου της Ευρωζώνης. Ακολούθως, στα Διαγράμματα 4.1.7-10, παρουσιάζονται η πορεία του Α.Ε.Π. σε σταθερές τιμές του 2010 για τις PIGS για την περίοδο 2006-2015:

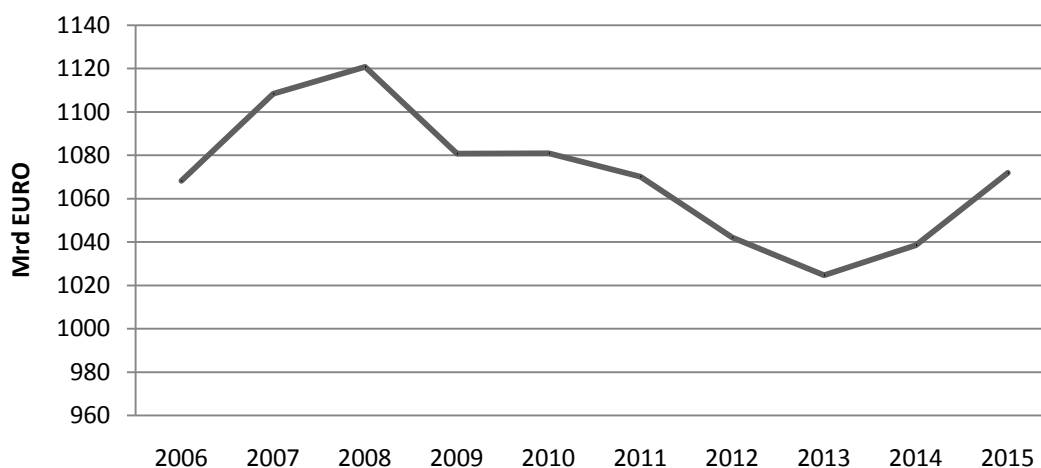


Διάγραμμα 4.1.7: Α.Ε.Π. Ελλάδα σε σταθερές τιμές του 2010. Πηγή: (AMECO, 2016)



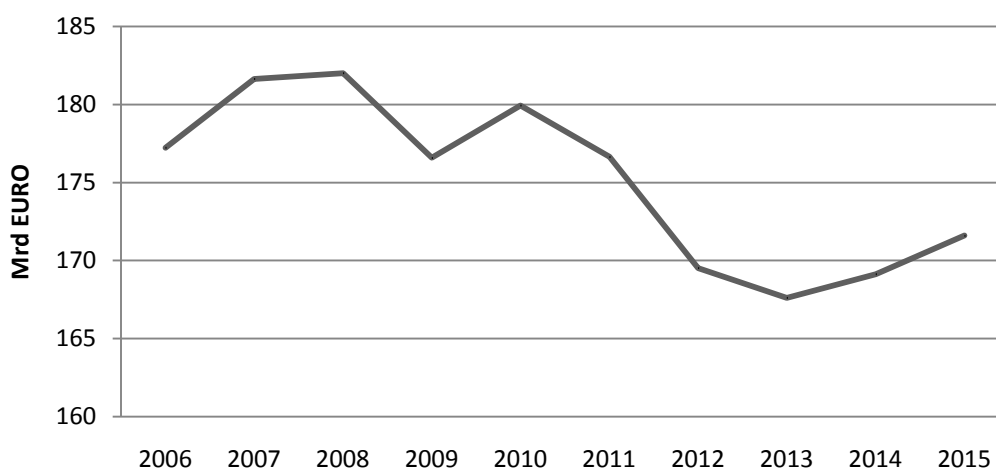
Διάγραμμα 4.1.8: Α.Ε.Π. Ιταλίας σε σταθερές τιμές του 2010. Πηγή: (AMECO, 2016)

Spain: GDP at 2010 reference levels



Διάγραμμα4.1.9: Α.Ε.Π. Ισπανίας σε σταθερές τιμές του 2010. Πηγή: (AMECO, 2016)

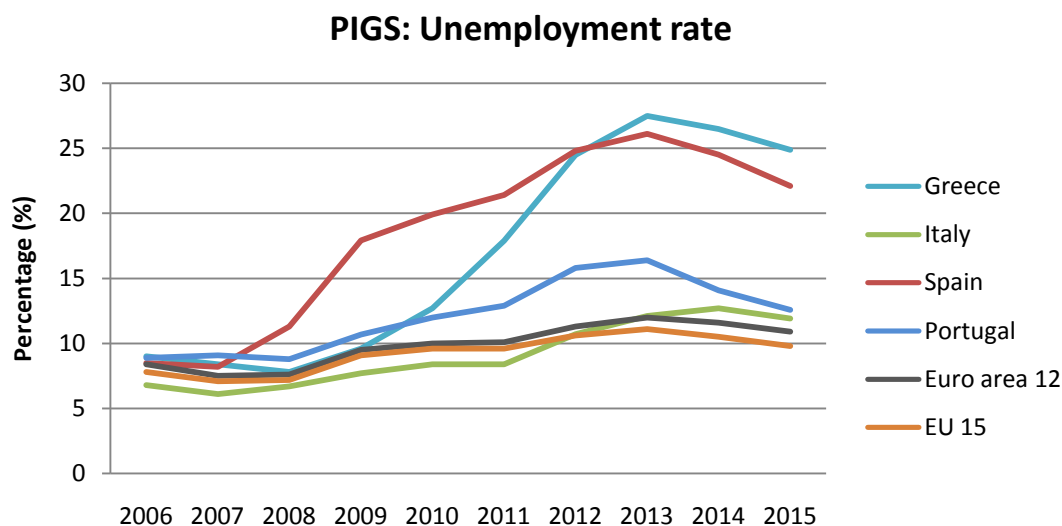
Portugal: GDP at 2010 reference levels



Διάγραμμα4.1.10: Α.Ε.Π. Πορτογαλίας σε σταθερές τιμές του 2010. Πηγή: (AMECO, 2016)

Όλες οι οικονομίες των PIGS παρουσίασαν μια σημαντική μείωση του Α.Ε.Π. τους, με καμία από αυτές να έχει καταφέρει να επιστρέψει στα προ της κρίσης επίπεδα: Το Α.Ε.Π. της Ελλάδας από 250,7207 δις ευρώ το 2007 συρρικνώθηκε στα 184,3054 δις ευρώ το 2013. Το Α.Ε.Π. της Ιταλίας από 1687,143 δις ευρώ το 2007 συρρικνώθηκε στα 1535,57 δις ευρώ το 2014. Το Α.Ε.Π. της Ισπανίας από 1120,82 δις ευρώ το 2008 συρρικνώθηκε στα 1024,64 δις ευρώ το 2013. Τέλος, το Α.Ε.Π. της Πορτογαλίας από 181,9972 δις ευρώ το 2008 συρρικνώθηκε στα 167,6112 δις ευρώ το 2013.

Ολοκληρώνοντας την συζήτηση περί PIGS, στο Διάγραμμα4.1.11 παρουσιάζονται τα ποσοστά ανεργίας για τις PIGS, την Ευρωζώνη των 12 και την ΕΕ των 15, για την περίοδο 2006-2015:



Διάγραμμα 4.1.11: Ποσοστό Ανεργίας στις: PIGS, Ευρωζώνη των 12 και ΕΕ των 15. Πηγή: (AMECO, 2016)

Πέραν της οικονομίας της Ιταλίας, οι άλλες χώρες των PIGS παρουσιάζουν, από το 2008, πολύ υψηλότερα ποσοστά ανεργίας (ιδίως οι Ελλάδα και Ισπανία) από τα αντίστοιχα της Ευρωζώνης και της ΕΕ. Πιο συγκεκριμένα: Τα ποσοστά ανεργίας για την ελληνική, ισπανική και πορτογαλική οικονομία από 7,8%, 11,3% και 8,8%, αντίστοιχα, το έτος 2008 (7,6% για την Ευρωζώνη και 7,2% για την ΕΕ), διαμορφώθηκαν στο 27,5%, 26,1% και 16,4%, αντίστοιχα, το 2013 (12% για την Ευρωζώνη και 11,1% για την ΕΕ).

