

Analysis of Stationarity and Cointegration of GDP and Imports in Greece (1960-2023)

Διαμαντίδης Βασίλειος

Εισαγωγή

Η παρούσα μελέτη εξετάζει τη σχέση μεταξύ δύο θεμελιωδών οικονομικών μεταβλητών της Ελλάδας, του **Ακαθάριστου Εγχώριου Προϊόντος (GDP)** και των **Εισαγωγών (Imports)**, καλύπτοντας την περίοδο **1960-2023**. Η ανάλυση αυτής της σχέσης είναι ιδιαίτερα σημαντική, καθώς οι εισαγωγές αποτελούν κρίσιμο παράγοντα για την οικονομία μιας χώρας, επηρεάζοντας τόσο την εγχώρια παραγωγή όσο και το εμπορικό ισοζύγιο. Από τη μία πλευρά, οι υψηλές εισαγωγές μπορεί να αντανakλούν αυξημένη ζήτηση και οικονομική ανάπτυξη, ενώ από την άλλη, μπορεί να οδηγήσουν σε ελλείμματα στο ισοζύγιο πληρωμών. Κατανοώντας τη δυναμική μεταξύ **GDP** και **Εισαγωγών**, μπορούμε να εξάγουμε συμπεράσματα για τη δομή και τη βιωσιμότητα της ελληνικής οικονομίας.

Προκειμένου όμως να εξεταστεί η οποιαδήποτε σχέση μπορεί να εμφανίζουν αυτές οι δύο μεταβλητές θα πρέπει να πραγματοποιηθούν κάποιοι έλεγχοι. Αρχικά θα ελεγχθεί αν οι μεταβλητές αυτές παρουσιάζουν στασιμότητα (δηλαδή αν παραμένουν σταθερές μακροχρόνια) χρησιμοποιώντας τον έλεγχο Augmented Dickey-Fuller (ADF). Εφόσον ικανοποιηθεί η προηγούμενη συνθήκη θα εξεταστεί αν οι δύο μεταβλητές συνδέονται μέσω μιας μακροχρόνιας σχέσης συνολοκλήρωσης με τη μέθοδο Engle-Granger. Ανάλογα με τα αποτελέσματα του ελέγχου συνολοκλήρωσης, διαμορφώνεται ένα από τα παρακάτω μοντέλα: είτε ένα αυτοπαλίνδρομο διανυσματικό μοντέλο (VAR(2)) είτε ένα πολυμεταβλητό υπόδειγμα διόρθωσης λαθών. Αυτά τα μοντέλα χρησιμοποιούνται για να διερευνηθεί αν υπάρχει αιτιώδης σχέση κατά Granger μεταξύ των εισαγωγών και του κατά κεφαλήν ΑΕΠ, τόσο στο βραχυχρόνιο όσο και στο μακροχρόνιο διάστημα.

Υπόδειγμα

Θεωρητική θεμελίωση – Σχετικές απόψεις

Ακαθάριστο Εγχώριο Προϊόν(GDP)

Το Ακαθάριστο Εγχώριο Προϊόν (ΑΕΠ) είναι η συνολική χρηματική αξία των τελικών αγαθών και υπηρεσιών που παράγονται μέσα σε μια οικονομία κατά τη διάρκεια μιας συγκεκριμένης χρονικής περιόδου. Χρησιμοποιείται ευρέως ως δείκτης για την αξιολόγηση της λειτουργίας μιας οικονομίας, καθώς περιλαμβάνει πολλά στοιχεία που συνοψίζονται σε έναν αριθμό, ο οποίος αντικατοπτρίζει την οικονομική δραστηριότητα.

Στην πιο απλή του μορφή αποτελείται από τα εξής :

Κατανάλωση (C) Αφορά τις δαπάνες των νοικοκυριών για αγαθά και υπηρεσίες, οι οποίες εξαρτώνται κυρίως από το διαθέσιμο εισόδημα. Η κατανάλωση σχετίζεται θετικά με το εισόδημα.

Επενδύσεις (I) Αφορούν τη δημιουργία νέων κεφαλαιουχικών αγαθών που θα χρησιμοποιηθούν για μελλοντική παραγωγή. Οι επενδύσεις επηρεάζονται κυρίως από το επιτόκιο που διαμορφώνεται στην αγορά.

Δημόσιες δαπάνες (G) Περιλαμβάνουν τις δαπάνες των κυβερνήσεων για αγαθά και υπηρεσίες. Αυτές μπορεί να είναι δημοσιονομικές δαπάνες (π.χ. η δημιουργία ενός καινούργιου οδικού δικτύου)

Καθαρές εξαγωγές (NX=EX-IMP) Υπολογίζονται ως η διαφορά μεταξύ εξαγωγών(exports) και εισαγωγών(imports). Εκφράζουν την καθαρή ζήτηση του εξωτερικού για εγχώρια αγαθά και υπηρεσίες, που προσφέρει εισόδημα στους εγχώριους παραγωγούς και αντίστροφα.

