

# Εκπαίδευση, Δια Βίου Μάθηση, Έρευνα και Τεχνολογική Ανάπτυξη, Καινοτομία και Οικονομία

Τόμ. 1 (2016)

Πρακτικά Πρώτου Πανελληνίου Συνεδρίου



**Η Επίδραση των Δαπανών για Ε&Α επί της  
Καινοτομίας: Εμπειρικά Αποτελέσματα από 12  
Χώρες της Ευρωζώνης**

*Ιωάννης (Ioannis) Βουτσινάς (Voutsinas), Χρήστος  
(Christos) Σταϊκούρας (Staikouras), Κωνσταντίνος  
(Constantinos) Τσαμαδιάς (Tsamadias), Παναγιώτης  
(Panayiotis) Πέγκας (Pegkas)*

doi: [10.12681/elrie.811](https://doi.org/10.12681/elrie.811)

# Η Επίδραση των Δαπανών για Ε&Α επί της Καινοτομίας: Εμπειρικά Αποτελέσματα από 12 Χώρες της Ευρωζώνης

Ιωάννης Βουτσινάς<sup>1</sup> & Χρήστος Σταϊκούρας<sup>2</sup>, Κωνσταντίνος Τσαμαδιάς<sup>3</sup>,  
Παναγιώτης Πέγκας<sup>4</sup>

[johnvou2014@gmail.com](mailto:johnvou2014@gmail.com), [cstaikouras35@gmail.com](mailto:cstaikouras35@gmail.com),

[ctsamad@hua.gr](mailto:ctsamad@hua.gr) και [papeg@cs.uth.gr](mailto:papeg@cs.uth.gr)

## Περίληψη

Η μελέτη διερευνά εμπειρικά την αιτιώδη σχέση μεταξύ της καινοτομίας (προσεγγίζεται μέσω του αριθμού των αιτήσεων για την κατοχύρωση ευρεσιτεχνίας) και των δαπανών για έρευνα και ανάπτυξη (Ε&Α) σε μια ομάδα δώδεκα χωρών της Ευρωζώνης κατά την περίοδο 1994-2013. Η μελέτη εδράζεται στις νέες θεωρίες της ενδογενούς μεγέθυνσης (Grossman & Helpman, 1991; Jones, 1995b). Η εμπειρική ανάλυση, χρησιμοποιώντας πάνελ δεδομένα, αποκαλύπτει ότι υπάρχει σχέση συνολοκλήρωσης μεταξύ της καινοτομίας, των εγχώριων και των εξωχώριων δαπανών για Ε&Α. Στη μακροχρόνια αυτή σχέση, υφίσταται θετική και στατιστικά σημαντική επίδραση των εγχώριων και μεγαλύτερη των εξωχώριων δαπανών για Ε&Α επί της καινοτομίας. Επίσης, τα αποτελέσματα δείχνουν ότι υπάρχουν ενδείξεις για αμφίδρομη μακροχρόνια σχέση αιτιότητας κατά Granger για όλα τα ζεύγη των εξεταζόμενων μεταβλητών. Τα ευρήματα υποδηλώνουν την ύπαρξη θετικών εξωτερικοτήτων και διαχυτικών αποτελεσμάτων μεταξύ των χωρών της ευρωζώνης και υπογραμμίζουν την ανάγκη εντατικοποίησης των προσπαθειών για την ενίσχυση της καινοτομίας σε ευρωπαϊκό επίπεδο.

**Λέξεις κλειδιά:** Δαπάνες, Έρευνα & Ανάπτυξη, Καινοτομία, Ευρωζώνη

## The Effect of R&D Expenditure on Innovation: Evidence from 12 Countries in the Eurozone

Ioannis Voutsinas<sup>1</sup> & Christos Staikouras<sup>2</sup>, Constantinos Tsamadias<sup>3</sup>,  
Panayiotis Pegkas<sup>4</sup>

[johnvou2014@gmail.com](mailto:johnvou2014@gmail.com), [cstaikouras35@gmail.com](mailto:cstaikouras35@gmail.com),

[ctsamad@hua.gr](mailto:ctsamad@hua.gr) και [papeg@cs.uth.gr](mailto:papeg@cs.uth.gr)

## Abstract

This study empirically investigates the causal relationship between innovation (as estimated by the number of patent applications) and Research & Development (R&D) expenditure in a group of twelve euro zone countries during the period 1994-2013. The study is based on the endogenous growth theory (Grossman & Helpman, 1991; Jones, 1995b). Panel data analysis shows that there is a cointegration relationship between innovation, domestic and foreign R&D expenditure. Furthermore, there is a positive and statistically important effect of domestic and foreign R&D expenditure on innovation. In addition, there are signs of bilateral long-term Granger causality in all the pairs of examined variables. The findings indicate the existence of positive externalities and R&D diffusion among euro zone countries and underline the importance of intensifying efforts for the enhancement of innovation in the EU.

**Keywords:** Expenditure, Research & Development, Innovation, Eurozone

## 1. Εισαγωγή

Η οικονομική επιστήμη διαχρονικά, ιδιαίτερα μετά το 2<sup>ο</sup> Παγκόσμιο Πόλεμο, διερευνά το θέμα της οικονομικής μεγέθυνσης – ανάπτυξης και αναζητεί τους προσδιοριστικούς παράγοντες αυτής της διαδικασίας. Ειδικότερα, από τη δεκαετία του '60, στο πλαίσιο της νεοκλασικής προσέγγισης διερευνάται ο ρόλος του ανθρώπινου κεφαλαίου, ενώ στη συνέχεια στα πλαίσια των νέων θεωριών ενδογενούς μεγέθυνσης εξετάζονται οι παράγοντες της έρευνας & τεχνολογικής ανάπτυξης (E&A) και της καινοτομίας και διερευνώνται οι σχέσεις μεταξύ αυτών των παραγόντων. Επίσης, αξιολογείται ο ρόλος των δαπανών/επενδύσεων, δημοσίων και ιδιωτικών.