Από όλα όσα προηγήθηκαν γίνεται σαφές πως οι χώρες που απαρτίζουν το γκρουπ των PIGS, και ιδιαίτερα οι Ελλάδα, Πορτογαλία και Ισπανία, βρέθηκαν σε πολύ δυσχερέστερη κατάσταση σε σχέση με τις υπόλοιπες χώρες της Ευρωζώνης⁶⁷ κατά την οικονομική κρίση του 2008. Η παραπάνω διαπίστωση εγείρει μια σειρά από ερωτήματα οικονομικής φύσεως: Καταρχάς, για ποιο λόγο συμβαίνει κάτι τέτοιο; Δεύτερον, με ποιο τρόπο σχετίζεται αυτό με τις οικονομικές επιδόσεις που σημείωσαν οι εν λόγω χώρες κατά τις προηγούμενες δεκαετίες; Τέλος, είναι σε θέση μια εκτίμηση της πραγματοποιηθείσας τεχνολογικής αλλαγής κατά τα έτη που προηγήθηκαν της κρίσης να δώσει μια πιθανή ερμηνεία για την σημερινή κατάσταση των συγκεκριμένων οικονομιών; Σε αυτά, και κυρίως στο τελευταίο ερώτημα φιλοδοξεί να δώσει απάντηση η παρούσα διπλωματική.

4.1 Επιλογή Χρονολογικής Σειράς

Η χρονική περίοδος η οποία επιλέχθηκε για την εξέταση με την μέθοδο Growth Accounting των χωρών PIGS είναι, όπως έχει αναφερθεί ήδη, από το 1980 μέχρι και το 2006. Φυσικά, η συγκεκριμένη επιλογή κάθε άλλο παρά τυχαία είναι, καθώς η

⁶⁷ Εξαίρεση σίγουρα αποτελεί η περίπτωση της Ιρλανδίας και της Κύπρου.

έλευση της δεκαετίας του 1980 αποτελεί την απαρχή μιας νέας, μεταβατικής, περιόδου γενικότερα για τις οικονομίες της Ευρώπης, και ειδικότερα για τις χώρες του ευρωπαϊκού Νότου για δύο, τουλάχιστον, λόγους:

Πρώτον, οι αρχές της δεκαετίας του 1980 βρίσκουν τις οικονομίες της Γηραιάς ηπείρου να επιδιώκουν τη αναδιάρθρωση και τον εκσυγχρονισμό των παραγωγικών τους δομών μετά τα διαδοχικά σοκ που δέχθηκαν από τις δύο πετρελαϊκές κρίσεις της δεκαετίας του 1970 (1973 και 1979) και την εμφάνιση του φαινομένου του στασιμοπληθωρισμού, δηλαδή της ταυτόχρονης εμφάνισης υψηλής ανεργίας και υψηλού πληθωρισμού.

Δεύτερον, και ακόμη πιο σημαντικά, η ένταξη της Ελλάδας, το 1981, και των Ισπανία και Πορτογαλία, το 1986, στην Ευρωπαϊκή Οικονομική Κοινότητα (Ε.Ο.Κ.)⁶⁸, που αποτέλεσε τον πρόδρομο της σημερινής Ευρωπαϊκής Ένωσης, σήμανε για τις εν λόγω οικονομίες το σταδιακό άνοιγμα των αγορών τους, δηλαδή την ελεύθερη μετακίνηση εμπορευμάτων, υπηρεσιών και προσώπων, καθώς επίσης, και την συστηματική απελευθέρωση των χρηματοπιστωτικών τους συστημάτων, δηλαδή την ελεύθερη μετακίνηση κεφαλαίων.

4.2 Πηγές Δεδομένων

Όπως έχει σημειωθεί, για να είναι δυνατή η εφαρμογή της ανάλυσης παλινδρόμησης με την μέθοδο O.L.S. θα πρέπει να υπάρχουν διαθέσιμα στοιχεία σχετικά με το προϊόν $Y(t)$, την εργασία $L(t)$ και το φυσικό κεφάλαιο $K(t)$. Η παρούσα ενότητα παραθέτει τις πηγές των συγκεκριμένων δεδομένων και συζητά τον τρόπο μέτρησής τους. Ως προϊόν χρησιμοποιείται το Ακαθάριστο Εγχώριο Προϊόν (Α.Ε.Π.) σε τρέχουσες τιμές (G.D.P. *in current prices*) σε δις ECU/EUR, ως εργασία χρησιμοποιείται η ανταμοιβή των εργαζομένων (*compensation of employees*) σε δις ECU/EUR και ως απόθεμα φυσικού κεφαλαίου χρησιμοποιείται καθαρό απόθεμα κεφαλαίου σε τρέχουσες τιμές (*net capital stock in current prices*) σε δις ECU/EUR. Οι χρονολογικές σειρές των δύο πρώτων μεγεθών λαμβάνονται αυτούσιες από την ετήσια μακροοικονομική βάση δεδομένων της ευρωπαϊκής επιτροπής (AMECO, 2016), ενώ η χρονολογική σειρά του καθαρού αποθέματος κεφαλαίου προκύπτει ως γινόμενο των εξής δύο χρονολογικών σειρών: του καθαρού αποθέματος κεφαλαίου σε σταθερές τιμές του 2010 (*net capital stock in constant 2010 prices*) σε δις ECU/EUR επί τον αποπληθωριστή τιμών ακαθάριστων επενδύσεων παγίου κεφαλαίου (*price deflator of gross fixed capital formation*), ο οποίος δείκτης μετρείται με σημείο αναφοράς το έτος 2010 (ECU/EUR: 2010 = 100). Σημειώνεται πως και οι δύο αυτές χρονολογικές σειρές ελήφθησαν από την ίδια βάση δεδομένων (AMECO, 2016).

⁶⁸ Η Ιταλία αποτελούσε ιδρυτικό μέλος της Ε.Ο.Κ. από το 1958.

5 Εμπειρικά Αποτελέσματα

Η ανάλυση των αποτελεσμάτων από την εφαρμογή της μεθόδου Growth Accounting για τις οικονομίες των PIGS, για την περίοδο 1980-2006, αναφέρονται στην ανάλυση παλινδρόμησης, δηλαδή, στην προσαρμογή του γραμμικού μοντέλου για κάθε εξεταζόμενη οικονομία, και στην εκτίμηση της τεχνολογικής αλλαγής και των ρυθμών μεγέθυνσης της παραγωγικότητας της εργασίας και του κεφαλαίου.

5.1 Ανάλυση Παλινδρόμησης

Ο πίνακας 5.1.1 περιέχει, για κάθε εξεταζόμενη οικονομία, τα αποτελέσματα της προσαρμογής της εξίσωσης (3) της παραγράφου 3.2.2 με την μέθοδο των ελάχιστων τετραγώνων, καθώς, επίσης, και τους στατιστικούς ελέγχους που πραγματοποιήθηκαν⁶⁹:

Χώρα	$\ln A$	t-stat	α	t-stat	β	t-stat	R^2 (%)	DW-stat
Ελλάδα	0.113	0.478	0.649	12.244	0.373	5.553	0.9963	1.108
Ιταλία	-1.392	-4.057	0.481	2.655	0.678	3.830	0.9962	0.530
Ισπανία	0.218	0.966	0.726	6.911	0.275	2.548	0.9973	0.271
Πορτογαλία	-0.360	-1.268	0.593	5.516	0.473	3.874	0.9955	0.273

Πίνακας 5.1.1: Αποτελέσματα προσαρμογής υποδείγματος με μέθοδο O.L.S. και στατιστικοί έλεγχοι.

Τα αποτελέσματα του στατιστικού ελέγχου Durbin-Watson (τελευταία στήλη του πίνακα 5.1.1) εμφανίζονται, σχεδόν σε όλες τις περιπτώσεις (εκτός, ίσως, της Ελλάδας) να λαμβάνουν τιμές αρκετά κοντά στο 0. Αυτό δείχνει ισχυρή θετική αυτοσυσχέτιση μεταξύ των υπολοίπων του μοντέλου δηλαδή, τα τυχαία σφάλματα φαίνεται να μην είναι ασυσχέτιστα μεταξύ τους (πλην, ίσως, της περίπτωσης της Ελλάδας, για την οποία τα αποτελέσματα του ελέγχου είναι ασαφή), γεγονός το οποίο είναι αντίθετο από ότι υποθέτει το μοντέλο της γραμμικής παλινδρόμησης. Επομένως, από τον πίνακα 5.1.1 προκύπτει ότι οι τιμές του στατιστικού ελέγχου Durbin-Watson, ο οποίος εξετάζει την ύπαρξη ή μη αυτοσυσχέτισης 1^{ης} τάξης μεταξύ των υπολοίπων⁷⁰, είναι γύρω στο 0. Έτσι, η ανάλυση παλινδρόμησης επεκτείνεται και με την ανάλυση των υπολοίπων μέσω γραφικών παραστάσεων (Οικονόμου και Καραώνη, 2010). Στη συνέχεια παρουσιάζονται, για την κάθε οικονομία, τέσσερις γραφικές παραστάσεις, σύμφωνα με τις οποίες πραγματοποιούνται γραφικοί έλεγχοι των υποθέσεων των τυχαίων σφαλμάτων⁷¹.