Η εξίσωση που συνοψίζει το ΑΕΠ είναι : **GDP = C + I + G + NX(EX,IMP)**

Εισαγωγές

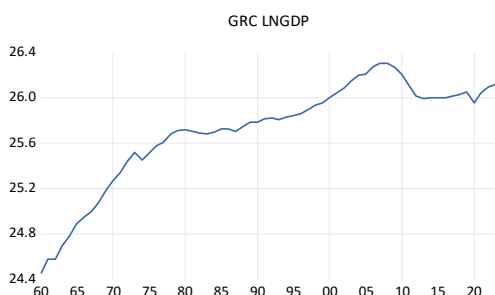
Οι εισαγωγές μιας χώρας αναφέρονται στα αγαθά και τις υπηρεσίες που εισάγει από τρίτες χώρες. Όταν μια χώρα χρειάζεται προϊόντα ή υπηρεσίες που δεν παράγει ή δεν μπορεί να τα παράγει σε επαρκείς ποσότητες, τα εισάγει από το εξωτερικό. Οι εισαγωγές μπορούν να περιλαμβάνουν τρόφιμα, καύσιμα, τεχνολογία, φάρμακα, ή ακόμη και υπηρεσίες όπως τουρισμός ή τραπεζικές υπηρεσίες. Οι εισαγωγές είναι σημαντικές για την οικονομία, γιατί επιτρέπουν την πρόσβαση σε προϊόντα που δεν υπάρχουν ή είναι πιο ακριβά να παραχθούν εγχώρια. Όμως, αν οι εισαγωγές είναι μεγαλύτερες από τις εξαγωγές, αυτό μπορεί να δημιουργήσει εμπορικό έλλειμμα.

Εμπειρική Ανάλυση

Οι μεταβλητές που θα αναλυθούν έχουν αντληθεί από την Παγκόσμια Τράπεζα (World Bank, 2025). Το GDP θα υπολογιστεί σε σταθερές τιμές \$ του 2015 προκειμένου να ελαττώσουμε την επιρροή του πληθωρισμού στην μελέτη μας. Στην παρούσα εργασία θα αναλυθεί η σχέση μεταξύ του ΑΕΠ και των Εισαγωγών. Οι μεταβλητές θα συμβολίζονται ως εξής: Το ακαθάριστο εγχώριο προϊόν ως **“GDP”** και οι εισαγωγές ως **“imp”**.

*Η μεταβλητή του ΑΕΠ έχει υπολογιστεί στη λογαριθμική της μορφή καθώς το μέγεθος του είναι υπερμεγέθη. Τα δεδομένα των μεταβλητών έχουν αντληθεί για τις ημερομηνίες 1960 έως το 2023.

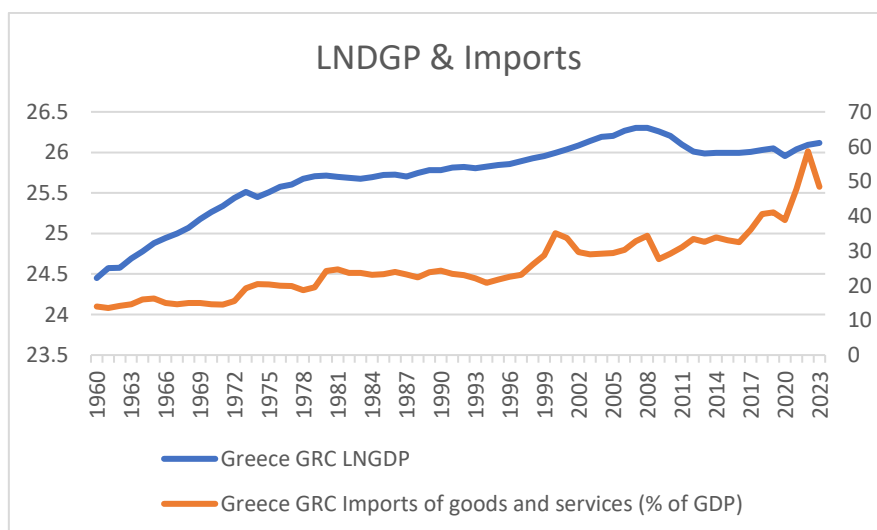
Γραφικές παραστάσεις των μεταβλητών



Πίνακας 1. Η γραφική παράσταση του ΑΕΠ έχει μια ανοδική τάση για όλο το υπό εξέταση διάστημα με εμφανή πτώση την διάρκεια 2008 μέχρι 2012 λόγω της παγκόσμιας χρηματοπιστωτικής κρίσης και έπειτα το 2021 λόγω της πανδημίας του covid-19.



Πίνακας 2. Η γραφική παράσταση των εισαγωγών έχει κυμαινόμενη πορεία, έχει γενικά ανοδική τάση όμως με κάποιες περιόδους καθόδου οι οποίες πιθανότατα να οφείλονται σε διάφορες χρηματοπιστωτικές τριβές και περιόδους αναπροσαρμογής της οικονομίας όπως ο καθορισμός επιτοκίων τα συναλλαγματικά



Πίνακας 3. Οι γραφικές παραστάσεις και των δύο μεταβλητών, όπου στον αριστερό άξονα αντιστοιχούν οι τιμές για το LNGDP ενώ στον δεξιό άξονα αντιστοιχούν οι τιμές για τις εισαγωγές (Imports). Ο διαχωρισμός έγινε προκειμένου να είναι κατανοητό το διάγραμμα καθώς οι μεταβλητές μετρούνται και οι δύο σε διαφορετικές κλίμακες.