Από τα τέλη της δεκαετίας του '80, οι θεωρίες της ενδογενούς μεγέθυνσης υποστηρίζουν τη σημασία του ανθρώπινου κεφαλαίου (Lucas, 1988 ; Romer, 1986) και της E&A και της καινοτομίας (Romer, 1990; Grossman & Helpman, 1991; Aghion & Howitt, 1992) στη μεγέθυνση της συνολικής παραγωγικότητας και της οικονομίας. Υποστηρίζουν ότι η αύξηση των δαπανών σε E&A οδηγεί στην αύξηση της συχνότητας ή/και του μεγέθους των καινοτομιών και στην αύξηση της συνολικής παραγωγικότητας της οικονομίας. Οι εμπειρικές μελέτες, κατά κανόνα, δείχνουν ότι οι χώρες που επενδύουν περισσότερο στην εκπαίδευση και την E&A αναπτύσσονται ταχύτερα και επιτυγχάνουν υψηλότερα επίπεδα κοινωνικής ευημερίας, συγκριτικά με τις χώρες που επενδύουν λιγότερο σε αυτούς τους τομείς. Παρά τις διαφορές της νεοκλασικής προσέγγισης και των ενδογενών θεωριών οικονομικής μεγέθυνσης, η τεχνολογική πρόοδος αποτελεί για αμφότερες σημαντικό παράγοντα για την επίτευξη μακροχρόνιας οικονομικής μεγέθυνσης.

Η προώθηση της E&A και της καινοτομίας είναι από τις βασικές προτεραιότητες της Ευρωπαϊκής Ένωσης (E.E.) [μετεξέλιξη της Ευρωπαϊκής Οικονομικής Κοινότητας/ΕΟΚ μετά τη συνθήκη του Μάαστριχτ (υπογραφή: 7-2-1992 και ισχύς από 1-11-1993), ενώ στους κόλπους της, αργότερα, δημιουργήθηκε η ευρωζώνη (έναρξη υιοθέτησης του ευρώ: 1-1-1999)], και βρίσκεται στο επίκεντρο της στρατηγικής της για την ανάπτυξη και την απασχόληση. Με τη συνθήκη της Λισσαβόνας (υπογραφή: 13-12-2007) προβλέπεται η αύξηση των δαπανών σε E&A στο 3% του Ευρωπαϊκού ΑΕΠ μέχρι το 2020 (1% δημόσιες επενδύσεις και 2% ιδιωτικές επενδύσεις). Με αυτόν τον τρόπο, εκτιμάται ότι μπορεί να δημιουργηθούν 3,7 εκατομμύρια θέσεις εργασίας και να αυξηθεί το ετήσιο ΑΕΠ της E.E. κατά 800 περίπου δις. ευρώ. Η παγκόσμια οικονομική κρίση «κτύπησε» από το 2008 τις χώρες της E.E., οδηγώντας σε μείωση των σχετικών δαπανών καθώς και σε ένταση των μεταξύ της ανισοτήτων στην έρευνα και την καινοτομία.

Σκοπός της παρούσης εργασίας είναι η εμπειρική διερεύνηση της σχέσης των δαπανών σε E&A με την καινοτομία, για ένα δείγμα δώδεκα χωρών-μελών της ευρωζώνης κατά τη χρονική περίοδο 1994-2013. Σημειώνεται ότι η μελέτη διαχωρίζει τις δαπάνες σε E&A, σε εγχώριες και εξωχώριες. Η διάρθρωση της μελέτης έχει ως εξής. Η ενότητα 2 παρουσιάζει μία σύντομη επισκόπηση της βιβλιογραφίας. Στην ενότητα 3 περιγράφεται η μεθοδολογία και τα δεδομένα της εμπειρικής ανάλυσης και παρουσιάζονται τα αποτελέσματά της. Τέλος, στην ενότητα 4 αναφέρονται τα βασικά συμπεράσματα.

## 2. Επισκόπηση της Εμπειρικής Βιβλιογραφίας

Στην εμπειρική βιβλιογραφία υπάρχουν πολλές μελέτες οι οποίες εκτιμούν την επίδραση των δαπανών για E&A στη συνολική παραγωγικότητα και την οικονομική μεγέθυνση (Voutsinas & Tsamadias, 2014), καθώς και την ύπαρξη εξωτερικοτήτων και διαχυτικών αποτελεσμάτων μεταξύ των χωρών (Coe, Helpman & Hoffmaister, 2009). Αντίθετα, είναι σχετικά

περιορισμένος ο αριθμός των μελετών που εξετάζουν σε εθνικό επίπεδο τη σχέση της E&A με την καινοτομία και ακόμα λιγότερες οι μελέτες που εξετάζουν την επίδραση των δαπανών για E&A επί της καινοτομίας. Η τρέχουσα ανασκόπηση της βιβλιογραφίας περιλαμβάνει κυρίως μελέτες που έχουν διερευνήσει τη σχέση των δαπανών για E&A με την καινοτομία.

Στις περισσότερες από τις εμπειρικές μελέτες, η καινοτομία εκτιμάται μέσω του αριθμού των αιτήσεων για την κατοχύρωση ευρεσιτεχνίας (Porter & Stern, 2000; Bilbao-Osorio & Rodríguez-Pose, 2004; Bottazi & Peri, 2007). Αν και ο δείκτης αυτός θεωρείται αντιπροσωπευτικό μέτρο για τη μέτρηση της τεχνολογικής γνώσης και της καινοτομίας, έχει το μειονέκτημα ότι μόνο ένα μέρος της τεχνολογικής γνώσης κατοχυρώνεται με κάποια πατέντα. Στη βιβλιογραφία προτείνονται και άλλοι δείκτες για τη μέτρηση της καινοτομίας, όπως το ποσοστό των επιχειρήσεων που είναι καινοτόμες, καθώς και σύνθετοι δείκτες καινοτομίας στους οποίους λαμβάνονται υπόψη επιλεγμένες εισροές και εκροές του συστήματος καινοτομίας (Carayannis & Grigoroudis, 2014).