⁶⁹ Για την προσαρμογή των μοντέλων παλινδρόμησης χρησιμοποιήθηκε το στατιστικό πακέτο Minitab 17.

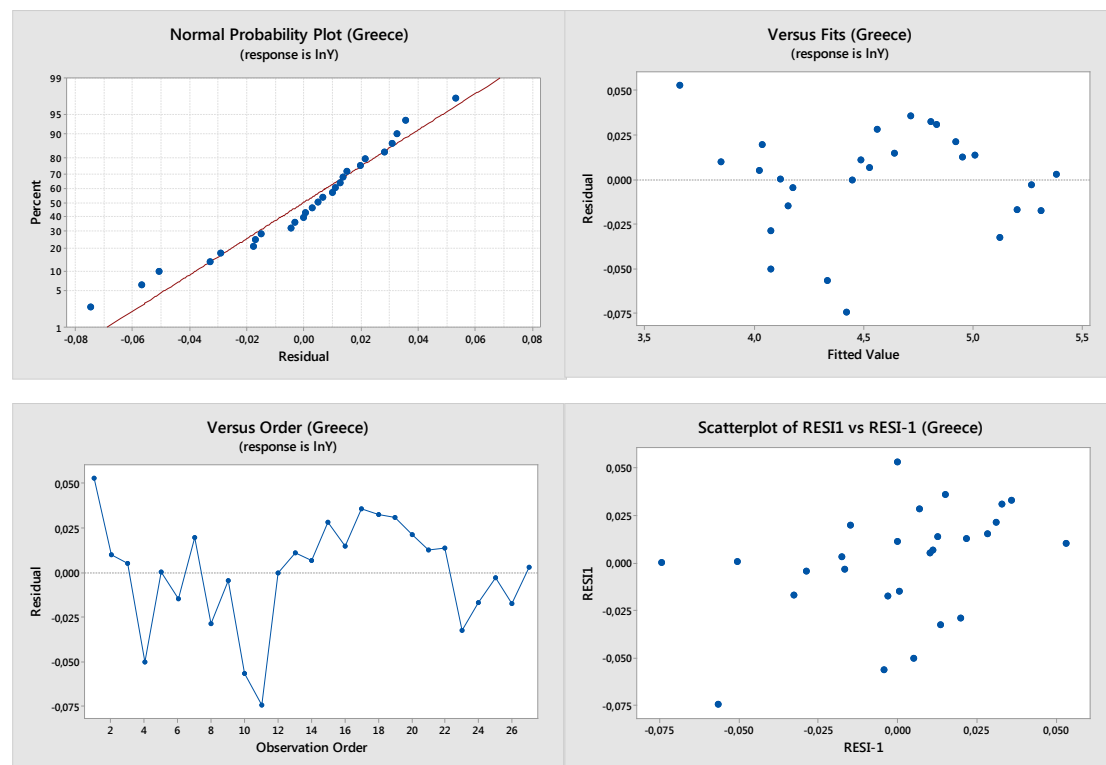
⁷⁰ Η αυτοσυσχέτιση 1^{ης} τάξης των υπολοίπων αναφέρεται στην συσχέτιση του υπολοίπου e_t με το ακριβώς προηγούμενο υπόλοιπο, e_{t-1} .

⁷¹ Για την κατασκευή των διαγραμμάτων χρησιμοποιήθηκε, όπως και στην προσαρμογή του μοντέλου, το στατιστικό πακέτο Minitab 17.

Σημειώνεται πως για την κατασκευή των συγκεκριμένων γραφικών παραστάσεων χρησιμοποιήθηκαν τα συνήθη υπόλοιπα (regularresiduals), τα οποία υπολογίζονται από την σχέση:

$$e_t = y_t - \hat{y}_t$$

η οποία αποτελεί την κατακόρυφη απόκλιση του y_t από την ευθεία της εκτιμημένης ή προσαρμοσμένης συνάρτησης παλινδρόμησης $\hat{y}_t = \hat{\beta}_0 + \hat{\beta}_1 x_{t,1} + \hat{\beta}_2 x_{t,2}$. Τα e_t μπορούν να θεωρηθούν ως εκτιμήσεις των (άγνωστων) τυχαίων σφαλμάτων ε_t και για αυτό χρησιμοποιούνται για τον έλεγχο των υποθέσεων των τυχαίων σφαλμάτων (Οικονόμου και Καρώνη, 2010).

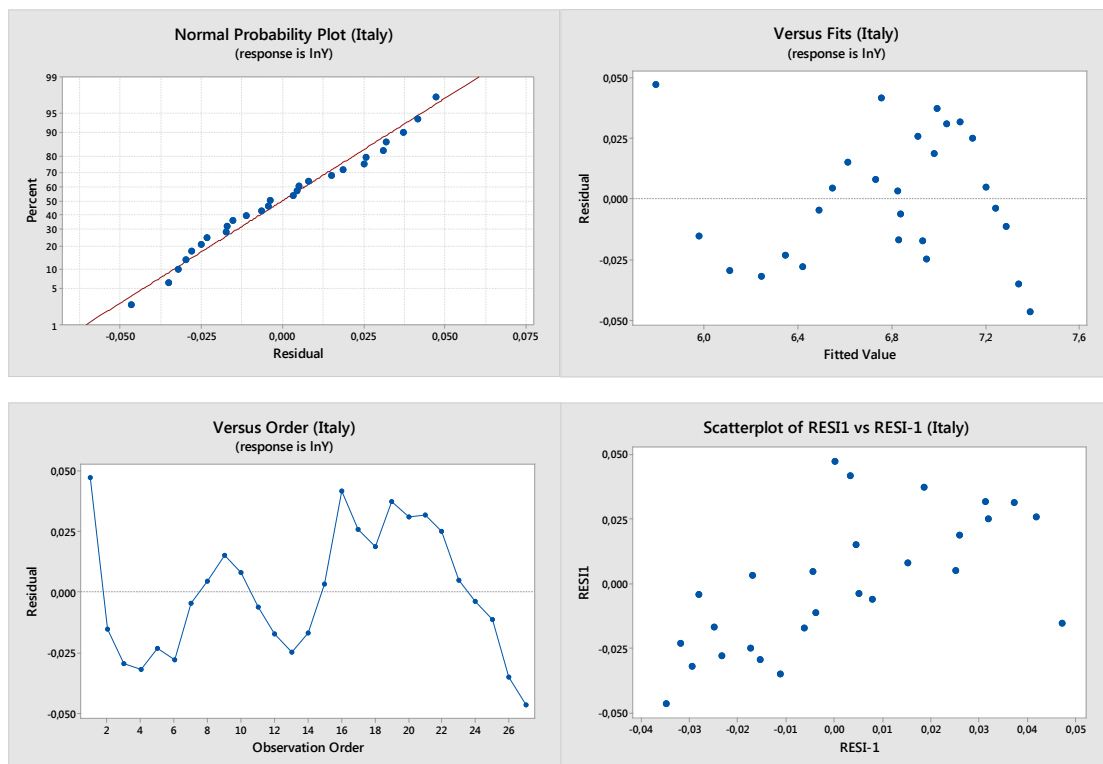


Σχήμα 5.1.1: Έλεγχοι υποθέσεων τυχαίων σφαλμάτων (Ελλάδα).

Το Σχήμα 5.1.1 συγκεντρώνει τις γραφικές παραστάσεις που ελέγχουν τις υποθέσεις των τυχαίων σφαλμάτων για την Ελλάδα. Η γραφική παράσταση Normal Probability Plot εξετάζει την υπόθεση της κανονικότητας των σφαλμάτων⁷². Παρατηρείται πως τα σημεία εμφανίζουν μια σχετικά καλή γραμμικότητα, γεγονός που σημαίνει πως η υπόθεση σχετικά με την κανονικότητα των υπολοίπων φαίνεται να ισχύει σε ικανοποιητικό βαθμό. Στο επάνω-δεξιά σχήμα (Versus Fits) παρουσιάζεται το διάγραμμα των υπολοίπων e_t σε σχέση με τα εκτιμημένα \hat{y}_t , το οποίο εξετάζει κατά πόσο ισχύει η υπόθεση της ομοσκεδαστικότητας των τυχαίων σφαλμάτων. Στο γράφημα φαίνεται