Έλεγχος της τάξης ολοκλήρωσης των μεταβλητών

Ο έλεγχος στασιμότητας εξετάζει κατά πόσο οι συναρτήσεις πιθανότητας των στοχαστικών διαδικασιών είναι ή δεν είναι ανεξάρτητες στον χρόνο. Αν όλες οι μεταβλητές είναι στάσιμες τότε τα αποτελέσματα θα είναι αξιόπιστα ενώ αν έστω και μια είναι μη στάσιμη τότε θα υπάρχουν αναξιόπιστα αποτελέσματα.

Μια στοχαστική διαδικασία και αντίστοιχα μια χρονολογική σειρά είναι στάσιμη όταν οι μέσοι και οι διακυμάνσεις είναι σταθερές διαχρονικά και οι συνδιακυμάνσεις μεταξύ δυο χρονικών περιόδων t και $t+k$ εξαρτώνται μόνο από την απόσταση k μεταξύ των δυο αυτών χρονικών περιόδων και όχι από την πραγματική χρονική περίοδο t κατά την οποία θεωρούνται οι συνδιακυμάνσεις αυτές.

Ο έλεγχος στασιμότητας πραγματοποιείται με τον έλεγχο ADF (Augmented Dickey-Fuller test). Ο οποίος είναι επαυξημένος έλεγχος του απλού ελέγχου Dickey & Fuller. Ο ADF προσθέτει στην εξίσωση κάποιες χρονικές υστερήσεις της εξαρτημένης μεταβλητής ώστε να διώξει το πρόβλημα της πιθανής ύπαρξης αυτοσυσχέτισης.

Στον έλεγχο ADF εξετάζουμε τρία διαφορετικά μοντέλα για κάθε μεταβλητή έτσι ώστε να διαπιστώσουμε την τάξη ολοκλήρωσης της.

Για την μεταβλητή “ $impr$ ” τα μοντέλα εξέτασης είναι τα εξής:

1. $\Delta impr_t = \alpha + \beta impr_{t-1} + \gamma T_t + \delta_1 \Delta impr_{t-1} + \delta_2 \Delta impr_{t-2} + \dots + \delta_k \Delta impr_{t-k} + \varepsilon_t$, μοντέλο με σταθερό όρο και χρονική τάση (T_t).
2. $\Delta impr_t = \alpha + \beta impr_{t-1} + \delta_1 \Delta impr_{t-1} + \delta_2 \Delta impr_{t-2} + \dots + \delta_k \Delta impr_{t-k} + \varepsilon_t$, μοντέλο με σταθερό όρο.
3. $\Delta impr_t = \beta impr_{t-1} + \delta_1 \Delta impr_{t-1} + \delta_2 \Delta impr_{t-2} + \dots + \delta_k \Delta impr_{t-k} + \varepsilon_t$, μοντέλο χωρίς σταθερό όρο και τάση.

**Θα ελέγχουμε μόνο τα δύο πρώτα μοντέλα.*

Ο έλεγχος ξεκινάει από το πρώτο μοντέλο, αν αυτό δώσει ως αποτέλεσμα ότι η σειρά είναι στάσιμη τότε η διαδικασία τελειώνει εκεί. Αν προκύψει ότι η σειρά είναι μη στάσιμη τότε συνεχίζουμε με την εξέταση του δεύτερου μοντέλου. Αν αυτό δώσει σαν αποτέλεσμα ότι η σειρά είναι μη στάσιμη τότε το συμπέρασμα είναι ότι η μεταβλητή είναι μη στάσιμη στα επίπεδα και οι διαδικασίες ελέγχου συνεχίζεται με τον ίδιο τρόπο αλλά στις πρώτες διαφορές της μεταβλητής. Αν η μεταβλητή είναι στάσιμη στα επίπεδα τότε λέμε ότι είναι $I(0)$, ενώ αν είναι μη στάσιμη στα επίπεδα και στάσιμη στις πρώτες διαφορές τότε λέμε ότι είναι $I(1)$.

Στην περίπτωση της “imp” πραγματοποιούνται οι εξής υποθέσεις:

$H_0: \beta=0$, η σειρά είναι μη στάσιμη

$H_1: \beta<0$, η σειρά είναι στάσιμη

Προχωράμε στον πρώτο έλεγχο με τάση και σταθερό όρο

Null Hypothesis: GRC_IMPORTS has a unit root
Exogenous: Constant, Linear Trend
Lag Length: 2 (Automatic - based on SIC, maxlag=2)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-1.322164	0.8730
Test critical values: 1% level	-4.115684	
5% level	-3.485218	
10% level	-3.170793	

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

Προκύπτει ότι $p\text{-value} = 0,8730$, άρα είναι $p\text{-value} > \alpha = 0,05$.

