

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΩΣ  
ΤΜΗΜΑ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗΣ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ



ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ  
ΣΤΗΝ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΚΑΙ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΗ ΣΤΡΑΤΗΓΙΚΗ

Διερεύνηση Σχέσεων Συνολοκλήρωσης και Αιτιότητας  
του Ρυθμού Ανάπτυξης με Διάφορες Μακροοικονομικές  
Μεταβλητές στο Νεοκλασικό Υπόδειγμα Swan – Solow

Πέλλας Ανάργυρος Πανορμίτης

Διπλωματική Εργασία υποβληθείσα στο Τμήμα Οικονομικών Επιστημών του Πανεπιστημίου  
Πειραιώς ως μέρος των απαιτήσεων για την απόκτηση Μεταπτυχιακού Διπλώματος Ειδίκευσης στην  
Οικονομική και Επιχειρησιακή Στρατηγική

Πειραιάς, Ιούλιος 2022



UNIVERSITY OF PIRAEUS  
DEPARTMENT OF ECONOMICS



MASTER PROGRAM IN  
ECONOMIC AND BUSINESS STRATEGY

Research on The Relationships of Cointegration and  
Causality of the Growth Rate with Various  
Macroeconomic Variables in the Neoclassical Swan –  
Solow Model

Pellas Anargyros Panormitis

Master Thesis submitted to the Department of Economics of the University of Piraeus in partial fulfillment of the requirements for the degree of Master of Arts in Economic and Business Strategy

Piraeus, Greece, July 2012



*Στην οικογένειά μου*

*Στους φίλους μου*



## Ευχαριστίες

Στο πλαίσιο συγγραφής της παρούσας εργασίας, θα ήθελα να ευχαριστήσω τον επιβλέποντα καθηγητή κ. Χρήστο Αγιακλόγλου, για τις συμβουλές του, την καθοδήγηση και τις γνώσεις που μου πρόσφερε. Θα ήθελα επίσης να ευχαριστήσω τους γονείς μου, Δημήτρη και Χαρούλα, την αδερφή μου, Άννα, και τους φίλους μου για την θερμή υποστήριξή τους.





# Διερεύνηση Σχέσεων Συνολοκλήρωσης και Αιτιότητας του Ρυθμού Ανάπτυξης με Διάφορες Μακροοικονομικές Μεταβλητές στο Νεοκλασικό Υπόδειγμα Swan – Solow

Σημαντικοί Όροι: Ακαθάριστο Εγχώριο Προϊόν, Υπόδειγμα Swan – Solow, Χρονοσειρές, Δεδομένα Panel, Στασιμότητα, Έλεγχος Μοναδιαίας Ρίζας, Συνολοκλήρωση, Αιτιότητα κατά Granger

## Περίληψη

Ο σκοπός της παρούσας εργασίας είναι η διερεύνηση της συνολοκλήρωσης και της αιτιότητας του ρυθμού ανάπτυξης του πραγματικού κατά κεφαλήν Ακαθάριστου Εγχώριου Προϊόντος, με μακροοικονομικές μεταβλητές οι οποίες αντλήθηκαν με βάση το νεοκλασικό υπόδειγμα μακροχρόνιας ισορροπίας των Swan – Solow. Αρχικά αναλύονται οι σχολές μακροοικονομικής σκέψης και παρουσιάζονται οι βασικές κατηγορίες μακροοικονομικών υποδειγμάτων, καθώς και οι βασικές έννοιες του Ακαθάριστου Εγχώριου Προϊόντος. Στη συνέχεια αναλύονται τα υποδείγματα μακροχρόνιας ισορροπίας των Harrod – Domar και των Swan – Solow, το οποίο αποτελεί εξέλιξη του πρώτου. Στο τελευταίο μέρος της εργασίας ερευνάται η στασιμότητα, η συνολοκλήρωση και η αιτιότητα κατά Granger σε δεδομένα Panel που αποτελούνται από 7 χώρες της νότιας Ευρώπης για τα έτη 1996 μέχρι 2020. Για τον καθορισμό της στασιμότητας χρησιμοποιείται ο έλεγχος μοναδιαίας ρίζας Levin – Lin – Chu. Έπειτα χρησιμοποιείται ο έλεγχος του Westerlund για την εύρεση της συνολοκλήρωσης των μεταβλητών, τα αποτελέσματα του οποίου επαληθεύουν την ύπαρξη μακροχρόνιας σύγκλισης μεταξύ του ρυθμού ανάπτυξης του πραγματικού κατά κεφαλήν ΑΕΠ και των υπολοίπων μεταβλητών του υποδείγματος Swan – Solow. Τέλος ερευνάται η αιτιότητα κατά Granger μεταξύ των μεταβλητών, με τη μέθοδο των Juodis, Karavias και Sarafidis.



# Research on The Relationships of Cointegration and Causality of the Growth Rate with Various Macroeconomic Variables in the Neoclassical Swan – Solow Model

Keywords: GDP, Swan – Solow Model, Time series, Panel Data, Stationarity, Unit – Root Test, Cointegration, Granger Causality

## Abstract

The purpose of this paper is to research the cointegration and the causality of the growth rate of the real Per capita Gross Domestic Product, with macroeconomic variables drawn on the basis of the neoclassical Swan – Solow model of long – term equilibrium. Initially, the schools of macroeconomic thought are analyzed and the main categories of macroeconomic models are presented, as well as the basic concepts of Gross Domestic Product. The long-term equilibrium models of Harrod – Domar and Swan – Solow are then analyzed, where the latter is considered an evolution of the former. In the last part of the paper, stationarity, cointegration and Granger causality are investigated in Panel data consisting of 7 southern European countries for the years 1996 to 2020. To determine stationarity, the Levin – Lin – Chu unit root test is used. Westerlund's test is then used to find the cointegration of the variables, the results of which verify the existence of a long-term convergence between the growth rate of real GDP per capita and the rest of the variables of the Swan – Solow model. Finally, granger causality between variables is investigated, using the method of Juodis, Karavias and Sarafidis.



## Περιεχόμενα

Περίληψη .....	ix
Abstract .....	xi
Κατάλογος Πινάκων .....	xvii
Κατάλογος Διαγραμμάτων .....	xix
Κεφάλαιο 1: Βασικές Μακροοικονομικές έννοιες .....	1
1.1 Εισαγωγή .....	1
1.2 Μακροοικονομικές Σχολές Οικονομικής Σκέψης .....	2
1.2.1 Κλασσική .....	3
1.2.2 Κεϋνσιανή .....	4
1.2.3 Νεοκεϋνσιανή .....	6
1.2.4 Νεοκλασσική .....	6
1.2.5 Αυστριακή .....	7
1.2.6 Μονεταριστική .....	8
1.2.7 Νέα-Κλασσική .....	10
1.2.8 Νέα-Κεϋνσιανή .....	11
1.3 Κατηγορίες Μακροοικονομικών Υποδειγμάτων .....	12
1.3.1 Απλά Θεωρητικά Υποδείγματα .....	13
1.3.2 Εμπειρικά Υποδείγματα Προβλέψεων .....	14
1.3.3 Δυναμικά Στοχαστικά Υποδείγματα Γενικής Ισορροπίας .....	14
1.3.4 Οικονομικά Υποδείγματα Βασισμένα σε Αυτόνομους Παράγοντες .....	15
1.4 Η έννοια του Ακαθάριστου Εθνικού Προϊόντος .....	17
1.5 Μέθοδοι Υπολογισμού του ΑΕΠ .....	18
1.5.1 Η Μέθοδος Παραγωγής .....	19

1.5.2 Η Μέθοδος Εισοδήματος.....	20
1.5.3 Η Μέθοδος Δαπάνης .....	20
1.6 Ακαθάριστο Εθνικό Προϊόν .....	23
1.7 Ονομαστικό και Πραγματικό ΑΕΠ .....	24
1.8 Ανακεφαλαίωση.....	25
Κεφάλαιο 2: Δυναμικά Υποδείγματα Μακροχρόνιας Ισορροπίας.....	26
2.1 Εισαγωγή .....	26
2.2 Υπόδειγμα Harrod – Domar .....	26
2.2.1 Η Ανάλυση του Harrod .....	27
2.2.2 Η Ανάλυση του Domar .....	28
2.2.3 Κριτικές στο Υπόδειγμα Harrod – Domar .....	31
2.3 Υπόδειγμα Swan – Solow.....	33
2.3.1 Μαθηματική Εφαρμογή .....	34
2.3.2 Σύγκλιση στο Υπόδειγμα.....	36
2.3.3 Ενσωματώνοντας την Τεχνολογική Πρόοδο .....	38
2.3.4 Ο Χρυσός Κανόνας Συσσώρευσης Κεφαλαίου .....	40
2.4 Ανακεφαλαίωση.....	41
Κεφάλαιο 3: Διαδικασία Της Έρευνας.....	42
3.1 Εισαγωγή .....	42
3.2 Δεδομένα Panel.....	43
3.3 Στασιμότητα.....	44
3.4 Ο Έλεγχος Μοναδιαίας Ρίζας .....	45
3.5 Συνολοκλήρωση .....	51

3.6 Έλεγχοι Συνολοκλήρωσης.....	51
3.6.1 Συνολοκλήρωση Χρονοσειρών .....	51
3.6.2 Συνολοκλήρωση Δεδομένων Panel .....	53
3.7 Αιτιότητα Κατά Granger.....	55
3.8 Έλεγχος Αιτιότητας Κατά Granger .....	56
3.8.1 Έλεγχος Αιτιότητας Στις Χρονοσειρές.....	57
3.8.2 Έλεγχος Αιτιότητας Στα Δεδομένα Panel .....	57
3.9 Ανακεφαλαίωση.....	60
Κεφάλαιο 4: Εμπειρική Εφαρμογή.....	61
4.1 Εισαγωγή .....	61
4.2 Παρουσίαση Δεδομένων.....	62
4.3 Διαδικασία Επιλογής Μοντέλου.....	64
4.4 Έλεγχος Στασιμότητας .....	70
4.5 Έλεγχος Συνολοκλήρωσης .....	73
4.6 Έλεγχος Αιτιότητας .....	74
4.7 Συμπεράσματα .....	78
4.8 Ανακεφαλαίωση.....	79
Βιβλιογραφία .....	81





## Κατάλογος Πινάκων

4.1 Έλεγχος Πολυσυγγραμμικότητας.....	65
4.2 Έλεγχος Ετεροσκεδαστικότητας.....	65
4.3 Έλεγχος Πολυσυγγραμμικότητας.....	66
4.4 Έλεγχος Αυτοσυσχέτισης.....	66
4.5 Έλεγχος Hausman.....	68
4.6 Σύγκριση Υποδειγμάτων.....	69
4.7 Στιβαρή Παλινδρόμηση Σταθερών Επιδράσεων.....	70
4.8 Έλεγχος Μοναδιαίας Ρίζας Μεταβλητής gt.....	71
4.9 Έλεγχος Μοναδιαίας Ρίζας Μεταβλητής st.....	71
4.10 Έλεγχος Μοναδιαίας Ρίζας Μεταβλητής nt.....	72
4.11 Έλεγχος Μοναδιαίας Ρίζας Καταλοίπων.....	72
4.12 Έλεγχος Συνολοκλήρωσης.....	73
4.13 Έλεγχος Αιτιότητας st → gt.....	75
4.14 Έλεγχος Αιτιότητας nt → gt.....	75
4.15 Έλεγχος Αιτιότητας gt → st.....	76
4.16 Έλεγχος Αιτιότητας nt → st.....	76
4.17 Έλεγχος Αιτιότητας gt → nt.....	77
4.18 Έλεγχος Αιτιότητας st → nt.....	77
4.19 Σύνοψη Ελέγχων Αιτιότητας Κατά Granger.....	78



## Κατάλογος Διαγραμμάτων

2.1 Ισορροπία σταθερής κατάστασης.....	37
2.2 Ισορροπία με τεχνολογική πρόοδο.....	39
4.1 Ρυθμός Μεταβολής Πραγματικού Κατά κεφαλήν ΑΕΠ.....	62
4.2 Ρυθμός Μεταβολής Επένδυσης.....	63
4.3 Ρυθμός Μεταβολής Εργατικού Δυναμικού.....	64
4.4 Έλεγχος Ακραίων Παρατηρήσεων.....	67



# Κεφάλαιο 1

## Βασικές Μακροοικονομικές έννοιες

### 1.1 Εισαγωγή

Η μακροοικονομική επιστήμη μελετά τη δομή και τη συμπεριφορά μιας οικονομίας στην ολότητά της. Εξετάζει συνολικά τον τρόπο με τον οποίο μια οικονομία λειτουργεί και έπειτα αναλύει το πώς αλληλοεπιδρούν οι μεμονωμένοι κλάδοι της, καθώς και πώς αυτές οι αλληλεπιδράσεις εξηγούν τη συνολική της λειτουργία. Συγκεκριμένα, η μακροοικονομία ασχολείται με θεματικές ενότητες όπως είναι η ανεργία, ο πληθωρισμός, η επένδυση, η κατανάλωση και η ανάπτυξη, ενώ αξιοποιούνται σωρευτικές μεταβλητές, με τις πιο σημαντικές το προϊόν (το επίπεδο παραγωγής της οικονομίας), το ποσοστό ανεργίας και το ρυθμό του πληθωρισμού (Blanchard, 2011).

Οι οικονομολόγοι που μελετούν τον κλάδο της μακροοικονομίας αξιοποιούν τις μεταβλητές αυτές προκειμένου να δημιουργήσουν υποδείγματα, τα οποία ερμηνεύουν τις σχέσεις μεταξύ τους βραχυχρόνια αλλά και μακροχρόνια. Αυτό γίνεται μέσω της διαδικασίας της πρόβλεψης (forecast). Τα υποδείγματα που προκύπτουν χρησιμοποιούνται από τις κυβερνήσεις, με στόχο την αξιολόγηση των δημοσιονομικών και νομισματικών πολιτικών που εφαρμόζουν, καθώς μπορούν να ελέγξουν με τη χρήση τους το μακροχρόνιο αντίκτυπο των πολιτικών αποφάσεών τους στην οικονομία και συγκεκριμένα στις μεταβλητές που την ερμηνεύουν.

Ιστορικά η επιστήμη της μακροοικονομίας ξεκίνησε ως τμήμα της ανάλυσης των επιχειρηματικών κύκλων και της νομισματικής θεωρίας, με το έργο του Jean Charles Léonard de Sismondi (Dimand, 2008). Οι κλασσικοί οικονομολόγοι πριν του Sismondi είτε απαρνιούνταν την ύπαρξή τους (Batra, 2002), είτε τους απέδιδαν σε εξωτερικούς παράγοντες (Skousen, 1996). Η ανάλυση μακροοικονομικών όρων όμως μπορεί να βρεθεί και σε έργα των Adam Smith (1776) και John Stuart Mill (1845). Ο διαχωρισμός της από την ανάλυση των επιχειρηματικών κύκλων θεωρείται ότι ξεκίνησε με το έργο του John Maynard Keynes (1936), το οποίο αντιτίθεται στην οικονομική θεωρία των «κλασσικών οικονομικών» (Snowdon, Vane, 2005) και θέτει τα θεμέλια για τη σύγχρονη μορφή της μακροοικονομικής ανάλυσης (Blanchard, 2011). Παρόλα αυτά, ο

όρος «μακροοικονομία» θεωρείται ότι ξεκίνησε με το έργο του Νορβηγού οικονομολόγου Ragnar Frisch, ο οποίος στην ανάλυσή του το 1933 για ένα μοντέλο επιχειρηματικών κύκλων, θέτει για πρώτη φορά το νέο όρο «μακροδυναμική».

Το έργο του Keynes, σε κάθε περίπτωση, σηματοδοτεί την αφετηρία μιας νέας υποκατηγορίας της οικονομικής επιστήμης, η οποία μελετάται έκτοτε από οικονομολόγους και πανεπιστήμια τόσο σε θεωρητικό επίπεδο, όσο και σε εμπειρικό (De Vroey, Malgrange, 2011). Από αυτές τις θεωρίες και χάρη σε τροποποιήσεις του Franco Modigliani (1944), το υπόδειγμα IS – LM που δημιούργησε ο Keynes και αναθεωρήθηκε ξεχωριστά από τους Reddaway και Champernowne το 1936 (Brady, 2020), έγινε η βάση της κεϋνσιανής θεωρίας, αν και όπως αναφέρουν οι De Vroey και Malgrange, το υπόδειγμα αυτό ενσωματώνει τόσο τις θεωρίες του Keynes, όσο και θεωρίες των κλασσικών οικονομικών. Οι οικονομολόγοι που ακολούθησαν είτε επεκτάθηκαν πάνω στην κεϋνσιανή θεωρία, είτε αντιτέθηκαν σε αυτή, προτείνοντας εναλλακτικές θεωρίες, με τις οποίες δημιουργήθηκαν νέες μακροοικονομικές σχολές.

Στο κεφάλαιο αυτό παρουσιάζονται οι βασικές σχολές οικονομικής σκέψης και αναλύονται ορισμένες κατηγορίες μακροοικονομικών υποδειγμάτων. Επίσης, γίνεται ειδική αναφορά στο Ακαθάριστο Εγχώριο Προϊόν (ΑΕΠ), καθώς και στις τρεις βασικές μεθόδους προσδιορισμού του.

## 1.2 Μακροοικονομικές Σχολές Οικονομικής Σκέψης

Όπως κάθε επιστήμη που προσπαθεί να εξηγήσει τη συμπεριφορά ορισμένων φαινομένων της φύσης, έτσι και η μακροοικονομική προσπαθεί με τη χρήση θεωριών και υποδειγμάτων να εξηγήσει τη λειτουργία της αγοράς και των μελών που την απαρτίζουν. Ωστόσο η απόδειξη αυτών των θεωριών αλλά και η εφαρμογή τους δεν είναι εύκολη. Λόγω της απρόβλεπτης φύσης του ανθρωπίνου παράγοντα, κάθε καινούργια θεωρία που διατυπώνεται δεν μπορεί να εξηγήσει ή να προσδιορίσει απολύτως όλους του παράγοντες που εξηγούν το κάθε φαινόμενο που συμβαίνει στην αγορά.

Για αυτό το λόγο υπάρχουν διαφορετικές σχολές οικονομικής σκέψης οι οποίες έχουν διαφορετική άποψη για τον τρόπο με τον οποίο λειτουργεί η αγορά. Κάθε σχολή είτε επεκτείνει την ανάλυση μιας προγενέστερης, εισάγοντας καινούριους παράγοντες για να εξηγήσει την αγορά, είτε εναντιώνεται σε μία ή περισσότερες σχολές,

υποστηρίζοντας μια διαφορετική άποψη εντελώς. Αναλυτικότερα οι σχολές οικονομικής σκέψης παρουσιάζονται παρακάτω.

### 1.2.1 Κλασσική

Η κλασσική σχολή (classical school of economics) θεωρείται ότι ξεκίνησε από τη Μεγάλη Βρετανία τον 18<sup>ο</sup> αιώνα με το έργο του Adam Smith και εξελίχθηκε μέχρι και τον 19<sup>ο</sup> αιώνα από οικονομολόγους όπως ο David Ricardo, ο John Stuart Mill, ο Eugen Böhm von Bawerk, ο Jean-Baptiste Say και ο Thomas Malthus. Η δημιουργία της έγινε αμέσως μετά τη διαμόρφωση του δυτικού καπιταλισμού και της βιομηχανικής επανάστασης.

Βάση της θεωρίας αυτής αποτελεί η πλήρη απελευθέρωση της αγοράς από κάθε μορφής κρατική παρέμβαση, μια στρατηγική ευρέως γνωστή ως «laissez-faire». Συγκεκριμένα ο Adam Smith στο έργο του «Έρευνα για τη Φύση και τα Αίτια του Πλούτου των Εθνών» (An Inquiry into the Nature and Causes of the Wealth of Nations), εναντιώνεται στις απόψεις του μερκαντιλισμού, υποστηρίζοντας ότι το ελεύθερο εμπόριο και ο ελεύθερος ανταγωνισμός ήταν οι πιο αποτελεσματικοί τρόποι με τους οποίους ένα κράτος θα μπορούσε να επιτύχει οικονομική ανάπτυξη.<sup>1</sup> Μια κοινότητα δηλαδή θα ωφεληθεί περισσότερο αν τα μέλη της λειτουργούν για το δικό τους όφελος. Έτσι, στην ελεύθερη αγορά, κάθε άτομο έχει την επιλογή να παράγει προϊόντα τα οποία άλλοι θα θελήσουν να αγοράσουν και ταυτόχρονα να αγοράσει προϊόντα τα οποία χρειάζεται ο ίδιος. Έμφαση δίνεται στην ατομική επιλογή καθενός αντί για την ύπαρξη μιας κεντρικής καθοδήγησης από το κράτος.

Ο Ricardo επεκτάθηκε στη θεωρία του Smith, υποστηρίζοντας ότι η αξία ενός προϊόντος στην ελεύθερη αγορά εξαρτάται από το κόστος της εργασίας που χρειάστηκε για να παραχθεί. Βραχυχρόνια όμως η τιμή του προϊόντος εξαρτάται από τη ζήτηση και την προσφορά. Επιπλέον υποστήριζε ότι το προϊόν μιας χώρας καταμερίζεται μεταξύ τριών τάξεων: τους εργάτες, τους ιδιοκτήτες κεφαλαίου και τους ιδιοκτήτες γης, και πως λόγω της περιορισμένης παραγωγής της χώρας, μια τάξη μπορούσε να αυξήσει το μερίδιό της στο προϊόν, μόνο εις βάρος κάποιας άλλης τάξης.

---

<sup>1</sup> Ο μερκαντιλισμός ήταν σύνολο θεωριών που διατυπώθηκαν τον 16<sup>ο</sup> με τον 18<sup>ο</sup> αιώνα. Ήταν ένα σύστημα κρατικής οικοδόμησης, το οποίο θεωρούσε ότι ένα κράτος μπορούσε να αναπτυχθεί αν μεγιστοποιούσε τις καθαρές εξαγωγές του και ελαχιστοποιούσε τις καθαρές εισαγωγές, συσσωρεύοντας πολύτιμα μέταλλα, με κύριο το χρυσό.

Ένα ακόμα σημαντικό κομμάτι της θεωρίας αυτής είναι και η έννοια του συγκριτικού πλεονεκτήματος του Ricardo, η οποία εξελίσσεται πάνω στη θεωρία του απόλυτου πλεονεκτήματος του Adam Smith. Σύμφωνα με αυτήν, κάθε χώρα είναι προτιμότερο να εξειδικευτεί στα προϊόντα τα οποία μπορεί να παράγει πιο αποτελεσματικά από τις άλλες, ενώ τα υπόλοιπα να τα εισάγει. Με αυτόν τον τρόπο, όλα τα έθνη εκμεταλλεύονται την κατανομή εργασίας τους και έτσι αυξάνεται η παγκόσμια παραγωγή περισσότερο από ότι αν κάθε χώρα στόχευε να είναι αυτάρκης.

### 1.2.2 Κεϋνσιανή

Η Κεϋνσιανή σχολή (Keynesian school of economics) ασχολείται με τη συνολική δαπάνη μιας οικονομίας (η οποία αποτελεί τη συνολική της ζήτηση) και τον αντίκτυπό της στην συνολική παραγωγή (δηλαδή το ΑΕΠ) και τον πληθωρισμό. Η εξέλιξη των Κεϋνσιανών οικονομικών πηγάζει από τις θεωρίες που διατύπωσε πρώτη φορά ο John Maynard Keynes στο έργο του «The General Theory of Employment, Interest and Money» το 1936, στην προσπάθεια να ερμηνεύσει το φαινόμενο της μεγάλης ύφεσης του 1929 που ταλάνισε την παγκόσμια οικονομία.

Στη βάση της, η θεωρία του Keynes υποστηρίζει ότι η συνολική ζήτηση απαρτίζεται από τις δαπάνες των νοικοκυριών, του κράτους και των επιχειρήσεων και αποτελεί τον κινητήριο μοχλό της οικονομίας. Από αυτό, προκύπτουν τρία κύρια δόγματα της Κεϋνσιανής θεωρίας.

Το πρώτο δόγμα αναφέρει ότι η συνολική ζήτηση, εξαρτάται από μια πληθώρα οικονομικών αποφάσεων και είναι από τη φύση της πολύ ευμετάβλητη (Blinder et al, 2008). Οι οικονομικές αποφάσεις αυτές είναι τόσο δημόσιες όσο και ιδιωτικές και βασίζονται πάνω στη δημοσιονομική και τη νομισματική πολιτική. Παρόλα αυτά, οι ιδιωτικές αποφάσεις μπορούν να οδηγήσουν σε δυσμενή μακροοικονομικά αποτελέσματα, για αυτό και οι οικονομολόγοι που υποστηρίζουν αυτή τη θεωρία στηρίζουν τη μερική παρέμβαση από την κυβέρνηση (Jahan et al, 2014).

Το δεύτερο τονίζει ότι οι οποιοσδήποτε αλλαγές που μπορεί να προκύψουν στη συνολική ζήτηση, προβλέψιμες ή μη, έχουν ισχυρότερη βραχυχρόνια επίδραση όχι στις τιμές, αλλά στο πραγματικό προϊόν και στην εργασία (Blinder, 2008). Η ιδέα αυτή αντικατοπτρίζεται από θεωρίες, όπως η καμπύλη Philips, στην οποία ο πληθωρισμός μειώνεται μόνο στην περίπτωση που η ανεργία αυξάνεται. Σε κάθε περίπτωση, το



προϊόν θα μεταβληθεί κυρίως από αλλαγές στις δαπάνες, ενώ οι τιμές είναι δύσκαμπτες. Συχνά περιλαμβάνεται και η έννοια του πολλαπλασιαστή, σύμφωνα με τον οποίο η αύξηση της δαπάνης θα προκαλέσει πολλαπλάσια αύξηση στο προϊόν της οικονομίας. Για παράδειγμα, μια αύξηση δέκα μονάδων στην κρατική δαπάνη με πολλαπλασιαστή ίσο με 1,2 θα προκαλέσει αύξηση στο προϊόν κατά δώδεκα μονάδες. Αξίζει να σημειωθεί ότι ο πολλαπλασιαστής αρκεί να είναι μεγαλύτερος του μηδενός και όχι της μονάδας, για να εφαρμοστούν με επιτυχία οι θεωρίες της Κεϋνσιανής σχολής.

Το τρίτο δόγμα αναφέρεται στην αργή ανταπόκριση των τιμών και των μισθών στις μεταβολές της ζήτησης και της προσφοράς. Το αποτέλεσμα είναι δημιουργούνται περιοδικά πλεονάσματα ή ελλείμματα, κυρίως στο κομμάτι της εργασίας. Ο λόγος για αυτό είναι ότι οι τιμές και οι μισθοί υστερούν ευελιξίας, κάτι για το οποίο συμφωνεί και ο Milton Friedman στο έργο του για το ρόλο της νομισματικής πολιτικής (Friedman, 1968).

Το έργο του Keynes και των μεταγενέστερων υποστηρικτών του, αναλαμβάνει να εξηγήσει τη λειτουργία της οικονομίας, ιδίως κάτω από ακραία φαινόμενα όπως την ύφεση του 1929, κάτι που η κλασική οικονομία δεν μπορεί να εξηγήσει. Για αυτόν το λόγο, ο Keynes απορρίπτει την ιδέα των κλασικών οικονομικών ότι η οικονομία από μόνη της μπορεί να επιστρέψει σε κατάσταση ισορροπίας και αντιθέτως υποστηρίζει την ύπαρξη κρατικής παρέμβασης μέσω δημοσιονομικής πολιτικής, κυρίως σε περίπτωση ύφεσης, για την αντιμετώπιση της μείωσης επενδύσεων και την αύξηση των δημοσίων δαπανών για τη σταθεροποίηση της συνολικής ζήτησης.

Επίσης κατακρίνει την ιδέα της υπερβολικής αποταμίευσης, καθώς με αυτόν τον τρόπο ένα μεγάλο μέρος του χρήματος μένει στάσιμο και έτσι λιγότερο χρήμα κυκλοφορεί στην αγορά και συμβάλει για την ανάπτυξη της οικονομίας. Η μόνη περίπτωση στην οποία ο Keynes δεχόταν αυξημένη αποταμίευση, ήταν αν εξυπηρετούσε συγκεκριμένους στόχους, όπως εκπαίδευση ή συνταξιοδότηση, οι οποίοι όμως μακροχρόνια θα συμβάλουν στην αύξηση του προϊόντος. Οι θεωρίες αυτές αποσκοπούσαν μεταξύ άλλων και στην παρεμπόδιση μελλοντικών ισχυρών οικονομικών υφέσεων.

### 1.2.3 Νεοκεϋνσιανή

Οι υποστηρικτές της Νεοκεϋνσιανής (Neo – Keynesian) σχολής ουσιαστικά προσπάθησαν να ενσωματώσουν τις θεωρίες του Keynes γύρω από ένα επίσημο μοντέλο, με σκοπό να ξεκαθαρίσουν τη διαφοροποίηση της σχολής αυτής από την αντίστοιχη κλασική, καθώς οι διαστάσεις πάνω στις οποίες γινόταν η αντιπαράθεση των δύο σχολών ήταν τόσο ευρείς (από οικονομικές μέχρι και πολιτικές), όπου ο διαχωρισμός των δύο γινόταν δύσκολος (Colander, 1992). Το μοντέλο που επιλέχθηκε ήταν το IS-LM όπως το διατύπωσε ο Hicks (1937).

Ουσιαστικά, η θεωρία αυτή, όπως και η νέο-κλασική, εστιάζει στις εκτιμήσεις της ελαστικότητας της ζήτησης χρήματος, το οποίο καθορίζει την κλίση της καμπύλης LM. Συγκεκριμένα, οι υποστηρικτές της νέο-Κεϋνσιανής σχολής, μεταξύ άλλων οι John Hicks, Franco Modigliani, και Paul Samuelson, θεωρούν ότι οι ονομαστικοί μισθοί και τιμές είναι εύλογο να είναι σταθερές. Ωστόσο αυτή η άποψη αντίφασκε με το έργο του Keynes, σύμφωνα με τον οποίο οι τιμές και οι μισθοί δεν απαιτείται να είναι σταθερές, με αποτέλεσμα πολλοί μακροοικονομολόγοι να μην ενστερνιστούν την νέο-Κεϋνσιανή άποψη και μάλιστα να δημιουργήσουν διαφορετικές ομάδες θεωριών, όπως η μονεταριστική θεωρία του Friedman.

### 1.2.4 Νεοκλασική

Η Νεοκλασική σχολή (Neo – Classical) εξηγεί τον τρόπο με τον οποίο το υπόδειγμα προσφοράς – ζήτησης καθορίζει την ποσότητα αλλά και την τιμή των αγαθών και των υπηρεσιών στην αγορά. Σημαντικός παράγοντας σε αυτό διαδραματίζει η χρήση οριακών μεγεθών για τη μεγιστοποίηση της χρησιμότητας των καταναλωτών και του κέρδους των παραγωγών.

Αναλυτικότερα, οι καταναλωτές προσπαθούν να καλύψουν τις ανάγκες τους, καταναλώνοντας προϊόντα και υπηρεσίες. Η ικανοποίηση που λαμβάνουν από την κατανάλωση αυτή αποτελεί τη χρησιμότητά τους. Ωστόσο, επειδή τα αγαθά και οι υπηρεσίες έχουν ένα κόστος, οι καταναλωτές προσπαθούν να αυξήσουν την κατανάλωσή τους τόσο, ώστε η χρησιμότητα που λαμβάνουν από μία επιπλέον μονάδα προϊόντος αντισταθμίζεται από το επιπλέον κόστος το οποίο πρέπει να δώσουν.

Από την άλλη πλευρά, οι παραγωγοί αναλαμβάνουν να παράγουν τα προϊόντα και υπηρεσίες που καταναλώνονται στην αγορά, βγάζοντας έσοδα από την πώλησή

τους. Για να παραχθούν όμως τα αγαθά, απαιτούνται ύλες, εργασία και εξοπλισμός, τα οποία επιφέρουν κόστος. Για αυτό οι παραγωγοί προσπαθούν να αυξήσουν την παραγωγή τους, έτσι ώστε το κόστος της επιπλέον παραγόμενης μονάδας προϊόντος να αντισταθμίζει το επιπλέον έσοδο που δημιουργεί.

Η θεωρία της ζήτησης και της προσφοράς απεικονίζει τη σύγκρουση μεταξύ των απεριόριστων επιθυμιών και της έλλειψης ή του περιορισμού. Κάθε πλευρά της αγοράς προσπαθεί να βελτιστοποιήσει τη θέση της (καταναλωτές – χρησιμότητα, παραγωγή – κέρδος), δεδομένων όλων των περιορισμών που υφίστανται (εισοδήματος για τους καταναλωτές, κόστους για τους παραγωγούς).

Ιστορικά η μετάβαση από την κλασική σχολή στη νέο-κλασική ονομάστηκε «Οριακή Επανάσταση» (Marginal Evolution) και θεωρείται ότι ξεκίνησε τη δεκαετία του 1870, με έργα των Jevons (1871), Walras (1874, 1877) και Menger (1871), αν και η διαδικασία αυτή πιθανότατα να ήταν πιο αργή (Backhouse, 2008). Βάση της νέο-κλασικής σχολής αποτέλεσε το έργο του Alfred Marshall (1890) «Αρχές της Οικονομικής Επιστήμης» (Principles of Economics), στο οποίο εξήγησε τον καθορισμό των τιμών από τη διασταύρωση των καμπυλών ζήτησης και προσφοράς, ενώ εισήγαγε για πρώτη φορά τις διαφορετικές περιόδους αγοράς, δηλαδή τη βραχυπρόθεσμη, μεσοπρόθεσμη και μακροπρόθεσμη.