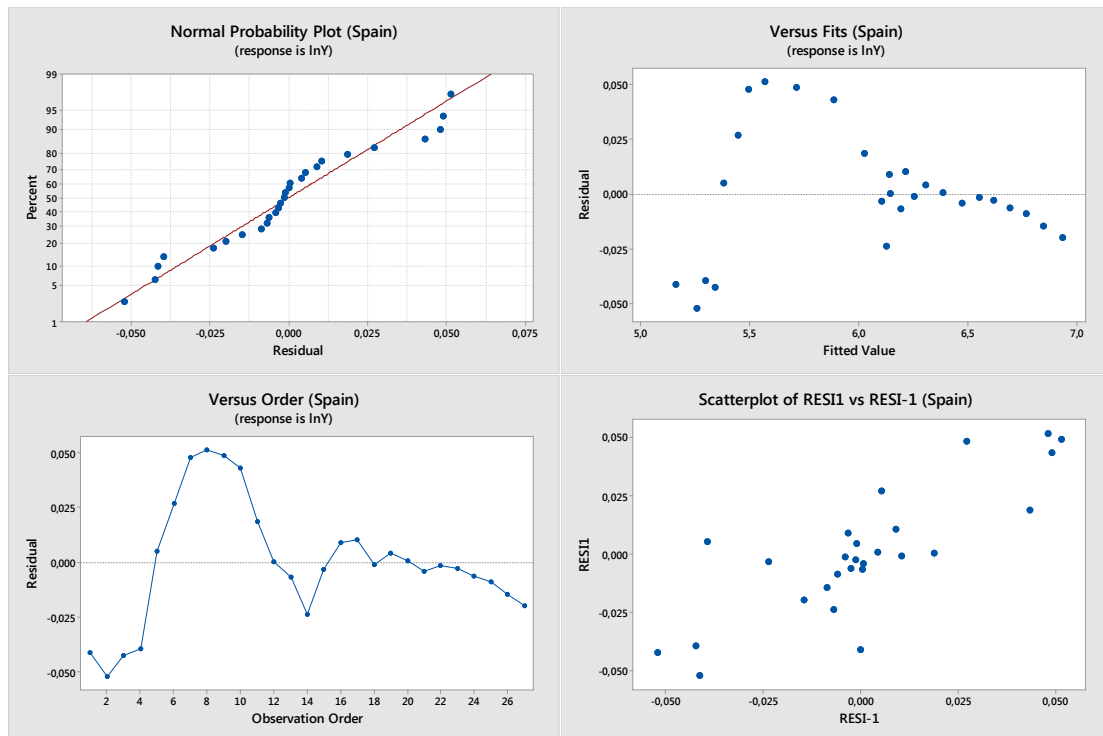
⁷² Για να ακολουθούν τα υπόλοιπα την κανονική κατανομή, τότε τα σημεία της γραφικής παράστασης πρέπει να κείτονται σε μια ευθεία (Οικονόμου και Καρώνη, 2010).

ότι τα υπόλοιπα κατανέμονται μάλλον τυχαία γύρω από το μηδέν χωρίς να είναι άμεσα εμφανής κάποια εξάρτησή τους από τα εκτιμημένα \hat{y}_t , και μάλλον ομοσκεδαστικά, στοιχεία ενθαρρυντικά για την καταλληλότητα του μοντέλου. Η κάτω-αριστερά γραφική παράσταση (VersusOrder) παρουσιάζει τα συνήθη υπόλοιπα σε σχέση με τη σειρά των δεδομένων. Παρατηρούμε πως μάλλον υπάρχει μια σχέση μεταξύ τους, καθώς είναι σχετικά εμφανής μια κυκλικότητα στα σημεία του διαγράμματος. Τέλος, η κάτω-δεξιά γραφική παράσταση αποτελεί το διάγραμμα διασποράς των υπολοίπων e_t σε σχέση με τα αμέσως προηγούμενα υπόλοιπα e_{t-1} (Scatterplot of RESI1 vs. RESI-1). Εδώ, μάλλον φαίνεται πως δεν υπάρχει κάποια εξάρτηση των υπολοίπων από τα προηγούμενά τους, καθώς η διασπορά των σημείων του γραφήματος είναι, μάλλον, τυχαία (ενδεχομένως να υφίσταται μια πολύ ισχυρή θετική συσχέτιση μεταξύ των δύο μεταβλητών).



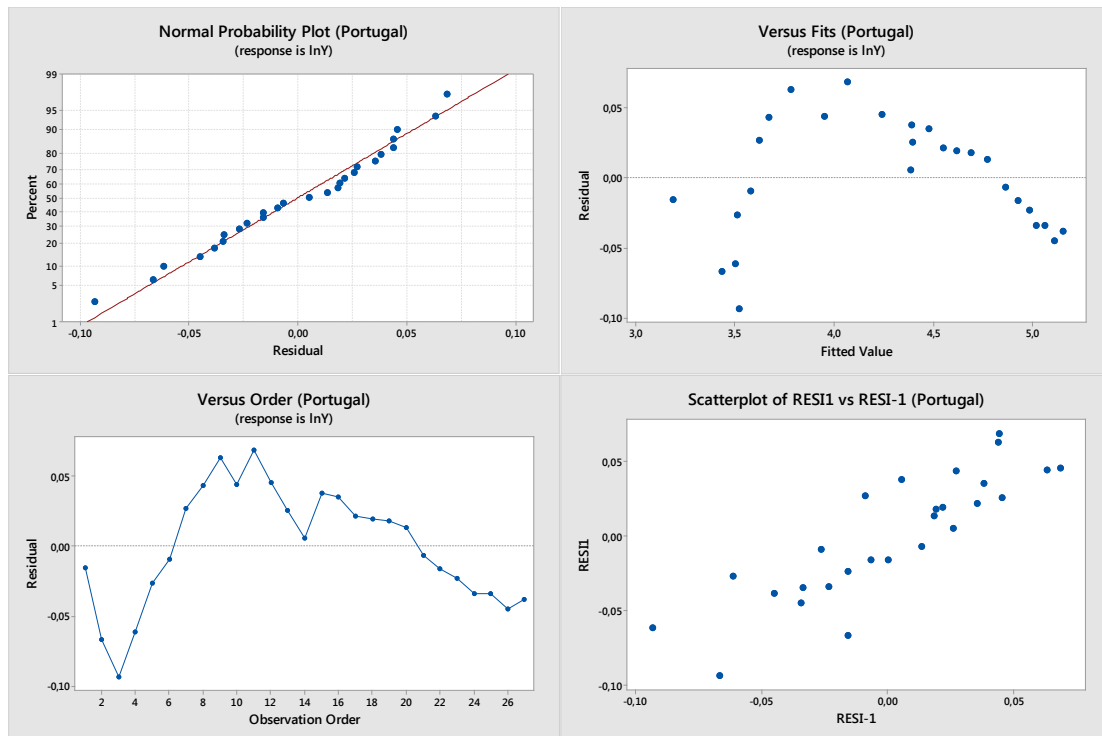
Σχήμα 5.1.2: Έλεγχοι υποθέσεων τυχαίων σφαλμάτων (Ιταλία).

Στο Σχήμα 5.1.2 συγκεντρώνονται όλες οι, σχετικές με τους ελέγχους υποθέσεων των σφαλμάτων γραφικές παραστάσεις για την ιταλική οικονομία. Οι γραφικές παραστάσεις NormalProbabilityPlot, VersusFits και VersusOrder φαίνεται να εμφανίζουν κυκλικότητα. Επιπλέον, παρατηρώντας το διάγραμμα διασποράς των διαδοχικών υπολοίπων, e_t και e_{t-1} , καταλήγουμε στο συμπέρασμα πως υπάρχει θετική συσχέτιση ανάμεσα σε διαδοχικά υπόλοιπα.



Σχήμα 5.1.3: Ελέγχοι υποθέσεων τυχαίων σφαλμάτων (Ισπανία).

Το Σχήμα 5.1.3 συγκεντρώνει τους γραφικούς ελέγχους υποθέσεων των τυχαίων σφαλμάτων για το μοντέλο που προσαρμόστηκε για την περίπτωση της Ισπανίας. Όμοια με την περίπτωση της Ιταλίας, τόσο η γραφική παράσταση Normal Probability Plot όσο και οι γραφικές παραστάσεις Versus Fits και Versus Order φαίνεται να εμφανίζουν κυκλικότητα. Επιπρόσθετα, εξάγεται εύκολα το συμπέρασμα για θετική συσχέτιση μεταξύ διαδοχικών υπολοίπων (από το διάγραμμα διασποράς των υπολοίπων σε σχέση με τα αμέσως προηγούμενά τους).



Σχήμα 5.1.4: Έλεγχος υποθέσεων τυχαίων σφαλμάτων (Πορτογαλία).

Όσον αφορά την περίπτωση της Πορτογαλίας, μπορούμε να πούμε τα ακόλουθα σχετικά με τους γραφικούς ελέγχους των υποθέσεων των σφαλμάτων: Τα σημεία της γραφικής παράστασης NormalProbabilityPlot φαίνεται να εμφανίζουν μια ισχυρή κυκλικότητα, η οποία, ωστόσο, είναι πασιφανής στις γραφικές παραστάσεις VersusFits και VersusOrder, όπως, το ίδιο εμφανής είναι και η θετική σχέση ανάμεσα στα υπόλοιπα e_t και τα αμέσως προηγούμενα e_{t-1} . Όλα τα παραπάνω συνοψίζονται στο Σχήμα 5.1.4.