Γενικά, από την επισκόπηση της εμπειρικής βιβλιογραφίας προκύπτει ότι η καινοτομία εξαρτάται από το ύψος των δαπανών για E&A και από το προηγούμενο απόθεμα τεχνολογικής γνώσης. Επίσης, υπάρχουν ενδείξεις ότι η καινοτομία επιδρά θετικά στη συνολική παραγωγικότητα και κατ' επέκταση στην οικονομική πρόοδο. Από την άλλη πλευρά, υπάρχουν αντικρουόμενα ευρήματα σχετικά με την επίδραση της τεχνολογικής προόδου που επιτυγχάνεται σε άλλες χώρες πάνω στην τεχνολογική πρόοδο, την αύξηση της παραγωγικότητας και την οικονομική μεγέθυνση μιας χώρας. Η αύξηση των δαπανών για E&A μπορεί να έχει πολύ υψηλή επίδραση πάνω στην καινοτομία. Σύμφωνα με τον Jaffe (1986), αν κάθε επιχείρηση στον ιδιωτικό τομέα αύξανε τις δαπάνες για E&A κατά 10%, τότε η καινοτομία θα αυξανόταν κατά 20% και περίπου το μισό απ' αυτήν την αύξηση θα ήταν αποτέλεσμα των θετικών εξωτερικοτήτων από τη διάχυση της τεχνολογικής γνώσης μεταξύ των επιχειρήσεων. Οι Eaton & Kortum (1996) εξετάζουν την επίδραση της καινοτομίας στην παραγωγικότητα και την οικονομική μεγέθυνση. Συμπεραίνουν ότι, με εξαίρεση τις ΗΠΑ, οι υπόλοιπες χώρες του ΟΟΣΑ που εξετάζονται οφείλουν την ανάπτυξη της παραγωγικότητας τους κυρίως στην τεχνολογική πρόοδο που πραγματοποιείται στο εξωτερικό.

Οι Porter & Stern (2000) διερευνούν την επίδραση του παράγοντα της E&A, όπως αυτός εκτιμάται βάσει των εργαζομένων σε E&A, πάνω στην καινοτομία και τη συνολική παραγωγικότητα, λαμβάνοντας υπόψη τόσο το εγχώριο, όσο και το εξωχώριο απόθεμα γνώσης, όπως αυτά εκτιμώνται με τα αντίστοιχα αποθέματα των ευρεσιτεχνιών. Βρίσκουν ότι η καινοτομία επηρεάζεται θετικά από τον παράγοντα της E&A και την αύξηση του εγχώριου αποθέματος γνώσης και αρνητικά από την αύξηση του αποθέματος γνώσης των άλλων χωρών. Οι Bilbao-Osorio & Rodríguez-Pose (2004) εξετάζουν την αποδοτικότητα των πολιτικών που προτείνουν την αύξηση της δραστηριότητας E&A με σκοπό την ενίσχυση της οικονομικής ανάπτυξης. Τα αποτελέσματα της μελέτης δείχνουν ότι η δαπάνη για E&A επιδρά θετικά στην καινοτομία. Ωστόσο, η δυνατότητα αξιοποίησης της προαναφερθείσας σχέσης προς όφελος της οικονομικής μεγέθυνσης, εξαρτάται από κοινωνικό-οικονομικά χαρακτηριστικά που επηρεάζουν, αφενός την αποδοτικότητα των επενδύσεων σε E&A και αφετέρου την επίδραση της καινοτομίας στην οικονομική μεγέθυνση.

Οι Bottazi & Peri (2007) εξετάζουν τη σχέση μεταξύ του αποθέματος της γνώσης και του αριθμού των εργαζομένων στον τομέα της E&A. Το απόθεμα της γνώσης εκτιμάται βάσει του αριθμού των αιτήσεων για την κατοχύρωση ευρεσιτεχνίας. Διαπιστώνουν την ύπαρξη σχέσης συνολοκλήρωσης μεταξύ του αποθέματος της γνώσης και του αριθμού των εργαζομένων στον τομέα της E&A της κάθε χώρας και του αποθέματος γνώσης των άλλων χωρών του δείγματος. Επίσης, οι de Rassenfosse & van Pottelsberghe de la Potterie (2012) μελετούν την επίδραση του κόστους για την κατοχύρωση μίας ευρεσιτεχνίας πάνω στη ζήτηση για ευρεσιτεχνίες. Βρίσκουν ότι το κόστος για την κατοχύρωση ευρεσιτεχνίας λόγω των προμηθειών των οργανισμών έχει αρνητική επίδραση πάνω στον αριθμό των αιτήσεων για

ευρεσιτεχνία. Επίσης, οι δαπάνες για E&A έχουν θετική επίδραση πάνω στον αριθμό των αιτήσεων για ευρεσιτεχνία. Οι συγγραφείς υπολογίζουν την ελαστικότητα του αριθμού των ευρεσιτεχνιών ως προς την αύξηση των δαπανών για E&A σε περίπου 1,5 κατά μέσο όρο. Τέλος, οι Voutsinas et al. (2015), εξετάζοντας τη σχέση των δαπανών για E&A με την καινοτομία στην Ελλάδα για την περίοδο 1981-2009, βρίσκουν ότι οι συνολικές, ιδιωτικές και δημόσιες δαπάνες για E&A επιδρούν θετικά επί της συνολικής και της ιδιωτικής καινοτομίας, ενώ η μέση ελαστικότητα του αριθμού των ευρεσιτεχνιών ως προς την αύξηση των δαπανών για E&A εκτιμάται σε περίπου 1,9, κατά μέσο όρο.

### 3. Εμπειρική Ανάλυση

Ακολούθως, παρουσιάζεται η μεθοδολογία, τα δεδομένα, οι πηγές και η οικονομετρική ανάλυση (ιδιότητες στασιμότητας των δεδομένων, έλεγχος συνολοκλήρωσης, υπόδειγμα διόρθωσης σφάλματος και έλεγχος αιτιότητας κατά Granger).