Ο Marshall ήταν επίσης ο ιδρυτής της σχολής του Καίμπριτζ, η οποία μαζί με τη σχολή της Λωζάνης αποτελούν τους βασικούς πυλώνες όλης της νέο-κλασικής σχολής. Συγκεκριμένα, η σχολή του Καίμπριτζ βασίστηκε στην «οριακή επανάσταση» και τις θεωρίες των κλασικών, με υποστηρικτές τους Arthur Cecil Pigou, Ralph George Hawtrey και Dennis Holme Robertson, ενώ η σχολή της Λωζάνης με υποστηρικτές τους Léon Walras, Vilfredo Pareto και Enrico Barone οδήγησε στη θεωρία γενικής ισορροπίας, η οποία αποτελεί βάση τόσο της νέας Κλασικής όσο και της νέας Κεϋνσιανής θεωρίας (Allisson, 2014).

### 1.2.5 Αυστριακή

Η Αυστριακή σχολή (Austrian) πρωτοεμφανίστηκε τον 19<sup>ο</sup> αιώνα στην Αυστρία, με το έργο του Carl Menger. Διαφοροποιείται από τις υπόλοιπες σχολές, πιστεύοντας ότι κάθε κοινωνικό φαινόμενο εξηγείται αποκλειστικά και μόνο από

ατομικές πρωτοβουλίες και ενέργειες και όχι από κάποιες σωρευτικές μεταβλητές και αφηρημένα ιστορικά δεδομένα.

Ο Menger ανέπτυξε επίσης και τη θεωρία της οριακής χρησιμότητας για τον προσδιορισμό της αξίας των αγαθών, η οποία οδήγησε στην Οριακή Επανάσταση. Το έργο του επεκτάθηκε αργότερα από τον Eugen von Bohm-Bawerk, ο οποίος πρόσθεσε το χρονικό παράγοντα στην ανάλυση των οικονομικών δραστηριοτήτων, και από τον Ludwig von Mises, ο οποίος συνδύασε τις θεωρίες των δύο οικονομολόγων, με τις θεωρίες του Knut Wicksell πάνω στο χρήμα και τα επιτόκια, δημιουργώντας την Αυστριακή Θεωρία Επιχειρηματικών Κύκλων.

Σημαντικό κομμάτι της σχολής αυτής αποτελεί και η θεωρία του «laissez-faire», καθώς η κρατική παρέμβαση στην αγορά περιορίζει την παραγωγική δυνατότητα και την κοινωνική ευημερία (Foldvary, 2015). Σε αυτό το κομμάτι, οι υποστηρικτές της Αυστριακής σχολής διχάστηκαν κατά τη δεκαετία του 1940 σε δύο σχολές, με την πρώτη να απορρίπτει εντελώς τις απόψεις της νεοκλασικής σχολής, ενώ η δεύτερη να αποδέχεται ένα μεγάλο μέρος της, αλλά είναι πιο ελαστική στην κρατική παρέμβαση (Stalebrink, 2014).

#### 1.2.6 Μονεταριστική

Η μονεταριστική σχολή (Monetarist) δημιουργήθηκε από κριτικές που ασκήθηκαν στη θεωρία της Κεϋνσιανής σχολής πάνω στο ρόλο που διαδραματίζει το χρήμα στην οικονομία. Ενώ η Κεϋνσιανή υποστηρίζει την κρατική παρέμβαση του κράτους στην αγορά, μέσω των δαπανών και της δημοσιονομικής πολιτικής, η μονεταριστική αντιθέτως υποστηρίζει ότι η αγορά όντως καταφτάνει από μόνη της σε ισορροπία, αλλά για να γίνει αυτό το κράτος πρέπει να ελέγχει την προσφορά και την κυκλοφορία του χρήματος, καθώς αυτά ασκούν σημαντική επίδραση στη συνολική παραγωγή βραχυχρόνια και μακροχρόνια στις ίδιες τις τιμές και άρα στον πληθωρισμό.

Κεντρικό πρόσωπο της μονεταριστικής σχολής αποτελεί ο Milton Friedman, ο οποίος ήταν από τους πρώτους οικονομολόγους που παρέκκλιναν από τις αρχές της Κεϋνσιανής θεωρίας. Μαζί με την Anna Schwartz, δημοσίευσαν το βιβλίο «νομισματική ιστορία των ηνωμένων πολιτειών, 1867-1960» (A Monetary History of the United States, 1867-1960) το 1963, στο οποίο παρατηρούσαν ότι κύριος παράγοντας της έξαρσης της μεγάλης ύφεσης στην Αμερική αποτελούσε η λανθασμένη

εφαρμογή της νομισματικής πολιτικής από την ομοσπονδιακή τράπεζα, ο οποίος στη συνέχεια οδήγησε σε ογκώδη μείωση της προσφοράς χρήματος η οποία, σύμφωνα με τους συγγραφείς, μπορεί να αποτέλεσε αιτία για τις επακόλουθες μειώσεις στις τιμές και στο συνολικό προϊόν (Bernanke, 2004).

Άρα σύμφωνα με τη μονεταριστική θεωρία, η προσφορά χρήματος, και συγκεκριμένα η μεταβολή της, επιδρά στον πληθωρισμό. Μια αύξηση στην προσφορά χρήματος, οδηγεί σε αύξηση του πληθωρισμού και αντιστρόφως, όπως παρατηρήθηκε στην Αμερική την περίοδο της μεγάλης ύφεσης. Για να μπορέσει να κρατηθεί ο πληθωρισμός σε ένα σταθερό επίπεδο στόχο, ο Friedman πρότεινε να αυξάνεται η προσφορά χρήματος κάθε χρόνο με ένα σταθερό ποσοστό  $k$ , ασχέτως του τι συμβαίνει στον επιχειρηματικό κύκλο, προκειμένου να περιορίσει το ρυθμό με τον οποίο η κεντρική τράπεζα μπορούσε να βάλει χρήματα στην αγορά και να δώσει τη δυνατότητα στις επιχειρήσεις να προβλέψουν τις κινήσεις της. Αυτός ο κανόνας ονομάζεται «Ο κανόνας  $k$  τοις εκατό» (The  $k$  percent rule) και μάλιστα, το ποσοστό  $k$  συχνά θέτεται ίσο με το ρυθμό ανάπτυξης του πραγματικού ΑΕΠ κάθε χρόνο.

Ένα ακόμα σημαντικό κομμάτι της μονεταριστικής θεωρίας είναι η επίδραση των προσδοκιών πάνω στον πληθωρισμό. Η καμπύλη Phillips, η θεωρία κατά την οποία η ανεργία και ο πληθωρισμός έχουν σταθερή και αντίθετη σχέση (Phillips 1958), τέθηκε υπό αμφισβήτηση από τον Friedman (1968) και τον Edmund Phelps (1967, 1968), οι οποίοι τόνισαν τη σημασία των προσδοκιών του πληθωρισμού στην ανάλυση. Το πρόβλημα σύμφωνα με αυτούς ήταν η μη διάκριση των πραγματικών με των φυσικών μεγεθών, τόσο στα επιτόκια όσο και στους μισθούς (Lothian, 2009). Πράγματι, αν ο πραγματικός ρυθμός ανεργίας κρατιέται χαμηλότερα από το φυσικό, βραχυχρόνια θα υπάρξει αύξηση του πληθωρισμού, αλλά λόγω των προσδοκιών για την αύξησή του, μακροχρόνια ο πραγματικός ρυθμός ανεργίας θα αυξηθεί μέχρι να πλησιάσει το φυσικό ρυθμό, οδηγώντας τελικά στο αποτέλεσμα του στασιμοληθωρισμού. Το συμπέρασμα είναι ότι βραχυχρόνια η προσφορά χρήματος μπορεί να επηρεάσει τη σωρευτική ζήτηση, αλλά μακροχρόνια η επιρροή αυτή θα περιοριστεί λόγω των προσδοκιών ότι ο πληθωρισμός θα αυξηθεί.

### 1.2.7 Νέα-Κλασσική

Η Νέα Κλασσική σχολή (New Classical) διαμορφώθηκε κατά τη δεκαετία του 1970 από κριτικές του Robert Lucas (1976) στην Κεϋνσιανή θεωρία, λόγω της πετρελαϊκής κρίσης του 1973 και του φαινομένου του στασιμοπληθωρισμού που προκλήθηκε από αυτή.<sup>2</sup> Επεκτείνεται στη θεωρία της ζήτησης και προσφοράς της νεοκλασσικής σχολής, μεταφέροντας την σε υποδείγματα γενικής ισορροπίας και δίνοντας ιδιαίτερη έμφαση στους ατομικούς παράγοντες και στην υπόθεση των ορθολογικών προσδοκιών.

Ουσιαστικά, οι υποστηρικτές της νέας κλασσικής σχολής διαφωνούν με τις απόψεις της νεοκεϋνσιανής και της Μονεταριστικής θεωρίας, υποστηρίζοντας ότι η συστηματική εφαρμογή τόσο της δημοσιονομικής, όσο και της νομισματικής πολιτικής, δεν θα έχει κανένα απολύτως αντίκτυπο στο πραγματικό προϊόν της οικονομίας μακροχρόνια, αλλά και βραχυχρόνια. Λόγω των ορθολογικών προσδοκιών, μια πολιτική η οποία είναι προβλέψιμη από τους άλλους παράγοντες της οικονομίας, επιχειρήσεις και νοικοκυριά, δεν θα μπορέσει να μεταβάλει το πραγματικό εισόδημα με μεταβολές στη προσφορά χρήματος.

Επιπλέον, οι ορθολογικές προσδοκίες των ατόμων σήμαινε ότι η υπόθεση της δυσκαμψίας των τιμών δεν ήταν βάσιμη, αφού «τα ορθολογικά άτομα δεν θα μπορούσαν να ξεγελαστούν από τον πληθωρισμό» (Colander, 1992). Άρα, η νομισματική πολιτική, κάτω υπό αυτών των συνθηκών, δεν μπορεί να επηρεάσει την παραγωγή και συνεπώς την εργασία, και οποιαδήποτε προσπάθεια να ελεγχθεί η οικονομία, θα οδηγήσει μόνο στη μεταβολή του ρυθμού του πληθωρισμού (Galbács, 2015).

Επομένως, η νέα κλασσική σχολή ενσωματώνει τις ορθολογικές προσδοκίες των ατόμων και την αντίδρασή τους στην εφαρμογή μιας πολιτικής στα υποδείγματά της, με στόχο να προβλέψει τις αλλαγές που θα γίνουν στις εκτιμώμενες σχέσεις των μεταβλητών και στο πολιτικό καθεστώς. Τα υποδείγματα είναι πλέον δυναμικά και ο απώτερος στόχος τους είναι να διαπιστώσουν τον τρόπο με τον οποίο μια πολιτική θα πρέπει να αξιολογείται, δίνοντας βάση όχι στον αντίκτυπο που έχει στην οικονομία

---

<sup>2</sup> Είναι το φαινόμενο κατά το οποίο στην οικονομία παρατηρείται υψηλή ανεργία και πληθωρισμός ταυτόχρονα, ενώ ο ρυθμός ανάπτυξης της οικονομίας μειώνεται.

σήμερα, αλλά στο πώς θα διαμορφώσει τις προσδοκίες των ατόμων για την οικονομία μελλοντικά.

### 1.2.8 Νέα-Κεϋνσιανή

Η νέα-Κεϋνσιανή σχολή (New Keynesian) δημιουργήθηκε στην προσπάθεια να καλύψει κενά στην θεωρία της Κεϋνσιανής και της νεοκεϋνσιανής σχολής, συγκεκριμένα γύρω από τις τιμές, τους μισθούς και την προσαρμοστικότητα τους. Όπως και η νέα κλασική σχολή, η νέα Κεϋνσιανή χρησιμοποιεί τις ορθολογικές προσδοκίες στην ανάλυσή της. Η διαφορά όμως, είναι ότι υποστηρίζει πως η αγορά είναι εκ φύσεως ατελής και οι βασικοί της παράγοντες (νοικοκυριά και επιχειρήσεις) μπορούν να θέσουν τις τιμές και τους μισθούς (Dixon, 2001).

Οι υποστηρικτές της νέας Κεϋνσιανής θεωρίας πιστεύουν πως οι οικονομικές διακυμάνσεις που εμφανίζονται βραχυχρόνια οφείλονται στη δυσκαμψία των τιμών και των μισθών, για αυτό και η νομισματική πολιτική μπορεί βραχυχρόνια να επηρεάσει την ανεργία και την παραγωγή. Αυτό που προσπάθησαν να κάνουν ήταν να εξηγήσουν τους λόγους για τους οποίους οι τιμές και οι μισθοί είναι δύσκαμπτοι. Μερικοί από αυτούς είναι οι κάτωθι:

1. «Menu Costs» και εξωτερικότητες από τη συνολική ζήτηση (aggregate demand externalities):<sup>3</sup> Μια μείωση των τιμών από μια επιχείρηση μπορεί να ωφελήσει τις υπόλοιπες επιχειρήσεις στην αγορά και αντιστρόφως, διότι επηρεάζει το επίπεδο τιμών κατά μέσο όρο και εν τέλει τη συνολική ζήτηση, η οποία αφορά όλες τις επιχειρήσεις. Τα εφάπαξ κόστη που προκύπτουν από την αλλαγή των τιμών μπορούν να τις κάνουν δύσκαμπτες, λόγω της ύπαρξης εξωτερικοτήτων.
2. Αποτυχία συντονισμού (coordination failure): Βασικός λόγος για τον οποίο εμφανίζονται υφέσεις στην αγορά είναι ότι οι επιχειρήσεις δεν μπορούν να συντονιστούν μεταξύ τους. Το πρόβλημα αυτό μπορεί να εμφανιστεί στη ρύθμιση τιμών και μισθών, επειδή η μία επιχείρηση ή ο

---

<sup>3</sup> Αφορούν τα κόστη που επιβαρύνεται η επιχείρηση για να διαμορφώσει τις νέες τιμές στα προϊόντα της. Για να θέσει τις νέες τιμές, θα χρειαστεί να εκδώσει νέα μενού ή καταλόγους για να προβάλει τις καινούριες τιμές στους καταναλωτές, να αφαιρέσει τις παλαιότερες και γενικά να ξοδέψει χρόνο και χρήμα για να διαχειριστεί την τιμολόγηση των προϊόντων της. Ο όρος διατυπώθηκε πρώτη φορά από τους Eytan Sheshinski και Yoram Weiss το 1977

φορέας που μπορεί να τα διαμορφώσει, προσπαθεί να προβλέψει την αντίδραση από άλλους αντίστοιχους φορείς ή επιχειρήσεις που μπορούν και αυτοί με τη σειρά τους να τα διαμορφώσουν. Και επειδή κάθε επιχείρηση προσπαθεί να μεγιστοποιήσει τα κέρδη της, το αποτέλεσμα είναι ότι η αλληλεξάρτηση των επιχειρήσεων στην επιλογή στρατηγικής τιμολόγησης οδηγεί στην πιθανή ύπαρξη πολλών σημείων ισορροπίας και στην έλλειψη συντονισμού (Cooper and John, 1988).

3. Μισθοί αποδοτικότητας (efficiency wages): Ένας άλλος λόγος της δυσκαμψίας των μισθών, είναι πως ο μηχανισμός της εκκαθάρισης, η εξισορρόπηση της ζήτησης και της προσφοράς, της αγοράς εργασίας μπορεί να αποτύχει. Υπό κανονικές συνθήκες, η ανεργία αποτελεί εξισορροπητικό παράγοντα της αγοράς εργασίας. Όταν η προσφορά εργασίας υπερέχει της ζήτησης, οι μισθοί τείνουν να μειώνονται, με συνέπεια η ζήτηση εργασίας να αυξάνεται και να μειώνεται η ανεργία. Οι οικονομολόγοι της νέας Κεϋνσιανής σχολής υποστήριξαν τη θεωρία του μισθού αποδοτικότητας ως το λόγο που η αγορά εργασίας μπορεί να μην ισορροπήσει. Σύμφωνα με αυτή, οι εργοδότες είναι πιθανό να μη μεταβάλλουν τους μισθούς, ακόμα και σε περίοδο ύφεσης, επειδή οι υψηλότεροι μισθοί έχουν θετική επίδραση στην παραγωγικότητα των εργαζομένων (Froyen, 2013)

Από το 1990 και έπειτα, οι οικονομολόγοι δημιούργησαν μια νέα οικονομική σύνθεση, στην οποία συνδύασαν τις θεωρίες της νέας Κεϋνσιανής σχολής σχετικά με τη δυσκαμψία των μισθών και τιμών και το καθεστώς ατελούς ανταγωνισμού, με τα δυναμικά μοντέλα και τις ορθολογικές προσδοκίες της νέας κλασικής σχολής. Τα βασικά της στοιχεία είναι η διαχρονική βελτιστοποίηση (intertemporal optimization), οι ορθολογικές προσδοκίες, ο ατελής ανταγωνισμός και η δαπανηρή προσαρμογή των τιμών (Goodfriend, King, 1997).

### 1.3 Κατηγορίες Μακροοικονομικών Υποδειγμάτων

Για να μπορέσουν να εξηγήσουν τη λειτουργία και τη δομή της οικονομίας, οι οικονομολόγοι εκτός από τη θεωρητική ανάλυση, χρησιμοποιούν και μαθηματικές εξισώσεις, δημιουργώντας υποδείγματα προκειμένου να ποσοτικοποιήσουν και να συγκρίνουν τις διάφορες μακροοικονομικές θεωρίες, καθώς και να προβλέψουν τα



αποτελέσματα από τις μεταβολές κάποιας μακροοικονομικής πολιτικής. Τα υποδείγματα αυτά χρησιμοποιούνται για να εξηγήσουν δυναμικές σχέσεις μεταξύ σωρευτικών μεταβλητών, όπως το ΑΕΠ και η ανεργία, αλλά και να συγκρίνουν τα αποτελέσματα πριν και μετά τη μεταβολή κάποιας μεταβλητής, η οποία δεν καθορίζεται από το ίδιο το υπόδειγμα, ωστόσο επηρεάζει το μοντέλο και τις μεταβλητές που καθορίζονται από αυτό.<sup>4</sup>

Τα μακροοικονομικά υποδείγματα διακρίνονται σε διαφορετικές κατηγορίες, οι οποίες προσφέρουν διαφορετικά πλεονεκτήματα αλλά και μειονεκτήματα, ενώ αξιοποιούνται για να καλύψουν διαφορετικές ανάγκες (Blanchard, 2017). Οι βασικές όμως κατηγορίες από τις οποίες διακλαδώνονται οι υπόλοιπες είναι δύο. Η πρώτη κατηγορία περιλαμβάνει τα προσδιοριστικά υποδείγματα (deterministic models), τα οποία δημιουργούνται για να εξηγήσουν με μαθηματικό τρόπο τα διάφορα οικονομικά φαινόμενα. Η δεύτερη κατηγορία, αντιθέτως, περιλαμβάνει τα υποδείγματα στα οποία γίνεται προσπάθεια να προστεθούν όλες οι μεταβλητές που θα μπορούσαν να επηρεάσουν τα προσδιοριστικά υποδείγματα, αλλά για διάφορους λόγους δεν είναι εφικτό. Τέτοιες μεταβλητές για παράδειγμα θα μπορούσαν να είναι ποσοτικά μη μετρήσιμες, όπως είναι οι προσδοκίες και οι προτιμήσεις, ή αστάθμητοι παράγοντες, όπως ένας πόλεμος ή η έξαρση μιας πανδημίας. Τα υποδείγματα αυτά ονομάζονται στοχαστικά (stochastic models) και διαμορφώνονται από τα προσδιοριστικά, με την προσθήκη μιας τυχαίας μεταβλητής, η οποία ενσωματώνει τις παραπάνω μεταβλητές και καθορίζει το βαθμό που αυτές επηρεάζουν το υπόδειγμα (Αγιακλόγλου, Μπένος, 2014). Συγκεκριμένα για τη μακροοικονομική θεωρία, οι βασικές κατηγορίες των υποδειγμάτων είναι τέσσερις.

### 1.3.1 Απλά Θεωρητικά Υποδείγματα

Η κατηγορία αυτή περιλαμβάνει όλα τα βασικά προσδιοριστικά μοντέλα (Simple Theoretical Models, STM), τα οποία περιλαμβάνουν ένα συνδυασμό εξισώσεων και διαγραμμάτων και χρησιμοποιούνται για να ερμηνεύσουν τις θεωρίες της μακροοικονομικής επιστήμης (Blanchard, 2011). Κατά βάση, τα υποδείγματα αυτά μπορεί να είναι στατικά ή δυναμικά, περιγράφοντας την οικονομία για μόλις μία χρονική περίοδο, ή και ακόμα πολλές περιόδους μαζί. Παραδείγματα τέτοιων μοντέλων

---

<sup>4</sup> Οι μεταβλητές που καθορίζονται από το υπόδειγμα ονομάζονται ενδογενείς. Αντίθετα οι μεταβλητές που δεν καθορίζονται από το υπόδειγμα αλλά μπορούν να το επηρεάσουν, λέγονται εξωγενείς.

είναι το υπόδειγμα IS – LM και το Mundell – Fleming, το υπόδειγμα των Swan – Solow και το υπόδειγμα των Ramsey – Cass – Koopmans.

Οι μεταβλητές που χρησιμοποιούνται σε αυτά τα υποδείγματα είναι συνήθως σωρευτικές, όπως το ΑΕΠ, με αποτέλεσμα να περιγράφουν οικονομικές αποφάσεις μίας οικονομίας στο σύνολό της, παρά σε ατομικές επιλογές. Η σχετική απλότητα αυτών μοντέλων μπορεί να βοηθάει στην εισαγωγική απεικόνιση και ανάλυση μιας θεωρίας, όμως χωρίς σημαντικές τροποποιήσεις, δεν μπορούν να χρησιμοποιηθούν για ποσοτικές εφαρμογές σε επίπεδο προβλέψεων ή αξιολογήσεων μακροοικονομικών πολιτικών.

### 1.3.2 Εμπειρικά Υποδείγματα Προβλέψεων

Τα υποδείγματα αυτά (Empirical Forecasting Models, EFM) αποτελούν εξέλιξη των απλών θεωρητικών υποδειγμάτων, εξηγώντας σχέσεις κυρίως σωρευτικών μακροοικονομικών μεταβλητών, αλλά με τη χρήση πολύ μεγαλύτερου αριθμού εξισώσεων (συντά εκατοντάδες) και την εφαρμογή ποσοτικών μετρήσεων μέσω γραμμικής ανάλυσης χρονοσειρών. Η εμφάνισή τους πραγματοποιήθηκε κατά στο πρώτο μισό του 20<sup>ου</sup> αιώνα, καθώς η ολοένα και μεγαλύτερη συγκέντρωση δεδομένων από τις κυβερνήσεις στο χώρο της αγοράς και της γεωργίας, έδωσε τη δυνατότητα στους οικονομολόγους να χρησιμοποιήσουν τις ποσοτικές αναλύσεις, προκειμένου να εξηγήσουν τις δυναμικές των δεδομένων αυτών, με πρωτοπόρο να θεωρείται ο Jan Tinbergen, ο οποίος δημιούργησε υποδείγματα για την Ολλανδία το 1936, την Αμερική το 1939 και το Ηνωμένο Βασίλειο κατά την περίοδο του Χρυσού Κανόνα (Klein, 2004).

Χαρακτηριστική ιδιότητα των εμπειρικών υποδειγμάτων είναι πως η επιλογή των μεταβλητών που συμπεριλαμβάνονται στην ανάλυσή τους γίνεται κυρίως από το χώρο της εμπειρικής ανάλυσης, με ελάχιστη συμβολή της οικονομικής θεωρίας και της χρήσης υποθέσεων σχετικά με τη φύση των μεταβλητών (Koopmans, 1947).

### 1.3.3 Δυναμικά Στοχαστικά Υποδείγματα Γενικής Ισορροπίας

Τα υποδείγματα DSGE (Dynamic Stochastic General Equilibrium Models) είναι υποδείγματα γενικής ισορροπίας τα οποία ενσωματώνουν μικροοικονομικές βάσεις, οι οποίες στηρίζονται πάνω στις ορθολογικές προσδοκίες των οικονομικών

παραγόντων (Nachane, 2016). Πρακτικά είναι ποσοτικά μοντέλα που βασίζονται στη θεωρία των πραγματικών επιχειρηματικών κύκλων (Real Business Cycle theory, RBC), η οποία έχει ως σημείο αφετηρίας το έργο των Finn Erling Kydland και Edward Christian Prescott το 1982. Μελετούν την οικονομική ανάπτυξη και τις διακυμάνσεις των επιχειρηματικών κύκλων, καθώς και τις αλλαγές στη συνολική οικονομική δραστηριότητα από την αντίδραση των οικονομικών παραγόντων σε απρόβλεπτες μεταβολές στο οικονομικό τους περιβάλλον (Christiano et al, 2018).

Στόχος των υποδειγμάτων DSGE είναι να διορθώσουν τα προβλήματα των εμπειρικών υποδειγμάτων πριν από αυτά. Συγκεκριμένα το 1976, ο Αμερικανός οικονομολόγος Robert Lucas δημοσίευσε τη διάσημη κριτική του προς το θεωρητικό πλαίσιο των υποδειγμάτων που εφαρμόζονταν τότε για τις οικονομικές πολιτικές αποφάσεις. Υποστήριζε ότι η χρήση υποδειγμάτων για την πρόβλεψη αποτελεσμάτων από την αλλαγή πολιτικής αποκλειστικά και μόνο από τις σχέσεις που προκύπτουν μεταξύ των ιστορικών δεδομένων δεν είναι χρήσιμη, αλλά χρειάζονται και άλλοι παράμετροι, οι οποίοι μελετούν τη συμπεριφορά των ατόμων και την αντίδρασή τους σε αυτές τις αλλαγές (Kademann, 2018).

Έτσι τα DSGE υποδείγματα δίνουν απάντηση στην κριτική του Lucas και επομένως προσφέρουν ορισμένα πλεονεκτήματα σχετικά με την εφαρμογή και ερμηνεία τους (Nachane, 2016). Συγκεκριμένα έχουν ισχυρή βάση στην οικονομική θεωρία, ενώ οι παράμετροι που χρησιμοποιούνται είναι δομική και συνεπώς αμετάβλητοι από αλλαγές στις οικονομικές πολιτικές. Ακόμα, έχουν ισχυρή αποτελεσματικότητα στη διαδικασία διεξαγωγής προβλέψεων και παρά τον υψηλό βαθμό πολυπλοκότητάς τους, τα αποτελέσματα από την εφαρμογή τους είναι σχετικά εύκολα στην κατανόησή τους από τους φορείς άσκησης των οικονομικών πολιτικών.

#### 1.3.4 Οικονομικά Υποδείγματα Βασισμένα σε Αυτόνομους Παράγοντες

Τα υποδείγματα ACE (Agent-Based Computational Economics Models) αφορούν την υπολογιστική μελέτη των οικονομικών διαδικασιών ως δυναμικά συστήματα αλληλεξαρτώμενων παραγόντων (Tesfatsion, 2003, 2005). Ως παράγοντες χαρακτηρίζονται τα δεδομένα και οι συμπεριφορές που απαρτίζουν μια οντότητα σε έναν υπολογιστικά κατασκευασμένο κόσμο (Tesfatsion, 2005). Οι παράγοντες αυτοί κυμαίνονται από μεμονωμένα άτομα, όπως οι καταναλωτές, κοινωνικές ομάδες

ατόμων, όπως νοικοκυριά και επιχειρήσεις, μέχρι και φυσικά φαινόμενα τα οποία αποτελούν παθητικά χαρακτηριστικά του κόσμου χωρίς γνωστικές λειτουργίες, όπως οι καιρικές συνθήκες και οι γεωγραφικές περιοχές.

Η κατασκευή αυτών των υποδειγμάτων ξεκινά με τον προσδιορισμό όλων των παραγόντων της οικονομίας που χρειάζονται για την ανάλυση και τον καθορισμό όλων των αλληλεπιδράσεων που έχουν μεταξύ τους, βασιζόμενοι στις στρατηγικές που θα λάβουν και όχι στις προτιμήσεις τους, αν και μπορούν να ενσωματωθούν ως επιλογές στρατηγικών.<sup>5</sup> Μόλις όλοι οι παράγοντες και οι στρατηγικές τους καθοριστούν, μπορούν να προσομοιωθούν όλες οι αντιδράσεις τους με τη χρήση ενός υπολογιστή. Από αυτή τη διαδικασία θα προκύψουν σωρευτικές μακροοικονομικές σχέσεις οι οποίες μπορούν να μελετηθούν και να αναλυθούν.

Η έρευνα των μοντέλων ACE διακρίνεται σε τέσσερις κεντρικούς στόχους (Tsfatsion, 2005). Αυτοί είναι οι κάτωθι:

1. εμπειρική κατανόηση (empirical understanding): αφορά την ανάλυση αιτιότητας σε επαναλαμβανόμενες αλληλεπιδράσεις παραγόντων στον σχεδιασμένο κόσμο, παρά την απουσία κεντρικού ελέγχου
2. κανονιστική κατανόηση (normative understanding): αφορά την αξιολόγηση σχεδιασμών πάνω σε πολιτικές και διαδικασίες, συγκεκριμένα για τη συμβολή τους στην αποτελεσματικότητα του συστήματος. Ουσιαστικά μελετάται αν τα υποδείγματα αυτά μπορούν να χρησιμοποιηθούν σαν εργαστήρια για τον εντοπισμό αποτελεσματικών οικονομικών σχεδιασμών
3. ποιοτική διορατικότητα και θεωρητική παραγωγή (qualitative insight and theory generation): αφορά την προσπάθεια κατανόησης των οικονομικών συστημάτων από τη μελέτη των δυναμικών συμπεριφορών των παραγόντων τους, κάτω από διαφορετικές αρχικές συνθήκες
4. μεθοδολογική πρόοδος (methodological advancement): αφορά την παροχή μεθόδων και εργαλείων τα οποία χρειάζονται για την ανάλυση των οικονομικών συστημάτων μέσω ελεγχόμενων υπολογιστικών πειραμάτων, αλλά και τη σύγκρισή τους με πραγματικά δεδομένα

---

<sup>5</sup> Δείτε Brock and Hommes, A Rational Route to Randomness, 1997

Το βασικό πλεονέκτημα των μοντέλων ACE είναι πως μπορούν να ενσωματώσουν μεμονωμένες αλληλεπιδράσεις τοπικών παραγόντων στο συνολικό υπόδειγμα, κάτι το οποίο είναι δύσκολο να γίνει σε υπόδειγμα DSGE για παράδειγμα. Ωστόσο λόγω της χρήσης στρατηγικών αντί προτιμήσεων για την ανάλυση των ACE, εμφανίζεται ο κίνδυνος να μη ξεφύγουν από την κριτική του Lucas, καθώς μεταβολές στο πολιτικό καθεστώς θα μπορούσαν να αλλάξουν τις στρατηγικές των παραγόντων και έτσι οι παράμετροι να μην είναι δομικοί.

#### 1.4 Η έννοια του Ακαθάριστου Εθνικού Προϊόντος

Σε ότι αφορά την ανάλυση της μακροοικονομικής επιστήμης, το σημαντικότερο μέτρο επίδοσης μιας οικονομίας αποτελεί το ακαθάριστο εθνικό προϊόν ή ΑΕΠ (Gross Domestic Product, GDP). Η ανάλυσή αυτού αλλά και των αλληλεπιδράσεων του με άλλες σημαντικές μεταβλητές, όπως η ανεργία και ο πληθωρισμός, αποτελεί ουσιαστικά τη βάση τόσο όλων των μακροοικονομικών θεωριών και σχολών, όσο και των υποδειγμάτων τα οποία χρησιμοποιούνται για την οικονομική ανάλυση. Μάλιστα η ανάλυση των αιτιών και των αποτελεσμάτων των βραχυχρόνιων διακυμάνσεων του ΑΕΠ αποτελεί τη βάση της ανάλυσης των επιχειρηματικών κύκλων, ενώ ο καθορισμός των παραγόντων που επηρεάζουν τη μακροχρόνια πορεία του ΑΕΠ αποτελεί τη βάση της ανάλυσης της οικονομικής ανάπτυξης (Snowdon, Vane, 2005).

Το ΑΕΠ ορίζεται ως η νομισματική αξία όλων των τελικών αγαθών και υπηρεσιών που παράγονται εντός μίας χώρας σε μία δεδομένη χρονική περίοδο. Σε αυτόν τον ορισμό μπορούν να σχολιαστούν τρεις έννοιες. Πρώτον, ως τελικά αγαθά εννοούνται όλα εκείνα που αγοράζονται από τον τελικό τους χρήστη. Δηλαδή δεν περιλαμβάνονται ενδιάμεσα αγαθά, τα οποία χρησιμοποιούνται για την παραγωγή άλλων αγαθών. Δεύτερον, το ακαθάριστο εγχώριο προϊόν αφορά τα προϊόντα και τις υπηρεσίες που παράγονται εντός των ορίων της χώρας. Αυτό σημαίνει ότι μόνο όσοι παράγουν εντός της χώρας υπολογίζονται για το ΑΕΠ της, ασχέτως της καταγωγής τους. Άρα η παραγωγή αλλοδαπών που βρίσκονται στην χώρα προσμετράται για το ΑΕΠ της, ενώ η παραγωγή γηγενών που βρίσκονται σε άλλη χώρα προσμετράται για το ΑΕΠ της άλλης χώρας. Τρίτον, ως δεδομένη χρονική περίοδο χρησιμοποιείται το έτος, ή ακόμα και το τρίμηνο.

Ιστορικά η βάση για την ανάπτυξη της έννοιας του ΑΕΠ δόθηκε από τον Άγγλο οικονομολόγο William Petty, ο οποίος κατά τη διάρκεια των πολέμων μεταξύ των Άγγλων και των Ολλανδών το 1654 με 1676, πρότεινε την καταγραφή εθνικών λογαριασμών για την Αγγλία και την Ουαλία, με σκοπό να αντιμετωπίσει τις άδικες φορολογήσεις που είχαν υποστεί οι ιδιοκτήτες γης. Συγκεκριμένα υπολόγισε το συνολικό εισόδημα ίσο με τη συνολική δαπάνη. Από αυτό αφαίρεσε ένα μέρος το οποίο αντιστοιχούσε σε περιουσιακά στοιχεία, όπως εκτάσεις γης, σπίτια και καράβια. Το υπόλοιπο που περίσσευε ήταν το εισόδημα από μισθούς και έτσι η φορολόγηση έπρεπε να προσαρμοστεί αντιστοίχως. Το έργο του Petty συνεχίστηκε ύστερα από τον Άγγλο οικονομολόγο Charles Davenant, ο οποίος το 1665 επέκτεινε αυτό το σύστημα καταγραφής περαιτέρω.