Από την προηγούμενη ανάλυση προκύπτει πως τα υπόλοιπα των προσαρμοσμένων υποδειγμάτων παρουσιάζουν (θετική) αυτοσυσχέτιση, γεγονός το οποίο είναι αντίθετο στις υποθέσεις του γραμμικού μοντέλου παλινδρόμησης. Συνεπώς, κρίνεται αναγκαία η αντιμετώπιση του συγκεκριμένου οικονομετρικού προβλήματος με τη χρήση της διαδικασίας Cochrane-Orcutt (Cochrane-Orcutt procedure).

Αρχικά, υποθέτουμε πως τα τυχαία σφάλματα συσχετίζονται μεταξύ τους σύμφωνα με την παρακάτω σχέση⁷³:

$$e_t = \rho e_{t-1} + u_t \quad (1)$$

όπου ο όρος u_t θεωρείται πως κατανέμεται ανεξαρτήτως και ισονόμως (iid) με μέσο όρο ίσο με 0 και σταθερή διακύμανση σ^2 .

⁷³ Η εξίσωση (1) μπορεί να περιγραφεί ως εξής: Ο διαταρακτικός όρος e_t ακολουθεί ένα πρώτης τάξης αυτοπαλινδρομικό υπόδειγμα (first-order autoregressive process ή [AR(1)]).

Ξαναγράφουμε την εξίσωση του αρχικού μοντέλου για τις χρονικές στιγμές $t - 1$, αντίστοιχα:

$$y_t = \beta_0 + \beta_1 x_{t,1} + \beta_2 x_{t,2} + \varepsilon_t \quad (2)$$

$$y_{t-1} = \beta_0 + \beta_1 x_{t-1,1} + \beta_2 x_{t-1,2} + \varepsilon_{t-1} \quad (3)$$

Έτσι, πολλαπλασιάζοντας την εξίσωση (3) με τον όρο ρ , ο οποίος ονομάζεται συντελεστής αυτοσυσχέτισης 1^{ης} τάξης (first-order autocorrelation coefficient), αφαιρώντας την από την αρχική εξίσωση (2) και λαμβάνοντας υπόψη την σχέση (1) προκύπτει:

$$y_t - \rho y_{t-1} = \beta_0(1 - \rho) + \beta_1(x_{t,1} - \rho x_{t-1,1}) + \beta_2(x_{t,2} - \rho x_{t-1,2}) + \varepsilon_t - \rho \varepsilon_{t-1} \Rightarrow$$

$$y_t - \rho y_{t-1} = \beta_0(1 - \rho) + \beta_1(x_{t,1} - \rho x_{t-1,1}) + \beta_2(x_{t,2} - \rho x_{t-1,2}) + u_t \quad (4)$$

Ξαναγράφουμε την εξίσωση (4) ως εξής:

$$y_t^* = \beta_0^* + \beta_1 x_{t,1}^* + \beta_2 x_{t,2}^* + u_t \quad (5)$$

όπου στην εξίσωση (5) έχουν γίνει οι ακόλουθοι μετασχηματισμοί:

$$y_t^* = y_t - \rho y_{t-1} \quad (6)$$

$$x_{t,1}^* = x_{t,1} - \rho x_{t-1,1} \quad (7)$$

$$x_{t,2}^* = x_{t,2} - \rho x_{t-1,2} \quad (8)$$

$$\beta_0^* = \beta_0(1 - \rho) \quad (9)$$

Ας σημειωθεί πως το σφάλμα u_t πλέον πληροί όλες τις ιδιότητες που απαιτούνται για την εφαρμογή της μεθόδου OLS. Αν το ρ ήταν γνωστό, θα ήταν εφικτή η εφαρμογή την μεθόδου των ελάχιστων τετραγώνων στις μετασχηματισμένες μεταβλητές.

Ωστόσο, ο όρος ρ είναι άγνωστος και, ως εκ τούτου, θα πρέπει να εκτιμηθεί με βάση το δείγμα. Χρησιμοποιώντας τα υπόλοιπα, από την προσαρμογή του αρχικού μοντέλου, εφαρμόζουμε την μέθοδο OLS για την εξίσωση (1), από όπου προκύπτει η εκτίμηση του συντελεστή αυτοσυσχέτισης 1^{ης} τάξης, $\hat{\rho}$. Στην συνέχεια πραγματοποιούμε τους μετασχηματισμούς των y_t^* , $x_{t,1}^*$ και $x_{t,2}^*$ (χρησιμοποιώντας τον όρο $\hat{\rho}$) και με βάση αυτές τις μεταβλητές προσαρμόζουμε το μοντέλο της εξίσωσης (5). Οι εκτιμήσεις των β_1 και β_2 της σχέσης (5), $\hat{\beta}_1^*$ και $\hat{\beta}_2^*$, αντικαθίστώνται απευθείας στην αρχική σχέση ενώ η εκτίμηση του β_0 , $\hat{\beta}_0^*$, θα πρέπει πρώτα να διαιρεθεί με την ποσότητα $(1 - \hat{\rho})$ ⁷⁴.

Ο πίνακας 5.1.2 συγκεντρώνει τα αποτελέσματα της διαδικασίας Cochrane-Orcutt⁷⁵:

⁷⁴ Παρατηρήστε πως για τον συμβολισμό των εκτιμήσεων που λαμβάνουμε από την προσαρμογή του μοντέλου των μετασχηματισμένων μεταβλητών ($\hat{\beta}_0^*$, $\hat{\beta}_1^*$ και $\hat{\beta}_2^*$) χρησιμοποιούμε αστερίσκο για να τους ξεχωρίζουμε από τις εκτιμήσεις που λάβαμε από την προσαρμογή της αρχικής παλινδρόμησης ($\hat{\beta}_0$, $\hat{\beta}_1$ και $\hat{\beta}_2$).

⁷⁵ Για την διεξαγωγή της διαδικασίας Cochrane-Orcutt χρησιμοποιήθηκε το στατιστικό πακέτο Minitab 17.

Χώρα	$\ln A$	t-stat	α	t-stat	β	t-stat	DW-stat
Ελλάδα	0.056	0.16	0.656	9.65	0.378	4.10	2.127
Ιταλία	-1.256	-2.31	0.478	2.25	0.663	3.05	0.832
Ισπανία	0.382	1.37	0.624	5.75	0.331	3.00	1.375
Πορτογαλία	0.516	1.18	0.548	5.88	0.355	2.84	1.357

Πίνακας 5.1.2: Αποτελέσματα Διαδικασίας Cochrane-Orcutt.

Επομένως, οι «τελικές» εκτιμημένες εξισώσεις, ανά οικονομία, είναι οι ακόλουθες:

- Ελλάδα: $\ln Y(t) = 0,056 + 0,656 \ln L(t) + 0,378 \ln K(t)$
- Ιταλία: $\ln Y(t) = -1,256 + 0,478 \ln L(t) + 0,663 \ln K(t)$
- Ισπανία: $\ln Y(t) = 0,382 + 0,624 \ln L(t) + 0,331 \ln K(t)$
- Πορτογαλία: $\ln Y(t) = 0,516 + 0,548 \ln L(t) + 0,355 \ln K(t)$

Παρατηρούμε πως οι εκτιμημένες παράμετροι, α και β (δηλαδή οι εκτιμήσεις $\hat{\beta}_1^*$ και $\hat{\beta}_2^*$), των ανεξάρτητων μεταβλητών του υποδείγματος, $\ln L(t)$ και $\ln K(t)$, είναι, σε όλες τις περιπτώσεις, στατιστικά σημαντικές, θεωρώντας επίπεδο σημαντικότητας $\alpha = 0,05^{76}$.

Όσον αφορά, το σταθερό όρο (intercept) του μοντέλου, $\ln A$ (δηλαδή την ποσότητα $\hat{\beta}_0^*/(1 - \hat{\rho})$), σε όλες τις περιπτώσεις εμφανίζεται, θεωρώντας επίπεδο σημαντικότητας $\alpha = 0,01$ στατιστικά μη σημαντικός. Πάντως, θα πρέπει να σημειωθεί πως, συνήθως, ο σταθερός όρος του υποδείγματος δεν συγκεντρώνει έντονο ενδιαφέρον και για αυτό τον λόγο σπάνια εξετάζεται και, σχεδόν πάντα, συμπεριλαμβάνεται στο μοντέλο ανεξάρτητα από τη στατιστική σημαντικότητά του (Οικονόμου και Καρόνη, 2010).