Επομένως δεν απορρίπτεται η H_0 και η “imp” είναι **μη** στάσιμη και ο έλεγχος συνεχίζεται για το μοντέλο χωρίς τάση.

Null Hypothesis: GRC_IMPORTS has a unit root
Exogenous: Constant
Lag Length: 2 (Automatic - based on SIC, maxlag=2)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	0.866147	0.9944
Test critical values: 1% level	-3.542097	
5% level	-2.910019	
10% level	-2.592645	

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

Προκύπτει ότι $p\text{-value} = 0,9944$, είναι $p\text{-value} > \alpha = 0.05$.

Επομένως πάλι η H_0 δεν απορρίπτεται και η “imp” είναι **μη** στάσιμη.

Συμπερασματικά, η “imp” είναι μη στάσιμη στα επίπεδα και ο έλεγχος συνεχίζεται στις πρώτες διαφορές.

Πρώτες διαφορές

Null Hypothesis: D(GRC_IMPORTS) has a unit root
Exogenous: Constant, Linear Trend
Lag Length: 1 (Automatic - based on SIC, maxlag=2)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-8.766502	0.0000
Test critical values: 1% level	-4.115684	
5% level	-3.485218	
10% level	-3.170793	

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

Προκύπτει ότι $p\text{-value} = 0$, είναι $p\text{-value} < \alpha = 0,05$.

Επομένως η H_1 γίνεται δεκτή και η "imp" είναι στάσιμη στις πρώτες διαφορές δηλαδή είναι $I(1)$.

Για το lngdp τα μοντέλα εξέτασης είναι τα εξής :

1. $\Delta \text{lngdp}_t = \alpha + \beta \text{lngdp}_{t-1} + \gamma T_t + \delta_1 \Delta \text{lngdp}_{t-1} + \delta_2 \Delta \text{lngdp}_{t-2} + \dots + \delta_k \Delta \text{lngdp}_{t-k} + \varepsilon_t$, μοντέλο με σταθερό όρο και χρονική τάση (T_t).
2. $\Delta \text{lngdp}_t = \alpha + \beta \text{lngdp}_{t-1} + \delta_1 \Delta \text{lngdp}_{t-1} + \delta_2 \Delta \text{lngdp}_{t-2} + \dots + \delta_k \Delta \text{lngdp}_{t-k} + \varepsilon_t$, μοντέλο με σταθερό όρο.
3. $\Delta \text{lngdp}_t = \beta \text{lngdp}_{t-1} + \delta_1 \Delta \text{lngdp}_{t-1} + \delta_2 \Delta \text{lngdp}_{t-2} + \dots + \delta_k \Delta \text{lngdp}_{t-k} + \varepsilon_t$, μοντέλο χωρίς σταθερό όρο και τάση.

*Θα ελέγξουμε πάλι μόνο τα δύο πρώτα μοντέλα.

Οι υποθέσεις που θα εξεταστούν είναι οι ίδιες

$H_0: \beta = 0$, η σειρά είναι μη στάσιμη

$H_1: \beta < 0$, η σειρά είναι στάσιμη

Null Hypothesis: GRC_LNGDP has a unit root
Exogenous: Constant, Linear Trend
Lag Length: 1 (Automatic - based on SIC, maxlag=2)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-2.147923	0.5094
Test critical values: 1% level	-4.113017	
5% level	-3.483970	
10% level	-3.170071	

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

Προκύπτει ότι $p\text{-value} = 0,5094$, είναι $p\text{-value} > \alpha = 0.05$.
Επομένως η H_0 δεν απορρίπτεται και η “ $\ln gdp$ ” είναι **μη** στάσιμη.

Ο έλεγχος συνεχίζεται στο μοντέλο χωρίς τάση.

Null Hypothesis: GRC_LNGDP has a unit root		
Exogenous: Constant		
Lag Length: 1 (Automatic - based on SIC, maxlag=2)		
	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-3.248860	0.0218
Test critical values: 1% level	-3.540198	
5% level	-2.909206	
10% level	-2.592215	

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

Προκύπτει ότι $p\text{-value} = 0,0218$, είναι $p\text{-value} > \alpha = 0,005$.

Επομένως η H_0 δεν απορρίπτεται και η “ $\ln gdp$ ” είναι μη στάσιμη στα επίπεδα.

Ο έλεγχος συνεχίζεται για τις πρώτες διαφορές.

Null Hypothesis: D(GRC_LNGDP) has a unit root		
Exogenous: Constant		
Lag Length: 0 (Automatic - based on SIC, maxlag=2)		
	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-4.960547	0.0001
Test critical values: 1% level	-3.540198	
5% level	-2.909206	
10% level	-2.592215	

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

Προκύπτει ότι $p\text{-value} = 0,0001$, είναι $p\text{-value} < \alpha = 0.05$.

Επομένως, η H_1 γίνεται δεκτή και η “ $\ln gdp$ ” είναι στάσιμη στις πρώτες διαφορές.