#### 3.1. Μεθοδολογία και Θεωρητικό Υπόδειγμα

Τα μοντέλα ενδογενούς οικονομικής μεγέθυνσης που προτάθηκαν στις αρχές στις δεκαετίες του 1990 [(Romer, 1990; Grossman & Helpman, 1991; Aghion & Howitt, 1992)] συνδέουν την οικονομική μεγέθυνση με την τεχνολογική πρόοδο και την καινοτομία. Στα υποδείγματα αυτά η καινοτομία εξαρτάται από το προηγούμενο επίπεδο γνώσης και από τη δαπάνη για E&A σύμφωνα με την ακόλουθη σχέση:

$$\dot{A} = \lambda \cdot X^\sigma \cdot A^\phi \quad (1)$$

Όπου,  $\dot{A}$  η μεταβολή του αποθέματος της τεχνολογικής γνώσης ( $A$ ),  $X$  η δαπάνη για E&A και  $\sigma, \phi$  παράμετροι του υποδείγματος.

Σύμφωνα με τον Jones (1995b) υποθέτουμε ότι  $\phi=0$ , δηλαδή η αύξηση του αποθέματος της τεχνολογικής γνώσης, ήτοι η καινοτομία, εξαρτάται μόνο από τη δαπάνη που καταβάλλεται για E&A. Αν κάνουμε αυτήν την υπόθεση και λογαριθμήσουμε την σχέση 1 οδηγούμαστε στην ακόλουθη σχέση.

$$\log(\dot{A}) = \log(\lambda) + \sigma \cdot \log(X) \quad (2)$$

Επιπρόσθετα μπορούμε να αναλύσουμε τη δαπάνη για E&A σε αυτή που πραγματοποιείται εντός μιας χώρας ( $X_1$ ) [εγχώριες δαπάνες] και στο σύνολο των δαπανών που πραγματοποιούνται στις χώρες του δείγματος ( $X_2$ ) [εξωχώριες δαπάνες].

$$\log(\dot{A}) = \log(\lambda) + \sigma_1 \cdot \log(X_1) + \sigma_2 \cdot \log(X_2) \quad (3)$$

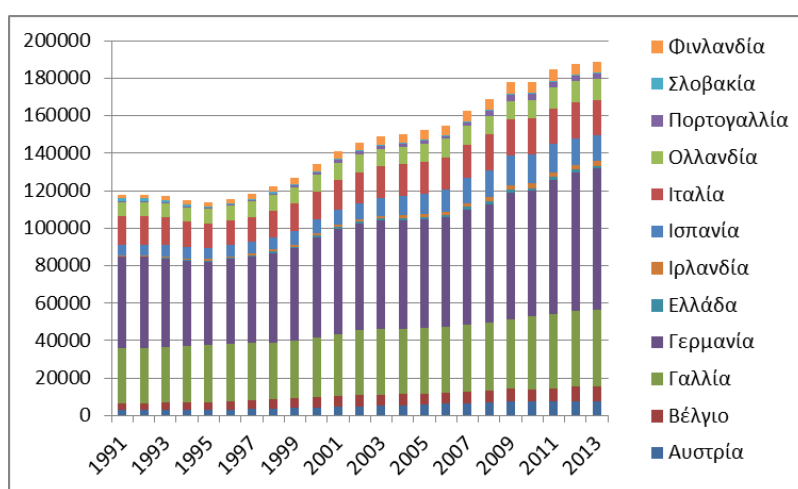
Στην εμπειρική ανάλυση ο συμβολισμός των μεταβλητών έχει ως εξής:

$$\dot{A} = \text{tpf}, X_1 = \text{trd} \text{ και } X_2 = \text{frd}.$$

#### 3.2. Στοιχεία

Τα στοιχεία για τις δαπάνες σε E&A και στις αιτήσεις στον Ευρωπαϊκό Οργανισμό Ευρεσιτεχνιών (EPO) για την εξεταζόμενη περίοδο ελήφθησαν από τη βάση δεδομένων στις

Eurostat. Τα ελάχιστα κενά στις χρονοσειρές συμπληρώθηκαν με τη μέθοδο της γραμμικής παρεμβολής. Οι δαπάνες για E&A μετριοούνται σε pps και είναι εκφρασμένες σε σταθερές τιμές έτους 2010. Σημειώνεται ότι η μελέτη διαχωρίζει στις δαπάνες σε E&A, στις εγχώριες και στις εξωχώριες. Οι εξωχώριες, για κάθε χώρα, είναι το άθροισμα των δαπανών σε E&A των υπολοίπων χωρών του δείγματος. Η καινοτομία προσεγγίζεται με τον αριθμό των αιτήσεων για ευρεσιτεχνία που κατατίθενται ετησίως από κάθε χώρα στον Ευρωπαϊκό Οργανισμό Πατεντών [EPO]). Το δείγμα είναι δώδεκα χώρες-μέλη της ευρωζώνης κατά τη χρονική περίοδο 1994-2013. Ο αριθμός των χωρών<sup>1)</sup> που συμπεριλήφθηκαν στην μελέτη καθορίστηκε από τη διαθεσιμότητα των ιστορικών στοιχείων για την εξεταζόμενη περίοδο, το γεγονός ότι αποτελούν μέλη στις ευρωζώνης και οι οκτώ εξ αυτών αποτελούν από το 1994 μέλη της Ε.Ε. Οι συνολικές δαπάνες για E&A των δώδεκα εξεταζόμενων χωρών παρουσίασαν σημαντική αύξηση την περίοδο 1995-2013 με κάποιες αυξομειώσεις του ρυθμού μεγέθυνσής στις (βλ. Σχήμα 1). Το μεγαλύτερο μέρος των δαπανών (62% το 2015) πραγματοποιούνται στη Γερμανία και την Γαλλία.