Η σύγχρονη όμως έννοια του ΑΕΠ, όπως είναι ευρέως γνωστή τώρα, οφείλεται στον οικονομολόγο του Εθνικού Γραφείου Οικονομικών Ερευνών Simon Kuznets, ο οποίος τη διατύπωσε πρώτη φορά το 1934 στην έκθεση του Κογκρέσου των Ηνωμένων Πολιτειών, στην προσπάθειά του να καταγράψει όλη την οικονομική παραγωγή των νοικοκυριών, των επιχειρήσεων αλλά και του κράτους για τα έτη 1929 μέχρι 1932, με το όνομα «εθνικό εισόδημα». Στη συνέχεια το ΑΕΠ έγινε το βασικό εργαλείο μέτρησης της οικονομίας μιας χώρας, χάρη στο συνέδριο του Bretton Woods το 1944 και μέχρι σήμερα χρησιμοποιείται από κάθε χώρα ως ένα βασικό μέτρο οικονομικής απόδοσης.

## 1.5 Μέθοδοι Υπολογισμού του ΑΕΠ

Ο υπολογισμός του ΑΕΠ αποτελεί μια δύσκολη διαδικασία και μπορεί εύκολα να οδηγήσει σε λανθασμένες εκτιμήσεις αν δεν δοθεί ιδιαίτερη προσοχή. Για παράδειγμα, στο ΑΕΠ υπολογίζονται μόνο τα τελικά αγαθά, όπως έγινε αναφορά προηγουμένως. Ωστόσο, η διάκρισή τους από τα ενδιάμεσα δεν είναι καθόλου εύκολη υπόθεση. Για αυτό υπάρχει ο κίνδυνος ορισμένα αγαθά, που αποτελούν τα ενδιάμεσα, να μετρηθούν διπλή φορά.

Υπάρχουν τρεις μέθοδοι για τον υπολογισμό του ΑΕΠ, οι οποίοι σε θεωρητικό επίπεδο πρέπει να καταλήξουν στο ίδιο ακριβώς αποτέλεσμα. Αυτές είναι η μέθοδος παραγωγής (Production Approach), η μέθοδος εισοδήματος (Income Approach) και η μέθοδος δαπάνης (Expenditure Approach). Από αυτές, η μέθοδος παραγωγής αποτελεί την πιο άμεση μέθοδο υπολογισμού, κατά την οποία αθροίζεται όλη η παραγωγή των

επιχειρήσεων. Η μέθοδος εισοδήματος στηρίζεται στην προϋπόθεση ότι το εισόδημα όλων των παραγωγικών παραγόντων πρέπει να ισούται με τη συνολική αξία των προϊόντων και υπολογίζει το ΑΕΠ από το άθροισμα των εισοδημάτων τους. Η μέθοδος δαπάνης, αντιθέτως, υποστηρίζει ότι όλα τα προϊόντα που παράγονται πρέπει εν να αγοράζονται από κάποιον, οπότε το ΑΕΠ μπορεί να υπολογιστεί ως το άθροισμα όλων των δαπανών των ατόμων για την αγορά των προϊόντων.

### 1.5.1 Η Μέθοδος Παραγωγής

Γνωστή και ως η μέθοδος προστιθέμενης αξίας, η μέθοδος παραγωγής υπολογίζει το συνολικό ΑΕΠ από την προστιθέμενη αξία που προσφέρει στην οικονομία η παραγωγή. Συγκεκριμένα η διαδικασία περιλαμβάνει τρία βήματα:

1. Υπολογισμός της συνολικής αξίας της συνολικής παραγωγής από όλες τις οικονομικές δραστηριότητες
2. Καθορισμός όλων της ενδιάμεσης κατανάλωσης, δηλαδή των ενδιάμεσων αγαθών που χρησιμοποιούνται στην παραγωγή
3. Αφαίρεση της ενδιάμεσης κατανάλωσης από τη συνολική αξία της παραγωγής

Ο υπολογισμός της συνολικής αξίας γίνεται από το άθροισμα όλων των παραγόμενων αγαθών και υπηρεσιών, καθώς και από τις αλλαγές που γίνονται στο απόθεμα. Από την άλλη πλευρά, ο υπολογισμός της ενδιάμεσης κατανάλωσης γίνεται από το άθροισμα των ενδιάμεσων αγαθών, όπως οι πρώτες ύλες, που χρησιμοποιούνται κατά τη διάρκεια μιας λογιστικής περιόδου (Viet, 2009). Η αφαίρεση της ενδιάμεσης κατανάλωσης από τη συνολική αξία δίνει την προστιθέμενη αξία των αγαθών και υπηρεσιών, η οποία είναι ταυτόσημη με το ΑΕΠ. Άρα:

$$\begin{aligned} \text{ΑΕΠ} &\equiv \text{Προστιθέμενη Αξία Παραγωγής} = \\ &\text{Συνολική Αξία Παραγόμενων Προϊόντων και Υπηρεσιών} - \\ &\text{Συνολική Αξία Ενδιάμεσης Κατανάλωσης} \end{aligned} \quad (1.1)$$

Η παραπάνω διαδικασία θα πρέπει να γίνει για κάθε κλάδο ξεχωριστά, δηλαδή να υπολογιστούν η συνολική παραγωγή και η ενδιάμεση κατανάλωση για κάθε ένα τομέα. Το άθροισμα των επιμέρους προστιθέμενων αξιών κάθε κλάδου δίνει το συνολικό ΑΕΠ. Επιπλέον αν προστεθεί ο έμμεσος φόρος των επιχειρήσεων και

αφαιρεθούν οι επιδοτήσεις των εισαγωγών, δίνεται το ΑΕΠ σε τιμές παραγωγής, ή αλλιώς τιμές αγοράς.

### 1.5.2 Η Μέθοδος Εισοδήματος

Η μέθοδος αυτή αποτελεί ουσιαστικά παραλλαγή της μεθόδου παραγωγής, με τη βασική διαφορά ότι ο υπολογισμός της προστιθέμενης αξίας και του ΑΕΠ γίνεται με το άθροισμα του εισοδήματος των συντελεστών παραγωγής, το οποίο πληρώνουν οι επιχειρήσεις (Viet, 2012). Δεδομένου ότι οι συντελεστές παραγωγής είναι τέσσερις, το εισόδημα χωρίζεται με τη σειρά του στις τέσσερις υποκατηγορίες εισοδημάτων του κάθε συντελεστή. Δηλαδή:

1. Εργασία: το εισόδημα του παραγωγικού συντελεστή της εργασίας περιλαμβάνει τους μισθούς των εργαζομένων, μηνιαίους (wages) και ετησίους (salaries), καθώς και οποιοδήποτε συμπληρωματικό εισόδημα
2. Εδαφος/Γη: Το εισόδημα του εδάφους περιλαμβάνει το ενοίκιο
3. Κεφάλαιο: Για το κεφάλαιο, το εισόδημα αποτελείται από τα επιτόκια και λοιπά εισοδήματα από επενδύσεις
4. Επιχειρηματικότητα: Εφόσον η επιχειρηματικότητα αφορά τη δυνατότητα του επιχειρηματία να εντοπίζει και να εκμεταλλεύεται ευκαιρίες για τη δημιουργία νέων προϊόντων και την επέκταση ή δημιουργία μιας επιχείρησης (Shane, Vankataraman, 2000), το εισόδημά της αποτελείται από τα κέρδη της επιχείρησης

Μόλις αθροιστούν οι παραπάνω κατηγορίες εισοδήματος, το ΑΕΠ υπολογίζεται όπως και στη μέθοδο παραγωγής, προσθέτοντας μάλιστα τους έμμεσους φόρους και αφαιρώντας τις επιδοτήσεις των εισαγωγών για να υπολογιστεί το ΑΕΠ σε τιμές αγοράς. Επειδή όμως στα εισοδήματα περιλαμβάνεται και το εισόδημα του κεφαλαίου, θα πρέπει να προστεθεί και η απόσβεση που υφίσταται από τη χρήση του.

### 1.5.3 Η Μέθοδος Δαπάνης

Σύμφωνα με αυτή τη μέθοδο, το ΑΕΠ μπορεί να υπολογιστεί ως το άθροισμα όλων δαπανών για την αγορά τελικών αγαθών και υπηρεσιών. Εφόσον όλα τα προϊόντα και οι υπηρεσίες που παράγονται θα αγοραστούν από κάποιον, η μέτρηση των δαπανών αποτελεί έναν εναλλακτικό τρόπο μέτρησης της παραγωγής.



Προκειμένου να υπολογιστούν οι συνολικές δαπάνες, οι οικονομολόγοι τις διακρίνουν σε τέσσερις μεγάλες κατηγορίες, οι οποίες αντικατοπτρίζουν τις δαπάνες καθενός από τους τέσσερις τομείς της οικονομίας, δηλαδή τα νοικοκυριά, τις επιχειρήσεις, το δημόσιο τομέας και το εξωτερικό. Έτσι το ΑΕΠ αποτελείται από τις δαπάνες της κατανάλωσης (Consumption), τις ιδιωτικές επενδύσεις (Private Investment), τις κρατικές δαπάνες (Government Spending) και τις καθαρές εξαγωγές (Net Exports), το άθροισμα των οποίων αποτελεί και τη συνολική ζήτηση καταναλωτικών αγαθών (Blanchard, 2011).

Η κατανάλωση περιλαμβάνει όλες τις δαπάνες των εγχώριων νοικοκυριών για την κατανάλωση τελικών αγαθών, τα οποία κυμαίνονται από αγαθά μεγάλης διάρκειας (όπως έπιπλα και εξοπλισμός γραφείου), μέχρι και μη διαρκή καταναλωτικά αγαθά (όπως τα τρόφιμα και τα φάρμακα). Στην κατανάλωση περιλαμβάνονται επίσης η αυτοκατανάλωση αλλά και αμοιβές πολιτών σε είδος, καθώς και υπηρεσίες, όπως οι αεροπορικές πτήσεις αλλά και οι διακοπές. Από όλα τα συστατικά στοιχεία του ΑΕΠ, η κατανάλωση αποτελεί το μεγαλύτερο ποσοστό του, φτάνοντας ακόμα και το 70% της σύνθεσής του.

Οι ιδιωτικές επενδύσεις αποτελούνται από τις εγχώριες δαπάνες για κεφαλαιουχικά αγαθά τα οποία χρησιμοποιούνται για την παραγωγή αγαθών και υπηρεσιών. Διακρίνονται συνήθως σε πάγιες επενδύσεις και επενδύσεις για τη δημιουργία αποθέματος. Οι πρώτες περιλαμβάνουν τις μη στεγαστικές επενδύσεις, οι οποίες αφορούν τις δαπάνες των επιχειρήσεων για την απόκτηση νέων εγκαταστάσεων και μηχανημάτων, και τις στεγαστικές, οι οποίες αφορούν τις δαπάνες των νοικοκυριών για την απόκτηση σπιτιών και διαμερισμάτων. Οι δεύτερες υπολογίζονται ως η διαφορά του αποθέματος από την αρχή μέχρι το τέλος της περιόδου υπολογισμού των δαπανών. Η διαφορά αυτή οφείλεται στη διαφορά της παραγωγής και των πωλήσεων. Αν οι πωλήσεις υστερούν της παραγωγής, τότε συσσωρεύεται μεγαλύτερο απόθεμα και η επένδυση αποθέματος είναι θετική. Αντιθέτως, αν οι πωλήσεις υπερτερούν της παραγωγής, τότε το απόθεμα ελαττώνεται και η επένδυση αποθέματος είναι αρνητική. Κατά τη φύση τους, οι επενδύσεις για τη δημιουργία αποθέματος υπάρχουν με σκοπό να ισοσκελιστούν οι πωλήσεις με την παραγωγή. Αξίζει να σημειωθεί πως για τις Ηνωμένες Πολιτείες, οι ιδιωτικές εγχώριες επενδύσεις άγγιξαν περίπου το 18% του ΑΕΠ για τα έτη 2019 – 2021.

Οι κρατικές δαπάνες περιλαμβάνουν τις αγορές προϊόντων και υπηρεσιών από την πλευρά του κυβερνητικού τομέα, με σκοπό την παροχή υποδομών, εκπαίδευσης, υγειονομικής περίθαλψης και άλλων σημαντικών αναγκών στους πολίτες της οικονομίας. Ο κυβερνητικός τομέας περιλαμβάνει την ομοσπονδιακή κυβέρνηση, καθώς και κυβερνήσεις πολιτειακές και τοπικές (Froyen, 2013). Παρόλα αυτά, δεν αποτελούν όλες οι κρατικές δαπάνες κομμάτι του ΑΕΠ, Όπως αναφέρει ο Froyen, κρατικές μεταβιβαστικές πληρωμές σε ιδιώτες, όπως πληρωμές κοινωνικής ασφάλισης, αλλά και κρατικές πληρωμές επιτοκίων δεν περιλαμβάνονται στο ΑΕΠ. Ο λόγος είναι ότι κάποιες κρατικές δαπάνες, όπως είναι οι μεταβιβαστικές πληρωμές, δεν αντιπροσωπεύουν τη ζήτηση για κάποιο προϊόν ή υπηρεσία μιας συγκεκριμένης περιόδου.

Το τελευταίο κομμάτι της σύνθεσης του ΑΕΠ είναι οι καθαρές εξαγωγές. Ουσιαστικά αποτελούν τις εμπορικές συναλλαγές που έχει μια οικονομία με άλλες εξωτερικές. Υπολογίζονται από τις ακαθάριστες εξαγωγές αν αφαιρεθούν οι εισαγωγές της οικονομίας. Δηλαδή:

$$NE = EX - IM \quad (1.2)$$

Ως ακαθάριστες εξαγωγές, χαρακτηρίζεται στο σύνολο των αγαθών και υπηρεσιών τα οποία πωλήθηκαν σε χώρες του εξωτερικού. Φυσικά αποτελούν μέρος του ΑΕΠ της χώρας, καθώς αποτελούν μέρος της εγχώριας παραγωγής της. Οι εξαγωγές, από την άλλη πλευρά, αποτελούν όλα τα αγαθά και τις υπηρεσίες που παράχθηκαν από το εξωτερικό, αλλά καταναλώθηκαν από εγχώριους αγοραστές. Αυτές δεν αποτελούν μέρος του ΑΕΠ, ωστόσο συμπεριλαμβάνονται στις υπόλοιπες δαπάνες της οικονομίας, δηλαδή στην κατανάλωση, στις επενδύσεις και στις κρατικές δαπάνες. Για αυτόν το λόγο, αφαιρούνται από τις ακαθάριστες εξαγωγές για να υπολογιστεί η συνολική αξία των εγχώριων προϊόντων και υπηρεσιών.

Οι καθαρές εξαγωγές επίσης, αποτελούν το ισοζύγιο τρεχουσών συναλλαγών, το οποίο δείχνει την κατεύθυνση δανεισμού της χώρας. Αν για παράδειγμα είναι αρνητικό, δηλαδή οι εισαγωγές υπερτερούν των ακαθάριστων εξαγωγών, τότε η χώρα δαπανά περισσότερο κεφάλαιο για την αγορά αγαθών και υπηρεσιών από το εξωτερικό, σε σχέση με τα έσοδα που εισπράττει από τις αντίστοιχες πωλήσεις. Σε αυτήν την περίπτωση, η χώρα παρουσιάζει έλλειμα στο ισοζύγιο των τρεχουσών συναλλαγών και θα πρέπει να το καλύψει, με χρηματοδότηση που προέρχεται από εξωτερικό δανεισμό.

Αντίθετα αν είναι θετικό, δηλαδή οι ακαθάριστες εξαγωγές υπερτερούν των εισαγωγών, τότε η χώρα εισπράττει περισσότερα έσοδα από την πώληση αγαθών και υπηρεσιών, από όσο κεφάλαιο δαπανά για την αντίστοιχη αγορά. Το ισοζύγιο τρεχουσών συναλλαγών παρουσιάζει πλεόνασμα και η χώρα μπορεί να διαθέσει το πλεόνασμα σε χώρες που παρουσιάζουν έλλειμα, αποτελώντας έτσι μια μορφή δανειστή.

Το άθροισμα όλων των παραπάνω δαπανών δίνει το ΑΕΠ. Η ταυτότητα που προκύπτει είναι η ακόλουθη:

$$GDP = C + I + G + NE \quad (1.3)$$

Η μέθοδος των δαπανών, σύμφωνα με το Γραφείο Οικονομικής Ανάλυσης των ΗΠΑ (US Bureau of Economic Analysis) είναι πιο αξιόπιστη από τη μέθοδο εισοδήματος, διότι τα δεδομένα των δαπανών με τη σειρά τους είναι πιο αξιόπιστα από αυτά του εισοδήματος. Μάλιστα οι διαφορές μεταξύ των δύο μέτρων χαρακτηρίζονται ως στατιστική απόκλιση.

## 1.6 Ακαθάριστο Εθνικό Προϊόν

Το Ακαθάριστο Εθνικό Προϊόν, ή αλλιώς ΑΕθνΠ (Gross National Product, GNP), αποτελεί έναν εναλλακτικό τρόπο μέτρησης της παραγωγής μιας οικονομίας. Η κύρια διαφορά του από το ΑΕΠ είναι ότι η μέτρησή του δεν γίνεται με βάση τον τόπο παραγωγής των προϊόντων και των υπηρεσιών, αλλά με το ποιος τα παράγαγε. Ενώ το ΑΕΠ αφορά την παραγωγή εντός των συνόρων της χώρας, το ΑΕθνΠ αφορά την παραγωγή όλων των κατοίκων της χώρας με κοινή ιθαγένεια, ανεξαρτήτως του τόπου παραγωγής. Έτσι η παραγωγή των γηγενών που παράγουν σε άλλη χώρα προσμετράται για το Ακαθάριστο Εθνικό Προϊόν της χώρας, την ίδια στιγμή που δεν προσμετράται για το ΑΕΠ της, ενώ η παραγωγή αλλοδαπών εντός της ίδιας χώρας δεν προσμετράται για το ΑΕθνΠ, παρόλο που προσμετράται για το ΑΕΠ της.

Με αυτόν τον τρόπο, το ΑΕθνΠ μπορεί να υπολογιστεί από το ΑΕΠ, αν προστεθούν οι πληρωμές συντελεστών από το εξωτερικό, δηλαδή η παραγωγή των γηγενών σε άλλη χώρα, και αφαιρεθούν οι πληρωμές συντελεστών προς το εξωτερικό, δηλαδή η παραγωγή των αλλοδαπών. Προφανώς αν οι πληρωμές συντελεστών από το εξωτερικό υπερτερούν των πληρωμών προς το εξωτερικό, το ΑΕθνΠ είναι μεγαλύτερο από το ΑΕΠ και αντιστρόφως.

## 1.7 Ονομαστικό και Πραγματικό ΑΕΠ

Το ΑΕΠ, ή αλλιώς και ονομαστικό ΑΕΠ, μπορεί να προσδιοριστεί με διάφορους τρόπους. Σε κάθε όμως περίπτωση, εξαρτάται από δύο παράγοντες, την ποσότητα των αγαθών και υπηρεσιών που παράχθηκαν καθώς και τις τρέχουσες τιμές τους. Επομένως μια μεταβολή στην παραγόμενη ποσότητα θα μεταβάλει το ονομαστικό ΑΕΠ της οικονομίας, όπως και μια μεταβολή στις τιμές των προϊόντων και υπηρεσιών. Για αυτόν το λόγο, ο πληθωρισμός μπορεί να οδηγήσει σε αύξηση του, ακόμα και αν η παραγόμενη ποσότητα δεν μεταβληθεί καθόλου από τη μία περίοδο στην επόμενη. Επειδή όμως το ΑΕΠ γενικότερα χρησιμοποιείται ως μέτρο οικονομικής απόδοσης, αυτό σημαίνει πως μία χώρα με υψηλό πληθωρισμό μπορεί να φαίνεται ότι αναπτύσσεται, ενώ η παραγωγή της μπορεί να είναι στάσιμη.

Προκειμένου να αντιμετωπιστεί το παραπάνω πρόβλημα, συχνά χρησιμοποιείται η έννοια του πραγματικού ΑΕΠ για τη μέτρηση της απόδοσης μιας οικονομίας. Ως πραγματικό ΑΕΠ, ονομάζεται η αξία των τελικών αγαθών και υπηρεσιών που παράγονται εντός μιας χώρας σε δεδομένη χρονική περίοδο, με τη διαφορά ότι υπολογίζεται σε όρους σταθερών τιμών παρμένων από ένα έτος βάσης (Froyen, 2013). Έτσι, γίνεται εφικτή η σύγκριση της μεταβολής του ΑΕΠ ανά περιόδων με βάση την παραγωγή της οικονομίας, χωρίς την επίδραση του πληθωρισμού.

Από το ονομαστικό και το πραγματικό ΑΕΠ υπολογίζεται ένας δείκτης τιμών, ο οποίος δείχνει το συνολικό επίπεδο τιμών. Ο λόγος των δύο δίνει τον λόγο των τρεχουσών τιμών των παραγόμενων αγαθών και υπηρεσιών σε σχέση με το σχετικό επίπεδο τιμών του έτους βάσης. Ο δείκτης αυτός που προκύπτει ονομάζεται αποπληθωριστής ΑΕΠ και διατυπώνεται ως εξής:

$$GDP_{deflator} = \frac{Nominal\ GDP}{Real\ GDP} * 100 \quad (1.4)$$

Ο αποπληθωριστής ΑΕΠ θεωρείται υπονοούμενος δείκτης τιμών, διότι δεν μετράμε την πορεία των τιμών άμεσα, αλλά ως σύγκριση της μεταβολής του ΑΕΠ σε σταθερές και τρέχουσες τιμές, χρησιμοποιώντας την έννοια του πραγματικού ΑΕΠ.

## 1.8 Ανακεφαλαίωση

Σε αυτό το κεφάλαιο παρουσιάστηκαν βασικές έννοιες της μακροοικονομικής θεωρίας. Παρουσιάστηκαν οι οχτώ κύριες σχολές της μακροοικονομικής σκέψης και τα βασικά σημεία των θεωριών που τις απαρτίζουν. Έπειτα αναλύθηκαν οι κατηγορίες των μακροοικονομικών υποδειγμάτων, τα οποία αποτελούνται από τα απλά θεωρητικά υποδείγματα, τα εμπειρικά υποδείγματα προβλέψεων, τα δυναμικά στοχαστικά υποδείγματα γενικής ισορροπίας και τα οικονομικά υποδείγματα βασισμένα σε αυτόνομους παράγοντες. Επιπλέον έγινε ειδική αναφορά στο Ακαθάριστο Εγχώριο προϊόν και συγκεκριμένα στον προσδιορισμό του με τη μέθοδο παραγωγής, τη μέθοδο προϊόντος και τη μέθοδο δαπανών, εκ των οποίων η τελευταία θεωρείται η πιο αξιόπιστη μέθοδος. Τέλος, πραγματοποιήθηκε ξεχωριστή αναφορά στο ακαθάριστο εθνικό προϊόν και στις διαφορές του με το ακαθάριστο εγχώριο προϊόν, ενώ παρουσιάστηκε και η διάκριση μεταξύ του ονομαστικού και του πραγματικού ΑΕΠ, καθώς και η έννοια του αποπληθωριστή ως δείκτης του συνολικού επιπέδου τιμών, ο οποίος υπολογίζεται από το λόγο του ονομαστικού και του πραγματικού ΑΕΠ.

## Κεφάλαιο 2

### Δυναμικά Υποδείγματα Μακροχρόνιας Ισορροπίας

#### 2.1 Εισαγωγή

Σε αυτό το κεφάλαιο παρουσιάζεται το υπόδειγμα των Harrod – Domar, πρώτα από την ανάλυση του Harrod και έπειτα από την ανάλυση του Domar, καθώς και ορισμένες κριτικές που ασκήθηκαν στο υπόδειγμα, κυρίως στο κομμάτι των προϋποθέσεων που έχουν ληφθεί. Έπειτα παρουσιάζεται το υπόδειγμα των Swan – Solow, το οποίο αναλύεται με αλλά και χωρίς, την ύπαρξη τεχνολογικής προόδου.

#### 2.2 Υπόδειγμα Harrod – Domar

Το υπόδειγμα Harrod – Domar είναι ένα δυναμικό μοντέλο οικονομικής ανάπτυξης, το οποίο εντάσσεται στις θεωρίες των Κεϋνσιανών οικονομικών. Θεωρείται ένα από τα θεμελιώδη υποδείγματα της σύγχρονης μακροοικονομικής θεωρίας και αποτελεί ως ένα βαθμό τον πρόδρομο μεταγενέστερων υποδειγμάτων, όπως αυτό των Swan – Solow. Ουσιαστικά αποτελείται από δύο υποδείγματα, τα οποία αναπτύχθηκαν ανεξάρτητα από το Roy Harrod το 1939 και τον Evsey Domar το 1946, ωστόσο έχουν κοινό πλαίσιο και ασχολούνται και τα δύο με τις απαιτούμενες συνθήκες για την επίτευξη σταθερής ανάπτυξης. Ο σκοπός του υποδείγματος είναι η χρήση δυναμικών μοντέλων για την ανάλυση της μακροχρόνιας ισορροπίας, δίνοντας υψηλή βαρύτητα στη συσσώρευση κεφαλαίου και στο διττό ρόλο της στη διαδικασία της ανάπτυξης, δηλαδή στη δημιουργία εισοδήματος από νέες επενδύσεις και στην επέκταση της παραγωγικής δυνατότητας μέσω της αύξησης του μετοχικού κεφαλαίου.<sup>6</sup> Και οι δύο συγγραφείς προσπάθησαν να επεκταθούν πάνω στη θεωρία που είχε διατυπώσει ο Keynes το 1936 και να την εφαρμόσουν σε μακροχρόνιο πλαίσιο, ερευνώντας κάτω από ποιες συνθήκες μια οικονομία μπορεί να επεκταθεί, υπό καθεστώς πλήρους απασχόλησης και πλήρους παραγωγικής δυνατότητας.

---

<sup>6</sup> Η δημιουργία του εισοδήματος με αυτόν τον τρόπο επιτυγχάνεται μέσω του αποτελέσματος του πολλαπλασιαστική. Μια αύξηση στην επένδυση οδηγεί στην αύξηση του παραγόμενου εισοδήματος, το οποίο οδηγεί στην αύξηση της ζήτησης για κατανάλωση και ξανά στην αύξηση της παραγωγής για να καλυφθεί η ζήτηση.

### 2.2.1 Η Ανάλυση του Harrod

Η ανάλυση του Harrod διατυπώθηκε το 1939 και αποσκοπεί στην παρουσίαση ενός δυναμικού εργαλείου για περαιτέρω αναλύσεις στην έννοια της ανάπτυξης. Για την εφαρμογή του απαιτούνται τρεις προϋποθέσεις:

- a) Η αποταμίευση εξαρτάται κυρίως από την ετήσια παραγωγή,  $S_t = sY_t$ .
- b) Η επένδυση, η αλλιώς η ζήτηση για αποταμίευση, εξαρτάται κυρίως από το ρυθμό μεταβολής του εισοδήματος,  $I_t = g(Y_{t+1} - Y_t)$ .
- c) Η αποταμίευση ισούται με την επένδυση, δηλαδή η προσφορά για αποταμίευση ισούται με τη ζήτηση,  $S_t = I_t$ .

Στη βάση του υποδείγματος διακρίνονται τρεις ρυθμοί ανάπτυξης: ο εγγυημένος (warranted), ο πραγματικός (actual) και ο φυσικός (natural) και οι τρεις συνδεδεμένοι μεταξύ τους. Κατά το Harrod, ο εγγυημένος ρυθμός ανάπτυξης είναι αυτός με τον οποίο μια οικονομία δεν αναπτύσσεται με μη βιώσιμο ρυθμό, ούτε όμως βρίσκεται σε ύφεση. Ουσιαστικά, τα μέλη της οικονομίας αυτής «δεν έχουν παράγει ούτε περισσότερο, αλλά ούτε λιγότερο από τη σωστή ποσότητα» (Harrod, 1936, p. 16). Ο ρυθμός αυτός προκύπτει από τη θεμελιώδη εξίσωση ως ο λόγος του ποσοστού αποταμίευσης προς το δείκτη παραγωγής κεφαλαίου<sup>7</sup>. Χαρακτηριστικό παράδειγμα του Harrod είναι πως αν η οικονομία αποταμιεύει 10% του εισοδήματός της και ο δείκτης κεφαλαιακής παραγωγής είναι 4% ετησίως, τότε ο εγγυημένος ρυθμός ανάπτυξης της οικονομίας ισούται με 2,5%.

Ο πραγματικός ρυθμός ανάπτυξης από την άλλη είναι εκείνος με τον οποίο αναπτύσσεται η οικονομία ανά έτος. Συνήθως ο ρυθμός αυτός παρεκκλίνει από το εγγυημένο ρυθμό ανάπτυξης. Ο λόγος είναι ότι ο εγγυημένος ρυθμός ανάπτυξης διαφέρει με τη σειρά του από το φυσικό ρυθμό ανάπτυξης, ο οποίος υφίσταται όταν η οικονομία βρίσκεται σε πλήρη απασχόληση. Προφανώς η παραγωγικότητα και το ανθρώπινο δυναμικό αποτελούν τους βασικούς παράγοντες καθορισμού του πραγματικού ρυθμού ανάπτυξης και οι συχνές μεταβολές τους, για λόγους όπως η εποχικότητα, συμβάλουν στην απόκλιση των ρυθμών μεταξύ τους.

Ο εγγυημένος ρυθμός ανάπτυξης αποτελεί το δυναμικό ρυθμό ισορροπίας του μοντέλου. Η ισορροπία αυτή είναι κινούμενη, δίνοντας την ελευθερία κυρίως στους

---

<sup>7</sup> Η θεμελιώδης εξίσωση προκύπτει από την ισότητα επένδυσης με αποταμίευσης ως:  $I_t = S_t \rightarrow g(Y_{t+1} - Y_t) = sY_t \rightarrow \frac{Y_{t+1} - Y_t}{Y_t} = \frac{s}{g} = y$

παραγωγούς σαν σύνολο να προσαρμόσουν τις ανάγκες τους σε κεφάλαιο και απόθεμα, ανάλογα με την παραγωγή τους. Όπως αναφέρει και ο Harrod, αν ένας παραγωγός θεωρεί ότι παράγει περισσότερο από όσο πρέπει, θα αντισταθμιστεί από κάποιον άλλο ή άλλους παραγωγούς του κλάδου, οι οποίοι θεωρούν ότι έχουν παράγει λιγότερο.

Ωστόσο αυτό σημαίνει ότι, σε σύγκριση με ένα στατικό σημείο ισορροπίας, η ισορροπία του δυναμικού μοντέλου του Harrod είναι από τη φύση της ασταθής. Η οποιαδήποτε παρέκκλιση, είτε θετική, είτε αρνητική, ωθεί το ρυθμό ανάπτυξης να παρεκκλίνει ολοένα και περισσότερο από το ρυθμό ισορροπίας, προς την κατεύθυνση την οποία ξεκίνησε να παρεκκλίνει αρχικά. Αυτό συμβαίνει εξαιτίας της έλλειψης ή της αφθονίας αποθεμάτων και κεφαλαίου στην αγορά. Αν για παράδειγμα ο εγγυημένος ρυθμός μεταβολής είναι μεγαλύτερος του πραγματικού, ο δείκτης κεφαλαιακής παραγωγής μειώνεται λόγω της έλλειψης κεφαλαίου ή και αποθέματος, με αποτέλεσμα να συνεχίζει ο ρυθμός ανάπτυξης να αυξάνεται ανεξέλεγκτα. Αντίθετα, αν ο ρυθμός είναι μικρότερος του πραγματικού, θα υπάρχει αφθονία κεφαλαίου ή και αποθέματος, με αποτέλεσμα ο δείκτης κεφαλαιακής παραγωγής να αυξάνεται και να συνεχίζεται η ύφεση.<sup>8</sup>

Με άλλα λόγια, όταν ο εγγυημένος ρυθμός ανάπτυξης είναι μικρότερος από τον πραγματικό, υφίσταται πληθωρισμός εξαιτίας της αυξημένης ζήτησης και της περιορισμένης προσφοράς. Όταν όμως είναι μεγαλύτερος, τότε υπάρχει πρόβλημα υπερπαραγωγής, επειδή η προσφορά είναι υψηλή αλλά η απουσία εισοδήματος σημαίνει ότι η αγορά όλων αυτών των αγαθών που παράχθηκαν δεν είναι εφικτή. Το αποτέλεσμα σε αυτήν την περίπτωση είναι η ύπαρξη ύφεσης και ανεργίας.

### 2.2.2 Η Ανάλυση του Domar

Το υπόδειγμα του Domar διατυπώθηκε το 1946 και αποσκοπεί στην εύρεση των συνθηκών πάνω στον οποίον η ισορροπία μεταξύ του εισοδήματος μιας οικονομίας και της παραγωγικής δυνατότητας μπορεί να διατηρηθεί, έτσι ώστε η οικονομία να αναπτύσσεται υπό καθεστώς πλήρους απασχόλησης. Όπως και ο Harrod, έτσι και ο Domar διατυπώνει ένα Κεϋνσιανό πλαίσιο για το υπόδειγμά του. Εκεί που διαφέρει είναι ότι ασχολείται άμεσα με την οικονομική ανάπτυξη μιας οικονομίας, δίνοντας

---

<sup>8</sup> Στη θεμελιώδη εξίσωση  $\frac{s}{g} = y$ , αν  $y \uparrow$  τότε  $g \downarrow$  λόγω έλλειψης κεφαλαίου. Επομένως το  $y$  συνεχίζει να αυξάνεται:  $y \uparrow = \frac{s}{g \downarrow}$ . Ομοίως για  $y \downarrow$ .