Επιπλέον, εύκολα παρατηρείται πως οι τιμές που λαμβάνει ο στατιστικός έλεγχος Durbin-Watson (για την προσαρμογή των μοντέλων για τις μετασχηματισμένες μεταβλητές) λαμβάνει τιμές πολύ πιο κοντά στο 2 σε σχέση με το αρχικό μοντέλο, γεγονός που υποδεικνύει πως η υπόθεση της μη ύπαρξης αυτοσυσχέτισης μεταξύ των υπολοίπων ικανοποιείται σε πολύ μεγαλύτερο βαθμό από ότι προηγουμένως⁷⁷. Έτσι, θεωρείται ότι το υπόδειγμα δεν παρουσιάζει κάποιο σημαντικό οικονομετρικό πρόβλημα που να θέτει σε κίνδυνο την αξιοπιστία του και για αυτό τον λόγο προχωρούμε στην εκτίμηση της τεχνολογικής αλλαγής, καθώς επίσης και των ρυθμών μεγέθυνσης της παραγωγικότητας της εργασίας και του κεφαλαίου.

⁷⁶ Μόνο εάν θεωρηθεί επίπεδο σημαντικότητας $\alpha = 0,01$ η παράμετρος α στην εξίσωση της Ιταλίας εμφανίζεται στατιστικά μη σημαντική (όπως και προηγουμένως).

⁷⁷ Ωστόσο, ακόμη και με την εφαρμογή της διαδικασίας Cochrane-Orcutt, τα υπόλοιπα για την περίπτωση της Ιταλίας φαίνεται να διατηρούν μια θετική αυτοσυσχέτιση. Μια πιθανή αιτία του γιατί συμβαίνει αυτό είναι η ύπαρξη αυτοσυσχέτισης υψηλότερων τάξεων.

5.2 Εκτίμηση Τεχνολογικής Αλλαγής

Αρχικά, υπολογίζονται οι ρυθμοί μεταβολής του προϊόντος, της εργασίας και του κεφαλαίου για την εξεταζόμενη περίοδο (ως μέσοι όροι των διακριτών ετήσιων ποσοστιαίων μεταβολών τους) και, στην συνέχεια, με την βοήθεια των εκτιμημένων α και β (του πίνακα 5.1.2), υπολογίζεται και ο ρυθμός μεταβολής της μεταβλητής T.F.P. σύμφωνα με την γνωστή σχέση:

$$\frac{\Delta A}{A(t)} = \frac{\Delta Y}{Y(t)} - \alpha \frac{\Delta L}{L(t)} - \beta \frac{\Delta K}{K(t)}$$

αφού, πλέον, η μόνη άγνωστη μεταβλητή είναι ο ρυθμός μεταβολής του A .

Τέλος, υπολογίζονται ο ρυθμός μεταβολής της παραγωγικότητας της εργασίας και ο ρυθμός μεταβολής της παραγωγικότητας του κεφαλαίου, σύμφωνα με τους τύπους (9) και (10), αντίστοιχα, οι οποίοι παρουσιάστηκαν στην παράγραφο 3.2.2⁷⁸. Οι παραπάνω υπολογισμοί συνοψίζονται στον πίνακα 5.2.1:

Χώρα	$\alpha + \beta$	\dot{Y}/Y	\dot{L}/L	\dot{K}/K	$g_{\dot{L}}$	$g_{\dot{K}}$	\dot{A}/A
Ελλάδα	1.034	0.0678	0.0746	0.0594	-0.0068	0.0084	-0.00363
Ιταλία	1.141	0.0611	0.0546	0.0570	0.0065	0.0040	-0.00283
Ισπανία	0.955	0.0729	0.0710	0.0745	0.0018	-0.0015	0.00393
Πορτογαλία	0.903	0.0789	0.0759	0.0747	0.0029	0.0042	0.01076

Πίνακας 5.2.1: Ρυθμοί Μεταβολής προϊόντος, εργασίας, κεφαλαίου, παραγωγικότητας της εργασίας, παραγωγικότητας του κεφαλαίου και συνολικής παραγωγικότητας των συντελεστών παραγωγής (T.F.P.).

Στον παραπάνω πίνακα παρουσιάζεται, εκτός όλων όσων αναφέρθηκαν προηγουμένως, και ο υπολογισμός του αθροίσματος $\alpha + \beta$. Τούτο συμβαίνει διότι για την συνάρτηση παραγωγής που έχει υποθεθεί (Cobb-Douglas με ουδέτερη κατά Hicksteχνική πρόοδο) το συγκεκριμένο μέγεθος εκφράζει το «είδος» των αποδόσεων κλίμακας μιας οικονομίας. Πιο συγκεκριμένα, για την συνάρτηση, $Y = AL^\alpha K^\beta$:

- i. Αν ισχύει: $\alpha + \beta > 0$, τότε η οικονομία χαρακτηρίζεται από αύξουσες αποδόσεις κλίμακας (increasing return to scale) ως προς τους συντελεστές παραγωγής. Αυτό σημαίνει πως μια αύξηση κατά ένα ποσοστό των εισροών έχει ως αποτέλεσμα αύξηση της εκροής κατά ένα μεγαλύτερο ποσοστό.
- ii. Αν ισχύει: $\alpha + \beta = 0$, τότε η οικονομία χαρακτηρίζεται από σταθερές αποδόσεις κλίμακας (constant return to scale) ως προς τους συντελεστές παραγωγής. Αυτό σημαίνει πως μια αύξηση κατά ένα ποσοστό των εισροών αποφέρει αύξηση της εκροής κατά το ίδιο ποσοστό.

⁷⁸ Παρατηρείστε πως μόνο για τον υπολογισμό του ρυθμού μεταβολής της μεταβλητής T.F.P. απαιτείται η γνώση των τιμών των εκτιμημένων α και β .

- iii. Αν ισχύει: $\alpha + \beta < 0$, τότε η οικονομία χαρακτηρίζεται από φθίνουσες αποδόσεις κλίμακας (decreasing return to scale) ως προς τους συντελεστές παραγωγής. Αυτό σημαίνει πως μια αύξηση κατά ένα ποσοστό των εισροών αποφέρει αύξηση της εκροής κατά ένα μικρότερο ποσοστό.

Παρατηρούμε πως, για την εξεταζόμενη χρονική περίοδο, οι οικονομίες της Ισπανίας και της Πορτογαλίας χαρακτηρίζονται από ελαφρώς φθίνουσες αποδόσεις κλίμακας (με το άθροισμα $\alpha + \beta$ να λαμβάνει τιμές 0,955 και 0,903 αντίστοιχα), ενώ οι οικονομίες της Ελλάδας και της Ιταλίας παρουσιάζουν ελαφρώς αύξουσες αποδόσεις κλίμακας (με το άθροισμα $\alpha + \beta$ να λαμβάνει τιμές 1,034 και 1,141 αντίστοιχα).

Ο μέσος ετήσιος ρυθμός μεγέθυνσης του προϊόντος για την περίοδο 1980-2006 είναι: 6,78% για την Ελλάδα, 6,11% για την Ιταλία, 7,29% για την Ισπανία και 7,89% για την Πορτογαλία. Ο μέσος ετήσιος ρυθμός μεγέθυνσης της εργασίας για την εξεταζόμενη περίοδο είναι: 7,46% για την Ελλάδα, 5,46% για την Ιταλία, 7,1% για την Ισπανία και 7,59% για την Πορτογαλία. Ο μέσος ετήσιος ρυθμός μεγέθυνσης του κεφαλαίου είναι: 5,94% για την Ελλάδα, 5,7% για την Ιταλία, 7,45% για την Ισπανία και 7,47% για την Πορτογαλία.

Επιπλέον, ο ρυθμός μεγέθυνσης της παραγωγικότητας της εργασίας για την περίοδο 1980-2006 είναι: -0,68% για την Ελλάδα, 0,65% για την Ιταλία, 0,18% για την Ισπανία και 0,29% για την Πορτογαλία, ενώ ο ρυθμός μεγέθυνσης της παραγωγικότητας του κεφαλαίου είναι: 0,84% για την Ελλάδα, 0,4% για την Ιταλία, 0,15% για την Ισπανία και 0,42% για την Πορτογαλία. Τέλος, ο ρυθμός μεγέθυνσης της συνολικής παραγωγικότητας των συντελεστών παραγωγής (T.F.P.) είναι: -0,363% για την Ελλάδα, -0,283% για την Ιταλία, 0,393% για την Ισπανία και 1,076% για την Πορτογαλία. Επομένως, παρατηρώντας τους μέσους ρυθμούς μεγέθυνσης της Συνολικής Παραγωγικότητας των Συντελεστών Παραγωγής (T.F.P.) για την εξεταζόμενη περίοδο, διαπιστώνουμε πως, για τις Ελλάδα, Ιταλία και Ισπανία, η συγκεκριμένη μεταβλητή έχει παραμείνει, πρακτικά, αμετάβλητη. Δηλαδή, η αύξηση του Α.Ε.Π. των εν λόγω οικονομιών εξηγείται, σχεδόν, πλήρως από την αύξηση της ποσότητας των παραγωγικών συντελεστών, δηλαδή των εισροών στην συνάρτηση παραγωγής των οικονομιών τους. Μόνο για την Πορτογαλία θα μπορούσε να υποστηριχθεί πως, για την περίοδο 1980-2006, επετεύχθη μια μικρή μεν αλλά θετική αύξηση της συνολικής παραγωγικότητας των συντελεστών παραγωγής (της τάξης του 1,1% περίπου το χρόνο).