Συμπερασματικά και η “ imp ” και η “ $\ln gdp$ ” είναι στάσιμες στις πρώτες διαφορές, δηλαδή είναι $I(1)$.

Έλεγχος Συνολοκλήρωσης

Όταν έχω δυο μεταβλητές οι οποίες είναι ίδιας τάξης ισορροπίας και μεταξύ τους υπάρχει σταθερή σχέση τότε αυτές ονομάζονται συνολοκληρωμένες.
Για να υπάρχει συνολοκλήρωση θα πρέπει οι μεταβλητές να είναι και οι δυο $I(1)$ και να υπάρχει μεταξύ τους σταθερή μακροχρόνια αιτιώδης σχέση.
Από τα προηγούμενα είδαμε ότι και η "imp" και η "lngdp" είναι $I(1)$.
Συνεπώς μπορούμε να προχωρήσουμε σε έλεγχο συνολοκλήρωσης.

Έλεγχος συνολοκλήρωσης Engle - Granger

Για τον έλεγχο Engle – Granger εξετάζεται η εξίσωση $imp_t = \alpha + \beta lngdp_t + u_t$.
Η παρούσα εξίσωση εκτιμάται με την μέθοδο OLS και από εκεί σώζονται τα κατάλοιπα. Στην συνέχεια πραγματοποιείται έλεγχος ADF για τα κατάλοιπα.
Για τον έλεγχο χρησιμοποιείται αποκλειστικά το μοντέλο χωρίς τάση και σταθερό όρο. Δηλαδή, $\Delta \hat{u} = \beta \hat{u}_{t-1} + \delta_1 \Delta \hat{u}_{t-1} + \delta_2 \Delta \hat{u}_{t-2} + \dots + \delta_k \Delta \hat{u}_{t-k} + \varepsilon_t$.

Για τον έλεγχο συνολοκλήρωσης εξετάζονται οι εξής υποθέσεις:

$H_0: \beta=0$. Μη στάσιμα \hat{u}_t , μακροχρόνια μη στάσιμη σχέση, άρα δεν υπάρχει συνολοκλήρωση μεταξύ imp_t και $lngdp_t$.

$H_1: \beta < 0$. Στάσιμα \hat{u}_t , υπάρχει συνολοκλήρωση μεταξύ imp_t και $lngdp_t$.

Date: 01/22/25 Time: 22:19
Series: GRC_LNGDP GRC_IMPORTS
Sample: 1960 2023
Included observations: 64
Null hypothesis: Series are not cointegrated
Cointegrating equation deterministics: C
Automatic lags specification based on Schwarz criterion (maxlag=2)

Dependent	tau-statistic	Prob.*	z-statistic	Prob.*
GRC_LNGDP	-2.481808	0.2985	-6.827924	0.5669
GRC_IMPORTS	-0.501731	0.9629	-2.023042	0.9307

*MacKinnon (1996) p-values.

Προκύπτει ότι το p-value και για τις δυο μεταβλητές είναι μεγαλύτερο από το $\alpha=0,05$. Επομένως, η H_0 δεν απορρίπτεται και στις δύο περιπτώσεις.

Από τον έλεγχο Engle – Granger προκύπτει ότι οι μεταβλητές “imp” και “Ingdp” δεν είναι συνολοκληρωμένες (Cointegrated). Συνεπώς, δεν υπάρχουν μακροχρόνιες επιδράσεις μεταξύ των μεταβλητών και θα εξεταστεί αν υπάρχουν βραχυχρόνιες.

Έλεγχος βραχυχρόνιων επιδράσεων

Για τον έλεγχο βραχυχρόνιων επιδράσεων θα χρησιμοποιηθεί ένα υπόδειγμα VAR(2) το οποίο υποδηλώνει ότι εξετάζουμε 2 χρονικές υστερήσεις που έχει την μορφή :

$$\Delta \text{imp}_t = \alpha_0 + \alpha_1 \Delta \text{imp}_{t-1} + \alpha_2 \Delta \text{imp}_{t-2} + \alpha_3 \Delta \text{Ingdp}_{t-1} + \alpha_4 \Delta \text{Ingdp}_{t-2} + u_{1t}$$

$$\Delta \text{Ingdp}_t = \beta_0 + \beta_1 \Delta \text{Ingdp}_{t-1} + \beta_2 \Delta \text{Ingdp}_{t-2} + \beta_3 \Delta \text{imp}_{t-1} + \beta_4 \Delta \text{imp}_{t-2} + u_{2t}$$

Μέσα από αυτόν τον έλεγχο γίνεται φανερό αν υπάρχει βραχυχρόνια σχέση μεταξύ των μεταβλητών δηλαδή, αν η “Ingdp” ασκεί βραχυχρόνια επίδραση στην “imp” και αν η “imp” αντίστοιχα ασκεί βραχυχρόνια επίδραση στην “Ingdp”. Βλέπουμε δηλαδή για τον έλεγχο βραχυχρόνιας επίδρασης χρησιμοποιείται ο έλεγχος Wald.