έμφαση στη διττή φύση της επενδυτικής διαδικασίας, δηλαδή στην αύξηση της συνολικής ζήτησης από τη μία πλευρά και της παραγωγικής δυνατότητας από την άλλη.

Κατά βάση, οι υποθέσεις του υποδείγματος βοηθούν στην απλοποίηση του, αλλά δεν είναι όλες εξίσου σημαντικές. Όπως υποστηρίζει ο Domar, ορισμένες υποθέσεις μπορούν να αλλάξουν ή και να αφαιρεθούν εντελώς. Οι υποθέσεις με τις οποίες ξεκινάει το υπόδειγμα είναι οι ακόλουθες:

1. Υφίσταται ένα σταθερό γενικό επίπεδο τιμών
2. Δεν υφίστανται τυχόν χρονικές υστερήσεις
3. Τόσο οι επενδύσεις όσο και οι αποταμιεύσεις αναφέρονται για το εισόδημα της ίδιας περιόδου
4. Το υπόδειγμα ασχολείται με τις καθαρές επενδύσεις και τις καθαρές αποταμιεύσεις
5. Ο υπολογισμός της υποτίμησης γίνεται με βάση το κόστος αντικατάστασης ενός υποτιμημένου περιουσιακού στοιχείου με ένα άλλο, το οποίο έχει την ίδια παραγωγική δυνατότητα. Δεν γίνεται δηλαδή με βάση τα ιστορικά κόστη.
6. Μπορεί να μετρηθεί η παραγωγική δυνατότητα ενός περιουσιακού στοιχείου και, κατ' επέκταση, η παραγωγική δυνατότητα μιας οικονομίας στο σύνολό της.<sup>9</sup>
7. Η εργατική απασχόληση δεν είναι συνάρτηση μόνο του εθνικού εισοδήματος, όπως συμβαίνει στην κλασσική κενσσιανή μέθοδο, αλλά συνάρτηση του λόγου του εθνικού εισοδήματος προς την παραγωγική δυνατότητα.
8. Η οριακή ροπή προς αποταμίευση θεωρείται σταθερή.

Θέτοντας ως  $I$  τον ετήσιο ρυθμό επένδυσης και  $s$  τη δυνατή καθαρή προστιθέμενη αξία της παραγωγικής δυνατότητας νέων επενδυτικών σχεδίων, η ετήσια οριακή παραγωγική δυνατότητα αυτών των σχεδίων ισούται με  $I * s$ . Ωστόσο, επειδή η παραγωγική δυνατότητα της οικονομίας μπορεί να αυξηθεί σε μικρότερο βαθμό, ο Domar υπολογίζει τη δυνητική κοινωνική μέση παραγωγικότητα των επενδύσεων ως

---

<sup>9</sup> Η υπόθεση αυτή διατυπώνεται με επιφυλάξεις, καθώς η παραγωγική δυνατότητα εξαρτάται όχι μόνο από φυσικά και τεχνικά στοιχεία, αλλά και από ποιοτικά, όπως οι προτιμήσεις των καταναλωτών και η δομή της βιομηχανίας (Domar, 1946).

$$\sigma = \frac{\frac{dP}{dt}}{I} \quad (2.1)$$

όπου  $P$  είναι η παραγωγική δυνατότητα και  $t$  ο χρόνος. Αξίζει να σημειωθεί ότι το  $\sigma$  αποτελεί τη μέγιστη τιμή την οποία το  $\sigma$  μπορεί να λάβει και για την περαιτέρω ανάλυση του υποδείγματος θεωρούνται σταθερά. Επομένως

$$I\sigma = \frac{dP}{dt} \quad (2.2)$$

Η εξίσωση αυτή αποτελεί την πλευρά της προσφοράς, με το λόγο  $\frac{dP}{dt}$  να είναι συνάρτηση του  $I$ . Από την πλευρά της ζήτησης, θέτοντας ως  $\alpha$  τον οριακό λόγο αποταμίευσης, προκύπτει:

$$\frac{dY}{dt} = \frac{dI}{dt} * \frac{1}{\alpha} \quad (2.3)$$

όπου σε αντίθεση με την οριακή παραγωγική δυνατότητα, ο λόγος  $\frac{dY}{dt}$  αποτελεί συνάρτηση του  $\frac{dI}{dt}$  και όχι του  $I$ .

Η ισορροπία σε μία οικονομία προκύπτει από την εξίσωση της παραγωγικής δυνατότητας με το εισόδημα της ως

$$Y_0 = P_0 \quad (2.4)$$

η οποία επιτυγχάνεται όταν το οριακό εισόδημα ισούται με την οριακή παραγωγική δυνατότητα

$$\frac{dY}{dt} = \frac{dP}{dt} \quad (2.5)$$

Αντικαθιστώντας τις εξισώσεις (3.2) και (3.3) στην (3.5), προκύπτει η θεμελιώδης εξίσωση του υποδείγματος του Domar

$$\frac{dI}{dt} * \frac{1}{\alpha} = I\sigma \quad (2.6)$$

η λύση της οποίας δίνει την ακόλουθη εξίσωση

$$I = I_0 e^{\alpha\sigma t} \quad (2.7)$$

με το γινόμενο  $as$  να αποτελεί το ρυθμό ανάπτυξης στην ισορροπία. Αν αυτό είναι σταθερό, τότε η περίπτωση της πλήρους απασχόλησης διατηρείται όσο η επένδυση αυξάνεται με σταθερό επιτόκιο ανατοκισμού.<sup>10</sup>

Αν όμως ο ρυθμός ανάπτυξης της επένδυση δεν ισούται με το ρυθμό στην κατάσταση ισορροπίας  $as$ , τότε ένα μέρος της παραγωγικής δυνατότητας της χώρας δεν αξιοποιείται, με αποτέλεσμα να αυξάνεται η ανεργία. Η απόδειξη αυτής της παρατήρησης ξεκινάει από τον ορισμό του κεφαλαίου ως το άθροισμα όλων των καθαρών επενδύσεων και διακρίνεται σε δύο σενάρια,  $\sigma = s$  και  $\sigma < s$ , τα οποία όμως καταλήγουν στο ίδιο ακριβώς συμπέρασμα (δείτε Domar, 1946). Συγκεκριμένα οι αποδείξεις καταλήγουν στο λόγο

$$\theta = \frac{\rho}{as} \quad (2.8)$$

όπου  $\theta$  είναι ο συντελεστής αξιοποίησης της παραγωγικής δυνατότητας και  $r$  ο παρών ρυθμός ανάπτυξης της επένδυσης. Όταν ισχύει  $r = as$ , τότε ο συντελεστής αξιοποίησης ισούται με 100%. Αν όμως  $r \neq as$ , τότε ένα μέρος της παραγωγικής δυνατότητας δεν αξιοποιείται (ίσο με  $1 - \theta$ ). όπως παρατηρεί ο Domar «Η αποτυχία της οικονομίας να αναπτυχθεί στον απαιτούμενο ρυθμό δημιουργεί αχρησιμοποίητη (παραγωγική) δυνατότητα και ανεργία».

### 2.2.3 Κριτικές στο Υπόδειγμα Harrod – Domar

Τα υποδείγματα των Harrod – Domar αν και διαφέρουν στην προσέγγισή τους, ουσιαστικά καταλήγουν σε παρόμοια αποτελέσματα σχετικά με τη θεμελιώδη εξίσωση και τη συμβολή της επένδυσης και του κεφαλαίου στην επίτευξη ανάπτυξης σε καθεστώς πλήρους απασχόλησης, με αποτέλεσμα να συγχέονται ως ένα υπόδειγμα. Παρά τη σημασία του όμως για την περεταίρω ανάλυση της μακροχρόνιας οικονομικής ανάπτυξης, πλέον έχει αντικατασταθεί από άλλα ποιο αποτελεσματικά υποδείγματα, όπως είναι αυτό των Swan – Solow.

Η βασική κριτική που έχει ασκηθεί στο υπόδειγμα αφορά το βαθμό των υποθέσεων που έχουν ληφθεί για την ανάλυσή του. Ουσιαστικά έχει γίνει μεγάλος αριθμός υποθέσεων περί σταθερότητας βασικών μεταβλητών, όπως η οριακή ροπή για

---

<sup>10</sup> Ο Domar τονίζει πως η προϋπόθεση της σταθερής οριακής ροπής προς αποταμίευση δεν είναι απαραίτητη και πως η ανάλυση αυτή μπορεί να πραγματοποιηθεί με μεταβλητούς τους συντελεστές  $a$  και  $s$ .

αποταμίευση και ο δείκτης κεφαλαιακής παραγωγής, οι οποίες μακροχρόνια είναι σχεδόν βέβαιο ότι θα μεταβληθούν. Επιπλέον, η υπόθεση ότι η παραγωγική δυνατότητα είναι συνάρτηση του μετοχικού κεφαλαίου είναι μη ρεαλιστική, όπως παραδέχτηκε ο ίδιος ο Domar αργότερα (Domar, 1957).

Το πρόβλημα των υποθέσεων όμως δεν αφορά μόνο τη μη ρεαλιστική τους φύση, αλλά και την επιρροή τους στα αποτελέσματα του υποδείγματος. Στην περίπτωση του Harrod, υποθέσεις όπως η σταθερή συνάρτηση παραγωγής και ο σταθερός ρυθμός μεταβολής του εργατικού δυναμικού, οδηγούν στην ασταθή φύση της ισορροπίας του υποδείγματός του.

Άλλες κριτικές που έχουν ασκηθεί στο υπόδειγμα αφορούν τόσο τις υποθέσεις που έχουν ληφθεί, όσο και τις μεταβλητές που χρησιμοποιήθηκαν. Αναλυτικότερα:

1. Η χρήση αποκλειστικά σωρευτικών (aggregate) μεταβλητών δεν δείχνει τις εσωτερικές σχέσεις μεταξύ άλλων κλάδων της οικονομίας και, συνεπώς, τις δομικές αλλαγές που συμβάλλουν στην οικονομική της ανάπτυξη. Επειδή οι ομαλές σχέσεις μεταξύ των κλάδων συμβάλλουν στην κατάσταση της σταθερούς ισορροπίας, η απόκλιση από αυτήν μπορεί να οφείλεται σε προβλήματα στις σχέσεις των κλάδων, ακόμα και όταν οι προϋποθέσεις για σταθερότητα στο κομμάτι των σωρευτικών μεταβλητών τηρούνται.
2. Η χρήση των πραγματικών μεταβλητών αφαιρεί το νομισματικό παράγοντα από την ανάλυση καθώς και την επιρροή του στην αποταμίευση, την επένδυση αλλά και τη ζήτηση. Η επιλογή αυτή μπορεί να διευκολύνει την ανάλυση της θεωρίας ανάπτυξης, αλλά δυσκολεύει την εφαρμογή της στις πολιτικές του κράτους. Ο καθηγητής James Tobin (1965) επέκτεινε την ανάλυση των Harrod – Domar, περιλαμβάνοντας νομισματικούς παράγοντες, όπως το νομισματικό χρέος, προκειμένου να επιλύσει το πρόβλημα της απόκλισης του εγγυημένου ρυθμού ανάπτυξης από τον πραγματικό.
3. Η προϋπόθεση της απουσίας οποιασδήποτε παρέμβασης στις οικονομικές συναλλαγές (Laissez-faire) δεν μπορεί να λύσει τα προβλήματα της οικονομικής ανάπτυξης. Η δημοσιονομική ουδετερότητα που προσφέρει το «Laissez-faire» μπορεί να εφαρμόζεται για ανεπτυγμένες οικονομίες, ωστόσο δεν εφαρμόζεται στην περίπτωση των αναπτυσσόμενων χωρών.
4. Το υπόδειγμα των Harrod – Domar βασίζεται μόνο σε οικονομικές μεταβλητές και στις αλληλεπιδράσεις αυτών και μόνο. Αποφεύγουν την ενσωμάτωση μη

οικονομικών μεταβλητών, όπως πολιτικών ή θρησκευτικών. Οικονομολόγοι όμως υποστηρίζουν πως σε αρκετές περιπτώσεις, οι μεταβλητές μη οικονομικού χαρακτήρα μπορούν να αποβούν εξίσου σημαντικές με τις οικονομικές μεταβλητές (Meier and Baldwin, 1957).

Παρόλα αυτά, το υπόδειγμα των Harrod - Domar εξακολουθεί να χρησιμοποιείται ακόμα και σήμερα, κυρίως για τον υπολογισμό της απαιτούμενης βραχυχρόνιας επένδυσης για την επίτευξη της ανάπτυξης στόχου κυρίως σε αναπτυσσόμενες χώρες (Easterly, Levine, 1997).

### 2.3 Υπόδειγμα Swan – Solow

Το υπόδειγμα αυτό αναπτύχθηκε ξεχωριστά από τον Trevor Swan και τον Robert Solow το 1956 και αποτελεί ένα απλό νεοκλασικό υπόδειγμα εξωγενούς μεγέθυνσης. Προσπαθεί να εξηγήσει την οικονομική ανάπτυξη υπό το πρίσμα της συσσώρευσης κεφαλαίου, της ανάπτυξης του εργατικού δυναμικού και της παραγωγικής δυνατότητας μέσω της τεχνολογικής προόδου. Κέντρο του αποτελεί η σωρευτική συνάρτηση παραγωγής, η οποία είναι τύπου Cobb – Douglas, δίνοντας έτσι τη δυνατότητα, σύμφωνα με τον Daron (2009) να συνδεθεί και με το χώρο της μικροοικονομίας.<sup>11</sup>

Το υπόδειγμα των Swan – Solow αποτελεί εξέλιξη του αντιστοίχου των Harrod – Domar, δίνοντας βάση στη συστηματοποίηση του εγγυημένου και του φυσικού ρυθμού ανάπτυξης (Swan, 1956). Στην ανάλυση προστίθεται η εργασία ως παράγοντας της παραγωγής και όπως αναφέρει ο Solow, ακολουθούνται όλες οι προϋποθέσεις των Harrod – Domar, εκτός αυτής των σταθερών αναλογιών, η οποία θεωρείται υπεύθυνη για το φαινόμενο της ασταθούς ισορροπίας και της σύγκρουσης μεταξύ του εγγυημένου και του φυσικού ρυθμού ανάπτυξης (Solow, 1956).

Η μακροχρόνια ισορροπία στο υπόδειγμα των Swan – Solow πραγματοποιείται λόγω της φθίνουσας οριακής παραγωγικότητας κεφαλαίου. Θεωρώντας ότι η συσσώρευση κεφαλαίου είναι αποτέλεσμα της αποταμίευσης, η οποία χρησιμοποιείται για τη χρηματοδότηση νέων επενδύσεων, όσο αυξάνεται η αποταμίευση και κατά επέκταση η επένδυση, το κατά κεφαλήν εισόδημα θα αυξάνεται, καθώς προσδιορίζεται

---

<sup>11</sup> Η ιδέα της χρήσης της συνάρτησης παραγωγής Cobb – Douglas για την ανάλυση ενός υποδείγματος ανάπτυξης, διατυπώθηκε αρχικά από τον ολλανδό οικονομολόγο Jan Tinbergen το 1942 (Brems, Hans, 1986).

από το κεφάλαιο ανά εργαζόμενο, δεδομένου ότι ο ρυθμός ανάπτυξης του εργατικού δυναμικού παραμένει σταθερός και ότι δεν υπάρχει τεχνολογική πρόοδος. Αυτό όμως προκαλεί φθίνουσες αποδόσεις, καθώς η αύξηση του κεφαλαίου ανά εργάτη θα προκαλεί μείωση στην οριακή παραγωγικότητα, η οποία θα προκαλεί ολοένα και μικρότερες αυξήσεις στο κατά κεφαλήν εισόδημα. Έτσι θα πραγματοποιούνται λιγότερες αποταμιεύσεις και κατά επέκταση λιγότερες επενδύσεις. Δεδομένου όμως ότι ένα μέρος του κεφαλαίου φθείρεται λόγω αποσβέσεων και ότι η επένδυση αυξάνεται με φθίνοντα ρυθμό, θα υπάρξει μακροχρόνια ένα σημείο στο οποίο το ποσοστό αύξησης των επενδύσεων ως αποτέλεσμα της αύξησης της αποταμίευσης, θα επαρκεί ίσα για να καλύψει το φθαρμένο κεφάλαιο αλλά και τον απαιτούμενο κεφαλαιουχικό εξοπλισμό του εργατικού δυναμικού. Σε αυτό το σημείο η οικονομία θα σταματήσει να αναπτύσσεται και θα βρίσκεται σε ισορροπία.

Ο μόνος τρόπος με τον οποίο το κατά κεφαλήν εισόδημα θα συνεχίσει να αυξάνεται ακόμα και πέρα από το σημείο ισορροπίας, είναι να προκληθεί τεχνολογική πρόοδος, η οποία ωστόσο αποτελεί εξωγενή παράγοντα στο υπόδειγμα των Swan – Solow και δεν προκύπτει από τη διαδικασία της συσσώρευσης κεφαλαίου.

### 2.3.1 Μαθηματική Εφαρμογή

Η εφαρμογή του υποδείγματος των Swan – Solow έχει ως σημείο αφετηρίας τη συνάρτηση παραγωγής, η οποία περιλαμβάνει το κεφάλαιο και την εργασία ως εισροές, στο πλαίσιο μιας κλειστής οικονομίας και την απουσία δημοσίου τομέα:

$$Y_t = F(K_t, L_t) \quad (2.9)$$

Η συνάρτηση παραγωγής αυτή ικανοποιεί τις συνθήκες Inada<sup>12</sup>, υποδηλώνοντας ότι είναι ασυμπτωτικά Cobb – Douglas (Barelli et al, 2003). Επειδή ισχύει η ιδιότητα των σταθερών αποδόσεων, η συνάρτηση μπορεί να γραφτεί και με το κατά κεφαλήν προϊόν  $y_t = \frac{Y_t}{L_t}$  ως εξής:

$$y_t = F\left(\frac{K_t}{L_t}, 1\right) = f(k_t) \quad (2.10)$$

<sup>12</sup>  $\lim_{K_t \rightarrow \infty} MP_K = \lim_{L_t \rightarrow \infty} MP_L = 0$  και  $\lim_{K_t \rightarrow 0} MP_K = \lim_{L_t \rightarrow 0} MP_L = \infty$

όπου  $k_t = \frac{K_t}{L_t}$  είναι ο λόγος κεφαλαίου προς εργασίας. Ακολουθώντας το μοντέλο του Harrod, η εργασία αυξάνεται με σταθερό και εξωγενή ρυθμό ίσο με  $n$  ως:

$$L_t = L_0 e^{nt} \quad (2.11)$$

ο οποίος ρυθμός  $n$  αποτελεί το φυσικό ρυθμό ανάπτυξης, όπως αναφέρεται στο υπόδειγμα Harrod – Domar.

Η δημιουργία καινούργιου φυσικού κεφαλαίου προκύπτει από επένδυση  $I_t$ . Καθώς όμως η οικονομία είναι κλειστή και απουσιάζει ο δημόσιος τομέας, η επένδυση προκύπτει από την αποταμίευση, η οποία με τη σειρά της προκύπτει ως μέρος του εισοδήματος που δεν καταναλώνεται, ίσο με  $S_t = sY_t$ . Επίσης ένα μέρος του κεφαλαίου αποσβένεται με τον καιρό. Θεωρώντας το ρυθμό της απόσβεσης σταθερό και ίσο με  $\delta$ , προκύπτει η ακόλουθη διαφορική εξίσωση συσσώρευσης φυσικού κεφαλαίου:

$$\dot{K}_t = sY_t - \delta K_t \quad (2.12)$$

όπου  $\dot{K}_t$  είναι ο ρυθμός μεταβολής του κεφαλαίου  $\frac{dK_t}{dt}$ . Διαιρώντας με  $L_t$  τη σχέση (2.12) προκύπτει ότι:

$$\frac{\dot{K}_t}{L_t} = s \frac{Y_t}{L_t} - \delta \frac{K_t}{L_t} \rightarrow \frac{\dot{K}_t}{L_t} = sy_t - \delta k_t \quad (2.13)$$

Ο ρυθμός μεταβολής του κεφαλαίου ανά εργάτη υπολογίζεται ως:

$$\dot{k}_t = \frac{d\left(\frac{K_t}{L_t}\right)}{dt} = \frac{L_t \frac{dK_t}{dt} - K_t \frac{dL_t}{dt}}{L_t^2} \rightarrow \dot{k}_t = \frac{\dot{K}_t}{L_t} - k_t \frac{\dot{L}_t}{L_t} \quad (2.14)$$

Από τη σχέση (2.11) ο λόγος  $\frac{\dot{L}_t}{L_t}$  είναι ίσος με  $n$ . Επομένως από τις σχέσεις (2.10), (2.13) και (2.14), προκύπτει ότι:

$$\begin{aligned} \dot{k}_t + nk_t &= sy_t - \delta k_t \\ \dot{k}_t &= sf(k_t) - (n + \delta)k_t \end{aligned} \quad (2.15)$$

Η παραπάνω αποτελεί τη βασική διαφορική εξίσωση του υποδείγματος των Swan – Solow. Η λύση της μπορεί να προσδιορίσει το λόγο κεφαλαίου και εργασίας για κάθε χρονική στιγμή. Η μακροχρόνια ισορροπία με βάση τη θεωρία, προκύπτει

όταν ο ρυθμός μεταβολής του κεφαλαίου ανά εργάτη ισούται με μηδέν. Τότε προκύπτουν οι ακόλουθες σχέσεις:

$$\begin{aligned}sf(k_t) &= (n + \delta)k_t \\y^* &= f(k^*) \\c^* &= (1 - s)y^* = (1 - s)f(k^*)\end{aligned}\tag{2.16}$$

Αυτό σημαίνει ότι οι κατά κεφαλήν μεταβλητές του εισοδήματος, του κεφαλαίου και της κατανάλωσης είναι σταθερές χωρίς τεχνολογική πρόοδο, ενώ το εισόδημα, το κεφάλαιο και η κατανάλωση αυξάνονται με τον ίδιο ρυθμό που αυξάνεται ο πληθυσμός.

### 2.3.2 Σύγκλιση στο Υπόδειγμα

Θεωρώντας τη συνάρτηση παραγωγής ως Cobb – Douglas της μορφής  $Y_t = AK_t^a L_t^{1-a}$ , προκύπτει η ακόλουθη σχέση:

$$y_t = A \frac{K_t^a L_t^{1-a}}{L_t} = A \left(\frac{K_t}{L_t}\right)^a = Ak_t^a\tag{2.17}$$

Με βάση τη μαθηματική εφαρμογή και τη δεδομένη συνάρτηση παραγωγής, στη μακροχρόνια ισορροπία, ο λόγος κεφαλαίου προς εργασία υπολογίζεται ως:

$$\begin{aligned}sAk^a &= (n + \delta)k \\ \frac{sA}{(n + \delta)} &= \frac{k}{k^a} \\ \frac{sA}{(n + \delta)} &= k^{1-a} \\ k^* &= \left(\frac{sA}{(n+\delta)}\right)^{\frac{1}{1-a}}\end{aligned}\tag{2.18}$$

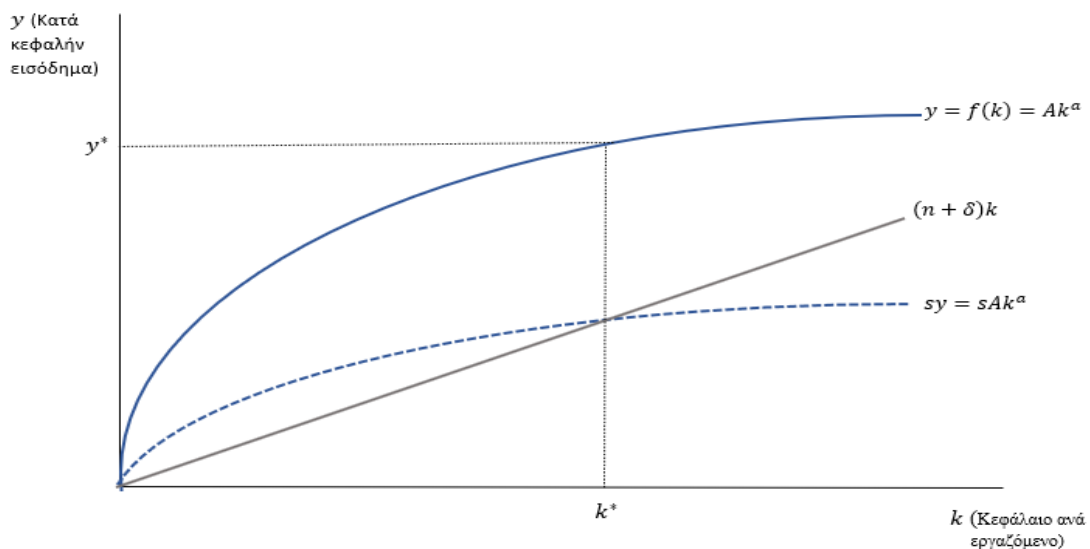
και κατ' επέκταση, το κατά κεφαλήν εισόδημα στο σημείο μακροχρόνιας ισορροπίας από τις σχέσεις (2.17) και (2.18) ισούται με:

$$y^* = A \left(\frac{sA}{(n+\delta)}\right)^{\frac{a}{1-a}}$$



$$y^* = A^{\frac{1}{1-a}} \left( \frac{s}{(n+\delta)} \right)^{\frac{a}{1-a}} \quad (2.19)$$

Το κατά κεφαλήν απόθεμα κεφαλαίου  $k^*$  υποδηλώνει την ισορροπία σταθερής κατάστασης (steady state), όπου η απαιτούμενη επένδυση ισούται με την πραγματική επένδυση. Μάλιστα αποτελεί σημείο σύγκλισης στο οποίο η οικονομία θα καταλήξει αν ξεκινήσει από οποιαδήποτε άλλη τιμή (Gartner, 2016). Στο διάγραμμα 2.1 παρουσιάζεται η ισορροπία σταθερής κατάστασης σε όρους ανά εργαζόμενο, όπου  $(n + \delta)k$  είναι η απαιτούμενη επένδυση ανά εργαζόμενο και  $sAk^a$  είναι η πραγματική επένδυση η οποία ισούται με την αποταμίευση.



**Διάγραμμα 2.1**

### **Ισορροπία σταθερής κατάστασης**

Στο σημείο ισορροπίας  $k^*$  οι δύο συναρτήσεις τέμνονται, με αποτέλεσμα τόσο το απόθεμα του κεφαλαίου ανά εργαζόμενο, όσο και το κατά κεφαλήν εισόδημα δεν μεταβάλλονται. Αν η οικονομία βρίσκεται σε σημείο μικρότερο του  $k^*$ , τότε η πραγματική επένδυση που πραγματοποιείται υπερβαίνει την απαιτούμενη. Αυτό σημαίνει ότι παράγεται περισσότερο κεφάλαιο από όσο φθείρεται και έτσι το απόθεμα κεφαλαίου και, κατά συνέπεια, το εισόδημα αυξάνονται. Αντίθετα, αν η οικονομία βρίσκεται σε σημείο μεγαλύτερο του  $k^*$ , τότε η πραγματική επένδυση υστερεί της απαιτούμενης. Το κεφάλαιο που παράγεται δεν καλύπτει το κεφάλαιο που φθείρεται

και έτσι το απόθεμα κεφαλαίου και το εισόδημα μειώνονται. Οι παραπάνω μεταβολές θα πραγματοποιούνται μέχρις ότου η οικονομία φτάσει στο σημείο  $k^*$ .

### 2.3.3 Ενσωματώνοντας την Τεχνολογική Πρόοδο

Η παραπάνω ανάλυση της μακροχρόνιας ισορροπίας μπορεί να επεκταθεί αν ενσωματωθεί η τεχνολογική πρόοδος. Επομένως η νέα συνάρτηση παραγωγής έχει τη μορφή:

$$Y_t = F(K_t, A_t L_t) = K_t^a (A_t L_t)^{1-a} \quad (2.20)$$

σε αυτήν την περίπτωση, το επίπεδο τεχνολογίας δεν είναι σταθερό, αλλά αυξάνεται με σταθερό και εξωγενή ρυθμό ίσο με  $g$ , με τον ίδιο τρόπο όπως αυξάνεται και η εργασία:

$$L_t = L_0 e^{nt} \quad (2.21)$$

$$A_t = A_0 e^{gt} \quad (2.22)$$

Χρησιμοποιώντας τη διαφορική εξίσωση συσσώρευση φυσικού κεφαλαίου (2.4), διαιρούμε με  $A_t L_t$  και προκύπτει:

$$\frac{\dot{K}_t}{A_t L_t} = s \frac{Y_t}{A_t L_t} - \delta \frac{K_t}{A_t L_t} \rightarrow \frac{\dot{K}_t}{A_t L_t} = s y_t - \delta k_t \quad (2.23)$$

ο νέος ρυθμός μεταβολής κεφαλαίου ανά εργάτη υπολογίζεται ως:

$$\dot{k}_t = \frac{d\left(\frac{K_t}{A_t L_t}\right)}{dt} = \frac{L_t \frac{dK_t}{dt} - K_t A_t \frac{dL_t}{dt} - K_t L_t \frac{dA_t}{dt}}{(A_t L_t)^2} \quad (2.24)$$

$$\dot{k}_t = \frac{\dot{K}_t}{A_t L_t} - k_t \frac{\dot{L}_t}{L_t} - k_t \frac{\dot{A}_t}{A_t}$$

Δεδομένου ότι ο λόγος  $\frac{\dot{L}_t}{L_t}$  ισούται με  $n$  και ο λόγος  $\frac{\dot{A}_t}{A_t}$  ισούται με  $g$ , ισχύει ότι:

$$\dot{k}_t + nk_t + gk_t = sy_t - \delta k_t$$

$$\dot{k}_t = sf(k_t) - (n + g + \delta)k_t \quad (2.25)$$

Από τη σχέση (2.20), ισχύει ότι:

$$y_t = \frac{K_t^a (A_t L_t)^{1-a}}{A_t L_t} = \left( \frac{K_t}{A_t L_t} \right)^a = k_t^a \quad (2.26)$$

Άρα ο νέος λόγος κεφαλαίου ανά εργασία στην ισορροπία είναι:

$$sk^a = (n + g + \delta)k$$

$$\frac{s}{(n + g + \delta)} = \frac{k}{k^a}$$

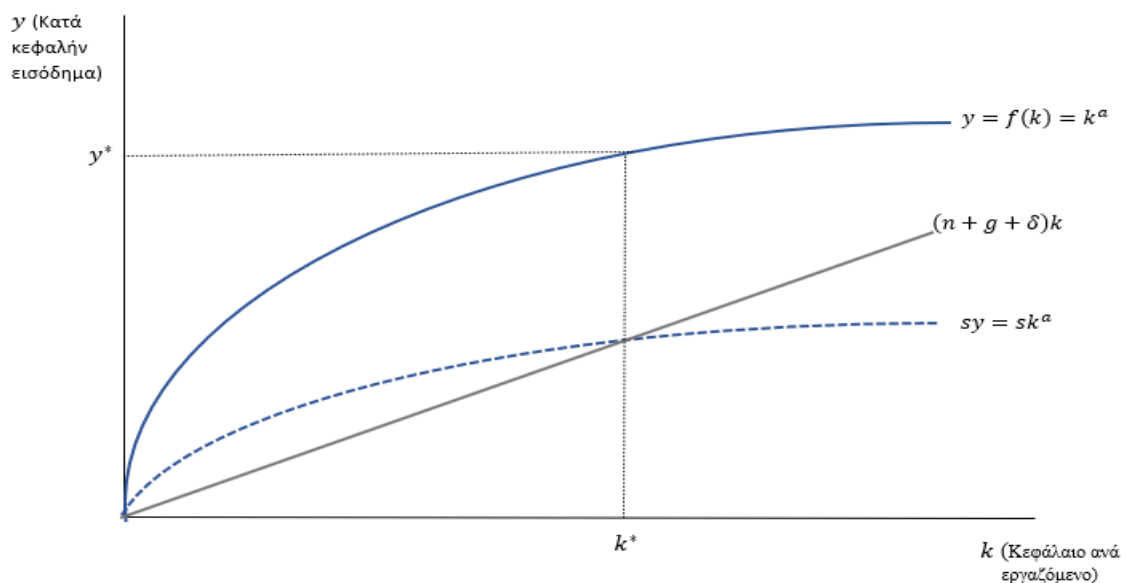
$$\frac{s}{(n + g + \delta)} = k^{1-a}$$

$$k^* = \left( \frac{s}{(n+g+\delta)} \right)^{\frac{1}{1-a}} \quad (2.27)$$

και αντίστοιχα, το νέο κατά κεφαλήν εισόδημα στο σημείο ισορροπίας είναι:

$$y^* = \left( \frac{s}{(n+g+\delta)} \right)^{\frac{a}{1-a}} \quad (2.28)$$

Αξίζει να σημειωθεί πως ο ρυθμός ανάπτυξης του κατά κεφαλήν εισοδήματος στην ισορροπία εξαρτάται αποκλειστικά και μόνο από το ρυθμό της τεχνολογικής προόδου (Romer, 2011). Σε κάθε περίπτωση, η σύγκλιση γίνεται στο σημείο όπου η πραγματική επένδυση ισούται με την απαιτούμενη επένδυση, όπως φαίνεται στο διάγραμμα 2.2.



**Διάγραμμα 2.2**

**Ισορροπία με τεχνολογική πρόοδο**

Η ισορροπία σταθερής κατάστασης με τεχνολογική πρόοδο, όπως και πριν, είναι ευσταθής. Η οικονομία θα καταλήξει σε αυτήν, ασχέτως από την αρχική της θέση, ακριβώς με τον ίδιο τρόπο που έγινε και στην περίπτωση της σύγκλισης χωρίς τεχνολογικής προόδου.