Το Κέντρο Μεγέθυνσης και Ανάπτυξης του (πανεπιστήμιου του) Groningen (Groningen Growth and Development Center) έχει δημοσιοποιήσει μια βάση δεδομένων (Total Economy Growth Accounting Database, 2005) που περιλαμβάνει, μεταξύ άλλων οικονομιών, και τις PIGS. Με την πραγματοποίηση ενός απλού υπολογισμού, ο μέσος ρυθμός μεγέθυνσης της συνολικής παραγωγικότητας των συντελεστών παραγωγής, για την περίοδο 1980-2004, προκύπτει: 0,8% για την Ελλάδα, 0,2% για την Ιταλία, 0,5% για την Ισπανία και

1% για την Πορτογαλία, ενώ για την ευρωπαϊκή ένωση (των 15) 0,9%. Εύκολα παρατηρείται πως για τις οικονομίες της Ισπανίας και της Πορτογαλίας υπάρχει σχεδόν απόλυτη συμφωνία ανάμεσα στις δυο εργασίες, ενώ η παρούσα έρευνα τείνει να υποεκτιμά (όχι σημαντικά όμως) τον ρυθμό μεταβολής της συνολικής παραγωγικότητας των συντελεστών παραγωγής για τις οικονομίες της Ελλάδας και της Ιταλίας, σε σχέση με αυτήν του πανεπιστημίου του Groningen⁷⁹. Επιπλέον, αν συγκρίνουμε τις τιμές που προέκυψαν από την παρούσα διπλωματική με τον μέσο ρυθμό μεγέθυνσης της μεταβλητής T.F.P. της ευρωπαϊκής ένωσης (της εργασίας του πανεπιστημίου του Groningen) διαπιστώνουμε πως μόνο η Πορτογαλία σημειώνει (ελαφρώς) υψηλότερους ρυθμούς μεγέθυνσης της μεταβλητής T.F.P. για την εξεταζόμενη περίοδο. Επομένως, για την περίπτωση της Πορτογαλίας, τα αποτελέσματα δεν αφήνουν ίχνος αμφιβολίας: Η δυσχερέστερη κατάσταση στην οποία βρέθηκε κατά την τρέχουσα οικονομική κρίση, δεν οφείλεται στην αδυναμία της να υιοθετήσει νέες τεχνολογίες και να οργανώσει τους παραγωγικούς της συντελεστές με τέτοιο τρόπο, ώστε η συνολική παραγωγικότητά τους να αυξάνεται. Όσον αφορά τις υπόλοιπες εξεταζόμενες οικονομίες (Ελλάδα, Ιταλία και Ισπανία), οι οποίες σημειώνουν χαμηλότερους ρυθμούς μεγέθυνσης της μεταβλητής T.F.P., σε σχέση με αυτούς της ΕΕ, θα μπορούσε να ισχυρισθεί πως κατά ένα, μικρό ομολογουμένως ποσοστό (καθώς οι διαφορές των ρυθμών μεγέθυνσης δεν είναι μεγάλες) η τωρινή τους κατάσταση οφείλεται και στην αδυναμία τους να πραγματοποιήσουν τεχνολογικές βελτιώσεις στην διαδικασία παραγωγής τους.

⁷⁹Σημειώνεται πως τόσο η βάση δεδομένων από την οποία αντλήθηκαν τα στοιχεία όσο και η εφαρμογή της μεθοδολογίας της GrowthAccounting διαφέρουν ανάμεσα στην παρούσα εργασία και την μελέτη του πανεπιστημίου του Groningen και, ως εκ τούτου, οι μικρές διαφορές που παρουσιάζουν τα αποτελέσματά τους θα πρέπει να θεωρηθούν δεδομένες.

6 Συμπεράσματα και Μελλοντικές Επεκτάσεις

Η παρούσα διπλωματική καταπιάστηκε με την ποσοτική εκτίμηση της πραγματοποιηθείσας τεχνολογικής αλλαγής, καθώς επίσης και των ρυθμών μεγέθυνσης της παραγωγικότητας της εργασίας και του κεφαλαίου στις οικονομίες των PIGS (Ελλάδα, Ιταλία, Ισπανία και Πορτογαλία) για την χρονική περίοδο 1980-2006.

Για τον σκοπό αυτό εφαρμόστηκε η τεχνική Growth Accounting, σύμφωνα με την οποία ο ρυθμός μεγέθυνσης μιας οικονομίας «αποσυντίθεται» σε δύο συνιστώσες: η μια συνιστώσα αφορά το μέρος της μεγέθυνσης το οποίο εξηγείται από την αύξηση της ποσότητας των εισροών της συνάρτησης παραγωγής της οικονομίας και η άλλη συνιστώσα αφορά το μέρος της μεγέθυνσης το οποίο εξηγείται από όλους τους άλλους παράγοντες που επηρεάζουν την μεγέθυνση. Για την εφαρμογή της μεθόδου χρησιμοποιήθηκαν διαθέσιμα στοιχεία από την ετήσια μακροοικονομική βάση δεδομένων της ευρωπαϊκής επιτροπής (AMECO, 2016).

Τα αποτελέσματα της έρευνας έδειξαν πως το τεχνολογικό επίπεδο της Ελλάδας, Ιταλίας και Ισπανίας - εκφρασμένο από την Συνολική Παραγωγικότητα των Συντελεστών Παραγωγής (Total Factor Productivity, T.F.P.) - έχει μείνει, πρακτικά, αμετάβλητο και, επομένως, η αύξηση του Α.Ε.Π. που παρατηρήθηκε σε αυτές τις χώρες αποδίδεται εξ ολοκλήρου στην αύξηση της ποσότητας των συντελεστών παραγωγής, δηλαδή της εργασίας και του φυσικού κεφαλαίου. Αντίθετα, ο μέσος ρυθμός μεγέθυνσης της συνολικής παραγωγικότητας των συντελεστών παραγωγής για την Πορτογαλία υπολογίστηκε στα ίδια επίπεδα με αυτά της ευρωπαϊκής ένωσης (περίπου 1%).

Ορισμένες πιθανές μελλοντικές επεκτάσεις της διπλωματικής θα μπορούσε να είναι η εφαρμογή της ίδιας μεθοδολογίας σε ένα μεγαλύτερο αριθμό χωρών (για παράδειγμα στις χώρες της Ευρωζώνης, της Ευρωπαϊκής Ένωσης ή/και του Ο.Ο.Σ.Α.) ή/και η τροποποίηση της χρησιμοποιούμενης συνάρτησης παραγωγής, έτσι ώστε να συμπεριλαμβάνει, εκτός από το φυσικό κεφάλαιο και την εργασία, και το ανθρώπινο κεφάλαιο. Επιπλέον, ιδιαίτερο ενδιαφέρον θα εμφάνιζε μια εφαρμογή της μεθόδου όχι για το σύνολο των εξεταζόμενων οικονομιών αλλά ανά κλάδο οικονομικής δραστηριότητας. Τέλος και σε συνέχεια με τα ευρήματα της παρούσας έρευνας, μεγάλο ενδιαφέρον θα είχε μια μελέτη που θα καταπιανόταν με τα ερωτήματα περί οικονομικής σύγκλισης μεταξύ των χωρών του ευρωπαϊκού νότου και των τεχνολογικά πιο προηγμένων ευρωπαϊκών κρατών του βορρά.