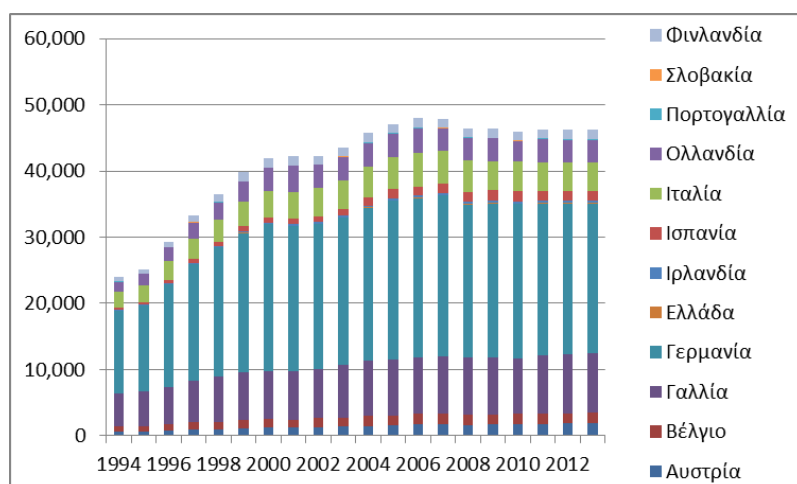


Σχήμα 1: Δαπάνες για E&A

Πηγή: Eurostat, Σημείωση: Δαπάνες σε pps σε σταθερές τιμές έτους 2010

Ο συνολικός αριθμός των αιτήσεων των εξεταζόμενων χωρών στον Ευρωπαϊκό Οργανισμό Ευρεσιτεχνιών (EPO) για την κατοχύρωση ευρεσιτεχνίας παρουσίασε σημαντική αύξηση από το 1995 μέχρι και το 2006. Έκτοτε παρατηρείται μία σταθεροποίησή στα ίδια περίπου επίπεδα μέχρι και το 2013 (βλ. Σχήμα 2). Το μεγαλύτερο μέρος των αιτήσεων (68%) προέρχεται από τις χώρες που πραγματοποιούν και στις μεγαλύτερες δαπάνες σε E&A, δηλαδή τη Γερμανία και τη Γαλλία.

<sup>1</sup> Στη μελέτη συμπεριλήφθηκαν τα στοιχεία των ακόλουθων χωρών: Αυστρία, Βέλγιο, Γαλλία, Γερμανία, Ελλάδα, Ιρλανδία, Ισπανία, Ιταλία, Ολλανδία, Πορτογαλία, Σλοβακία και Φινλανδία.



Σχήμα 2: Αριθμός Αιτήσεων για Ευρεσιτεχνία

Πηγή: Eurostat, Σημείωση: Αριθμός Αιτήσεων στον Ευρωπαϊκό Οργανισμό Ευρεσιτεχνιών για την κατοχύρωση ευρεσιτεχνίας.

### 3.3 Έλεγχοι Στασιμότητας

Αρχικά, ελέγχεται η ύπαρξη μοναδιαίας ρίζας. Χρησιμοποιήθηκαν οι έλεγχοι, [(Levin et al, 2002, (Im et al., 2003), (Dickey & Fuller, 1979, 1981), (Phillips & Perron, 1988).

Πίνακας 1: Έλεγχοι Στασιμότητας

Μεταβλητή		Έλεγχοι Στασιμότητας			
		Levin, Lin and Chu t*	Im, Pesaran and Shin W-test	ADF-Fisher test	PP-Fisher test
tpf	Επίπεδα	-2.898*	0.871	17.365	18.351
	Πρώτες διαφορές	-9.722*	-9.476*	115.25*	158.61*
trd	Επίπεδα	1.254	-0.358	36.137	13.894
	Πρώτες διαφορές	-5.195*	-5.727*	74.135*	76.927*
frd	Επίπεδα	3.422	-0.807	23.972	21.396
	Πρώτες διαφορές	-0.678	-3.475*	46.394*	37.404**

Σημείωση: Η επιλογή των χρονικών υστερήσεων βασίστηκε στο κριτήριο του Schwarz (1978); Newey and West (1994) bandwidth selection using Bartlett kernel;  $H_0$ : Υπάρχει μοναδιαία ρίζα. \*,\*\* σημαντικότητα σε επίπεδο 1% και 5%.

Ο Πίνακας 1 παρουσιάζει τα αποτελέσματα των ελέγχων στασιμότητας για κάθε μεταβλητή, πρώτα στα επίπεδα και κατόπιν στις πρώτες διαφορές. Με λίγες εξαιρέσεις, η μηδενική υπόθεση της μοναδιαίας ρίζας δεν απορρίπτεται για τα επίπεδα των μεταβλητών. Αντιθέτως, οι έλεγχοι απορρίπτουν τη μηδενική υπόθεση στις πρώτες διαφορές για τις μεταβλητές. Έτσι, από τα συνδυασμένα αποτελέσματα, οι σειρές φαίνεται να είναι μη στάσιμες στα επίπεδα και να μετατρέπονται σε στάσιμες στις πρώτες διαφορές της. Συνεπώς, καταλήγουμε στο συμπέρασμα ότι κάθε μεταβλητή είναι στην πραγματικότητα ολοκληρωμένη πρώτης τάξης, δηλ  $I(1)$ .