### 2.3.4 Ο Χρυσός Κανόνας Συσσώρευσης Κεφαλαίου

Το υπόδειγμα των Swan – Solow δείχνει τον τρόπο με τον οποίο η αποταμίευση και η επένδυση καθορίζουν το κεφάλαιο και το εισόδημα στη σταθερή κατάσταση. Παρόλα αυτά, ο πρωταρχικός στόχος για μια κοινωνία είναι η μεγιστοποίηση της ευημερίας της. Ο ρυθμός αποταμίευσης μπορεί να καθορίζει το ρυθμό ανάπτυξης, αλλά δεν αποτελεί μέτρο ευημερίας. Για αυτό η συνεχής αύξηση του ρυθμού αποταμίευσης μπορεί να προκαλέσει μεγαλύτερα προβλήματα στην οικονομία. Στην ακραία περίπτωση, αν η οικονομία αποταμιεύει όλη της την παραγωγή, τότε η κατανάλωση μηδενίζεται και τελικά η κοινωνική ευημερία ελαττώνεται. Επομένως, η αποταμίευση δεν πρέπει να αποτελεί αυτοσκοπό, αλλά το μέσο για να επιτευχθεί ο τελικός σκοπός, ο οποίος είναι η μεγιστοποίηση της κοινωνικής ευημερίας.<sup>13</sup>

Το σημείο ισορροπίας σταθερής κατάστασης  $k^*$  είναι εκείνο το οποίο τελικά μεγιστοποιεί την κατανάλωση ανά εργαζόμενο  $c^*$ . Από αυτό προκύπτει η συνθήκη η οποία χαρακτηρίζεται ως ο «Χρυσός κανόνας της συσσώρευσης κεφαλαίου», την οποία διατύπωσε πρώτη φορά ο Αμερικανός οικονομολόγος Edmund Phelps το 1961. Αξιοποιώντας την ανάλυση του υποδείγματος Swan – Solow με την ενσωμάτωση της τεχνολογικής προόδου και τη σχέση (2.26), η κατανάλωση ισούται με:<sup>14</sup>

$$c_t = (1 - s)y_t = (1 - s)k_t^a \quad (2.29)$$

Δεδομένης της σχέσης  $sk_t^a = (n + g + \delta)k$ , η παραπάνω εξίσωση στην ισορροπία σταθερούς κατάστασης γράφεται ως:

$$c_t = k_t^a - sk_t^a$$

$$c^* = k_t^a - (n + g + \delta)k_t \quad (2.30)$$

<sup>13</sup> [Golden Rule of Capital Accumulation | Economic Growth \(economicsdiscussion.net\)](https://economicsdiscussion.net/golden-rule-of-capital-accumulation-economic-growth/)

<sup>14</sup> Η ανάλυση μπορεί να γίνει και με απουσία τεχνολογικής προόδου, καταλήγοντας σε παρόμοια συνθήκη

Η κατανάλωση για να είναι μέγιστη, θα πρέπει να ισχύει η συνθήκη πρώτης τάξης:

$$\frac{dc}{dk_t} = 0$$

$$\frac{dk_t^a}{dk_t} - (n + g + \delta) = 0$$

$$\frac{dk_t^a}{dk_t} = n + g + \delta \quad (2.31)$$

Ενώ η συνθήκη δεύτερης τάξης δείχνει αν η παραπάνω συνθήκη είναι μεγιστοποίησης ή ελαχιστοποίησης:

$$\frac{d^2c}{dk_t^2} = \frac{d^2k_t^a}{dk_t^2} = \alpha(\alpha - 1)k_t^{a-2} > 0 \quad (2.32)$$

που ισχύει καθώς είναι θετική. Τελικά η συνθήκη του «χρυσού κανόνα» είναι η ακόλουθη:

$$f'(k'_{gold}) = n + g + \delta \quad (2.33)$$

όπου  $f'(k'_{gold}) = \frac{dk_t^a}{dk_t}$ .

## 2.4 Ανακεφαλαίωση

Στο κεφάλαιο αυτό αναλύθηκαν τα δυναμικά υποδείγματα μακροχρόνιας ισορροπίας τα οποία αποτελούν την βάση της έρευνας του συγκεκριμένου εκπονήματος. Αρχικά, παρουσιάστηκε το υπόδειγμα των Harrod – Domar, παρουσιάζοντας πρώτα την άποψη του Harrod, έπειτα την άποψη του Domar και τις κριτικές που ασκήθηκαν σε αυτό. Έπειτα, παρουσιάστηκε το υπόδειγμα των Swan – Solow, το οποίο αποτελεί και εξέλιξη του προηγούμενου υποδείγματος. Συγκεκριμένα έγινε παρουσίαση και ανάλυση της μαθηματικής εφαρμογής του και προσδιορίστηκε η ισορροπία σταθερής κατάστασης με και χωρίς την ύπαρξη τεχνολογικής προόδου.

## Κεφάλαιο 3

### Διαδικασία Της Έρευνας

#### 3.1 Εισαγωγή

Η οικονομική επιστήμη, όπως και κάθε άλλη επιστήμη, πέρα από το θεωρητικό υπόβαθρο χρειάζεται και το εμπειρικό για να τεκμηριώσει τα ευρήματά της. Επειδή όμως είναι πρωτίστως κοινωνική επιστήμη, δεν είναι εφικτή η εφαρμογή πειραμάτων για την τεκμηρίωση των θεωρητικών απόψεων.

Χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι ο κλασικός νόμος της ζήτησης, σύμφωνα με τον οποίο οι τιμές ενός προϊόντος έχουν αρνητική συσχέτιση με τη ζητούμενη ποσότητα του. Στην πράξη ωστόσο δεν είναι εφικτή η μεταβολή σε πραγματικό χρόνο των τιμών του προϊόντος στην αγορά με στόχο την παρατήρηση της μεταβολής στη ζήτησή του. Πρώτον, είναι πολύ δύσκολο να συντονιστεί ολόκληρη η αγορά ώστε να μεταβληθεί η τιμή του προϊόντος από κάθε παραγωγό και πωλητή του. Δεύτερον, υφίσταται πληθώρα άλλων παραγόντων που μπορούν να επηρεάσουν τη ζήτηση πέρα από τις τιμές. Κάποιοι από αυτούς είναι ποσοτικά μετρήσιμοι, όπως το εισόδημα των καταναλωτών, αλλά υπάρχουν και κάποιοι που είναι μη μετρήσιμοι, όπως οι προτιμήσεις. Επομένως, ακόμα και αν ήταν εύκολο να μεταβληθούν οι τιμές, είναι πρακτικά αδύνατο να παραμείνουν όλοι οι υπόλοιποι προσδιοριστικοί παράγοντες σταθεροί προκειμένου να εξεταστεί μόνο η συσχέτιση των τιμών με τη ζητούμενη ποσότητα. Τρίτον, οι μεταβολές στις τιμές επηρεάζουν και την ευημερία της κοινωνίας. Άρα η εφαρμογή των παραπάνω μεταβολών, με όλους τους υπόλοιπους παράγοντες σταθερούς, ακόμα και αν ήταν εφικτή και εύκολη στην εφαρμογή της, ελλοχεύει τον κίνδυνο να προκαλέσει απώλεια κοινωνικής ευημερίας, είτε με την αύξηση του πληθωρισμού, ή και ακόμα με πιθανή αύξηση ανεργίας.

Η εμπειρική εφαρμογή στην οικονομική επιστήμη, γίνεται με την εφαρμογή της οικονομετρίας, η οποία συνδέει τις οικονομικές θεωρίες με τη στατιστική μέθοδο και τα μαθηματικά. Συγκεκριμένα, η ποσοτική μέθοδος πραγματοποιείται με τη λήψη δείγματος δεδομένων και την ανάλυσή του με την εφαρμογή στατιστικών ελέγχων. Βέβαια, υπάρχουν διαφορετικά είδη δεδομένων και κάθε είδος έχει διαφορετικές τεχνικές για την εφαρμογή των στατιστικών ελέγχων.

Τα τρία πιο χαρακτηριστικά είδη είναι τα διαστρωματικά (cross-sectional) δεδομένα, οι χρονοσειρές (time-series) και τα δεδομένα Panel. Η διαφορά μεταξύ των τριών είναι οι διαστάσεις που χρησιμοποιούνται για τη λήψη δεδομένων. Τα δεδομένα Panel αποτελούν τα πιο πολυδιάστατα δεδομένα, χρησιμοποιώντας δύο διαστάσεις, μία για πολλές υποκείμενες μονάδες, όπως χώρες, άτομα και επιχειρήσεις, και μια για τη διάσταση του χρόνου. Οι άλλες δύο κατηγορίες δεδομένων μπορούν να χαρακτηριστούν ειδικές περιπτώσεις δεδομένων Panel, όπου χρησιμοποιούν μόνο μία από τις δύο διαστάσεις. Έτσι τα διαστρωματικά δεδομένα χρησιμοποιούν πολλές υποκείμενες μονάδες για μια συγκεκριμένη χρονική στιγμή (για παράδειγμα το ετήσιο ΑΕΠ δέκα χωρών για ένα συγκεκριμένο έτος), ενώ οι χρονοσειρές χρησιμοποιούν μία υποκείμενη μονάδα για πολλές χρονικές στιγμές (για παράδειγμα το ετήσιο ΑΕΠ μίας χώρας για δέκα έτη).

Σε αυτό το κεφάλαιο γίνεται αναφορά στα δεδομένα Panel, ενώ παρουσιάζεται το θεωρητικό μέρος των τεχνικών που χρησιμοποιούνται τόσο σε αυτά, όσο και στις χρονοσειρές για την ανάλυση της στασιμότητας, της συνολοκλήρωσης και της αιτιότητας κατά Granger. Συγκεκριμένα παρουσιάζονται οι έλεγχοι των Dickey Fuller για μοναδιαία ρίζα, των Engle Granger για συνολοκλήρωση και του Granger για αιτιότητα στην περίπτωση των χρονοσειρών, ενώ στα δεδομένα panel παρουσιάζονται οι έλεγχοι των Levin, Lin, Chu για μοναδιαία ρίζα, του Westerlund για τη συνολοκλήρωση και των Juodis, Karavias, Sarafidis για την αιτιότητα κατά Granger.

### 3.2 Δεδομένα Panel

Τα δεδομένα Panel αποτελούν μια ένωση διαστρωματικών στοιχείων και χρονοσειρών.<sup>15</sup> Λόγω της κατασκευής τους προσφέρουν περισσότερες δυνατότητες για ανάλυση πιο σύνθετων υποδειγμάτων, επιτρέποντας στους αναλυτές να εκτιμήσουν τις διαφορετικές επιδράσεις ανά διαστρωματική μονάδα και να αντιμετωπίσουν ορισμένες

---

<sup>15</sup> Οι χρονοσειρές είναι σύνολα δεδομένων τα οποία ταξινομούνται με βάση το χρόνο. Αποτελούν δηλαδή μια αλληλουχία παρατηρήσεων, οι οποίες διαδέχονται η μία την άλλη με σταθερή χρονική απόσταση, συνήθως ετήσια, αν και μπορεί να είναι εξαμηνιαία, τριμηνιαία, μηνιαία, ακόμα και ημερήσια. Παραδείγματα χρονοσειρών μπορούν να αντληθούν από κάθε επιστημονικό κλάδο, όπως είναι η οικονομική επιστήμη, η χρηματοοικονομική, η επιστήμη της υγείας και η μηχανική (Bisgaard, Kulahci, 2011).

μορφές ενδογένειας, ιδίως σε παράγοντες μη παρατηρούμενους, οι οποίοι μπορεί να επηρεάζουν τις ερμηνευτικές μεταβλητές του υποδείγματος (Δημελή 2013). Επιπρόσθετα, ο ογκώδης αριθμός παρατηρήσεων των δεδομένων αυτών, βοηθάει στην αντιμετώπιση προβλημάτων μικρών δειγμάτων. Για παράδειγμα, ένα υπόδειγμα δεδομένων panel για το ΑΕΠ δέκα χωρών για δέκα χρόνια αποτελείται συνολικά από εκατό παρατηρήσεις, ενώ τα αντίστοιχα διαστρωματικά και οι χρονοσειρές θα αποτελούνταν από μόνο δέκα παρατηρήσεις, τις χώρες ή τα έτη.

Σαν υποδείγματα, τα δεδομένα panel χρησιμοποιούν μεταβλητές με δύο υποδείκτες, έναν για τις υποκείμενες μονάδες και έναν για το χρόνο. Έτσι, ένα απλό γραμμικό υπόδειγμα με κοινό σταθερό όρο θα εμφανίζεται ως εξής:

$$Y_{it} = \alpha_0 + \beta X_{it} + \varepsilon_{it} \quad (3.1)$$

όπου  $i$  είναι η υποκείμενη ή αλλιώς διαστρωματική μονάδα και  $t$  η χρονική περίοδος (έτη, μήνες, μέρες κ.α.). Με βάση αυτά τα δύο, τα δεδομένα panel διακρίνονται σε ισορροπημένα (balanced), αν ο αριθμός των χρονικών παρατηρήσεων  $t$  είναι ίδιος για κάθε διαστρωματική μονάδα  $i$ , και μη ισορροπημένα (unbalanced), όταν ο αριθμός χρονικών παρατηρήσεων διαφέρει από μονάδα σε μονάδα. Δηλαδή τα δεδομένα εμφανίζουν ελλείψεις για κάποιες χρονικές περιόδους σε ορισμένες διαστρωματικές μονάδες.

Τα γραμμικά υποδείγματα που δημιουργούνται από τα δεδομένα panel διακρίνονται σε ποίκιλες κατηγορίες, αναλόγως με την ύπαρξη επιδράσεων μεταξύ των μονάδων. Οι δύο πιο βασικές κατηγορίες είναι τα υποδείγματα με κοινή σταθερά και κλίση, καθώς και τα υποδείγματα ατομικών επιδράσεων. Η δεύτερη κατηγορία διακρίνεται σε υποδείγματα με σταθερές επιδράσεις (Fixed Effects) και σε υποδείγματα με τυχαίες επιδράσεις (Random Effects).

### 3.3 Στασιμότητα

Στη βιβλιογραφία, η έννοια της στασιμότητας βασίζεται στην ιδέα ότι η κοινή κατανομή πιθανοτήτων μιας στοχαστικής διαδικασίας, όπως είναι οι χρονοσειρές, δεν μεταβάλλεται κατά μήκος του χρόνου. Δηλαδή όλες οι στατιστικές ιδιότητες μιας στοχαστικής διαδικασίας  $\{Y_t\}$  παραμένουν σταθερές χρονικά, έτσι ώστε η κοινή κατανομή πιθανοτήτων  $\{Y_t, Y_{t+1}, \dots, Y_{t+N-1}\}$  είναι ακριβώς ίδια με την κοινή κατανομή



πιθανοτήτων  $\{Y_{t+\kappa}, Y_{t+\kappa+1}, \dots, Y_{t+\kappa+N-1}\}$  για κάθε χρονική υστέρηση  $\kappa$  (Δημελή, 2013).

Στην περίπτωση των χρονοσειρών, η στασιμότητα μπορεί να οριστεί και λιγότερο αυστηρά, χρησιμοποιώντας τις στατιστικές ροπές πρώτης και δεύτερης τάξης. Με αυτόν τον τρόπο, για να είναι μια χρονοσειρά στάσιμη, αρκεί να είναι στάσιμα ο μέσος όρος και η διακύμανσή της, ενώ η συνδιακύμανση τους μεταξύ δύο χρονικών σημείων να εξαρτάται μόνο από την απόσταση ανάμεσα των δύο χρονικών σημείων και όχι από τον χρόνο καθαυτό. Μαθηματικά οι παραπάνω προϋποθέσεις μπορούν να συμβολιστούν ως εξής:

$$E(Y_t) = \mu_Y \quad (3.2)$$

$$Var(Y_t) = E(Y_t - E(Y_t))^2 = \sigma_Y^2 \quad (3.3)$$

$$Cov(Y_t, Y_{t+\kappa}) = Cov(Y_{t+m}, Y_{t+m+\kappa}) = Y_\kappa \quad (3.4)$$

όπου  $m \neq 0$ . Η συνδιακύμανση στη συνθήκη (3.4) ονομάζεται αυτοσυνδιακύμανση της  $Y_t$  και για  $\kappa = 0$  ταυτίζεται με τη διακύμανση της.

Συχνά στην οικονομική επιστήμη, τα δεδομένα που χρησιμοποιούνται στις χρονοσειρές και στα panel διακατέχονται από τάση, εποχικότητα ή και κυκλικές διακυμάνσεις, με αποτέλεσμα οι διαδικασίες να μη χαρακτηρίζονται από στασιμότητα. Για αυτόν το λόγο είτε αφαιρείται η τάση από τη διαδικασία ή χρησιμοποιούνται πολύ συχνά πρώτες διαφορές ή ακόμα και περισσότερες, με στόχο η διαδικασία να γίνει στάσιμη. Επομένως η έννοια του βαθμού ολοκλήρωσης συνδέεται στενά με την έννοια της στασιμότητας. Για παράδειγμα μια διαδικασία που γίνεται στάσιμη αφού παρθούν οι πρώτες διαφορές λέγεται ολοκληρωμένη πρώτης τάξης  $I(1)$ . Γενικότερα, μια διαδικασία που χρειάζεται διαφορές τάξεως  $d$  για να γίνει στάσιμη ονομάζεται ολοκληρωμένη (integrated)  $d$  τάξεως  $I(d)$  (Δημελή, 2013).

### 3.4 Ο Έλεγχος Μοναδιαίας Ρίζας

Στην οικονομική ανάλυση, η στασιμότητα εξετάζεται με ελέγχους σχετικά με την ύπαρξη μοναδιαίας ρίζας στη στοχαστική διαδικασία. Αν υπάρχει, τότε η διαδικασία δεν είναι στάσιμη και πρέπει να ληφθούν πρώτες διαφορές και να επανεξεταστεί η στασιμότητα. Χαρακτηριστικό παράδειγμα το αυτοπαλίνδρομο υπόδειγμα πρώτης τάξης  $Y_t = \alpha_1 Y_{t-1} + \varepsilon_t$ , το οποίο έχει μοναδιαία ρίζα όταν  $\alpha_1 = 1$

και άρα δεν είναι στάσιμη χρονοσειρά, καθώς μετατρέπεται σε υπόδειγμα τυχαίου περιπάτου. Ο έλεγχος της ύπαρξης μοναδιαίας ρίζας μπορεί να εφαρμοστεί τόσο σε χρονοσειρές όσο και σε δεδομένα panel. Οι έλεγχοι όμως που χρησιμοποιούνται για να το εξετάσουν αυτό είναι διαφορετικοί για κάθε στοχαστική διαδικασία.

### Χρονοσειρές

Ο βασικότερος έλεγχος μοναδιαίας ρίζας στις χρονοσειρές είναι εκείνος των Dickey – Fuller (1979). Ο έλεγχος αυτός ξεκινάει με το αυτοπαλίνδρομο υπόδειγμα πρώτου βαθμού AR(1):

$$Y_t = \rho Y_{t-1} + \varepsilon_t \quad (3.5)$$

το οποίο αντιστοιχεί σε στάσιμη χρονοσειρά μόνο όταν  $|\rho| < 1$ . Αν  $|\rho| = 1$  τότε το υπόδειγμα δεν είναι στάσιμο και η διακύμανση της  $Y_t$  είναι σταθερή και ίση με  $t\sigma^2$  για κάθε χρονική στιγμή  $t$  (Dickey, Fuller, 1979). Αν  $|\rho| > 1$ , το υπόδειγμα δεν είναι στάσιμο, όπως και πριν, αλλά η διακύμανση της  $Y_t$  αυξάνεται με εκθετικό βαθμό στο χρόνο.

Οι Dickey και fuller, στην αρχική τους εργασία, ελέγχουν τη μηδενική υπόθεση  $H_0: \rho = 1$  και χρησιμοποιούν τη μέθοδο της μεγίστης πιθανοφάνειας (Maximum Likelihood Estimator, MLE) για να εκτιμήσουν την παράμετρο  $\hat{\rho}$ . Ωστόσο, για να συμπίπτει η κατανομή που ελέγχει τη μηδενική υπόθεση με τις γνωστές κατανομές  $t$  και  $F$ , προτείνουν τη μετατροπή του υποδείγματος με την αφαίρεση του αυτοπαλίνδρομου όρου  $Y_{t-1}$  από τα δύο μέλη της εξίσωσης. Το υπόδειγμα μετατρέπεται:

$$\begin{aligned} Y_t - Y_{t-1} &= \rho Y_{t-1} - Y_{t-1} + \varepsilon_t \\ \Delta Y_t &= (\rho - 1)Y_{t-1} + \varepsilon_t \\ \Delta Y_t &= \beta Y_{t-1} + \varepsilon_t \end{aligned} \quad (3.6)$$

Με αυτόν τον τρόπο, η μηδενική υπόθεση μετατρέπεται σε  $H_0: \beta = 0$ . Η υπόθεση αυτή, όπως και οι εκτιμήσεις των παραμέτρων, μπορεί να γενικευτεί και για υποδείγματα της τάξης του (3.5), με την προσθήκη σταθερού όρου  $\delta$  και χρονικής τάσης  $at$ . Επομένως, στην περίπτωση του υποδείγματος με σταθερό όρο και τάση:

$$\Delta Y_t = \delta + at + \beta Y_{t-1} + \varepsilon_t \quad (3.7)$$

η μηδενική υπόθεση μετατρέπεται σε  $H_0: \beta = \delta = \alpha = 0$  έναντι της εναλλακτικής ότι τουλάχιστον μία από τις παραμέτρους είναι διάφορη του μηδενός.

Στην πράξη όμως, πολλές χρονοσειρές είναι πιο πολύπλοκες δομικά για να αντιπροσωπευτούν από ένα αυτοπαλίνδρομο υπόδειγμα πρώτου βαθμού. Για αυτό, οι Said και Dickey (1984) τροποποίησαν τον έλεγχο των Dickey και Fuller, προκειμένου να λειτουργήσει με υποδείγματα με περισσότερους αυτοπαλίνδρομους όρους αλλά και με όρους κινητού μέσου. Ο έλεγχος αυτός, ο οποίος λέγεται και επαυξημένος έλεγχος Dickey – Fuller (Augmented Dickey – Fuller, ADF), ελέγχει την μηδενική υπόθεση της ύπαρξης μοναδιαίας ρίζας σε υποδείγματα ARMA(p,q). Στόχος του είναι να μπορεί να καθοριστεί πρώτα το ύψος των διαφορών d, ώστε το εκτιμώμενο υπόδειγμα ARIMA(p,d,q) να είναι στάσιμο και τα p και q να μπορέσουν να καθοριστούν με τη μέθοδο των Box και Jenkins (1970) (Said, Dickey, 1984).

Οι Said και Dickey χρησιμοποιούν σαν παράδειγμα ένα υπόδειγμα με δύο αυτοπαλίνδρομους όρους και έναν όρο κινητού μέσου. Αν αυτό δεν εμφανίζει μοναδιαία ρίζα, τότε με την έννοια των Box και Jenkins είναι ένα υπόδειγμα ARMA(2,1). Αν όμως εμφανίζει μοναδιαία ρίζα, τότε θα μετατραπεί σε υπόδειγμα ARIMA(1,1,1). Γενικότερα ο έλεγχος των Said Dickey εξετάζει τη μηδενική υπόθεση ενός υποδείματος ARIMA(p,1,q), έναντι της εναλλακτικής ότι υπόδειγμα είναι στάσιμο και έχει τη μορφή ARIMA(p+1,0,q). Το υπόδειγμα που χρησιμοποιείται για τον έλεγχο ADF είναι της μορφής:

$$\Delta Y_t = \delta + \alpha t + \beta Y_{t-1} + \sum_{j=1}^p \varphi_j \Delta Y_{t-j} + \varepsilon_t \quad (3.8)$$

όπου η τιμή του p επιλέγεται έτσι ώστε το σφάλμα  $\varepsilon_t$  να είναι ασυσχέτιστο σειριακά και συγχρόνως ομοσκεδαστικό (Zivot, Wang, 2006). Όπως στο απλό υπόδειγμα των Dickey – Fuller, έτσι και στο επαυξημένο οι παράμετροι  $\delta$  και  $\alpha t$  συμβολίζουν το σταθερό όρο και τη χρονική τάση αντίστοιχα και μπορούν να χρησιμοποιηθούν ανάλογα με το υπόδειγμα που εξετάζεται. Στην απλή περίπτωση η μηδενική υπόθεση είναι ίδια με αυτή του ελέγχου των Dickey Fuller και η στατιστική που προκύπτει είναι της μορφής:

$$Z = \frac{n\hat{\beta}}{\left(1 - \sum_{j=1}^p \hat{\varphi}_j\right)} \quad (3.9)$$

Για να εφαρμοστεί ο έλεγχος για μεγαλύτερες αυτοπαλίνδρομες διαδικασίες, θα πρέπει να καθοριστεί ο κατάλληλος αριθμός των υστερήσεων p. Η καλύτερη λύση είναι

με τη χρήση ενός πληροφοριακού κριτηρίου, το καλύτερο εκ των οποίων είναι το πληροφοριακό κριτήριο Akaike (AIC) στην περίπτωση που μία διαδικασία με όρους κινητού μέσου πρέπει να ελεγχθεί με καθαρή αυτοπαλινδρόμηση (Agiakloglou, Newbold, 1992)

Ο ADF έλεγχος ωστόσο ενέχει ορισμένα προβλήματα. Ειδικότερα οι Agiakloglou και Newbold (1992), εξετάζοντας την εμπειρική απόδοση του ελέγχου σε περιπτώσεις όπου η δομή του πραγματικού υποδείγματος είναι άγνωστη, παρατήρησαν ότι ο έλεγχος δεν μπορεί να εφαρμοστεί αποτελεσματικά για κάθε υπόδειγμα ARIMA(p,1,q). Σε περιπτώσεις όπου ο αριθμός των υστερήσεων είναι πολύ μεγάλος, ο έλεγχος δίνει υπερβολικά αυξημένα επίπεδα σημαντικότητας και η ισχύς του περιορίζεται σημαντικά. Το αποτέλεσμα αυτό ισχύει και στην περίπτωση υποδειγμάτων με μεγάλο αριθμό αυτοπαλινδρομων όρων, αλλά και στην περίπτωση υποδειγμάτων με όρους κινητού μέσου.

Εναλλακτικά, ένας άλλος γνωστός έλεγχος που μπορεί να χρησιμοποιηθεί είναι αυτός των Phillips και Perron (1988), ο οποίος διαφοροποιείται από τον έλεγχο ADF στο γεγονός ότι υπολογίζει τη στατιστική  $t$  μέσω παραμετρικής προσαρμογής. Βέβαια, ο έλεγχος αυτός αποδεικνύεται ότι είναι λιγότερο αποτελεσματικός από τον ADF σε πεπερασμένα δείγματα (Davidson, MacKinnon, 2004).

### ***Δεδομένα Panel***

Για τα δεδομένα Panel, ο έλεγχος μοναδιαίας ρίζας γίνεται με ελέγχους όπως αυτός των Levin – Lin – Chu (2002), των Harris–Tzavalis (1999) και των Im–Pesaran–Shin (2003). Κοινό στοιχείο των παραπάνω ελέγχων είναι ότι η μηδενική υπόθεση εξετάζει ότι σε όλα τα δεδομένα υπάρχει μοναδιαία ρίζα. Αυτό που αλλάζει είναι οι υποθέσεις που λαμβάνει το κάθε υπόδειγμα ξεχωριστά.

Στο πλαίσιο της εργασίας χρησιμοποιείται ο έλεγχος των Levin – Lin – Chu (ή LLC εν συντομία). Αναλυτικότερα, για μια στοχαστική διαδικασία  $\{Y_{it}\}$  με  $i = 1, \dots, N$  και  $t = 1, \dots, T$ , προκύπτουν τρεις προϋποθέσεις:

1. Το  $\{Y_{it}\}$  προκύπτει από τρία διαφορετικά μοντέλα. Το πρώτο είναι της μορφής  $\Delta Y_{it} = \delta Y_{it-1} + \zeta_{it}$ . Το δεύτερο είναι παρόμοιο με το πρώτο, με τη διαφορά ότι προσθέτει ένα μέσο όρο για κάθε άτομο, δηλαδή  $\Delta Y_{it} = \alpha_{0i} + \delta Y_{it-1} + \zeta_{it}$ . Το

τρίτο προσθέτει χρονική τάση στο δεύτερο υπόδειγμα, καταλήγοντας στην μορφή  $\Delta Y_{it} = \alpha_{0i} + \alpha_{1i}t + \delta Y_{it-1} + \zeta_{it}$

2. Το σφάλμα  $\zeta_{it}$  είναι ανεξάρτητα κατανομημένο σε κάθε μονάδα και ακολουθεί μια στάσιμη διαδικασία ARMA της μορφής  $\zeta_{it} = \sum_{j=1}^{\infty} \theta_{ij}\zeta_{it-j} + \varepsilon_{it}$  για κάθε μονάδα
3. Ισχύει για κάθε  $i = 1, \dots, N$  και  $t = 1, \dots, T$  ότι  $E(\zeta_{it}^4) < \infty$ ;  $E(\varepsilon_{it}^2) \geq B_\varepsilon > 0$  και επίσης  $E(\zeta_{it}^2) + 2 \sum_{j=1}^{\infty} E(\zeta_{it}\zeta_{it-j}) < B_\zeta < \infty$

Στην πρώτη προϋπόθεση, η μηδενική υπόθεση αλλάζει για κάθε μοντέλο. Συγκεκριμένα στο πρώτο μοντέλο, η υπόθεση είναι  $H_0: \delta = 0$  έναντι  $H_1: \delta < 0$ , στο δεύτερο η υπόθεση γίνεται  $H_0: \delta = 0$  και  $\alpha_{0i} = 0$  έναντι  $H_1: \delta < 0$  και  $\alpha_{0i} \neq 0$  και στο τρίτο η υπόθεση γίνεται  $H_0: \delta = 0$  και  $\alpha_{1i} = 0$  έναντι  $H_1: \delta < 0$  και  $\alpha_{1i} \neq 0$ .

Η διαδικασία διεξαγωγής του ελέγχου ξεκινάει με ένα από τα παραπάνω μοντέλα, προσθέτοντας χρονικές υστερήσεις (lags) της εξαρτημένης μεταβλητής. Το μοντέλο διαμορφώνεται ως εξής:

$$\Delta Y_{it} = \delta Y_{it-1} + \sum_{\lambda}^{p_i} \theta_{i\lambda} \Delta Y_{it-\lambda} + \alpha_{mi} d_{mi} + \varepsilon_{it} \quad (3.10)$$

όπου  $p_i$  είναι η σειρά χρονικών υστερήσεων,  $\alpha_{mi}$  ο πίνακας παραμέτρων και  $d_{mi}$  ο πίνακας μεταβλητών για κάθε μοντέλο  $m = 1, 2, 3$ .<sup>16</sup> Το  $P_i$  είναι άγνωστο, οπότε οι LLC προτείνουν μια διαδικασία τριών βημάτων για την εφαρμογή του ελέγχου.

Στο πρώτο βήμα, πραγματοποιούνται επαυξημένες παλινδρομήσεις των Dickey – Fuller (ADF) για κάθε μονάδα ξεχωριστά, ώστε να υπολογιστούν δύο κατάλοιπα. Αυτά είναι τα ακόλουθα:

$$\tilde{\varepsilon}_{it} = \frac{\hat{\varepsilon}_{it}}{\hat{\sigma}_{\varepsilon i}}, \quad \tilde{u}_{it-1} = \frac{\hat{u}_{it-1}}{\hat{\sigma}_{\varepsilon i}} \quad (3.11)$$

όπου  $\hat{\sigma}_{\varepsilon i}$  είναι το τυπικό σφάλμα της παλινδρόμησης της (3.10)

Στο δεύτερο βήμα υπολογίζεται ο λόγος των μακροχρόνιων σε βραχυχρόνιων τυπικών αποκλίσεων, ο οποίος είναι ίσος με:

$$S_i = \frac{\sigma_{Yi}}{\sigma_{\varepsilon i}} \quad (3.12)$$

και ο εκτιμώμενος λόγος ίσος με:

<sup>16</sup> Για  $m=1$ ,  $d_{mi} = \{\emptyset\}$ , για  $m=2$ ,  $d_{mi} = \{1\}$  και για  $m=3$ ,  $d_{mi} = \{1, t\}$

$$\hat{S}_i = \frac{\hat{\sigma}_{Yi}}{\hat{\sigma}_{\varepsilon i}} \quad (3.13)$$

Η μακροχρόνια τυπική απόκλιση υπολογίζεται από την τετραγωνική ρίζα της μακροχρόνιας διακύμανσης, η οποία κάτω από τη μηδενική υπόθεση ύπαρξης μοναδιαίας ρίζας υπολογίζεται ως:

$$\hat{\sigma}_{Yi}^2 = \frac{1}{T-1} \sum_{t=1}^T \Delta Y_{it}^2 + 2 \sum_{\lambda=1}^K w_{\bar{K}\lambda} \left[ \frac{1}{T-1} \sum_{t=2+\lambda}^T \Delta Y_{it} \Delta Y_{it-\lambda} \right] \quad (3.14)$$

όπου  $w_{\bar{K}\lambda} = 1 - \frac{\lambda}{\bar{K}+1}$ .