Για βραχυχρόνιες επιδράσεις από την Ingdp στην imp ελέγχονται οι εξής υποθέσεις:

$H_0: \alpha_3=\alpha_4=0 \rightarrow$ Δεν υπάρχουν βραχυχρόνιες επιδράσεις από την “Ingdp” στην “imp”

$H_1: \alpha_3 \neq 0$ ή $\alpha_4 \neq 0 \rightarrow$ Υπάρχουν βραχυχρόνιες επιδράσεις

Wald Test:
Equation: Untitled

Test Statistic	Value	df	Probability
F-statistic	567.9225	(2, 62)	0.0000
Chi-square	1135.845	2	0.0000

Προκύπτει ότι το p-value= 0, είναι $p\text{-value} < \alpha=0,05$.

Επομένως η H_0 απορρίπτεται και η “Ingdp” ασκεί βραχυχρόνια επίδραση στην “imp”.

Για βραχυχρόνιες επιδράσεις από την “imp” στην “Ingdp” ελέγχονται οι εξής υποθέσεις:

$H_0: \beta_1=\beta_2=0$. Δεν υπάρχουν βραχυχρόνιες επιδράσεις από την “imp” στην “Ingdp”

$H_1: \beta_1 \neq 0$ ή $\beta_2 \neq 0$. Υπάρχουν βραχυχρόνιες επιδράσεις

Wald Test:
Equation: Untitled

Test Statistic	Value	df	Probability
F-statistic	216098.9	(2, 62)	0.0000
Chi-square	432197.8	2	0.0000

Προκύπτει ότι $p\text{-value} = 0$, είναι $p\text{-value} < \alpha = 0,05$.

Επομένως απορρίπτεται η H_0 και η “imp” ασκεί βραχυχρόνια επίδραση στην “lngdp”.

Συνεπώς και οι δύο μεταβλητές ασκούν βραχυχρόνια επίδραση η μία στην άλλη έχουμε δηλαδή αμφίδρομη επίδραση αιτιότητας ($\text{lngdp} \leftrightarrow \text{imp}$).

Εκτίμηση του υποδείγματος

Το υπόδειγμα διόρθωσης σφάλματος (ECM) ενδείκνυται να χρησιμοποιηθεί για την εκτίμηση αιτιωδών επιδράσεων, εφόσον οι χρονολογικές σειρές είναι συνολοκληρωμένες και στάσιμες στις πρώτες διαφορές. Η γενική μορφή ενός $\text{ECM}(p)$ είναι:

$$X_t = \alpha_0 + a_1 Y_t + a_2 X_t + \lambda_1 u_{t-1} + \varepsilon_{1t}$$

$$Y_t = b_0 + b_1 X_t + b_2 Y_t + \lambda_2 u_{t-1} + \varepsilon_{2t}$$

Όπου u είναι το σφάλμα ισορροπίας από την προηγούμενη παλινδρόμηση.

Η τάξη του υποδείγματος (p), δηλαδή ο αριθμός των χρονικών υστερήσεων των μεταβλητών (εκτός από το u που εισέρχεται με μία χρονική υστέρηση), μπορεί να προσδιοριστεί με βάση τα κριτήρια AIC και SCH.

Εάν οι σειρές δεν είναι συνολοκληρωμένες, χρησιμοποιείται το υπόδειγμα διανυσματικών παλινδρομήσεων (VAR), το οποίο δεν περιέχει το σφάλμα ισορροπίας και εστιάζει μόνο στις βραχυχρόνιες σχέσεις.

Αφού επιλεγεί το κατάλληλο υπόδειγμα, οι μεταβλητές *lngdp* και *imp* εκφράζονται στις πρώτες διαφορές (Δlngdp και Δimp) για την αποφυγή πλασματικών αποτελεσμάτων, ενώ η μεταβλητή u χρησιμοποιείται ως έχει.

Το υπόδειγμα ECM μπορεί στη συνέχεια να εκτιμηθεί με τη μέθοδο των ελαχίστων τετραγώνων (OLS), αφού Δlngdp , Δimp και u είναι στάσιμες ($\sim I(0)$).

Σύμφωνα με την ανάλυση, κρίθηκε ότι το καταλληλότερο υπόδειγμα είναι με δύο χρονικές υστερήσεις. Έτσι, εκτιμώνται τα ακόλουθα $\text{ECM}(2)$:

$$\begin{aligned} \Delta \text{lngdp}_t &= \alpha_0 + a_1 \Delta \text{lngdp}_{t-1} + a_2 \Delta \text{lngdp}_{t-2} + a_3 \Delta \text{imp}_{t-1} + a_4 \Delta \text{imp}_{t-2} + \lambda_1 \hat{u}_{t-1} + \varepsilon_{1t} \\ \Delta \text{imp}_t &= b_0 + b_1 \Delta \text{lngdp}_{t-1} + b_2 \Delta \text{lngdp}_{t-2} + b_3 \Delta \text{imp}_{t-1} + b_4 \Delta \text{imp}_{t-2} + \lambda_2 \hat{u}_{t-1} + \varepsilon_{2t} \end{aligned}$$