Βιβλιογραφία

- Annual Macro-Economic Database, AMECO (2016). Ανάκτηση στοιχείων: 3/11/2016 από: http://ec.europa.eu/economy_finance/ameco/user/serie/SelectSerie.cfm
- Investing.com*. Ανάκτηση στοιχείων: 3/11/2016 από Investing.com: <http://www.investing.com>
- Abramovitz M. (1956). Resource and Output Trends in the United States Since 1870. *Papers and Proceedings of the American Economic Association*, pp. 5-23.
- Barro R., Sala-i-Martin X. (1992). Convergence. *Journal of Political Economy* 100 (2), pp. 223-251.
- Barro R., Sala-i-Martin X. (2004). *Economic Growth*. The MIT Press.
- Baumol W. J. (1986). Productivity Growth, Convergence, and Welfare: What the Long-Run Data Show. *The American Economic Review*, vol. 76, no. 5, pp. 1072-1085.
- Belegri-Roboli A., Michaelides P. G. (2006). Athena i, Panayotis G. (), “Measuring Technological Change in Greece. *Journal of Technology Transfer*, 31, pp. 663–671.
- Bernard A., Durlauf S. (1995). Convergence in International Output. *Journal of Applied Econometrics* 10, pp. 97-108.
- Blanchard O., Johnson D. R. (2013). *Macroeconomics*. Pearson Education.
- Borensztein E., Ostry D. J. (1996). Accounting for China’s growth performance. *American Economic Review*, 86(2), pp. 224– 228.
- Bosworth B., Collins S. M. (2007). Accounting for growth: comparing China and India. *N.B.E.R. Working Papers Series*.
- Chow G. (1993). Capital formation and economic growth in China. *Quarterly Journal of Economics*, 108(3), pp. 809– 842.
- De Long B. J. (1987). *Have Productivity Levels Converged?: Productivity Growth, Convergence, and Welfare in the very Long Run*. N.B.E.R. Working Paper Series.
- Denison E. (1967). *Why Growth Rates Differ: Post-War Experience in Nine Western Countries*. The Brookings Institution.
- Domar E. (1946, Apr). Capital Expansion, Rate of Growth, and Employment. *Econometrica*, Vol. 14, No. 2, pp. 137-147.
- Domar E. (1947, Mar.). Expansion and Employment. *The American Economic Review*, Vol. 37, No. 1, pp. 34-55.
- Felipe J. (1997). Total Factor Productivity growth in East Asia: a critical survey. *Economics and Development Resource Center Report Series no. 65*.

- Griliches Z. (1988). Productivity Puzzles and R&D: Another Nonexplanation. *Journal of Economic Perspectives*, vol. 2, no. 4, pp. 9-21.
- Groningen Growth and Development Centre (2005, Ιούνιος). Ανάκτηση στοιχείων: 3/11/2016, από: <http://www.rug.nl/feb/research/institutes/ggdc/data/total-economy-growth-accounting-database>
- Harrod R. (1939). An Essay in Dynamic Theory. *Economic Journal*, vol. 49, pp. 14-31.
- Harrod R. (1948). *Towards a Dynamic Economics: Some recent developments of economic theory and their application to policy*. London: Macmillan.
- Hu Z. L., Khan M. S. (1997). Why is China growing so fast? *I.M.F. Staff Papers*.
- Hulten C. (1992). *Growth accounting when technical change is embodied in capital*. N.B.E.R. Working Paper Series.
- Hulten C. R. (2000). *Total Factor Productivity: a short biography*. N.B.E.R. Working Papers Series.
- Hywel G. Jones. (1993). *Εισαγωγή στις σύγχρονες θεωρίες οικονομικής μεγέθυνσης*. Αθήνα: Κριτική.
- Jones Charles I. (1998). *Introduction to economic growth*. W. W. Norton.
- Jorgenson D. W. (1988). Productivity and Postwar U.S. Economic Growth. *Journal of Economic Perspectives*, vol. 2, no. 4, pp. 23-41.
- Jorgenson D. W., Griliches Z. (1967). *The Review of Economic Studies*, Vol. 34, No. 3, pp. 249-83.
- Krugman P. (1994, Nov./Dec.). The Myth of Asia's Miracle. *Foreign Affairs*, 73:6, p. 62.
- Lucas E. R. (1988). On the Mechanics of Economic Development. *Journal of Monetary Economics*, 22, pp. 3-42.
- Lucas R. E. Jr. (1990). Why Doesn't Capital Flow from Rich to Poor Countries? *American Economic Review*, vol. 80, no 2, pp. 92-96.
- Mankiw G., Romer D., Weil D. (1992). A Contribution to the empirics of economic growth. *Quarterly Journal of Economics*, vol. 107 (2), pp. 407-437.
- Michaelides P. G., Economakis G. E., Milios J. G., Maroudas L., Aggelis V. (2004). Growth and Technological Change in the Russian Economy: a Contribution to the Investigation of Russia's Economic Crisis. *Journal of Economics and Business*, vol. VII, no. 2, pp. 39-62.
- Oliner S. D., Sichel D. E. (2000). The Resurgence of Growth in the Late 1990s: Is Information Technology the Story? *The Journal of Economic Perspectives*, vol. 14, no. 4, pp. 3-22.

- Page J. (1994). The East Asian Miracle: Four Lessons for Development Policy. *N.B.E.R. Macroeconomics Annual 1994*, vol. 9.
- Piketty T. (2014). *Το κεφάλαιο στον 21^ο αιώνα*. Αθήνα: Πόλις.
- Plotnikov D. (2014). *Hysteresis in Unemployment and Jobless Recoveries*. I.M.F. Working Paper.
- Quah D. T. (1996). Twin Peaks: Growth and Convergence in Models of Distribution Dynamics. *The Economic Journal*, 106, pp. 1045-1055.
- Romer D. (1996). *Advanced Macroeconomics*. McGraw-Hill.
- Romer P. (1986, Οκτώβριος). Increasing Returns and Long-Run Growth. *Journal of Political Economy*, τόμος 94, τεύχος 5, pp. 1002-1037.
- Romer P. (1990, Οκτώβριος). Endogenous Technological Change. *Journal of Political Economy*, τόμος 98, τεύχος 5, pp. 71-102.
- Sala-i-Martin X. (1996, June). Regional Cohesion: Evidence and theories of regional growth and convergence. *European Economic Review* 40, pp. 1325-1352.
- Sala-i-Martin X. (1996, July). The Classical Approach to Convergence Analysis. *The Economic Journal*, vol. 106, no. 437, pp. 1019-1036.
- Solow R. (1956). A Contribution to the Theory of Economic Growth. *Quarterly Journal of Economics*, pp. 65-94.
- Solow R. (1957). Technical Change and the Aggregate Production Function. *Review of Economics and Statistics*, vol. 39, pp. 312-320.
- Swan T. (1956). Economic Growth and Capital Accumulation. *The Economic Record*, 32, pp. 334-361.
- Thirlwall A. P. (2001). *Μεγέθυνση και ανάπτυξη*. Παπαζήση.
- Uzawa H. (1961). Neutral Inventions and the Stability of Growth Equilibrium. *Review of Economic Studies*, pp. 117-124.
- Wang Y., Yao Y. (2003). Sources of China's economic growth 1952–1999: incorporating human capital accumulation. *China Economic Review* 14 (2003), pp. 32–52.
- Whelan K. (2000). Computers, Obsolescence, and Productivity. *Finance and Economics Discussion Series; no. 2000-06*.
- Young A. (1995). The tyranny of numbers: confronting the statistical realities of the East Asian growth experience. *The Quarterly Journal of Economics* 110 (3), pp. 641-680.
- Zinkina J., Korotayev A. (2014). Explosive population growth in tropical Africa: Crucial omission in development forecasts – emerging risks and way out. *World Futures*, 70, pp. 120–139.

Θεοχαράκης Ν., Τσερκέζης Λ. (2009). Σημειώσεις στη Θεωρία της Οικονομικής Μεγέθυνσης. Ε.Κ.Π.Α., Τμήμα Οικονομικών Επιστημών, Τομέας Πολιτικής Οικονομίας.

Οικονόμου Π., Καρώνη Χ. (2010). *Στατιστικά Μοντέλα Παλινδρόμησης*. Συμεών.

Ρέππας Α. Π. (2015). *Οικονομική Ανάπτυξη: θεωρίες και στρατηγικές*. Αθήνα: Παπαζήση.

Παράρτημα

Η συνάρτηση που χρησιμοποιήθηκε είναι Cobb-Douglas με labor-augmented τεχνολογία ($Y = K^\alpha (AL)^{1-\alpha}$), της οποίας η εντατική μορφή είναι η: $f(k) = k^\alpha$. Οι τιμές που επιλέχθηκαν για το A και το α είναι 1 και $\frac{1}{3}$, αντίστοιχα. Τα δεδομένα του L και του K που χρησιμοποιήθηκαν παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα:

L	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
K	0	2.5	5	7.5	10	12.5	15	17.5	20	22.5	25	27.5	30	32.5	35	37.5
L	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	
K	40	42.5	45	47.5	50	52.5	55	57.5	60	62.5	65	67.5	70	72.5	75	

Πίνακας Παραρτήματος: Αριθμητικά Δεδομένα Εργασίας και Κεφαλαίου.