Στο τρίτο βήμα υπολογίζεται η στατιστική  $t_\delta$  για τον έλεγχο της μηδενικής υπόθεσης. Αφού ενωθούν όλες οι διαστρωματικές παρατηρήσεις και οι χρονοσειρές, υπολογίζονται τα κατάλοιπα της παλινδρόμησης ως:

$$\tilde{\varepsilon}_{it} = \delta \tilde{u}_{it-1} + \tilde{\varepsilon}_{it} \quad (3.15)$$

τα οποία βασίζονται σε συνολικό αριθμό παρατηρήσεων  $N\tilde{T}$ , όπου  $\tilde{T} = T - \bar{p} - 1$  είναι ο μέσος όρος των παρατηρήσεων ανά μονάδα του panel και  $\bar{p} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N p_i$  ο μέσος όρος των χρονικών υστερήσεων από την κάθε παλινδρόμηση ADF. Από την τυπική παλινδρόμηση, η στατιστική  $t$  για τη μηδενική υπόθεση ισούται με:

$$t_\delta = \frac{\hat{\delta}}{se(\hat{\delta})} \quad (3.16)$$

όπου

$$\hat{\delta} = \frac{\sum_{i=1}^N \sum_{t=2+p_i}^T \tilde{u}_{it-1} \tilde{\varepsilon}_{it}}{\sum_{i=1}^N \sum_{t=2+p_i}^T \tilde{u}_{it-1}^2} \quad (3.17)$$

$$se(\hat{\delta}) = \hat{\sigma}_{\tilde{\varepsilon}} \left[ \sum_{i=1}^N \sum_{t=2+p_i}^T \tilde{u}_{it-1} \right]^2 \quad (3.18)$$

$$\hat{\sigma}_{\tilde{\varepsilon}}^2 = \frac{1}{N\tilde{T}} \sum_{i=1}^N \sum_{t=2+p_i}^T (\tilde{\varepsilon}_{it} - \delta \tilde{u}_{it-1})^2 \quad (3.19)$$

Η στατιστική  $t$  της παλινδρόμησης πάντως ακολουθεί την τυπική κανονική κατανομή στην περίπτωση του πρώτου μοντέλου από τις προϋποθέσεις, αλλά αποκλίνει για το δεύτερο και το τρίτο μοντέλο σε αρνητικό άπειρο (Levin, Lin, Chu, 2002, p. 8)

### 3.5 Συνολοκλήρωση

Το φαινόμενο της συνολοκλήρωσης αφορά τη μελέτη ύπαρξης μακροχρόνιας συσχέτισης μεταξύ μη στάσιμων χρονοσειρών. Ουσιαστικά οι χρονοσειρές αυτές παρουσιάζουν μοναδιαία ρίζα αλλά μακροχρόνια οι αποκλίσεις τους είναι σταθερές (Δημελή 2013).

Ιστορικά η έννοια της συνολοκλήρωσης διατυπώθηκε από τους Robert Engle και Clive Granger το 1987, ως απάντηση στο πρόβλημα της φαινομενικής παλινδρόμησης (spurious regression), το οποίο διατύπωσε αρχικά ο Udney Yule το 1926. Συγκεκριμένα, ο Yule παρατήρησε ότι όταν οι χρονοσειρές αλλά και οι διαφορές τους έχουν θετική συσχέτιση, τότε υπάρχει ο κίνδυνος να εμφανίζονται ισχυρή συσχέτιση μεταξύ τους χωρίς όμως να υπάρχει αιτιολογική σχέση που τις συνδέει. Άρα η συσχέτιση που εμφανίζουν οι χρονοσειρές μεταξύ τους οφείλεται καθαρά και μόνο στη στοχαστική τάση που έχουν και όχι σε κάποια αιτιώδη σχέση μεταξύ τους.

Οι Engle και Granger (1987) πρότειναν τον έλεγχο της συνολοκλήρωσης μεταξύ μη στάσιμων χρονοσειρών χρησιμοποιώντας ανάλυση διανυσμάτων. Ο λόγος είναι ότι η χρήση γραμμικής παλινδρόμησης σε χρονοσειρές ενέχει υψηλό κίνδυνο να οδηγήσει σε φαινομενική παλινδρόμηση (Granger, Newbold, 1974). Η λύση είναι να γίνει η ανάλυση με αυτόν τον τρόπο ώστε τα κατάλοιπα να είναι στάσιμα και μάλιστα λευκός θόρυβος, ασχέτως αν οι μεταβλητές δεν είναι στάσιμες. Αν τα κατάλοιπα δεν είναι στάσιμα, τότε η παλινδρόμηση ενδέχεται να είναι φαινομενική.

### 3.6 Έλεγχοι Συνολοκλήρωσης

Ο έλεγχος της συνολοκλήρωσης, αν και παρουσιάζει διαφορές για τις χρονοσειρές αλλά και για τα δεδομένα panel, έχει ως κοινή διαδικασία πρώτα τον έλεγχο μοναδιαίας ρίζας στις μεταβλητές και έπειτα στα κατάλοιπα από την παλινδρόμησή τους. Η μηδενική υπόθεση αφορά την ανυπαρξία συνολοκλήρωσης, έναντι της εναλλακτικής ότι οι μεταβλητές που αναλύονται συνολοκληρώνονται.

#### 3.6.1 Συνολοκλήρωση Χρονοσειρών

Στις χρονοσειρές πραγματοποιείται με τον έλεγχο δύο βημάτων των Engle-Granger, στον οποίο υπολογίζονται κατάλοιπα τα οποία μετά ελέγχονται για ύπαρξη

μοναδιαίας ρίζας. Για δύο μεταβλητές  $X$  και  $Y$ , η διαδικασία ελέγχου συνολοκλήρωσης αρχίζει με την εκτίμηση της τάξης ολοκλήρωσης τους. Θα πρέπει οι μεταβλητές να είναι ολοκληρωμένες στον ίδιο βαθμό  $I(d)$  για να μπορέσει να γίνει ο έλεγχος συνολοκλήρωσης (Bilgili, 1998).

Προκειμένου να ελεγχθεί ο βαθμός ολοκλήρωσης, θα πρέπει να ελεγχθεί αν υπάρχει μοναδιαία ρίζα στα αυτοπαλίνδρομα υποδείγματα των μεταβλητών. Οι Engle και Granger προτείνουν επτά διαφορετικούς ελέγχους για τη διαδικασία του ελέγχου συνολοκλήρωσης, όλοι υπολογίσιμοι με τη μέθοδο των ελαχίστων τετραγώνων (Engle, Granger, 1987). Δύο από αυτούς είναι ο έλεγχος των Dickey και Fuller και ο επαυξημένος έλεγχος, οι οποίοι είναι πιο διαδεδομένοι από τους άλλους και πραγματοποιούνται με τη ίδια ακριβώς διαδικασία που έχει αναφερθεί προηγουμένως. Αφού εκτιμηθεί η τάξη ολοκλήρωσης των δύο μεταβλητών, καθώς και ο αριθμός χρονικών υστερήσεων των υποδειγμάτων  $ARIMA(p,d,q)$  κάθε μίας μεταβλητής ξεχωριστά, υπολογίζονται τα κατάλοιπα με τη μέθοδο ελαχίστων τετραγώνων από τα υποδείγματα:

$$\begin{aligned} Y_t &= a_0 + a_1 X_t + \varepsilon_{1t} \\ X_t &= \beta_0 + \beta_1 Y_t + \varepsilon_{2t} \end{aligned} \quad (3.20)$$

και στη συνέχεια ελέγχεται η ύπαρξη μοναδιαίας ρίζας στα κατάλοιπα, από τα υποδείγματα διαφορών:

$$\begin{aligned} \Delta \varepsilon_{1t} &= r_1 \varepsilon_{1t-1} + u_{1t} \\ \Delta \varepsilon_{2t} &= r_2 \varepsilon_{2t-1} + u_{2t} \end{aligned} \quad (3.21)$$

Αν η μηδενική υπόθεση των  $|r_1| = 0$  και  $|r_2| = 0$  δεν μπορεί να απορριφθεί, τότε η μηδενική υπόθεση της ανυπαρξίας συνολοκλήρωσης στις δύο μεταβλητές δεν μπορεί να απορριφθεί (Bilgili, 1998). Αν όμως απορριφθεί η μηδενική υπόθεση, τότε υπάρχει συνολοκλήρωση.

Οι Engle και Granger αναφέρουν ότι δύο συνολοκληρωμένες μεταβλητές έχουν μια μακροχρόνια σχέση ισορροπίας. Όμως βραχυχρόνια μπορεί να υπάρξει ανισορροπία. Για αυτό προτείνεται η εφαρμογή υποδειγμάτων διόρθωσης λαθών (Error Correction Models, ECM), τα οποία λειτουργούν με τη λογική ότι μια ανισορροπία σε μία περίοδο διορθώνεται στην επόμενη (Engle, Granger, 1987). Η μορφή τους είναι η εξής:



$$\Delta Y_t = \varphi_0 + \sum_{j=1} \varphi_j \Delta Y_{t-j} + \sum_{h=0} \theta_h \Delta Y_{t-h} + \alpha \hat{u}_{t-1} + \varepsilon_t \quad (3.22)$$

Η σημασία των υποδειγμάτων διόρθωσης λαθών είναι υψηλή, καθώς αν υπάρχουν κάτω από την υπόθεση της συνολοκλήρωσης, τότε κάθε παλινδρόμηση που αναλύεται από αυτές δεν είναι φαινομενική. Μάλιστα οι εκτιμητές των ελαχίστων τετραγώνων είναι «υπερ-συνεπείς», επειδή συγκλίνουν στα όριά τους γρηγορότερα (Stock, 1987).

Εναλλακτικά μπορεί να χρησιμοποιηθεί και ο έλεγχος του Johansen (1991), ο οποίος αποτελείται από τον έλεγχο ανίχνευσης (trace test) και τον έλεγχο ιδιοτιμών (eigenvalue test). Η βασική διαφορά είναι ότι ο έλεγχος επιτρέπει περισσότερες από μία σχέσεις συνολοκλήρωσης και έτσι μπορεί να εφαρμοστεί σε περισσότερες περιπτώσεις από ότι ο έλεγχος των Engle – Granger (Davidson, 2000).

### 3.6.2 Συνολοκλήρωση Δεδομένων Panel

Ένα μεγάλο πρόβλημα στους ελέγχους συνολοκλήρωσης σε δεδομένα panel είναι πως αδυνατούν σε πολλές περιπτώσεις να απορρίψουν την υπόθεση της μη συνολοκλήρωσης στους ελέγχους τους. Ο λόγος για αυτό βρίσκεται στο γεγονός ότι οι έλεγχοι αυτοί βασίζονται στα κατάλοιπα. Για να λειτουργήσουν οι έλεγχοι αποτελεσματικά, πρέπει να ισχύει η υπόθεση του κοινού παράγοντα, σύμφωνα με την οποία οι μακροχρόνιοι παράμετροι των μεταβλητών του υποδείγματος να ισούνται με τις βραχυχρόνιες παραμέτρους στις διαφορές τους (Persyn, Westerlund, 2008). Αν η υπόθεση αυτή παραβιάζεται, τότε η δύναμη των ελέγχων βασισμένων στα κατάλοιπα μειώνεται σημαντικά.

Για αυτόν το λόγο, ο Westerlund δημιούργησε έναν έλεγχο βασισμένο σε δομικά χαρακτηριστικά, προκειμένου να αποφύγει την υπόθεση του κοινού παράγοντα. Η διαδικασία πραγματοποιείται με τη διεξαγωγή τεσσάρων ελέγχων, δύο από των οποίων ελέγχουν την ύπαρξη συνολοκλήρωσης σε όλα τα δεδομένα panel και οι υπόλοιποι δύο ελέγχουν την ύπαρξη συνολοκλήρωσης σε τουλάχιστον μία μονάδα.

Οι έλεγχοι αυτοί γίνονται πάνω σε ένα υπόδειγμα διόρθωσης λαθών. Δεδομένου ότι  $i = 1, \dots, N$  και  $t = 1, \dots, T$ , το υπόδειγμα διαμορφώνεται ως εξής:

$$\Delta Y_{it} = \delta'_i d_t + a_i Y_{it-1} - a_i \beta'_i x_{it-1} + \sum_{j=1}^{p_i} a_{ij} \Delta Y_{it-j} + \sum_{j=-q_i}^{p_i} \gamma_{ij} \Delta x_{it-j} + \varepsilon_{it} \quad (3.23)$$

Το  $d_t$  εμπεριέχει τη σταθερά και την τάση. Αν  $d_t = 0$  τότε το υπόδειγμα δεν έχει ούτε σταθερά αλλά ούτε τάση. Αν  $d_t = 1$  τότε έχει σταθερά ίση με  $\delta'_i$ . Αν  $d_t = (1, t)$  τότε το υπόδειγμα έχει σταθερό όρο και τάση. Επίσης γίνεται υπόθεση ότι το διάνυσμα  $x_{it}$  είναι τυχαίος περίπατος (random walk) έτσι ώστε το  $\Delta x_{it}$  να είναι ανεξάρτητο του  $\varepsilon_{it}$  και τα τυχαία σφάλματα είναι ανεξάρτητα μεταξύ τους κατά μήκος του  $i$  και του  $t$ . Σε αυτό το στάδιο, ο Westerlund υπολογίζει πρώτα τους δύο ελέγχους για τον ομαδικό μέσο όρο (Group-mean tests)  $G_\tau$  και  $G_\alpha$  και στη συνέχεια υπολογίζει τους υπόλοιπους δύο ελέγχους για το panel (panel tests)  $P_\tau$  και  $P_\alpha$ .

### **Υπολογισμός Των Ελέγχων Του Ομαδικού Μέσου Όρου**

Οι έλεγχοι ομαδικού μέσου όρου υπολογίζονται με τρία βήματα. Αρχικά γίνεται η εκτίμηση της εξίσωσης (3.23) για κάθε μονάδα  $i$ :

$$\Delta Y_{it} = \delta'_i d_t + \hat{a}_i Y_{it-1} + \hat{a}_i \widehat{\beta}'_i x_{it-1} + \sum_{j=1}^{p_i} \hat{a}_{ij} \Delta Y_{it-j} + \sum_{j=-q_i}^{p_i} \hat{\gamma}_{ij} \Delta x_{it-j} + \hat{\varepsilon}_{it} \quad (3.24)$$

από την οποία λαμβάνονται οι εκτιμήσεις  $\hat{\gamma}_{ij}$  και  $\hat{\varepsilon}_{it}$ . Από αυτές υπολογίζονται τα κατάλοιπα:

$$\hat{u}_{it} = \sum_{j=-q_i}^{p_i} \hat{\gamma}_{ij} \Delta x_{it-j} + \hat{\varepsilon}_{it} \quad (3.25)$$

με τα οποία υπολογίζεται το  $\hat{a}_i(1) = \widehat{w}_{ui} / \widehat{w}_{Yi}$  όπου τα  $\widehat{w}_{ui}$  και  $\widehat{w}_{Yi}$  είναι οι μακροχρόνιοι εκτιμητές διακύμανσης βασισμένοι στο  $\hat{u}_{it}$  και στο  $\Delta Y_{it}$  (Newey, West 1994). Στο τρίτο βήμα υπολογίζονται οι έλεγχοι ομαδικού μέσου όρου ως:

$$G_\gamma = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \frac{\hat{a}_i}{se(\hat{a}_i)} \quad (3.26)$$

$$G_\alpha = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \frac{T \hat{a}_i}{\hat{a}_i(1)} \quad (3.27)$$

όπου  $se(\hat{a}_i)$  είναι το τυπικό σφάλμα (standard error) του  $\hat{a}_i$ .

### **Υπολογισμός Των Ελέγχων Panel**

Η διαδικασία υπολογισμού των ελέγχων panel περιλαμβάνει επίσης τρία βήματα. Πρώτα πραγματοποιούνται οι παλινδρομήσεις του  $\Delta Y_{it}$  και του  $Y_{it-1}$  με ανεξάρτητες μεταβλητές το  $d_t$ , τις χρονικές υστερήσεις του  $\Delta Y_{it}$  και τις χρονικές υστερήσεις του  $\Delta x_{it}$ . Οι εκτιμήσεις που προκύπτουν είναι οι ακόλουθες:

$$\Delta \tilde{Y}_{it} = \Delta Y_{it} - \hat{\delta}'_i d_t - \widehat{a}_i \widehat{\beta}'_i x_{it-1} - \sum_{j=1}^{p_i} \widehat{a}_{ij} \Delta Y_{it-j} - \sum_{j=-q_i}^{p_i} \widehat{\gamma}_{ij} \Delta x_{it-j} \quad (3.28)$$

$$\tilde{Y}_{it-1} = \Delta Y_{it} - \tilde{\delta}'_i d_t - \widetilde{a}_i \widetilde{\beta}'_i x_{it-1} - \sum_{j=1}^{p_i} \widetilde{a}_{ij} \Delta Y_{it-j} - \sum_{j=-q_i}^{p_i} \widetilde{\gamma}_{ij} \Delta x_{it-j} \quad (3.29)$$

Έπειτα υπολογίζεται η παράμετρος διόρθωσης λαθών  $\alpha$  και το τυπικό της σφάλμα, αξιοποιώντας τις εκτιμήσεις των εξισώσεων (3.28) και (3.29):

$$\hat{\alpha} = \left( \sum_{i=1}^N \sum_{t=2}^T \tilde{Y}_{it-1}^2 \right)^{-1} \sum_{i=1}^N \sum_{t=2}^T \frac{1}{\widehat{a}_i(1)} \tilde{Y}_{it-1}^2 \Delta \tilde{Y}_{it} \quad (3.30)$$

$$se(\hat{\alpha}) = \left( (\hat{S}_N^2)^{-1} \sum_{i=1}^N \sum_{t=2}^T \tilde{Y}_{it-1}^2 \right)^{-1/2} \quad (3.31)$$

όπου  $\hat{S}_N^2 = 1/N \sum_{i=1}^N \hat{\sigma}_i / \widehat{a}_i$  και  $\hat{\sigma}_i$  το εκτιμώμενο τυπικό σφάλμα της εξίσωσης (3.24).

Οι στατιστικοί έλεγχοι panel τελικά υπολογίζονται ως:

$$P_\gamma = \frac{\hat{\alpha}}{se(\hat{\alpha})} \quad (3.32)$$

$$P_\alpha = T \hat{\alpha} \quad (3.33)$$

Αξίζει να σημειωθεί πως υπάρχουν και άλλοι έλεγχοι συνολοκλήρωσης σε δεδομένα panel, όπως είναι ο έλεγχος Kao (1999) και ο έλεγχος Pedroni (1999). Ωστόσο, ο έλεγχος του Westerlund θέτει λιγότερους περιορισμούς και ως αποτέλεσμα είναι πιο ευέλικτος.

### 3.7 Αιτιότητα Κατά Granger

Ο έλεγχος της αιτιότητας είναι ένας από τους πιο σημαντικούς ελέγχους στην οικονομετρική ανάλυση. Αποτελεί έναν οδηγό με τον οποίο μπορεί να καθοριστεί η χρησιμότητα μιας χρονοσειράς στη διαδικασία πρόβλεψης μιας άλλης. Ισχύει ότι η εφαρμογή παλινδρόμησης παρουσιάζει την ύπαρξη συσχέτισης μεταξύ δύο ή και περισσότερων μεταβλητών, αλλά η συσχέτιση καθαυτή δε συνεπάγεται με αιτιότητα. Για αυτόν το λόγο, ο Granger προτείνει ένα διαφορετικό έλεγχο της ύπαρξης ή ανυπαρξίας αιτιότητας. Στην περίπτωση των χρονοσειρών, για να ελεγχθεί αν μια μεταβλητή  $x$  προκαλεί μια μεταβλητή  $Y$ , γίνεται εφαρμογή μιας παλινδρόμησης, η οποία με εξαρτημένη μεταβλητή τη  $Y$  περιλαμβάνει χρονικές υστερήσεις της (αυτοπαλίνδρομο μέρος) και χρονικές υστερήσεις της  $x$ . Η μορφή της είναι η ακόλουθη:

$$Y_t = \alpha_0 + \alpha_1 Y_{t-1} + \dots + \alpha_m Y_{t-m} + b_p x_{t-p} + \dots + b_q x_{t-q} + \varepsilon_t \quad (3.34)$$

όπου  $p$  και  $q$  αποτελούν το ελάχιστο και αντίστοιχα το μέγιστο εύρος χρονικών υστερήσεων στα οποία η μεταβλητή  $x$  είναι στατιστικά σημαντική.

Ο Granger το 1980 επεκτάθηκε στην έννοια της αιτιότητας προτείνοντας έναν ορισμό βασισμένο σε πιθανότητες τον οποίο θεωρεί ότι είναι πιο χρήσιμος για την οικονομετρική ανάλυση (Covey, Bessler, 1992). Ο ορισμός αυτός πρέπει να εκπληρώνει τρεις προϋποθέσεις. Πρώτον, η μεταβλητή που αποτελεί το αίτιο πρέπει να προηγείται χρονικά της μεταβλητής που αποτελεί το αποτέλεσμα. Ο σκοπός είναι να αποφύγει την ταυτόχρονη αιτιότητα στις μεταβλητές. Δεύτερον το αίτιο πρέπει να περιλαμβάνει μοναδικές πληροφορίες σχετικά με τις μελλοντικές τιμές του αποτελέσματος. Τρίτον η ύπαρξη και η κατεύθυνση των σχέσεων αιτιότητας των μεταβλητών πρέπει να είναι χρονικά αμετάβλητη, ασχέτως αν η ισχύς τους κυμαίνεται στο χρόνο.

Με βάση τον γενικό ορισμό της αιτιότητας, η μεταβλητή  $x$  θα προκαλεί τη μεταβλητή  $Y$ , αν ισχύει ότι:

$$F(Y_{t+j}|U_t) \neq F(Y_{t+j}|U_t - x_t) \quad (3.35)$$

σύμφωνα με τον οποίο η υπό συνθήκη πιθανότητα κατανομής της εξαρτημένης μεταβλητής  $Y$  για χρονική υστέρηση  $j$  μεταβάλλεται αν αφαιρεθεί η ανεξάρτητη μεταβλητή  $x$  από το σύνολο πληροφοριών  $U$ . Η αλλαγή αυτή προκύπτει εξαιτίας των μοναδικών πληροφοριών που κατέχει η  $x$  για τη μελλοντική τιμή της  $Y$  (δεύτερη προϋπόθεση).

### 3.8 Έλεγχος Αιτιότητας Κατά Granger

Ο έλεγχος αιτιότητας κατά Granger μπορεί να εφαρμοστεί σε υποδείγματα με τουλάχιστον δύο μεταβλητές και έχει ως μηδενική υπόθεση τη μη ύπαρξη αιτιότητας, έναντι της εναλλακτικής ότι υπάρχει αιτιότητα. Για κάθε μεταβλητή δημιουργείται ένα υπόδειγμα, με όλες τις υπόλοιπες μεταβλητές να είναι ανεξάρτητες. Σε αυτό το υπόδειγμα γίνονται εκτιμήσεις, υπολογίζοντας τις παραμέτρους, οι οποίες στη συνέχεια ελέγχονται στο αν είναι στατιστικά σημαντικές. Κάθε μεταβλητή της οποίας η παράμετρος είναι στατιστικά σημαντική, θεωρείται ότι προκαλεί την εξαρτημένη μεταβλητή.

### 3.8.1 Έλεγχος Αιτιότητας Στις Χρονοσειρές

Αυτή η διαδικασία εξετάζεται με τη μέθοδο που διατύπωσε ο Granger το 1969. Για δύο μεταβλητές  $Y$  και  $X$  κατασκευάζονται δύο χρονοσειρές, οι οποίες περιλαμβάνουν χρονικές υστερήσεις και των δύο μεταβλητών. Οι χρονοσειρές είναι οι ακόλουθες:

$$\begin{aligned} Y_t &= \sum_{j=1}^m \alpha_j X_{t-j} + \sum_{j=1}^m \beta_j Y_{t-j} + \varepsilon_t \\ X_t &= \sum_{j=1}^m \gamma_j X_{t-j} + \sum_{j=1}^m \delta_j Y_{t-j} + \eta_t \end{aligned} \quad (3.36)$$

Ο έλεγχος των υποθέσεων πραγματοποιείται με τη χρήση της στατιστικής  $F$ , η οποία υπολογίζεται ως:

$$F = \frac{(\sum u_{restricted}^2 - \sum u_{unrestricted}^2)/m}{\sum u_{unrestricted}^2/(t-k)} \quad (3.37)$$

όπου  $\sum u_{restricted}^2$  είναι το άθροισμα των τετραγώνων των καταλοίπων της παλινδρόμησης με περιορισμό, ενώ  $\sum u_{unrestricted}^2$  είναι το άθροισμα των καταλοίπων της παλινδρόμησης χωρίς περιορισμό.<sup>17</sup>

Από τον έλεγχο της μηδενικής υπόθεσης στις παραμέτρους  $\alpha_j$  και  $\delta_j$  μπορούν να διακριθούν τέσσερις περιπτώσεις. Πρώτον, αν η παράμετρος  $\alpha_j$  είναι στατιστικά σημαντική, αλλά η  $\delta_j$  δεν είναι, τότε υπάρχει αιτιότητα κατά Granger μόνο από τη μεταβλητή  $X$  στη  $Y$ . Δεύτερον, αν η παράμετρος  $\delta_j$  είναι στατιστικά σημαντική, αλλά η  $\alpha_j$  δεν είναι, τότε υπάρχει αιτιότητα κατά Granger μόνο από τη μεταβλητή  $Y$  στη  $X$ . Τρίτον, αν και οι δύο παράμετροι είναι στατιστικά σημαντικοί, τότε εμφανίζεται αιτιότητα κατά Granger αμφίδρομα από τη  $X$  στη  $Y$  και από τη  $Y$  στη  $X$ . Τέλος, αν καμία από τις δύο παραμέτρους δεν είναι στατιστικά σημαντική, τότε οι μεταβλητές δεν έχουν σχέσεις αιτιότητας (Granger, 1969).

### 3.8.2 Έλεγχος Αιτιότητας Στα Δεδομένα Panel

Στην περίπτωση των δεδομένων Panel, η πρώτη συμβολή στον έλεγχο αιτιότητας κατά Granger πραγματοποιήθηκε από τους Douglas Holtz-Eakin, Whitney Newey και Harvey S. Rosen το 1988, οι οποίοι για να ελέγξουν διανυσματικές

---

<sup>17</sup> Στην περίπτωση της χρονοσειράς  $Y_t$  η παλινδρόμηση χωρίς περιορισμό είναι η  $Y_t = c_1 \sum_{j=1}^m \beta_j Y_{t-j} + u_{1t}$ , ενώ η παλινδρόμηση με περιορισμό είναι η  $Y_t = c_2 + \sum_{j=1}^m \beta_j Y_{t-j} + \sum_{j=1}^m \alpha_j X_{t-j} + u_{2t}$ . Αντίστοιχα εφαρμόζονται και για τη  $X_t$ .

αυτοπαλινδρομήσεις (vector autoregressions), πρότειναν ένα γενικό πλαίσιο ελέγχων βασισμένο σε Γενικευμένη Μέθοδο Στιγμών (Generalized Method of Moments, GMM), η οποία όμως ισχύει για δεδομένα με ομογενή παραμέτρους και μικρό χρονικό εύρος  $T$  (Juodis et al, 2020). Στην περίπτωση ετερογενών παραμέτρων, ένας από τους πιο διαδεδομένους ελέγχους αποτελεί ο έλεγχος των Dumitrescu και Hurlin (2012), σύμφωνα με τον οποίο ελέγχονται οι τυποποιημένες στατιστικές με βάση τον κατά μέσο όρο των τυποποιημένων και μεμονωμένων στατιστικών Wald (Dumitrescu, Hurlin, 2012).

Πρόσφατα, οι Artūras Juodis, Yiannis Karavias και Vasilis Sarafidis πρότειναν ένα νέο έλεγχο αιτιότητας κατά Granger για δεδομένα panel, ο οποίος χαρακτηρίζεται από ευελιξία, καθώς ασχέτως με το αν οι παράμετροι είναι ομογενείς ή ετερογενείς, στη μηδενική υπόθεση οι παράμετροι της αιτιότητας είναι ομογενείς και ίσοι με το μηδέν. Μέσω της ομαδοποίησης των παραμέτρων αυτών κατά μήκος των μονάδων (cross section), οι εκτιμητές έχουν γρηγορότερο ρυθμό σύγκλισης ίσο με  $\sqrt{NT}$  (Juodis et al, 2020). Η διαδικασία τους ξεκινάει με ένα απλό δυναμικό μοντέλο δεδομένων panel, με μία ανεξάρτητη μεταβλητή  $x_{it}$ :

$$Y_{it} = a_{0,i} + \sum_{p=1}^P a_{p,i} Y_{it-p} + \sum_{q=1}^Q \beta_{q,i} x_{it-q} + \varepsilon_{it} \quad (3.38)$$

όπου το  $a_{0,i}$  περιλαμβάνει όλες τις ατομικές σταθερές επιδράσεις κάθε μονάδας, το  $a_{p,i}$  αφορά τις ετερογενείς αυτοπαλινδρομες παραμέτρους και το  $\beta_{q,i}$  αφορά τις ετερογενείς παραμέτρους, ή αλλιώς τις παραμέτρους αιτιότητας κατά Granger. Ουσιαστικά αποτελεί προέκταση της αντίστοιχης παλινδρόμησης του ελέγχου αιτιότητας κατά Granger στις χρονοσειρές. Η μηδενική υπόθεση είναι πως το  $x_{it}$  δεν προκαλεί τη μεταβλητή  $Y_{it}$  έναντι της εναλλακτικής υπόθεσης ότι την προκαλεί. Η υπόθεση αυτή ελέγχεται με τη χρήση της παραμέτρου  $\beta_{q,i}$  και διατυπώνεται ως εξής:

$$H_0: \beta_{q,i} = 0, \text{ για κάθε } i \text{ και } q \quad (3.39)$$

έναντι της εναλλακτικής υπόθεσης ότι:

$$H_1: \beta_{q,i} \neq 0, \text{ για ορισμένα } i \text{ και } q \quad (3.40)$$

Για λόγους απλοποίησης, η εξίσωση (3.38) μπορεί να γραφεί ως:

$$Y_{it} = z'_{it} a_i + x'_{it} \beta_i + \varepsilon_{it} \quad (3.41)$$

Όπου  $z'_{it} = (1, Y_{i,t-1}, \dots, Y_{i,t-p})'$  και  $x'_{it} = (1, x_{i,t-1}, \dots, x_{i,t-Q})'$  είναι διανύσματα τάξεως  $1 + p$  και  $Q$  αντιστοίχως, ενώ  $a_i = (a_{0,i}, \dots, a_{p,i})'$  και  $\beta_i = (\beta_{0,i}, \dots, \beta_{Q,i})'$  είναι οι αντίστοιχοι διανυσματικοί παράμετροι. Η εξίσωση (3.41) μπορεί να γραφεί σε μορφή διανύσματος ως:

$$Y_i = Z_i a_i + X_i \beta_i + \varepsilon_i \quad (3.42)$$

όπου  $Y_i = (Y_{i,1}, \dots, Y_{i,T})'$ ,  $\varepsilon_i = (\varepsilon_{i,1}, \dots, \varepsilon_{i,T})'$ ,  $Z_i = (z_{i,1}, \dots, z_{i,T})'$  και  $X_i = (x_{i,1}, \dots, x_{i,T})'$ , με το  $Y_i$  και το  $\varepsilon_i$  να είναι τάξεως  $T$ , το  $Z_i$  τάξεως  $[T \times (1 + p)]$  και το  $X_i$  να είναι τάξεως  $[T \times Q]$ .

Επειδή ο έλεγχος της μηδενικής υπόθεσης αφορά τη μη ύπαρξη αιτιότητας κατά Granger, οι παράμετροι του  $X_i$  ισούνται με το μηδέν. Το  $\beta_i$  παρουσιάζει ομογένεια, οπότε η εξίσωση (3.42) διαμορφώνεται:

$$Y_i = Z_i a_i + X_i \beta + \varepsilon_i \quad (3.43)$$

Μέσω της εκτίμησης με τη μέθοδο ελαχίστων τετραγώνων, υπολογίζονται οι εκτιμήσεις των παραμέτρων  $\beta$  για το υπόδειγμα (3.43). Οι Juodis, Karavias και Sarafidis προτείνουν την παρακάτω εκτίμηση, τύπου σταθερών επιδράσεων:

$$\hat{\beta} = (\sum_{i=1}^N X_i' M_{Z_i} X_i)^{-1} (\sum_{i=1}^N X_i' M_{Z_i} Y_i) \quad (3.44)$$

όπου  $M_{Z_i} = I_t - Z_i(Z_i' Z_i)^{-1} Z_i'$  είναι μήτρα τάξεως  $[T \times T]$  και αποτελεί συμπλήρωμα του  $Z_i$ .

Με βάση τα αποτελέσματα της θεωρίας των Fernández-Val και δεδομένου ότι  $N/T \rightarrow a^2 \in [0, \infty)$  για  $N, T \rightarrow \infty$ , ισχύει ότι:

$$\sqrt{NT}(\hat{\beta} - \beta_0) \xrightarrow{d} J^{-1}N(-ab, V) \quad (3.45)$$

και η Εσσιανή μήτρα δίνεται:

$$J = \text{plim}_{N,T \rightarrow \infty} \frac{1}{NT} \sum_{i=1}^N X_i' M_{Z_i} X_i \quad (3.46)$$

με την οποία υπολογίζεται το  $V$  ως εξής:

$$V = \sigma^2 J \quad (3.47)$$

και ο έλεγχος στατιστικής Wald για τον έλεγχο της μηδενικής υπόθεσης της αιτιότητας κατά Granger ισούται με:

$$W = NT\hat{\beta}'(J^{-1}VJ^{-1})^{-1}\hat{\beta} \quad (3.48)$$

Ωστόσο, οι Juodis, Karavias και Sarafidis παρατηρούν ότι η  $\hat{\beta}$  δεν πρέπει να χρησιμοποιηθεί για την κατασκευή του  $W$ , εξαιτίας του γεγονότος ότι η παράμετρος δεν συγκλίνει ασυμπτωτικά και έτσι δεν είναι αμερόληπτη (Juodis et al, 2020, p. 97). Για αυτό, οι συγγραφείς προτείνουν μια διαφορετική παράμετρο  $\tilde{\beta}$  η οποία είναι αμερόληπτη, μέσω της διαδικασίας Half Panel Jackknife (HPJ) ως ακολούθως:

$$\tilde{\beta} = 2\hat{\beta} - \frac{1}{2}(\hat{\beta}_{1/2} + \hat{\beta}_{2/1}) \quad (3.49)$$

όπου  $\hat{\beta}_{1/2}$  και  $\hat{\beta}_{2/1}$  είναι οι εκτιμήσεις σταθερών επιδράσεων του  $\beta$  με  $T_1 = T/2$  και  $T_2 = T - T_1$ .