### 3.4 Έλεγχοι Συνολοκλήρωσης

Λαμβάνοντας υπόψη τα αποτελέσματα από τους ελέγχους στασιμότητας, εξετάζεται η πιθανότητα οι μεταβλητές των αιτήσεων για ευρεσιτεχνία, των εγχώριων και των εξωχώριων δαπανών για E&A να συνολοκληρώνονται. Διαφορετικοί έλεγχοι συνολοκλήρωσης χρησιμοποιούνται για να ελεγχθεί η υπόθεση ότι υπάρχει μια μακροχρόνια σχέση μεταξύ των μεταβλητών. Οι Kao (1999), Madala & Wu (1999) και Pedroni (1999, 2004) ανέπτυξαν ελέγχους για να εξετάσουν την ύπαρξη συνολοκλήρωσης. Ο Πίνακας 2 συνοψίζει τα αποτελέσματα του ελέγχου συνολοκλήρωσης μεταξύ των μεταβλητών με τη χρήση των στατιστικών Pedroni, Kao και Fisher. Τέσσερις από τους επτά ελέγχους του Pedroni απορρίπτουν τη μηδενική υπόθεση της μη συνολοκλήρωσης. Επιπλέον, οι Kao και Fisher έλεγχοι απορρίπτουν τη μηδενική υπόθεση της μη συνολοκλήρωσης σε επίπεδο σημαντικότητας 1%. Έτσι, οι έλεγχοι πάνελ συνολοκλήρωσης υποδηλώνουν ότι υπάρχει μια ισχυρή μακροχρόνια σχέση μεταξύ των μεταβλητών. Δηλαδή, ότι οι μεταβλητές μακροχρόνια θα έχουν κοινή τάση.

Πίνακας 2: Έλεγχοι Συνολοκλήρωσης

Pedroni co-integration tests									
Panel v-Stat.	Panel p-Stat.	Panel t-Stat: non-parametric	Panel t-Stat: (parametric)	Group p-Stat.	Group t-Stat. (non-parametric)	Group t-Stat. (parametric)	Kao co-integration test	Fisher cointegration (Trace test) for one vector	Fisher cointegration (Maximum Eigenvalue test) for one vector
1.89**	0.13	-1.95**	-2.75*	2.12	-0.46	-1.65**	-2.34*	126.4*	95.66*

Σημείωση: \*, \*\* δηλώνει απόρριψη της μηδενικής υπόθεσης σε επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας 1% και 5% αντίστοιχα.

### 3.5 Εκτιμήσεις της μακροχρόνιας σχέσης με τις μεθόδους FMOLS και DOLS

Δεδομένου ότι οι μεταβλητές είναι συνολοκληρωμένες, το επόμενο βήμα είναι η εκτίμηση της μακροχρόνιας σχέσης της εξίσωσης (3), χρησιμοποιώντας την πλήρη τροποποιημένη μέθοδο των ελαχίστων τετραγώνων (FMOLS). Στη συνέχεια, χρησιμοποιήθηκε η δυναμική μέθοδος των ελαχίστων τετραγώνων (DOLS) με μία χρονική υστέρηση όλων των ανεξάρτητων μεταβλητών. Οι εκτιμώμενες μακροχρόνιες σχέσεις με στις μεθόδους (FMOLS) και (DOLS) παρουσιάζονται στον Πίνακα 3.

Πίνακας 3: Μέθοδοι FMOLS και DOLS

Methods	Variables		
	trd	Frd	AdjR <sup>2</sup>
FMOLS	0.602 (3.523)*	0.994 (3.564)*	0.98
DOLS	0.595 (3.363)*	1.034 (3.668)*	0.99

Σημείωση: Η εξαρτημένη μεταβλητή είναι οι αιτήσεις για ευρεσιτεχνία; Τα t-statistics είναι στις παρενθέσεις; \* δηλώνει στατιστική σημαντικότητα σε επίπεδο 1%.

Οι ελαστικότητες της καινοτομίας ως προς τις ανεξάρτητες μεταβλητές, με χρήση των μεθόδων FMOLS και DOLS, εκτιμήθηκαν στα εξής επίπεδα: Για τις εξωχώριες δαπάνες σε E&A στο διάστημα 0.99 – 1.03 σε επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας 1% και για τις εγχώριες δαπάνες σε E&A σε 0.60 σε επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας 1%. Δηλαδή, αύξηση των εξωχώριων δαπανών για E&A οδηγεί σε αύξηση της καινοτομίας από 0,99% έως



1,03%, ενώ αύξηση των εγχώριων δαπανών κατά 1% οδηγεί σε αύξηση της καινοτομίας κατά 0,6%. Σημειώνεται ότι οι εξωχώριες δαπάνες είχαν μεγαλύτερη επίδραση στην καινοτομία συγκριτικά με τις εγχώριες δαπάνες σε E&A.

### 3.6. Υπόδειγμα διόρθωσης λαθών και έλεγχοι αιτιότητας

Αφού οι μεταβλητές είναι συνολοκληρωμένες, το υπόδειγμα διόρθωσης σφάλματος μπορεί να εφαρμοστεί. Το υπόδειγμα αποδίδει τον όρο διόρθωσης που αντανακλά την επίδραση από τις αποκλίσεις της σχέσης μεταξύ των μεταβλητών, στη μακροχρόνια ισορροπία μέσα από τις βραχυπρόθεσμες διακυμάνσεις. Το μέγεθος και η στατιστική σημαντικότητα του όρου διόρθωσης σφάλματος μετρά το βαθμό στον οποίο κάθε εξαρτημένη μεταβλητή έχει την τάση να επιστρέψει στην μακροχρόνια ισορροπία της.

Το επόμενο βήμα είναι να εξεταστεί η βραχυχρόνια και μακροχρόνια κατά Granger (1988) αιτιότητα ανάμεσα στις εξεταζόμενες μεταβλητές. Η κατεύθυνση στις αιτιότητες καθορίζεται από το F-στατιστικό και τη χρονική υστέρηση διόρθωσης σφάλματος. Το t-στατιστικό για το συντελεστή διόρθωσης σφαλμάτων αντιπροσωπεύει τη μακροχρόνια σχέση αιτιότητας, ενώ το F-στατιστικό αντιπροσωπεύει τη βραχυχρόνια σχέση (Narayan & Smyth, 2006), ενώ ο έλεγχος Wald που εφαρμόζεται δείχνει την ύπαρξη εξωγένειας ή ενδογένειας, κάθε φορά, της εξαρτημένης μεταβλητής. Η μη σημαντικότητα του όρου διόρθωσης σφάλματος (ECT) αναφέρεται ως απουσία μακροχρόνια αιτιότητας, το οποίο είναι ισοδύναμο με το να πούμε ότι η μεταβλητή είναι ασθενώς εξωγενής. Η μη σημαντικότητα όλων των ερμηνευτικών μεταβλητών, συμπεριλαμβανομένου και του όρου διόρθωσης σφάλματος στα υποδείγματα διόρθωσης σφάλματος (VECM), υποδεικνύει την ισχυρή εξωγένεια στις εξαρτημένες μεταβλητές που δηλώνει την απουσία της Granger-αιτιότητας (Χονδρογιάννης & Παπαπέτρου, 2002).