Αυτό το υπόδειγμα επιτρέπει την ανάλυση τόσο βραχυχρόνιων όσο και μακροχρόνιων σχέσεων μεταξύ των μεταβλητών *lngdp* και *imp* καθώς μας επιτρέπει επίσης να προβλέψουμε το διάστημα στο οποίο θα επανέλθουν στην ισορροπία οι παραπάνω μεταβλητές από ένα σοκ. Το λ μπορεί να παίρνει και

Θετικές και αρνητικές τιμές δηλώνοντας επιστροφή στην ισορροπία και από θετικά αλλά και αρνητικά σοκ (π.χ. αν το $\lambda = +4\%$, σημαίνει ότι μετά από ένα αρνητικό σοκ θα επανέλθουμε προς την κατάσταση “ισορροπίας” κατά 4 ποσοστιαίες μονάδες εντός του χρονικού διαστήματος στο οποίο κάνουμε την ανάλυση, το έτος) .

Έλεγχος σημαντικότητας συντελεστών

Dependent Variable: LNDGP
Method: Least Squares
Date: 01/27/25 Time: 20:54
Sample: 1960 2023
Included observations: 64

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
IMPORTS	0.036400	0.004244	8.576653	0.0000
C	24.76819	0.116248	213.0637	0.0000
R-squared	0.542634	Mean dependent var	25.70710	
Adjusted R-squared	0.535258	S.D. dependent var	0.458915	
S.E. of regression	0.312852	Akaike info criterion	0.544578	
Sum squared resid	6.068331	Schwarz criterion	0.612043	
Log likelihood	-15.42648	Hannan-Quinn criter.	0.571155	
F-statistic	73.55898	Durbin-Watson stat	0.126294	
Prob(F-statistic)	0.000000			

Dependent Variable: IMPORTS
Method: Least Squares
Date: 01/27/25 Time: 20:56
Sample: 1960 2023
Included observations: 64

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
LNDGP	14.90743	1.738141	8.576653	0.0000
C	-357.4329	44.68958	-7.998127	0.0000
R-squared	0.542634	Mean dependent var	25.79400	
Adjusted R-squared	0.535258	S.D. dependent var	9.287136	
S.E. of regression	6.331228	Akaike info criterion	6.559617	
Sum squared resid	2485.236	Schwarz criterion	6.627082	
Log likelihood	-207.9077	Hannan-Quinn criter.	6.586195	
F-statistic	73.55898	Durbin-Watson stat	0.211542	
Prob(F-statistic)	0.000000			

- Το F-statistic ελέγχει αν οι ανεξάρτητες μεταβλητές του μοντέλου έχουν εξηγητική ικανότητα (δηλαδή, αν οι συντελεστές τους είναι διαφορετικοί από το μηδέν) .
Η F-Statistic του μοντέλου είναι 73.5589 με Prob(F-statistic) = 0.00, αυτό σημαίνει ότι συνολικά το μοντέλο είναι στατιστικά σημαντικό.

- Το R-squared = 0.5426 δείχνει ότι περίπου το 54.26% της μεταβλητότητας εξηγείται λόγω της παλινδρόμησης.
Σαν κριτική τιμή θεωρούμε ότι είναι R-squared > 0.7 (70%) συνεπώς θα μπορούσαμε να πούμε ότι η παλινδρόμηση του μοντέλου δεν εκφράζεται σε ικανοποιητικό βαθμό.

Έλεγχος ετεροσκεδαστικότητας

Heteroskedasticity Test: Breusch-Pagan-Godfrey
Null hypothesis: Homoskedasticity

F-statistic	1.881916	Prob. F(1,62)	0.1751
Obs*R-squared	1.885394	Prob. Chi-Square(1)	0.1697
Scaled explained SS	5.996600	Prob. Chi-Square(1)	0.0143

Test Equation:
Dependent Variable: RESID^2
Method: Least Squares
Date: 01/23/25 Time: 18:12
Sample: 1960 2023
Included observations: 64

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	-940.8694	714.2688	-1.317248	0.1926
LNGDP	38.11014	27.78052	1.371829	0.1751
R-squared	0.029459	Mean dependent var		38.83181
Adjusted R-squared	0.013805	S.D. dependent var		101.8971
S.E. of regression	101.1913	Akaike info criterion		12.10265
Sum squared resid	634860.6	Schwarz criterion		12.17012
Log likelihood	-385.2850	Hannan-Quinn criter.		12.12923
F-statistic	1.881916	Durbin-Watson stat		0.729874
Prob(F-statistic)	0.175060			

H_0 : Το μοντέλο δεν παρουσιάζει ενδείξεις ετεροσκεδαστικότητας

H_1 : Υπάρχουν ενδείξεις ετεροσκεδαστικότητας στο μοντέλο

Η τιμή F-statistic είναι 1.8819 με p - value = 0.1750 > 0.05 επομένως δεν απορρίπτουμε τη μηδενική υπόθεση.

Αυτό σημαίνει ότι δεν υπάρχουν ενδείξεις ετεροσκεδαστικότητας.