### 3.9 Ανακεφαλαίωση

Σε αυτό το κεφάλαιο αναλύθηκαν βασικές έννοιες των χρονοσειρών και των δεδομένων Panel. Παρουσιάστηκε η έννοια της στασιμότητας, της συνολοκλήρωσης και της αιτιότητας κατά Granger, καθώς και η διαδικασία ελέγχους τους για χρονοσειρές και για δεδομένα panel. Για τις χρονοσειρές αναλύθηκε ο έλεγχος Dickey – Fuller και η επαυξημένη μορφή του για την εξέταση ύπαρξης μοναδιαίας ρίζας, ο έλεγχος των Engle – Granger για τον καθορισμό της συνολοκλήρωσης και ο έλεγχος του Granger για τον προσδιορισμό της αιτιότητας κατά Granger. Για τα δεδομένα panel παρουσιάστηκε η μέθοδος των Levin, Lin και Chu για την ύπαρξη μοναδιαίας ρίζας, η οποία βασίζεται πάνω στον επαυξημένο έλεγχο Dickey – Fuller. Έπειτα αναλύθηκε ο έλεγχος του Westerlund, ο οποίος αποφεύγει την υπόθεση του κοινού παράγοντα που εμφανίζεται στου ελέγχους με βάση τα κατάλοιπα και προτείνει τέσσερις ελέγχους για ύπαρξη συνολοκλήρωσης σε όλα τα δεδομένα Panel, αλλά και σε τουλάχιστον μία μονάδα. Επιπλέον, αναλύθηκε και παρουσιάστηκε ο έλεγχος των Juodis, Karavias και Sarafidis, οι οποίοι υπολογίζουν τον έλεγχο στατιστικής Wald σύμφωνα με τη θεωρία των Fernández-Val και την εκτίμηση του  $\beta$  με βάση τη διαδικασία HPJ, προκειμένου να αποφύγουν την ύπαρξη αμεροληψίας στην ασυμπτωτική σύγκλιση της.



## Κεφάλαιο 4

### Εμπειρική Εφαρμογή

#### 4.1 Εισαγωγή

Στο παρόν κεφάλαιο γίνεται χρήση της οικονομετρικής ανάλυσης για να αναλυθεί η σχέση μεταξύ ορισμένων μεταβλητών του υποδείγματος των Swan – Solow για επιλεγμένες χώρες της νότιας Ευρώπης. Αναλυτικότερα οι μεταβλητές που θα αναλυθούν είναι ο πραγματικός ρυθμός ανάπτυξης του Ακαθάριστου εγχώριου προϊόντος, ο ρυθμός ανάπτυξης του εργατικού δυναμικού και ο ρυθμός ανάπτυξης της επένδυσης και συγκεκριμένα του ακαθάριστου πάγιου κεφαλαίου. Το δείγμα που θα χρησιμοποιηθεί αποτελείται επιλεγμένες χώρες της Νότιας Ευρώπης για χρονική περίοδο 25 ετών.

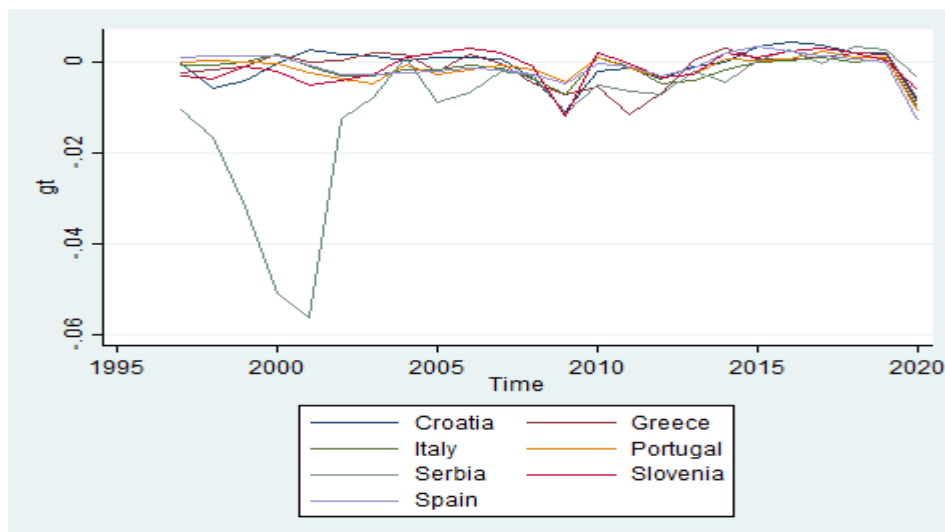
Στόχος της παρούσας ανάλυσης είναι να διαπιστωθεί αν υφίσταται κοινή μακροχρόνια πορεία μεταξύ των μεταβλητών και στη συνέχεια να ελεγχθεί αν υφίσταται και σχέση αιτιότητας μεταξύ τους, για κάθε ζεύγος ανά δύο μεταβλητών. Σε κάθε περίπτωση η ύπαρξη κοινής μακροχρόνιας πορείας συνδέεται με την έννοια της αιτιότητας, χωρίς όμως να την εγγυάται. Άρα αν οι μεταβλητές έχουν κοινή μακροχρόνια πορεία δεν σημαίνει ότι θα έχουν συγχρόνως σχέση αιτιότητας και αντιστρόφως, αν έχουν σχέση αιτιότητας δεν σημαίνει αναγκαστικά ότι έχουν κοινή μακροχρόνια πορεία.

Οικονομετρικά οι παραπάνω ανάλυση πραγματοποιείται με τον έλεγχο της συνολοκλήρωσης και τον έλεγχο της αιτιότητας κατά Granger, αφού όμως πρώτα ελεγχθεί η ύπαρξη μοναδιαίας ρίζας. Εφόσον τα δεδομένα που αξιοποιούνται για την παρούσα ανάλυση είναι δεδομένα panel, θα χρησιμοποιηθούν οι έλεγχοι των Levin – Lin – Chu για τη μοναδιαία ρίζα, του Westerlund για συνολοκλήρωση και των Juodis – Karavias – Sarafidis για την αιτιότητα κατά Granger, όπως αναλύθηκαν στο προηγούμενο κεφάλαιο. Η εφαρμογή τους θα γίνει με τη χρήση του υπολογιστικού προγράμματος Stata.

## 4.2 Παρουσίαση Δεδομένων

Τα δεδομένα που χρησιμοποιούνται στην παρούσα ανάλυση αντλήθηκαν από τη βάση δεδομένων WDI (World Development Indicators). Όπως αναφέρθηκε παραπάνω, το δείγμα αποτελείται από 7 χώρες της Νότιας Ευρώπης. Αυτές είναι η Κροατία, Ελλάδα, Ιταλία, Πορτογαλία, Σερβία, Σλοβενία και Ισπανία. Τα δεδομένα αυτά λαμβάνονται για τη χρονική περίοδο 1996 μέχρι και 2020.

Οι μεταβλητές που θα χρησιμοποιηθούν αφορούν την οικονομική μεγέθυνση των χωρών και υπολογίζονται σε ρυθμό μεταβολής, αφού πρώτα μετατραπούν σε λογαριθμική μορφή. Οι μεταβλητές είναι ο ρυθμός ανάπτυξης του Ακαθάριστου Εγχώριου Προϊόντος (gt), ο ρυθμός ανάπτυξης της επένδυσης (st) και ο ρυθμός ανάπτυξης του εργατικού δυναμικού (nt). Ειδικότερα για το gt, υπολογίζεται το πραγματικό κατά κεφαλήν ΑΕΠ, το οποίο προκύπτει διαιρώντας το πραγματικό ΑΕΠ με το συνολικό πληθυσμό κάθε χώρας. Στα διαγράμματα 4.1, 4.2 και 4.3 φαίνεται η γραμμική πορεία της κάθε μεταβλητής ξεχωριστά για κάθε μία από τις υπό μελέτη χώρες.



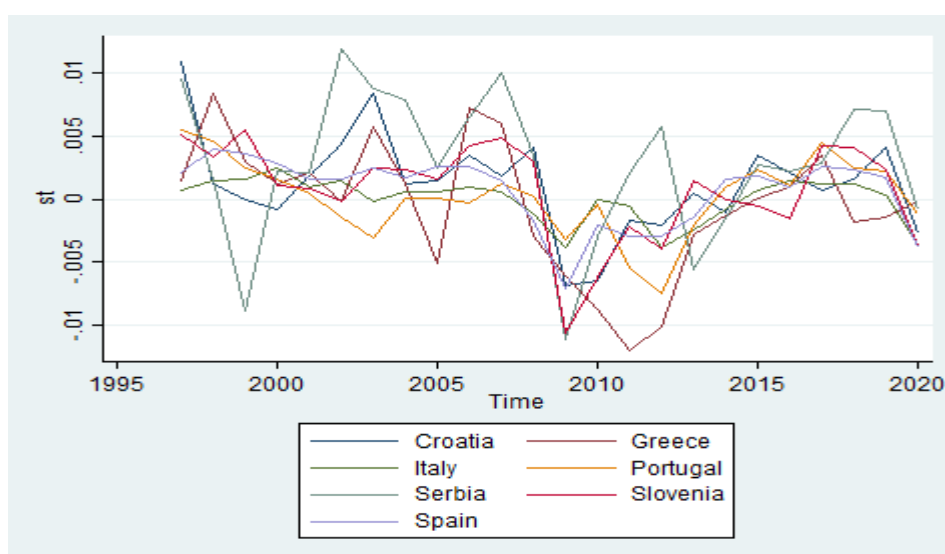
**Διάγραμμα 4.1**

### **Ρυθμός Μεταβολής Πραγματικού Κατά κεφαλήν ΑΕΠ**

Αναλυτικότερα στο Διάγραμμα 4.1 ο ρυθμός ανάπτυξης του πραγματικού κατά κεφαλήν ΑΕΠ ακολουθεί την ίδια σχεδόν πορεία για όλες τις χώρες, με εξαίρεση τη Σερβία, η οποία εμφανίζει τη μεγαλύτερη απόκλιση από το 1996 μέχρι περίπου το 2005, εμφανίζοντας μάλιστα και τη μεγαλύτερη μείωση από κάθε άλλη χώρα, της

τάξεως του 0,6%. Από το 2005 και έπειτα συνεχίζει παρόμοια πορεία με τις υπόλοιπες. Εξίσου χαρακτηριστικές είναι οι ξαφνικές μειώσεις που εμφανίζονται από το 2007 μέχρι το 2009 περίπου και από το 2019 μέχρι το 2020, οι οποίες οφείλονται στη χρηματοπιστωτική κρίση των στεγαστικών δανείων το 2007 και στην έξαρση της πανδημίας του κορονοϊού το 2020.

Στο Διάγραμμα 4.2, ο ρυθμός ανάπτυξης της επένδυσης ακολουθεί την ίδια πορεία με αυτή του πραγματικού κατά κεφαλήν ΑΕΠ, με τις ίδιες χαρακτηριστικές μειώσεις που υφίστανται τα έτη 2007 με 2009 και 2019 με 2020 και για τους ίδιους ακριβώς λόγους. Η Σερβία παρατηρείται ότι έχει μεγαλύτερη αρνητική απόκλιση από τις υπόλοιπες χώρες το 1998 μέχρι το 2000, ενώ από το 2000 και έπειτα εμφανίζει τις μεγαλύτερες τιμές από κάθε άλλη χώρα για τα έτη 2002, 2007, 2012, 2018 και 2019. Η μικρότερη τιμή από κάθε χώρα ωστόσο παρατηρείται στην περίπτωση της Ελλάδας για το έτος 2011.

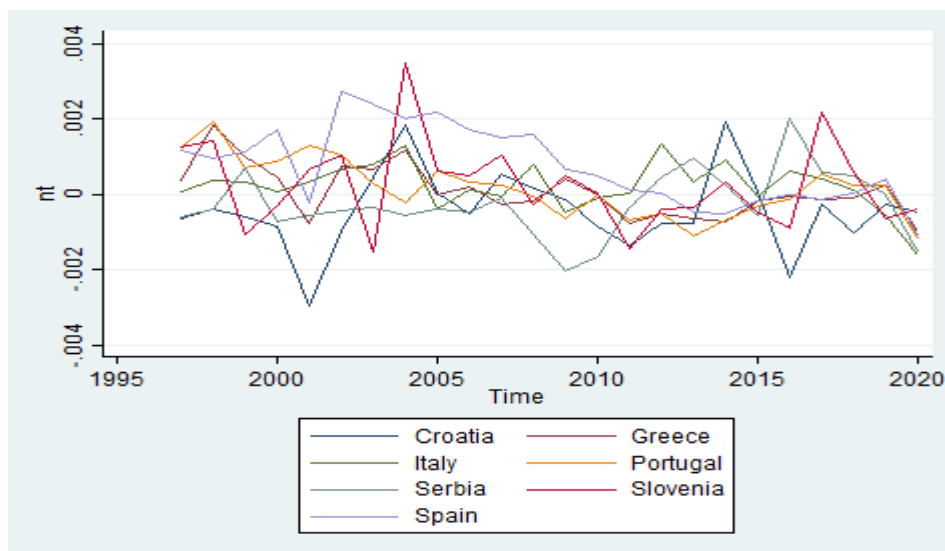


**Διάγραμμα 4.2**

### **Ρυθμός Μεταβολής Επένδυσης**

Στο Διάγραμμα 4.3, τα αποτελέσματα για το ρυθμό ανάπτυξης του εργατικού δυναμικού ακολουθούν παρόμοια πορεία με τις δύο προηγούμενες μεταβλητές. Η μειώσεις που παρουσιάζονταν για τα έτη 2007 με 2009 και 2019 με 2020 στις προηγούμενες μεταβλητές, εμφανίζονται και εδώ, με τη διαφορά ότι είναι αρκετά μικρότερες. Σε γενικές γραμμές η πορεία της μεταβλητής αυτής είναι πιο σταθερή από τις άλλες, με σαφώς μικρότερες αποκλίσεις. Η μικρότερη τιμή παρουσιάζεται στην

Κροατία το έτος 2001, ενώ η μεγαλύτερη τιμή εμφανίζεται στη Σλοβενία για το έτος 2005.



**Διάγραμμα 4.3**

### **Ρυθμός Μεταβολής Εργατικού Δυναμικού**

Σε γενικές γραμμές, φαίνεται ότι η πορεία των μεταβλητών για τα έτη 1996 μέχρι 2020 ακολουθεί την ίδια κατεύθυνση, με τις ίδιες σχεδόν αυξήσεις αλλά και μειώσεις στα συγκεκριμένα έτη. Επιπλέον, χαρακτηριστικό και στις τρεις περιπτώσεις ήταν οι απότομες μειώσεις στα έτη 2007 – 2009 και 2019 – 2020, οι οποίες προκλήθηκαν λόγω της χρηματοπιστωτικής κρίσης και της έξαρσης της πανδημίας του κορονοϊού.

### **4.3 Διαδικασία Επιλογής Μοντέλου**

Προκειμένου να διεξαχθούν οι έλεγχοι της στασιμότητας, της συνολοκλήρωσης και της αιτιότητας, πρέπει να εκτιμηθεί σε πρώτο στάδιο το γραμμικό υπόδειγμα, πάνω στο οποίο θα γίνουν οι έλεγχοι. Αρχικά εξετάζονται διαγνωστικοί έλεγχοι πάνω σε ένα απλό pooled OLS υπόδειγμα, με τη μεταβλητή  $gt$  να είναι η εξαρτημένη και οι μεταβλητές  $st$  και  $nt$  να είναι οι ανεξάρτητες. Τα αποτελέσματα εμφανίζονται στον Πίνακα 4.1, σύμφωνα με τον οποίο η παράμετρος της μεταβλητής  $st$  και ο σταθερός όρος είναι στατιστικά σημαντικοί σε επίπεδο σημαντικότητας 5%, αφού η τιμή  $p$ -value είναι μικρότερη του 0,05 και επομένως απορρίπτεται η μηδενική υπόθεση. Αντιθέτως,

η μεταβλητή nt δεν θεωρείται στατιστικά σημαντική στο ίδιο επίπεδο σημαντικότητας, καθώς η τιμή p-value ισούται με 0,126 και είναι μεγαλύτερη από το 0,05, με αποτέλεσμα να μην μπορεί να απορριφθεί η μηδενική υπόθεση. Επιπλέον, ο συντελεστής προσδιορισμού  $R^2$  είναι ίσος με 5,6% και δείχνει μικρή προσδιοριστική ικανότητα του συστηματικού μέρους, γεγονός αναμενόμενο, αφού τα δεδομένα panel έχουν από τη φύση τους και στοιχεία χρονοσειράς.

**\* Ordinary Least Squares (OLS) Regression**

gt = st + nt							
Sample Size	=	168		Cross Sections Number	=	7	
Wald Test	=	9.8547		P-Value > Chi2(2)	=	0.0072	
F-Test	=	4.9273		P-Value > F(2, 166)	=	0.0083	
R2 (R-Squared)	=	0.0560		Raw Moments R2	=	0.1566	
R2a (Adjusted R2)	=	0.0504		Raw Moments R2 Adj	=	0.1515	
Root MSE (Sigma)	=	0.0070		Log Likelihood Function	=	596.1289	
-----							
- R2h=	0.0560	R2h Adj=	0.0504	F-Test =	4.90	P-Value > F(2, 166)	0.0086
- R2v=	0.0560	R2v Adj=	0.0504	F-Test =	4.90	P-Value > F(2, 166)	0.0086
-----							
gt	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]		
st	.3300965	.1363189	2.42	0.017	.0609542	.5992389	
nt	.8835825	.5749369	1.54	0.126	-.2515486	2.018714	
_cons	-.0028036	.0005505	-5.09	0.000	-.0038904	-.0017167	

**Πίνακας 4.1**

**Έλεγχος Πολυσυγγραμμικότητας**

Στη συνέχεια πραγματοποιούνται οι διαγνωστικοί έλεγχοι της ετεροσκεδαστικότητας, της πολυσυγγραμμικότητας και της αυτοσυσχέτισης στο παραπάνω υπόδειγμα, τα αποτελέσματα των οποίων παρουσιάζονται στους πίνακες 4.2, 4.3 και 4.4. Στον Πίνακα 4.2 παρουσιάζεται ο έλεγχος ετεροσκεδαστικότητας των Breusch – Pagan (1979), προσαρμοσμένος για δεδομένα panel. Η μηδενική υπόθεση εξετάζει την ύπαρξη ομοσκεδαστικότητας και η απόρριψή της σημαίνει πως το υπόδειγμα διατρέχεται από ετεροσκεδαστικότητα.

Breusch-Pagan / Cook-Weisberg test for heteroskedasticity  
 Ho: Constant variance  
 Variables: fitted values of gt

chi2(1)	=	3.93
Prob > chi2	=	0.0474

**Πίνακας 4.2**

**Έλεγχος Ετεροσκεδαστικότητας**

Πράγματι, στην περίπτωση αυτή, η p-value είναι ίση με 0,047 και μικρότερη του 0,05, με αποτέλεσμα να απορρίπτεται η μηδενική υπόθεση σε επίπεδο σημαντικότητας 5%. Άρα υπάρχει ετεροσκεδαστικότητα στο υπόδειγμα.

Στον Πίνακα 4.3 εξετάζεται η ύπαρξη πολυσυγγραμμικότητας με τη μέθοδο του συντελεστή πληθωρισμού διακύμανσης (Variance Inflation Factor), ο οποίος ερευνά αν οι διακυμάνσεις των συντελεστών μιας παλινδρόμησης είναι υπερβολικά αυξημένες λόγω ύπαρξης γραμμικής εξάρτησης μεταξύ κάποιων από τις μεταβλητές (Kutner et al, 2004). Για το συγκεκριμένο υπόδειγμα ο VIF είναι πολύ κοντά στη μονάδα, με συνέπεια οι ανεξάρτητες μεταβλητές να μην συσχετίζονται γραμμικά μεταξύ τους και να μην φαίνεται να υφίσταται πολυσυγγραμμικότητα.

Variable	VIF	1/VIF
nt	1.03	0.968573
st	1.03	0.968573
Mean VIF	1.03	

**Πίνακας 4.3**

### Έλεγχος Πολυσυγγραμμικότητας

Στον Πίνακα 4.4 εξετάζεται η ύπαρξη αυτοσυσχέτισης, με τη μέθοδο των Box – Pierce (1970), η οποία εξετάζει τη μηδενική υπόθεση ότι τα δεδομένα είναι ανεξάρτητα καταναμημένα, έναντι της εναλλακτικής ότι υφίσταται αυτοσυσχέτιση. Στο υπό εξέταση υπόδειγμα, η μηδενική υπόθεση απορρίπτεται σε επίπεδο σημαντικότητας 5%, καθώς η p-value είναι ίση με 0. Άρα τα δεδομένα δεν είναι ανεξάρτητα καταναμημένα και υπάρχει αυτοσυσχέτιση.

---



---

#### \*\*\* Panel Data Autocorrelation Box-Pierce Test

---



---

Ho: No AR(1) Panel AutoCorrelation - Ha: AR(1) Panel AutoCorrelation

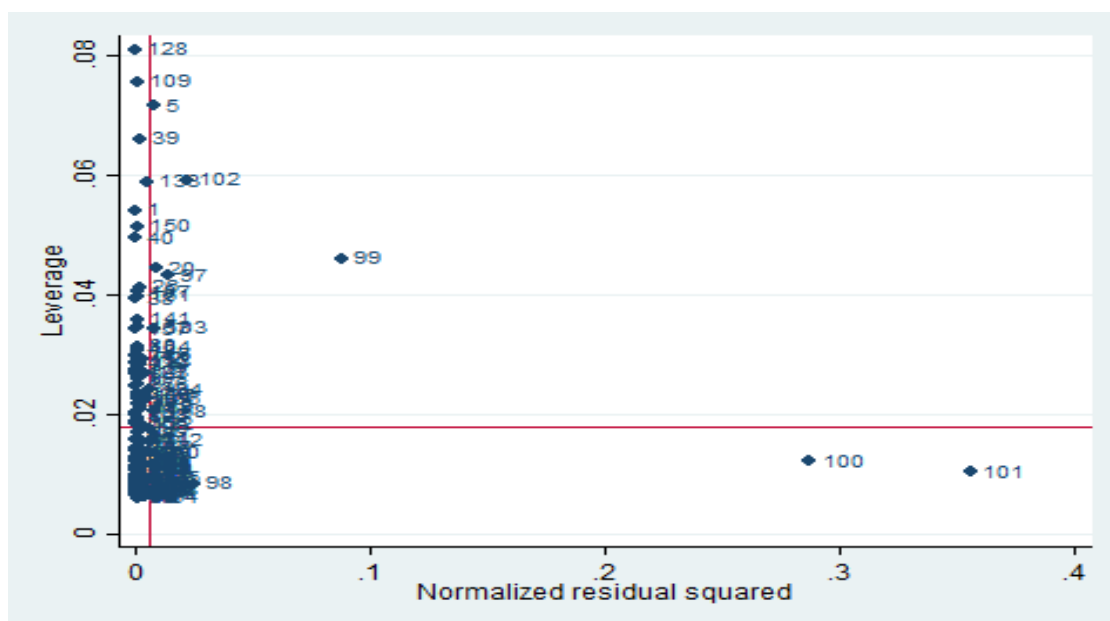
- Panel Rho Value = 0.7345  
 - Box-Pierce LM Test = 90.6291 P-Value > Chi2(1) 0.0000

---

**Πίνακας 4.4**

### Έλεγχος Αυτοσυσχέτισης

Από τους πίνακες 4.2, 4.3 και 4.4 συμπεραίνεται ότι το pooled απλό γραμμικό υπόδειγμα του Πίνακα 4.1 εμφανίζει προβλήματα ετεροσκεδαστικότητας και αυτοσυσχέτισης. Για αυτόν το λόγο, στην εκτίμηση που θα πραγματοποιηθεί, θα εφαρμοστεί η μέθοδος της στιβαρής παλινδρόμησης (Robust Regression), προκειμένου να αντιμετωπιστούν τα παραπάνω προβλήματα. Πέρα όμως από αυτά, πρέπει να αντιμετωπιστεί και η ενδεχόμενη ύπαρξη ακραίων παρατηρήσεων (outliers) στο δείγμα. Ο εντοπισμός των ακραίων παρατηρήσεων μπορεί να εφαρμοστεί με τη μέθοδο Cook's Distance (1977), η οποία εντοπίζει ακραίες παρατηρήσεις και ελέγχει τις συνέπειες από την αφαίρεσή τους. Στο Διάγραμμα 4.4, παρουσιάζονται τα αποτελέσματα του ελέγχου, σύμφωνα με τον οποίο ακραίες παρατηρήσεις θεωρούνται η 102<sup>η</sup> (Σερβία 2002), η 101<sup>η</sup> (Σερβία 2001), η 100<sup>η</sup> (Σερβία 2000), η 99<sup>η</sup> (Σερβία 1999), η 97<sup>η</sup> (Σερβία 1997), η 20<sup>η</sup> (Κροατία 2016) και η 5<sup>η</sup> (Κροατία 2001).



**Διάγραμμα 4.4**

### **Έλεγχος Ακραίων Παρατηρήσεων**

Τελευταίο βήμα για τον προσδιορισμό μοντέλου στα δεδομένα panel είναι να εξεταστεί αν πρέπει να χρησιμοποιηθεί μοντέλο με σταθερές επιδράσεις (fixed effects) ή μοντέλο με τυχαίες επιδράσεις (random effects). Για αυτό χρησιμοποιείται ο έλεγχος του Hausman (1978), ο οποίος ελέγχει τη συνέπεια ενός εκτιμητή σε σύγκριση με έναν άλλο, ο οποίος είναι λιγότερο αποδοτικός αλλά είναι γνωστό ότι είναι συνεπής. Στην περίπτωση των δεδομένων panel οι εκτιμητές του μοντέλου με σταθερές επιδράσεις

είναι γνωστό ότι είναι συνεπείς, οπότε εξετάζεται αν οι εκτιμητές του μοντέλου τυχαίων επιδράσεων είναι συνεπείς σε σύγκριση με αυτούς του μοντέλου σταθερών επιδράσεων. Η μηδενική υπόθεση του ελέγχου Hausman είναι ότι οι διαφορές μεταξύ των εκτιμήσεων των δύο υποδειγμάτων δεν είναι συστηματικές. Άρα οι εκτιμητές του υποδείγματος με τυχαίες επιδράσεις είναι συνεπείς και το υπόδειγμα με τυχαίες επιδράσεις προτιμάται από το υπόδειγμα με σταθερές επιδράσεις, καθώς είναι πιο αποδοτικό. Αντίθετα, η εναλλακτική υπόθεση αναγνωρίζει συστηματικές διαφορές ανάμεσα στους εκτιμητές. Επομένως το υπόδειγμα με τυχαίες επιδράσεις είναι ανέφικτο και προτιμάται η χρήση του υποδείγματος με σταθερές επιδράσεις.

Στον Πίνακα 4.5 παρουσιάζεται ο παραπάνω έλεγχος για τα δεδομένα που χρησιμοποιούνται στην παρούσα ανάλυση, αφού όμως αφαιρεθούν οι ακραίες παρατηρήσεις. Παρατηρείται πως η μηδενική υπόθεση απορρίπτεται σε επίπεδο σημαντικότητας 5%, αφού η p-value είναι ίση με 0,0003 και μικρότερη του 0,05. Άρα οι διαφορές των παραμέτρων είναι συστηματικές και προτιμάται η χρήση του υποδείγματος με σταθερές επιδράσεις.

	Coefficients			
	(b) FE	(B) RE	(b-B) Difference	sqrt(diag(V_b-V_B)) S.E.
st	.531423	.4695273	.0618957	.
nt	.1860232	.4156315	-.2296082	.0529278

b = consistent under Ho and Ha; obtained from xtreg  
 B = inconsistent under Ha, efficient under Ho; obtained from xtreg

Test: Ho: difference in coefficients not systematic

chi2(2) = (b-B)' [(V\_b-V\_B)^(-1)] (b-B)  
 = 16.13  
 Prob>chi2 = 0.0003  
 (V\_b-V\_B is not positive definite)

### Πίνακας 4.5

#### Έλεγχος Hausman

Με βάση τα αποτελέσματα των παραπάνω πινάκων, το υπόδειγμα που θα χρησιμοποιηθεί για την ανάλυση του δείγματος είναι το στιβαρό υπόδειγμα σταθερών επιδράσεων. Μάλιστα, στον Πίνακα 4.6 συγκρίνονται τα υποδείγματα των ελαχίστων τετραγώνων, των σταθερών επιδράσεων, των τυχαίων επιδράσεων, καθώς και οι



στιβαρές τους μορφές. Πράγματι το στιβαρό υπόδειγμα σταθερών επιδράσεων είναι προτιμότερο από τα υπόλοιπα, καθώς δίνει πιο ισχυρές εκτιμήσεις και ισχυρό βαθμό στατιστικής σημαντικότητας, με τον έλεγχο F να έχει την υψηλότερη τιμή από κάθε άλλο υπόδειγμα.

Variable	OLS_p~d	OLS_p~b	FE	FE_rob	RE	RE_rob
st	0.3301 2.41	0.3301 2.19	0.5314 4.14	0.5314 13.62	0.4695 3.63	0.4695 7.30
nt	0.8836 1.53	0.8836 1.63	0.1860 0.33	0.1860 0.43	0.4156 0.74	0.4156 0.68
_cons	-0.0028 -5.08	-0.0028 -4.95	-0.0029 -5.79	-0.0029 -73.10	-0.0029 -3.01	-0.0029 -2.04
N	168	168	168	168	168	168
F	4.8977	10.2063	9.5276	138.6588		
Wald chi2 test					15.6829	328.5557
r2	0.0560	0.0560	0.1070	0.1070		

legend: b/t

#### Πίνακας 4.6

#### Σύγκριση Υποδειγμάτων

Στον Πίνακα 4.7 παρουσιάζεται το εκτιμώμενο υπόδειγμα που επιλέχθηκε από την παραπάνω διαδικασία. Όπως και στην παλινδρόμηση του Πίνακα του 4.1, η μεταβλητή st και ο σταθερός όρος είναι στατιστικά σημαντικοί σε επίπεδο σημαντικότητας 5%, ενώ η μεταβλητή nt δεν είναι. Παρατηρείται επίσης πως οι εκτιμητές των μεταβλητών st και nt είναι θετικοί και ίσοι με 0,53 και 0,18 αντιστοίχως. Αντιθέτως, η σταθερά είναι αρνητική και ίση με 0,003 περίπου. Επομένως υπάρχει θετική συσχέτιση μεταξύ των μεταβλητών st και nt με την εξαρτημένη μεταβλητή gt. Άρα αν αυξηθεί ο ρυθμός μεταβολής της επένδυσης ή και ο ρυθμός μεταβολής του εργατικού δυναμικού, τότε με όλους του υπόλοιπους προσδιοριστικούς παράγοντες να είναι σταθεροί, αναμένεται να παρουσιαστεί αύξηση στον ρυθμό ανάπτυξης του πραγματικού κατά κεφαλήν ΑΕΠ.

```

Fixed-effects (within) regression      Number of obs   =      168
Group variable: xcountry              Number of groups =       7

R-sq:                                 Obs per group:
  within = 0.1070                      min =      24
  between = 0.6151                     avg =     24.0
  overall = 0.0462                      max =      24

corr(u_i, Xb) = -0.1863                F(2,6)         =     138.66
                                          Prob > F        =       0.0000

```

(Std. Err. adjusted for 7 clusters in xcountry)

gt	Coef.	Robust Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
st	.531423	.0390279	13.62	0.000	.4359251	.6269209
nt	.1860232	.43295	0.43	0.682	-.8733672	1.245414
_cons	-.0028699	.0000393	-73.10	0.000	-.002966	-.0027738
sigma_u	.0036993					
sigma_e	.00630687					
rho	.25597501	(fraction of variance due to u_i)				

**Πίνακας 4.7**

### Στιβαρή Παλινδρόμηση Σταθερών Επιδράσεων

Το υπόδειγμα αυτό θα χρησιμοποιηθεί στη συνέχεια για να εκτιμηθούν τα κατάλοιπα τα οποία θα εξεταστούν αν είναι στάσιμα. Στόχος είναι να διαπιστωθεί αν η παλινδρόμηση είναι φαινομενική ή όχι και κατά συνέπεια αν μπορούν να εφαρμοστούν οι έλεγχοι συνολοκλήρωσης και αιτιότητας.

#### 4.4 Έλεγχος Στασιμότητας

Στον έλεγχο στασιμότητας εξετάζεται αν οι μεταβλητές που αναλύονται έχουν μοναδιαία ρίζα και συνεπώς αν είναι στάσιμες ή μη. Προκειμένου να είναι εφικτή η εφαρμογή των ελέγχων συνολοκλήρωσης και αιτιότητας, θα πρέπει η οι μεταβλητές να μην είναι στάσιμες, δηλαδή να εμφανίζουν μοναδιαία ρίζα. Όπως αναφέρθηκε σε προηγούμενο κεφάλαιο, η μηδενική υπόθεση είναι ότι υπάρχει μοναδιαία ρίζα και άρα έχουν βαθμό ολοκλήρωσης μεγαλύτερο του μηδενός, έναντι της εναλλακτικής ότι τα δεδομένα διακρίνονται από στασιμότητα και ο βαθμός ολοκλήρωσής τους είναι  $I(0)$ .

Παρακάτω πραγματοποιείται ο έλεγχος μοναδιαίας ρίζας των Levin-Lin-Chu για τις μεταβλητές gt, st και nt, καθώς και για τα κατάλοιπα που εκτιμήθηκαν από το υπόδειγμα του Πίνακα 4.7. Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται στους πίνακες 4.8, 4.9, 4.10 και 4.11, με τον αριθμό υστερήσεων των παλινδρομήσεων ADF να επιλέχθηκαν

με τη χρήση του πληροφοριακού κριτηρίου AIC. Στις περιπτώσεις των πινάκων 4.8, 4.9 και 4.10, η μηδενική υπόθεση της μη στασιμότητας δεν μπορεί να απορριφθεί για επίπεδο σημαντικότητας 5%, αφού η p-value είναι σημαντικά μεγαλύτερη από το 0,05. Επομένως οι μεταβλητές gt, st και nt δεν είναι στάσιμες και ο βαθμός ολοκλήρωσής τους είναι τουλάχιστον I(1).