Πίνακας 4: Έλεγχοι αιτιότητας βάσει του VECM

Variables	Short-run causality	dynamics	non-Weak exogeneity	Tests of Granger non-causality (joint short run dynamics and ECT)	Test for strong exogeneity			
	DTPF	DTR D	DFRD	ECT	DTPF and ECT	DTRD and ECT	DFRD and ECT	All variables and ECT
DTPF	-	1.74 (0.18)	17.25* (0.00)	- 0.18* [-4.32]	-	21.68* (0.00)	37.15* (0.00)	37.83* (0.00)
DTRD	21.08* (0.00)	-	1.22 (0.26)	-0.14* [-5.37]	32.88* (0.00)	-	28.97* (0.00)	33.21* (0.00)
DFRD	0.15 (0.69)	0.01 (0.93)	-	- 0.06* [-4.50]	22.34* (0.00)	20.47* (0.00)	-	22.55* (0.00)

Σημείωση: Οι έλεγχοι Wald υπολογίζονται με την *chi-square* κατανομή. Οι τιμές *p-values* παρουσιάζονται στις παρενθέσεις. Στη βραχυχρόνια περίοδο, οι αστερίσκοι υποδεικνύουν την απόρριψη της μηδενικής υπόθεσης ότι υπάρχει βραχυχρόνια αιτιότητα μεταξύ των δύο μεταβλητών. Οι αστερίσκοι των *t*-στατιστικές που παρουσιάζονται στις παρενθέσεις δείχνουν την απόρριψη της μηδενικής υπόθεσης ότι ο εκτιμώμενος συντελεστής ισούται με μηδέν (ασθενής εξωγένεια). Στο πλαίσιο των ελέγχων για ύπαρξη Granger αιτιότητας και ισχυρής εξωγένειας, οι αστερίσκοι δηλώνουν απόρριψη της μηδενικής υπόθεσης, δηλαδή μη αιτιότητα κατά Granger και ισχυρή εξωγένεια. Τα \*, \*\* δηλώνουν απόρριψη της μηδενικής υπόθεσης σε επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας 1% και 5% αντίστοιχα.

Ο πίνακας 4 αναφέρει τα συμπεράσματα για την ενδογένεια των μεταβλητών με βάση τις εξισώσεις διόρθωσης σφάλματος. Οι εκτιμήσεις των παραμέτρων δείχνουν ότι ο όρος

διόρθωσης σφάλματος είναι αρνητικός και στατιστικά σημαντικός για τις εξισώσεις σε επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας 1%. Ως εκ τούτου, οι μεταβλητές αυτές δεν είναι ασθενώς εξωγενείς μεταβλητές. Ο έλεγχος αιτιότητας έδειξε ότι υφίσταται μακροχρόνια σχέση μεταξύ των μεταβλητών του υποδείγματος. Συγκεκριμένα, υπάρχει μακροχρόνια αμφίδρομη σχέση μεταξύ όλων των μεταβλητών του υποδείγματος. Οι μεταβλητές του υποδείγματος είναι ενδογενείς μεταβλητές, αφού απορρίπτεται η ισχυρή εξωγένεια. Βραχυχρόνια υφίσταται μια μονόδρομη αιτιότητα από τις αιτήσεις για ευρεσιτεχνία στις εγχώριες δαπάνες για E&A και από τις εξωχώριες δαπάνες για E&A στις αιτήσεις για ευρεσιτεχνία.

Από τα εμπειρικά αποτελέσματα συνάγεται ότι υπάρχει μια ισχυρή σχέση ανάμεσα στις αιτήσεις για ευρεσιτεχνία, των εγχώριων και των εξωχώριων δαπανών για E&A στο δείγμα των δώδεκα ευρωπαϊκών χωρών.

#### **4. Συμπεράσματα και Πρόταση Πολιτικής**

Η εμπειρική μελέτη, διερευνά εμπειρικά, σε μια ομάδα δώδεκα χωρών της Ευρωζώνης κατά την περίοδο 1994-2013, την αιτιώδη σχέση μεταξύ της καινοτομίας, όπως προσεγγίζεται μέσω του αριθμού των αιτήσεων για την κατοχύρωση ευρεσιτεχνίας και των δαπανών για E&A. Βασίζεται στη νέα / ενδογενή θεωρία οικονομικής μεγέθυνσης (Grossman & Helpman, 1991; Jones, 1995b). Τα ευρήματα της εμπειρικής ανάλυσης καταδεικνύουν ότι, οι εγχώριες δαπάνες για E&A επέδρασαν θετικά στην καινοτομία των εξεταζόμενων χωρών της ευρωζώνης κατά την περίοδο 1994-2013. Υψηλότερη αποδεικνύεται η συμβολή των εξωχώριων δαπανών για E&A, γεγονός που υποδηλώνει ύπαρξη θετικών εξωτερικοτήτων και διάχυση της τεχνολογικής γνώσης εντός της ευρωζώνης.