Έλεγχος αυτοσυσχέτισης

Breusch-Godfrey Serial Correlation LM Test:
Null hypothesis: No serial correlation at up to 2 lags

F-statistic	104.6097	Prob. F(2,60)	0.0000
Obs*R-squared	49.73654	Prob. Chi-Square(2)	0.0000

Test Equation:

Dependent Variable: RESID

Method: Least Squares

Date: 01/23/25 Time: 18:15

Sample: 1960 2023

Included observations: 64

Presample missing value lagged residuals set to zero.

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
LNGDP	0.302284	0.849925	0.355659	0.7233
C	-7.586665	21.83488	-0.347456	0.7295
RESID(-1)	1.019237	0.147600	6.905418	0.0000
RESID(-2)	-0.116348	0.183375	-0.634484	0.5282
R-squared	0.777133	Mean dependent var	-8.22E-14	
Adjusted R-squared	0.765990	S.D. dependent var	6.280779	
S.E. of regression	3.038300	Akaike info criterion	5.120935	
Sum squared resid	553.8759	Schwarz criterion	5.255865	
Log likelihood	-159.8699	Hannan-Quinn criter.	5.174090	
F-statistic	69.73980	Durbin-Watson stat	1.711048	
Prob(F-statistic)	0.000000			

H_0 : Δεν υπάρχει αυτοσυσχέτιση των τυπικών σφαλμάτων

H_1 : Υπάρχει αυτοσυσχέτιση των τυπικών σφαλμάτων

Η τιμή F-stat είναι 69.73 με p-value = 0 < 0.05 συνεπώς απορρίπτουμε την μηδενική υπόθεση και υπάρχει αυτοσυσχέτιση των τυπικών σφαλμάτων μέχρι 2 χρονικές υστερήσεις.

Συμπέρασμα

Συμπερασματικά από την ανάλυση της παρούσας εργασίας προκύπτει ότι, οι μεταβλητές είναι μη στάσιμες στα επίπεδα αλλά είναι στάσιμες στις πρώτες διαφορές, δηλαδή είναι $I(1)$, αυτό θα μπορούσε να το συμπεράνει κανείς και σχετικά εύκολα από τα αντίστοιχα διαγράμματα των μεταβλητών, ωστόσο είναι απαραίτητος ο έλεγχος μέσω του ADF για την επιβεβαίωση και την εγκυρότητα της έρευνας. Εφόσον προκύπτει ότι είναι ολοκληρωμένες πρώτου βαθμού προχωρώντας σε έλεγχο μέσω του Engle – Granger προκύπτει ότι δεν είναι συνολοκληρωμένες επομένως δεν έχουν μακροχρόνια αιτιώδη σχέση μεταξύ τους. Όμως από την εξέταση για βραχυχρόνιες επιδράσεις μέσω των υποδειγμάτων VAR(2) προκύπτει ότι και οι δύο μεταβλητές ασκούν βραχυχρόνια επίδραση η μία στην άλλη. Φαινομενικά θα περιμέναμε και οι δύο μεταβλητές να ασκούν μακροχρόνια αλλά και βραχυχρόνια επίδραση η μία στην άλλη, δηλαδή να υπήρχε μία συνεχόμενη σχέση αιτιότητας μεταξύ των δύο. Αυτό ίσως να αλλάζαμε αν περιλαμβάναμε στο υπόδειγμα μας περισσότερες χρονικές υστερήσεις καθώς και την τάση (trend). Από τους γενικούς ελέγχους προκύπτει ότι το μοντέλο ως σύνολο είναι στατιστικά σημαντικό με μεταβλητότητα η οποία εκφράζεται σε μέτριο βαθμό από το μοντέλο, χωρίς προφανής ένδειξη ετεροσκεδαστικότητας αλλά με ένδειξη αυτοσυσχέτισης των τυπικών σφαλμάτων μέχρι 2 χρονικές υστερήσεις τουλάχιστον.

Αξίζει να αποσαφηνιστεί ότι η παρούσα μελέτη έγινε στο πλαίσιο προπτυχιακής έρευνας στο τομέα της ανάλυσης χρονοσειρών και δεν αποτελεί αντικείμενο επιστημονικού χαρακτήρα ή επίσημης ακαδημαϊκής δημοσίευσης. Τα αποτελέσματα και τα συμπεράσματα της μελέτης θα πρέπει να εκλαμβάνονται ως μέρος μιας εκπαιδευτικής άσκησης ενώ θα πρέπει να ερμηνεύονται με προσοχή και όχι ως απόλυτα ή δεσμευτικά πορίσματα καθώς δεν αποτελούν προϊόν αυστηρής επιστημονικής έρευνας.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- 1.Αναστάσιος Β.Κάτος. Οικονομετρία Θεωρία και Εφαρμογές .
- 2.Κώστας Συριόπουλος,Διονύσης Θ.Φιλλίπας. Οικονομετρικά υποδείγματα & εφαρμογές με το Eviews
- 3.Κωνσταντίνος Κατρακυλίδης,Γεώργιος Κοντέος,Νικόλαος Σαριαννίδης. Σύγχρονη Οικονομική Ανάλυση
- 4.World Bank . (2025).