Levin-Lin-Chu unit-root test for gt

---

Ho: Panels contain unit roots	Number of panels =	7
Ha: Panels are stationary	Number of periods =	24
AR parameter: Common	Asymptotics: N/T ->	0
Panel means: Included		
Time trend: Not included		

ADF regressions: 6.43 lags average (chosen by AIC)  
 LR variance: Bartlett kernel, 9.00 lags average (chosen by LLC)

---

	Statistic	p-value
Unadjusted t	-4.8352	
Adjusted t*	3.5714	0.9998

---

**Πίνακας 4.8**

**Έλεγχος Μοναδιαίας Ρίζας Μεταβλητής gt**

Levin-Lin-Chu unit-root test for st

---

Ho: Panels contain unit roots	Number of panels =	7
Ha: Panels are stationary	Number of periods =	24
AR parameter: Common	Asymptotics: N/T ->	0
Panel means: Included		
Time trend: Not included		

ADF regressions: 9.00 lags average (chosen by AIC)  
 LR variance: Bartlett kernel, 9.00 lags average (chosen by LLC)

---

	Statistic	p-value
Unadjusted t	-10.4967	
Adjusted t*	0.1553	0.5617

---

**Πίνακας 4.9**

**Έλεγχος Μοναδιαίας Ρίζας Μεταβλητής st**



Τα παραπάνω αποτελέσματα δείχνουν ότι οι μεταβλητές της ανάλυσης δεν είναι στάσιμες. Μάλιστα εφαρμόζοντας τους παραπάνω ελέγχους στις πρώτες διαφορές, παρατηρήθηκε ότι οι μεταβλητές είναι όλες ολοκληρωμένες στον ίδιο βαθμό I(1). Από την άλλη πλευρά, τα κατάλοιπα διακρίνονται από στασιμότητα, με βαθμό ολοκλήρωσης I(0). Άρα δεν πρέπει να υφίσταται ο κίνδυνος της φαινομενικής παλινδρόμησης και οι έλεγχοι της συνολοκλήρωσης αλλά και της αιτιότητας μπορούν να εφαρμοστούν χωρίς προβλήματα.

#### 4.5 Έλεγχος Συνολοκλήρωσης

Στην παρούσα ενότητα πραγματοποιείται ο έλεγχος συνολοκλήρωσης των εξεταζόμενων μεταβλητών, χρησιμοποιώντας τον έλεγχο του Westerlund. Προκειμένου να υπολογιστούν οι έλεγχοι του ομαδικού μέσου όρου Gt, Ga και οι έλεγχοι Panel Pt και Pa, υπολογίζεται το κατάλληλο μέγεθος υστερήσεων lag και lead με τη χρήση του πληροφοριακού κριτηρίου AIC. Επιπλέον, υπολογίζεται και το πλάτος του παραθύρου του πυρήνα Bartlett (Bartlett kernel window width), το οποίο ισούται με  $4(T/100)^{2/9}$ . Για το δείγμα της παρούσας εργασίας, ο αριθμός αυτός ισούται με περίπου 3 για T = 24.

Calculating Westerlund ECM panel cointegration tests

Results for H0: no cointegration

With 7 series and 2 covariates

Average AIC selected lag length: 1.14

Average AIC selected lead length: 1.29

Statistic	Value	Z-value	P-value
Gt	-6.709	-13.155	0.000
Ga	-6.312	2.642	0.996
Pt	-13.445	-8.195	0.000
Pa	-7.965	0.987	0.838

**Πίνακας 4.12**

**Έλεγχος Συνολοκλήρωσης**

Στον Πίνακα 4.12, εμφανίζονται τα αποτελέσματα του ελέγχου συνολοκλήρωσης Westerlund. Το μέγεθος των υστερήσεων υπολογίστηκε ίσο με 1,14 για μήκος lag και 1,29 για μήκος lead. Η μηδενική υπόθεση υποστηρίζει ότι δεν υφίσταται συνολοκλήρωση μεταξύ των επιλεγμένων μεταβλητών, με την εναλλακτική να είναι ότι υπάρχει συνολοκλήρωση. Χρησιμοποιώντας επίπεδο σημαντικότητας 5%, παρατηρείται ότι από τους τέσσερις ελέγχους του Westerlund, η μηδενική υπόθεση απορρίπτεται για τους ελέγχους Gt και Pt, με p-value = 0,000 και για τις δύο περιπτώσεις, ενώ για τους ελέγχους Ga και Pa δεν μπορεί να απορριφθεί, με το p-value να ισούται με 0,996 και 0,838 αντίστοιχα.

Η απόρριψη της μηδενικής υπόθεσης για το Gt σημαίνει ότι στο υπόδειγμα διόρθωσης λαθών αντίστοιχο της εξίσωσης (3.23), η παράμετρος  $a_i$  δεν ισούται με το μηδέν για τουλάχιστον ένα  $i$ , ενώ η απόρριψη της μηδενικής υπόθεσης στο Pt διευρύνει το συμπέρασμα ότι η  $a_i$  δεν ισούται με το μηδέν για κάθε  $i$ . Λόγω της ευελιξίας του ελέγχου, συμπεραίνεται ότι πρέπει να υφίσταται συνολοκλήρωση μεταξύ των μεταβλητών για κάθε χώρα του δείγματος, με εξαρτημένη μεταβλητή την  $gt$  και ανεξάρτητες τις  $st$  και  $nt$ .

#### 4.6 Έλεγχος Αιτιότητας

Σε αυτήν την ενότητα, ο έλεγχος της αιτιότητας κατά Granger αποσκοπεί στη διαπίστωση της ύπαρξης σχέσης αιτιότητας μεταξύ του ρυθμού ανάπτυξης του πραγματικού κατά κεφαλήν ΑΕΠ, του ρυθμού μεταβολής της επένδυσης και του ρυθμού μεταβολής του εργατικού δυναμικού. Η διαδικασία του ελέγχου θα πραγματοποιηθεί ανά ζεύγη μεταβλητών, εξετάζοντας τη μηδενική υπόθεση ότι δεν υφίσταται αιτιότητα, έναντι της εναλλακτικής ότι υπάρχει αιτιότητα για τουλάχιστον μία χώρα του δείγματος. Συνολικά θα πραγματοποιηθούν έξι έλεγχοι, μία για τον έλεγχο αιτιότητας κάθε μεταβλητής με τις υπόλοιπες και αντιστρόφως.

Επιπλέον, ο αριθμός των χρονικών υστερήσεων που θα χρησιμοποιηθούν για κάθε έλεγχο επιλέγονται με βάση το πληροφοριακό κριτήριο BIC. Σε κάθε περίπτωση, παρατηρήθηκε ότι το κριτήριο BIC μεγιστοποιείται στην περίπτωση της μίας μόνο χρονικής υστέρησης. Το αποτέλεσμα αυτό ισχύει για κάθε έναν από τους έξι συνολικά ελέγχους, χωρίς εξαιρέσεις.

Παρακάτω παρουσιάζονται τα αποτελέσματα των ελέγχων αιτιότητας κατά Granger, με τη μέθοδο των Juodis, Karavias και Sarafidis. Στους πίνακες 4.13 και 4.14 εξετάζεται αν κάποια μεταβλητή αιτιάζει ή προκαλεί το ρυθμό ανάπτυξης του πραγματικού κατά κεφαλήν ΑΕΠ (gt). Σε επίπεδο σημαντικότητας 5%, παρατηρείται ότι μόνο η μεταβλητή του ρυθμού μεταβολής της επένδυσης (st) φαίνεται να προκαλεί τη gt, καθώς η p-value ισούται με 0,024 και είναι μικρότερη από το 0,05. Αντιθέτως, η μεταβλητή του ρυθμού μεταβολής του εργατικού δυναμικού (nt) δεν φαίνεται να προκαλεί την gt, με το p-value να ισούται με 0,904.

```

Juodis, Karavias and Sarafidis (2021) Granger non-causality test results:
-----
Number of units= 7                T            = 23
Number of lags = 1                BIC          = -1548.293
-----
HPJ Wald test : 5.0840363          pvalue_HPJ : 0.0241

H0: st does not Granger-cause gt.
H1: st does Granger-cause gt for at least one panelvar.
-----
Results for the Half-Panel Jackknife estimator
-----

```

	Coef.	Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]	
st						
Ll.	-.2730302	.1210894	-2.25	0.024	-.5103611	-.0356992

**Πίνακας 4.13**

**Έλεγχος Αιτιότητας st → gt**

```

Juodis, Karavias and Sarafidis (2021) Granger non-causality test results:
-----
Number of units= 7                T            = 23
Number of lags = 1                BIC          = -1542.0862
-----
HPJ Wald test : .01469503          pvalue_HPJ : 0.9035

H0: nt does not Granger-cause gt.
H1: nt does Granger-cause gt for at least one panelvar.
-----
Results for the Half-Panel Jackknife estimator
-----

```

	Coef.	Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]	
nt						
Ll.	-.0580676	.4790141	-0.12	0.904	-.996918	.8807829

**Πίνακας 4.14**

**Έλεγχος Αιτιότητας nt → gt**





Juodis, Karavias and Sarafidis (2021) Granger non-causality test results:

-----  
 Number of units= 7 T = 23  
 Number of lags = 1 BIC = -2073.2618  
 -----

HPJ Wald test : .26489607 pvalue\_HPJ : 0.6068

H0: gt does not Granger-cause nt.

H1: gt does Granger-cause nt for at least one panelvar.

-----  
 Results for the Half-Panel Jackknife estimator

	Coef.	Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]	
gt						
Ll.	.005422	.0105348	0.51	0.607	-.0152257	.0260698

**Πίνακας 4.17**

**Έλεγχος Αιτιότητας gt → nt**

Juodis, Karavias and Sarafidis (2021) Granger non-causality test results:

-----  
 Number of units= 7 T = 23  
 Number of lags = 1 BIC = -2083.3284  
 -----

HPJ Wald test : 11.850359 pvalue\_HPJ : 0.0006

H0: st does not Granger-cause nt.

H1: st does Granger-cause nt for at least one panelvar.

-----  
 Results for the Half-Panel Jackknife estimator

	Coef.	Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]	
st						
Ll.	.0597748	.0173641	3.44	0.001	.0257418	.0938078

**Πίνακας 4.18**

**Έλεγχος Αιτιότητας st → nt**

Τα αποτελέσματα των παραπάνω ελέγχων συνοψίζονται στον Πίνακα 4.19. Συνολικά από τους έξι ελέγχους αιτιότητας, η μηδενική υπόθεση απορρίφθηκε σε τρεις, ήτοι ο έλεγχος αιτιότητας από την st στην gt, από την gt στην st και από την st στην nt. Στις άλλες τρεις περιπτώσεις, η μηδενική υπόθεση δεν απορρίφθηκε, οπότε δεν υφίσταται αιτιότητα σε αυτές τις περιπτώσεις.

Έλεγχος Αιτιότητας	$H_0: \beta_{q,i} = 0$	Συμπέρασμα
<b>st</b> → <b>gt</b>	Απόρριψη	H st προκαλεί την gt
<b>nt</b> → <b>gt</b>	Μη Απόρριψη	H nt δεν προκαλεί την gt
<b>gt</b> → <b>st</b>	Απόρριψη	H gt προκαλεί την st
<b>nt</b> → <b>st</b>	Μη Απόρριψη	H nt δεν προκαλεί την st
<b>gt</b> → <b>nt</b>	Μη Απόρριψη	H gt δεν προκαλεί την nt
<b>st</b> → <b>nt</b>	Απόρριψη	H st προκαλεί την nt

**Πίνακας 4.19**

### Σύνοψη Ελέγχων Αιτιότητας Κατά Granger

Επομένως, από τους ελέγχους αιτιότητας κατά Granger, παρατηρήθηκε μία αμφίδρομη σχέση αιτιότητας μεταξύ των μεταβλητών gt και st, καθώς και μία σχέση αιτιότητας από την st στην nt. Επιπρόσθετα, η μεταβλητή του ρυθμού μεταβολής του εργατικού δυναμικού (nt) δεν προκαλεί καμία από τις άλλες μεταβλητές, για καμία χώρα του δείγματος.

#### 4.7 Συμπεράσματα

Η παρούσα εργασία επικεντρώθηκε στη μελέτη της συνολοκλήρωσης και τις αιτιότητας κατά Granger στο ρυθμό μεταβολής του πραγματικού κατά κεφαλήν ΑΕΠ, της επένδυσης και του εργατικού δυναμικού. Οι μεταβλητές αυτές αντλήθηκαν μετά από ανάλυση θεωρητικών υποδειγμάτων και συγκεκριμένα από το νεοκλασικό υπόδειγμα εξωγενούς μεγέθυνσης των Swan – Solow. Η οικονομετρική ανάλυση πραγματοποιήθηκε σε δείγμα 7 χωρών της νότιας Ευρώπης για τα έτη 1996 – 2020.

Στο πρώτο στάδιο εξετάστηκε η επιλογή υποδείγματος, προκειμένου να διορθωθούν τα προβλήματα της αυτοσυσχέτισης και της ετεροσκεδαστικότητας. Μέσω του ελέγχου Hausman επιλέχθηκε το καταλληλότερο υπόδειγμα, το οποίο είναι το στιβαρό υπόδειγμα σταθερών επιδράσεων (Robust Fixed Effects Model). Από αυτό το υπόδειγμα υπολογίστηκαν τα κατάλοιπα, τα οποία χρησιμοποιήθηκαν μαζί με τις μεταβλητές για τη διεξαγωγή του ελέγχου στασιμότητας.

Στο δεύτερο στάδιο πραγματοποιήθηκε ο έλεγχος μοναδιαίας ρίζας με τη μέθοδο των Levin – Lin – Chu. Με βάση τη βιβλιογραφία, για να μην υφίσταται το πρόβλημα της φαινομενικής παλινδρόμησης, θα πρέπει οι μεταβλητές να είναι ίδιας τάξης I(1), ενώ τα κατάλοιπα από την παλινδρόμησή τους να είναι I(0). Από τον έλεγχο LLC στο δείγμα, παρατηρήθηκε ότι σε επίπεδο σημαντικότητας 5%, οι μεταβλητές

πράγματι είναι μη στάσιμες βαθμού  $I(1)$ , ενώ τα κατάλοιπα είναι στάσιμα  $I(0)$ . Επομένως δεν φαίνεται να υπάρχει το πρόβλημα της φαινομενικής παλινδρόμησης και μάλιστα αν υπάρχει συνολοκλήρωση, τότε οι εκτιμητές που υπολογίστηκαν με τη μέθοδο των ελαχίστων τετραγώνων είναι υπερ-συνεπείς, δηλαδή καταλήγουν γρηγορότερα στη σύγκλιση.

Στο τρίτο στάδιο εξετάστηκε η ύπαρξη συνολοκλήρωσης με τη μέθοδο του Westerlund, η οποία την εξετάζει σε επίπεδο υποκείμενης μονάδας αλλά και στο σύνολο του δείγματος. Από τους τέσσερις ελέγχους που διεξήχθησαν, οι έλεγχοι  $Gt$  και  $Pt$  απέρριψαν τη μηδενική υπόθεση για τη μη ύπαρξη συνολοκλήρωσης, ωστόσο οι έλεγχοι  $Ga$  και  $Pa$  δεν την απέρριψαν. Παρόλα αυτά, φαίνεται ότι υφίσταται συνολοκλήρωση μεταξύ των μεταβλητών για τουλάχιστον μία χώρα, αλλά και στο σύνολο του δείγματος.

Στο τέταρτο και τελευταίο στάδιο πραγματοποιήθηκε ο έλεγχος της αιτιότητας κατά Granger, με τη μέθοδο των  $O$ . Ο έλεγχος αυτός πραγματοποιήθηκε ανά ζεύγη μεταβλητών, ελέγχοντας ξεχωριστά αν η μία μεταβλητή προκαλεί την άλλη και αντιστρόφως. Με αυτόν τον τρόπο προέκυψαν 6 διαφορετικοί έλεγχοι αιτιότητας, εκ των οποίων οι τρεις απέρριψαν τη μηδενική υπόθεση της μη αιτιότητας, ενώ οι υπόλοιποι δεν την απέρριψαν. Τα αποτελέσματα αυτά συνοψίστηκαν στον Πίνακα (4.19), σύμφωνα με τον οποίο παρατηρήθηκε μία αμφίδρομη σχέση αιτιότητας μεταξύ των μεταβλητών  $gt$  και  $nt$ , καθώς και μία μονόπλευρη σχέση αιτιότητας από τη μεταβλητή  $nt$  στην  $st$ . Με βάση τα παραπάνω αποτελέσματα, μία αύξηση στο ρυθμό μεταβολής της επένδυσης προκαλεί αύξηση στο ρυθμό ανάπτυξης του πραγματικού κατά κεφαλήν ΑΕΠ και αντιστρόφως, καθώς και αύξηση στο ρυθμό μεταβολής του εργατικού δυναμικού, δεδομένου ότι οι υπόλοιποι προσδιοριστικοί παράγοντες παραμένουν σταθεροί.

#### 4.8 Ανακεφαλαίωση

Στο κεφάλαιο αυτό εφαρμόστηκε το εμπειρικό τμήμα της έρευνας. Αρχικά πραγματοποιήθηκε μία σύντομη παρουσίαση των δεδομένων, παρουσιάζοντας διαγραμματικά την πορεία των μεταβλητών στο χρόνο για κάθε χώρα. Έπειτα προσδιορίστηκε το κατάλληλο υπόδειγμα με τη μέθοδο του Hausman, με το οποίο εκτιμήθηκαν τα κατάλοιπα των μεταβλητών. Στη συνέχεια εφαρμόστηκε ο έλεγχος

μοναδιαίας ρίζας των Levin – Lin – Chu για να καθοριστεί η σειρά ολοκλήρωσης των μεταβλητών και των καταλοίπων τους. Μέσω της μεθόδου του Westerlund ερευνήθηκε η συνολοκλήρωση των μεταβλητών. Τέλος, εξετάστηκε η αιτιότητα κατά Granger με τη χρήση της μεθόδου των Juodis – Karavias – Sarafidis, για κάθε δυνατό ζεύγος των μεταβλητών.

# Βιβλιογραφία

## Ελληνική

- Gartner, Manfred, Μακροοικονομική, Broken Hill Publishers LTD (4<sup>η</sup> έκδοση), 2016
- Αγιακλόγλου, Χρήστος και Οικονόμου, Γεώργιος, Μέθοδοι Προβλέψεων & Ανάλυσης Αποφάσεων, Μπένου Γ. (Τρίτη Έκδοση), 2004
- Δημελή, Σοφία, Σύγχρονες Μέθοδοι Ανάλυσης Χρονολογικών Σειρών, Αθήνα: Κριτική, 2013

## Ξένα

- Agiakloglou, C. and Newbold, P. (1992), Empirical Evidence on Dickey-Fuller-Type Tests, *Journal of Time Series Analysis*, Volume 13, Issue 6, pp. 471-483
- Backhouse, Roger (2008), Marginal Revolution, *The New Palgrave Dictionary of Economics*, pp.1-5
- Batra, Ravi (2003), *Economics in Crisis: Severe and Logical Contradictions of Classical, Keynesian, and Popular Trade Models*
- Bilgili, Faik (1998), Stationarity and cointegration tests: Comparison of Engle - Granger and Johansen methodologies, *Journal of Faculty of Economics and Administrative Sciences, Erciyes University No. 13*, pp. 131-141
- Blinder, Alan S., Ehrmann, Michael, Fratzscher Marcel, De Haan, Jakob and Jansen, David-Jan (2008), *Central Bank Communication and Monetary Policy: A Survey Of Theory And Evidence*, National Bureau Of Economic Research
- Blume, Lawrence E. and Sargent, Thomas J. (2015), Harrod 1939, *The Economic Journal*, Volume 125, Issue 583, pp. 350–377
- Box, G. E. P. and Pierce, David A. (1970), Distribution of Residual Autocorrelations in Autoregressive-Integrated Moving Average Time Series Models, *Journal of the American Statistical Association*, Vol. 65, No. 332, pp. 1509-1526
- Brady, Michael Emmett (2020), Investopedia Needs to Heavily Revise Its ‘IS-LM Model’ Paper, *Social Science Research Network*

- Breusch, T. S. and Pagan, A. R. (1979), A Simple Test for Heteroscedasticity and Random Coefficient Variation, *Econometrica*, Vol. 47, No. 5, pp. 1287-1294
- Brock, W. A. and Hommes, C. H. (1997), A Rational Route to Randomness, *Econometrica*, vol. 65, no. 5, pp. 1059–1095
- Christiano, Lawrence J., Eichenbaum, Martin S. and Trabandt, Mathias (2018), On DSGE Models, *Journal Of Economic Perspectives*, Vol. 32, No. 3, pp. 113-140
- Clark, Colin (1962), On growthmanship, *Business Horizons*, Volume 5, Issue 1, pp. 35-42
- Colander, David (1992), New Keynesian Economics in Perspective, *Eastern Economic Journal*
- Cook, R. Dennis (1977), Detection of Influential Observation in Linear Regression, *Technometrics*, Vol. 19, No. 1, pp. 15-18
- Cooper, R. and John, A. (1988), Coordinating Coordination Failures in Keynesian Models, *The Quarterly Journal of Economics*, vol. 103 no. 3, pp. 441–463
- Covey, Ted and Bessler, David A. (1992), Testing for Granger's Full Causality, *The Review of Economics and Statistics*, Vol. 74, No. 1, pp. 146-153
- Dickey, D. A., and Fuller, W. A. (1979), Distribution of the Estimators for Autoregressive Time Series with a Unit Root, *Journal of the American Statistical Association*, Vol. 74, No. 366, pp. 427-431
- Domar, Evsey D. (1946), Capital Expansion, Rate of Growth, and Employment. *Econometrica*, vol. 14, no. 2, pp. 137–147
- Dumitrescu E-I and Hurlin C (2012), Testing for Granger non-causality in heterogeneous panels, *Economic Modelling*, Vol. 29, Issue 4, pp. 1450–1460
- Engle, Robert F. and Granger, C. W. J. (1987), Co-Integration and Error Correction: Representation, Estimation, and Testing, *Econometrica* Vol. 55, No. 2, pp. 251-276
- Foldvary, Fred E. (2015), The Austrian Theory of the Business Cycle, *The American Journal of Economics and Sociology*, Volume 74, Issue 2, pp. 278-297
- Friedman, Milton (1968), The Role of Monetary Policy, *American Economic Review*, vol. 58 no. 1, pp. 1-17

Frisch, Ragnar (1933), Propagation Problems and Impulse Problems in Dynamic Economics. Oslo: Reprinted from Economic Essays in Honour of Gustav Cassel. Universitetets Okonomiske Institutt

Goodfriend, Marvin; King, Robert G (1997), The New Neoclassical Synthesis and the Role of Monetary Policy, National Bureau of Economic Research, vol. 12, pp. 231 – 296

Granger, C. W. J. (1969), Investigating Causal Relations by Econometric Models and Cross-spectral Methods, *Econometrica*, Vol. 37, No. 3, pp. 424-438

Granger, Clive. W. J., and Newbold, P. (1974), Spurious Regressions in Econometrics, *Journal of Econometrics*, Volume 2, Issue 2, pp. 111-120

Harrod, R. F. (1939), An Essay in Dynamic Theory, *The Economic Journal*, vol. 49, no. 193, pp. 14–33

Hausman, J. A. (1978), Specification Tests in Econometrics, *Econometrica*, Vol. 46, No. 6, pp. 1251-1271

Hicks, J. R. (1937), Mr. Keynes and the ‘Classics’; A Suggested Interpretation, *Econometrica*, vol. 5, no. 2, Wiley, Econometric Society, pp. 147–159

Holtz-Eakin, Douglas, Newey, Whitney and Rosen, Harvey S. (1988), Estimating Vector Autoregressions with Panel Data, *Econometrica*, Vol. 56, No. 6, pp. 1371-1395

Inada, Ken-Ichi (1963), On a Two-Sector Model of Economic Growth: Comments and a Generalization, *The Review of Economic Studies*, vol. 30, no. 2, pp. 119–127

Johansen, Søren (1991), Estimation and Hypothesis Testing of Cointegration Vectors in Gaussian Vector Autoregressive Models, *Econometrica*, Vol. 59, No. 6, pp. 1551-1580

Juodis, A., Karavias, Y. & Sarafidis, V. A (2021), homogeneous approach to testing for Granger non-causality in heterogeneous panels. *Empirical Economics*, vol. 60, No. 1, pp. 93–112

Klein, Lawrence (2004), The contribution of Jan Tinbergen to economic science, *De Economist*, vol. 152, no. 2, pp. 155–157

Koopmans, Tjalling C (1947), Measurement Without Theory, *The Review of Economics and Statistics*, vol. 29, no. 3, pp. 161–72.

- Kydland, Finn E., and Prescott, Edward C. (1982), Time to Build and Aggregate Fluctuations., *Econometrica*, vol. 50, no. 6, pp. 1345–1370
- Levin, Andrew, Lin, Chien-Fu and Chu, Chia-Shang J. (2002), Unit root tests in panel data: asymptotic and finite-sample properties, *Journal of Econometrics*, vol. 108, issue 1, pp. 1-24
- Lothian, James R. (2009), Milton Friedman’s Monetary Economics and the Quantity-Theory Tradition, Fordham University
- Lucas, Robert E., Jr. (1976), Econometric Policy Evaluation: A Critique, *Carnegie-Rochester Conference Series on Public Policy*, vol. 1, issue 1, pp. 19-46
- Modigliani, Franco (1944), Liquidity Preference and the Theory of Interest and Money, *Econometrica*, Volume 12, Issue 1
- Müller-Kademann, Christian (2018), The Lucas Critique: A Lucas Critique, *Economic Thought*, pp. 54-62.
- Nachane, Dilip M. (2016), Dynamic Stochastic General Equilibrium (DSGE) Modelling: Theory and Practice, *Macroeconomics and Finance in Emerging Market Economies*, vol. 10, no. 2, pp. 1-28
- Newey, W. K., and West, K. D. (1994), Automatic lag selection in covariance matrix estimation. *Review of Economic Studies*, Vol. 61, No. 4, pp.631–653
- Phelps, Edmund S. (1968), Money-wage Dynamics and Labor-Market Equilibrium, *Journal of Political Economy* vol. 76, pp. 678-711.
- Phelps, Edmund S. (1967), PCs, Expectations of Inflation, and Optimal Unemployment Over Time, *Economica* vol. 34, pp. 254-81
- Phillips, A. W. (1958), The Relation between Unemployment and the Rate of Change of Money Wage Rates in the United Kingdom, 1861-1957, *Economica*, vol. 25, no. 100, pp. 283–299
- Phillips, Peter C. B. and Perron, Pierre (1988), Testing for a Unit Root in Time Series Regression, *Biometrika*, Vol. 75, No. 2, pp. 335-346
- Said, E. Said, and David, A. Dickey (1984), Testing for Unit Roots in Autoregressive-Moving Average Models of Unknown Order., *Biometrika*, Vol. 71, No. 3, pp. 599–607.



Sarwat Jahan, Ahmed Saber Mahmud, Chris Papageorgiou (2014), What Is Keynesian Economics, Finance & Development, Vol. 51, No. 3, pp. 72 - 84

Shane, Scott, and S. Venkataraman (2000), The Promise of Entrepreneurship as a Field of Research., The Academy of Management Review, vol. 25, no. 1, pp. 217–226

Sheshinski, E. and Weiss, Y. (1977), Inflation and Costs of Price Adjustment, The Review of Economic Studies, vol. 44, no. 2, pp. 287–303

Sheshinski, Eytan and Weiss, Yoram (1977), Inflation and Costs of Price Adjustment, The Review of Economic Studies, Volume 44, Issue 2, pp. 287–303

Stalebrink, Odd J. (2014), The Hayek and Mises Controversy: Bridging Differences, Quarterly Journal of Austrian Economics

Stock, James H. (1987), Asymptotic Properties of Least Squares Estimators of Cointegrating Vectors, Econometrica, Vol. 55, No. 5, pp. 1035 – 1056

Tesfatsion, Leigh (2003), Agent-Based Computational Economics, ISU Economics Working Paper No. 1

Tesfatsion, Leigh (2005), Agent-Based Computational Economics: A Constructive Approach to Economic Theory, Handbook of Computational Economics, Volume 2

Tobin, James (1965). Money and Economic Growth. Econometrica 33, no. 4, pp. 671–684

Viet, Vu Quang (2012), Income approach to GDP, and other issues relating to the compilation of household income and consumption expenditures, United Nations Statistics Division

Yule, G. Udny (1926), Why do we Sometimes get Nonsense-Correlations between Time-Series? A Study in Sampling and the Nature of Time-Series, Journal of the Royal Statistical Society, Vol. 89, No. 1., pp. 1-63

Allisson, F. (2014), Economics and Other Branches – In the Shade of the Oak Tree: Essays in Honour of Pascal Bridel, 1st edition, Routledge

Bisgaard, Søren and Kulahci, Murat (2011), Time Series Analysis and Forecasting by Example, John Wiley & Sons, First Edition

Blanchard, Olivier (2011), Macroeconomics, 5<sup>th</sup> Edition, Pearson College Div.

Box, G. and Jenkins, G. (1970), *Time Series Analysis: Forecasting and Control.*, San Francisco, Holden-Day

NIPA Handbook (2017), *Concepts and Methods of the U.S. National Income and Product Accounts*, Bureau of Economic Analysis, ch. 2, p. 11

Davidson, James (2000), *Econometric Theory*, Wiley

Davidson, R. and MacKinnon, J.G. (2004), *Econometric Theory and Methods*, Oxford University Press, Oxford

De Vroey, Michel and Malgrange, Pierre (2011), *The History of Macroeconomics from Keynes's General Theory to the Present*, Université catholique de Louvain, Institut de Recherches Economiques et Sociales (IRES)

Dimand, R. (2008), *Macroeconomics, Origins and History of*, N. and L. Blume (eds.), *The New Palgrave Dictionary of Economics*, Second Edition

Dixon, Huw (2001), *Surfing Economics: Essays For The Inquiring Economist*, Bloomsbury Publishing

Friedman, Milton, and Anna Jacobson Schwartz (1963), *A Monetary History of the United States, 1867-1960*. Princeton University Press

Froyen, Richard T. (2013), *Macroeconomics: Theories and Policies*, 10<sup>th</sup> Edition, Pearson Education

Galbács, Peter (2015), *The Theory of New Classical Macroeconomics: A Positive Critique*, SpringerLink

Gerald M. Meier and Robert E. Baldwin (1957), *Economic Development: Theory, History, Policy*, New York: John Wiley and Sons

Jevons, W. S. (1871), *The Theory of Political Economy*, London & New York: Macmillan and Co

Keynes, John Maynard (1936), *The General Theory of Employment, Interest, and Money*, Palgrave Macmillan

Kutner, Michael, Wasserman, William and Nachtsheim, Christopher (2004), *Applied Linear Statistical Models*, McGraw-Hill, 4th Edition

Marshall, Alfred (1890), *Principles of Economics*

Menger, Carl (1871), Principles of Economics

Mill, John Stuart (1845), Claims of Labour

Romer, David (2011), Advanced Macroeconomics, 4<sup>th</sup> Edition, New York: McGraw-Hill

Skousen, Mark (1996), Economics of a pure gold standard, Foundation for Economic Education, 3rd Edition

Smith, Adam (1776), An Inquiry into the Nature and Causes of the Wealth of Nations

Snowdon, Brian and Vane, Howard R. (2005), Modern Macroeconomics – Its origins, development and current state, Edward Elgar

Viet, Vu Quang (2009), GDP by production approach: A general introduction with emphasis on an integrated economic data collection framework, United Nations Statistics Division, 4<sup>th</sup> Revision

Walras, Léon (1874/1877), Elements of Theoretical Economics

Zivot, Eric and Wang, Jiahui (2006), Modelling Financial Time Series With S-PLUS, SpringerLink, Berlin Heidelberg, Second Edition

### Διαδικτυακοί Ιστότοποι

classical economics | Britannica

Classical Economists, Good or Bad? | The Freeman | Ideas On Liberty - preservada pelo Arquivo.pt

Cointegration - Overview, History, Methods of Testing (corporatefinanceinstitute.com)

Conceptual | What is 'Menu Cost' in Economics? - The Hindu

Difference between Static and Dynamic Modelling | Compare the Difference Between Similar Terms

Differences between Static and Dynamic Economics (economicdiscussion.net)

Factors Of Production - Finance Reference

FRB: Speech, Bernanke--Money, Gold, and the Great Depression --March 2, 2004 (federalreserve.gov)

GDP: a brief history – Foreign Policy

Gross Domestic Product (GDP): An Economy's All - Back to Basics: GDP Definition (imf.org)

Harrod Domar Growth Model Equation 2022 (biznewske.com)

Harrod-Domar Economic Growth Model: 8 Major Criticisms (economicdiscussion.net)

How Milton Friedman and Edmund Phelps changed macroeconomics (livemint.com)

Income Approach | Principles of Macroeconomics (lumenlearning.com)

Keynesian Economics - Econlib

K-Percent Rule - FinaBrokers

New Classical Macroeconomics - Econlib

Petty impressive | The Economist

The Harrod-Domar Economic Growth Model (With Assumptions) (economicdiscussion.net)

The Need for Different Classes of Macroeconomic Models | PIIIE

Warfare and the Invention of GDP - The Globalist

What Are the Different Types of Macroeconomic Models? (smartcapitalmind.com)

World Development Indicators | DataBank (worldbank.org)

Μερκαντισμός - Η οικονομική πλευρά του ολοκληρωτισμού - Ελεύθερη Αγορά (eleytheriagora.gr)

Τι Ήταν ο Μερκαντισμός – Διεθνής Οικονομική (international-economics.com)