Τα ευρήματα υπογραμμίζουν την ανάγκη της εντατικοποίησης των προσπαθειών της ΕΕ, για την προώθηση υλοποίησης του σχεδίου για διαμόρφωση της Ευρωπαϊκής Ένωσης Καινοτομίας. Η συνεχής βελτίωση των επιδόσεων της ΕΕ στην E&A και την καινοτομία αποτελούν, εκ των ων ουκ άνευ, προϋπόθεση για να ανταποκριθεί με επιτυχία στις προκλήσεις του έντονα ανταγωνιστικού και ταχέως μεταβαλλόμενου κόσμου. Περαιτέρω, δεδομένου ότι η ΕΕ αντιμετωπίζει τον ολοένα αυξανόμενο παγκόσμιο ανταγωνισμό στον τομέα της έρευνας και της τεχνολογίας, πρέπει να διασφαλίσει ότι οι καινοτόμες ιδέες που παράγει θα αξιοποιούνται δεόντως για την παραγωγή επιτυχημένων νέων προϊόντων και τεχνολογιών. Εν κατακλείδι, λαμβάνοντας υπόψη, εκτός των προαναφερθέντων, τη γήρανση του πληθυσμού και τον έντονο ανταγωνισμό από αναδυόμενες οικονομίες, η μελλοντική οικονομική ανάπτυξη της Ευρώπης και η δημιουργία νέων θέσεων εργασίας πρέπει να προέλθουν από καινοτόμα προϊόντα, υπηρεσίες και επιχειρηματικά μοντέλα, περιλαμβανομένης της καινοτομίας στον δημόσιο τομέα.

#### **Βιβλιογραφία**

- Aghion, P. & Howitt, P. (1992) A Model of Growth Through Creative Destruction. *Econometrica*. 60, 323-351.
- Bilbao-Osorio, B. & Rodriguez-Pose, A. (2004) From R&D to Innovation and Economic Growth in the EU. *Growth and Change*. 35(4), 434-55.
- Bottazzi, L. & Peri, G. (2007) The International Dynamics of R&D and Innovation in the Long Run and in the Short Run. *Economic Journal*. 117(518), 486-511.

- Carayannis, E. & Grigoroudis, E. (2014) Linking Innovation, Productivity, and Competitiveness: Implications for Policy and Practice. *The Journal of Technology Transfer*. 39(2), 199-218.
- Coe, D.T., Helpman, E. & Hoffmaister, A. (2009) International R&D spillovers and institutions. *European Economic Review*. 53, 723-41.
- de Rassenfosse, G. & van Pottelsberghe de la Potterie, B. (2012) On the Price Elasticity of Demand for Patents. *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, Department of Economics, University of Oxford. 74(1), 58-77.
- Dickey, D.A. & Fuller, W.A. (1979) Distributions of the estimators for autoregressive time series with a unit root. *Journal of American Statistical Association* 74, 427-431.
- Eaton, J. & Kortum, S. (1996) Trade in Ideas: Patenting and Productivity in the OECD. *Journal of International Economics*. 40, 251-278.
- Granger, C. W. J. (1988) Some recent developments in the concept of causality. *Journal of Econometrics*. 391-2, 199-211.
- Grossman, G. M. & Helpman, E. (1991a) *Innovation and Growth in the World Economy*. Cambridge, MA, MIT Press.
- Hondroyannis, G. & Papapetrou, E. (2002) Demographic Transition and Economic Growth: Empirical Evidence from Greece. *Journal of Population Economics*. 15, 221-242.
- Im, K.S.M., Pesaran, H. & Shin, Y. (2003) Testing for unit roots in heterogeneous panels. *Journal of Econometrics*. 115, 53-74.
- Jaffe, A. (1986) Technological Opportunity and Spillovers of R&D: Evidence from Firms' Patents, Profits and Market Value. *The American Economic Review*. 76 (5), 984-1001.
- Jones, C. I. (1995b) R&D-Based Models of Economic Growth. *Journal of Political Economy*. 103, 759-784.
- Kao, C. (1999) Spurious regression and residual based tests for co integration in panel data. *Journal of Econometrics*. 90, 1-44.
- Levin, A., Lin, C.F. & Chu, C.S.J. (2002) Unit root tests in panel data: Asymptotic and finite-sample properties. *Journal of Econometrics*. 108, 1-24.
- Lucas, E. (1988) On the mechanics of economic development. *Journal of Monetary Economics*. 22(1), 3-42.
- Madala, G.S. & Wu, S. (1999) A comparative study of unit root tests with panel data and a new simple test. *Oxford Bulletin of Economics and Statistics* 61, 631-652.
- Narayan, P. K. & Smyth, R. (2006) Higher Education, Real Income and Real Investment in China: Evidence From Granger Causality Tests. *Education Economics*. 141, 107-125.
- Newey, W. K. & West, K. D. (1994) Automatic lag selection in covariance matrix estimation. *Review of Economic Studies*. 614, 631-654.
- Pedroni, P. (1999) Critical values for cointegration tests in heterogeneous panels with multiple regressors. *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*. 61, 653-670.
- Pedroni, P. (2004) Panel cointegration: Asymptotic and finite sample properties of pooled time series tests with an application to the PPP hypothesis. *Econometric Theory*. 20, 597-625.
- Phillips, P.C. & Perron, P. (1988) Testing for a Unit Root in time series regression. *Biometrika*. 75, 335-346.
- Porter, M. & Stern, S. (2000) Measuring the "Ideas" Production Function: Evidence from International Patent Output. NBER Working Paper 7891.
- Romer, P. (1986) Increasing returns and long-run growth. *Journal of Political Economy*. 94(5), 1002-37.

- Romer, P. (1990) Endogenous Technological Change. *Journal of Political Economy*. 98, 71-102.
- Schwarz, G. E. (1978) Estimating the dimension of a model. *Annals of Statistics*. 6, 461-464.
- Voutsinas, I. & Tsamadias, C. (2014) Does Research and Development Capital Affect Total Factor Productivity? Evidence from Greece. *Economics of Innovation and New Technology*. 23(7), 631–51.
- Voutsinas, I., Tsamadias, C., Carayannis, E. & Staikouras, C. (2015) Does research and development expenditure impact innovation? theory, policy and practice insights from the Greek experience? *The Journal of Technology Transfer*. in press.