

ΣΠΟΥΔΑΙ / SPOUDAI

ΕΤΟΣ 2004

ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ-ΜΑΡΤΙΟΣ

ΤΟΜΟΣ 54

ΤΕΥΧ. 1

YEAR 2004

JANUARY-MARCH

VOL. 54

No 1

ΒΡΑΒΕΙΟ ΝΟΜΠΕΛ
ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗΣ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ 2003
THE NOBEL PRIZE
ROBERT F. ENGLE & CLIVE W. J. GRANGER

Υπό

Χρήστου Ν. Αγιακλόγλου

Τμήμα Οικονομικής Επιστήμης, Πανεπιστήμιο Πειραιώς

Η Βασιλική Επιστημονική Ακαδημία της Σουηδίας απεφάσισε τον Οκτώβριο του 2003, εις μνήμην του Alfred Nobel, να δοθεί από την Τράπεζα της Σουηδίας το ομώνυμο βραβείο Nobel της Οικονομικής Επιστήμης για το έτος 2003 στους διακεκριμένους ερευνητές Robert F. Engle και Clive W. J. Granger για την συμβολή τους στις οικονομετρικές τεχνικές ανάλυσης οικονομικών χρονοσειρών.

Όταν πριν από μερικά χρόνια ξεκινούσε η μεθοδολογία των Box & Jenkins (1970) για την ανάλυση χρονοσειρών (time series analysis), κανείς δεν θα μπορούσε να πιστέψει ότι θα έφτανε σε τέτοιο σημείο οικονομετρικής ανάλυσης. Η ερμηνεία και ο προσδιορισμός γραμμικών σχέσεων που είχε φθάσει την εποχή εκείνη σε ένα καλό επίπεδο ποσοτικής ανάλυσης, έδωσε σιγά-σιγά την δυνατότητα, αλλά και τα ερεθίσματα σε διάφορους ερευνητές να ασχοληθούν με άλλες μεθόδους ποσοτικής διερεύνησης φαινομένων, όπως για παράδειγμα την ανάλυση χρονοσειρών. Σε αυτή την κατεύθυνση κινήθηκαν οι προαναφερθέντες ερευνητές και καθιέρωσαν μία νέα μέθοδο ποσοτικής ανάλυσης που ασχολείται αποκλειστικά με την διερεύνηση της διαχρονικής συμπεριφοράς των τιμών μιας μεταβλητής, οι παρατηρήσεις της οποίας προέρχονται από χρονοσειρά, δηλαδή ένα σύνολο δεδομένων που συλλέγεται διαχρονικά κατά την διάρκεια ίσων διαδοχικών χρονικών περιόδων, όπως π.χ. έτος, τρίμηνο, μήνας και εβδομάδα. Σκοπός αυτής της

προσπάθειας είναι να προσδιορισθεί ένα στοχαστικό υπόδειγμα που να αναγνωρίζει με τον καλύτερο δυνατό τρόπο την διαχρονική εξέλιξη των τιμών της μεταβλητής, ώστε να χρησιμοποιηθεί στη συνέχεια για την δημιουργία προβλέψεων της χρονοσειράς.

Παρόλο που στα πρώτα χρόνια της εμφάνισης αυτής της μεθόδου οι ερευνητές δεν έδιναν την πρέπουσα σημασία, με την πάροδο όμως των ετών και στηριζόμενοι στο γεγονός ότι τα περισσότερα δεδομένα οικονομικών και χρηματοοικονομικών μεταβλητών προέρχονται από χρονοσειρές, άρχισαν να δίνουν ολοένα και μεγαλύτερη προσοχή στον τρόπο συμπεριφοράς των χρονοσειρών, ακόμα και κατά τη διερεύνηση γραμμικών ποσοτικών σχέσεων. Έτσι, διάφοροι ερευνητές άρχισαν κατά την εκτίμηση γραμμικών υποδειγμάτων να ανακαλύπτουν σημαντικά προβλήματα αξιοπιστίας των αποτελεσμάτων της παλινδρόμησης, όταν τα δεδομένα των μεταβλητών προέρχοντο από χρονοσειρές. Αυτό είχε σαν αποτέλεσμα να αναπτυχθεί μία νέα οικονομετρική μεθοδολογία ανάλυσης χρονοσειρών, γνωστή ως Time Series Econometrics, τόσο για την ερμηνεία διαφόρων στατιστικών προβλημάτων που ανέκυψαν από την εφαρμογή χρονοσειρών στην ανάλυση της παλινδρόμησης όσο και για τη δημιουργία νέων οικονομετρικών τεχνικών για την ερμηνεία οικονομικών φαινομένων, αλλά και θεωρημάτων.

Στις ημέρες μας, το μεγαλύτερο μέρος των εμπειρικών Οικονομικών εφαρμογών που εφαρμόζεται στην Μακροοικονομία και στα Χρηματοοικονομικά στηρίζεται σε δεδομένα των μεταβλητών που προέρχονται από χρονοσειρές. Οι ερευνητές Give W. J. Granger και Robert F. Engle μοιράστηκαν το βραβείο Nobel 2003 της Οικονομικής επιστήμης για την πολύ σημαντική συμβολή τους στην ανάλυση χρονοσειρών σε θέματα που αφορούν στάσιμες και μη-στάσιμες χρονοσειρές (stationary and nonstationary series), υποφαινομενική παλινδρόμηση (spurious regression), αιτιότητα κατά Granger (Granger Causality), συνολοκλήρωση (co-integration) και διαχρονικά μεταβαλλόμενη μεταβλητότητα (time-varying volatility) της διακύμανσης του διαταρακτικού όρου, γνωστά ως Αυτοπαλίνδρομα Υπό Συνθήκην Ετεροσκεδαστικότητας υποδείγματα (AutoRegressive Conditional Heteroscedastic - ARCH - models).

Οι Νομπελίστες

Ο καθηγητής Give W. J. Granger γεννήθηκε το 1934 στην πόλη Swamsea της Ουαλίας (Wales) στην Αγγλία και έχει πάρει την Αμερικανική Υπηκοότητα. Τις προπτυχιακές του σπουδές, B.A. σε Μαθηματικά, 1955, καθώς

και τις μεταπτυχιακές του σπουδές, Ph.D. σε Στατιστική, 1959, τις πραγματοποίησε στην Αγγλία στο Πανεπιστήμιο του Nottingham, όπου και έμεινε εκεί έως το 1974, διδάσκοντας ως Καθηγητής μαθήματα στατιστικής και ανάλυσης χρονοσειρών. Το 1974 πηγαίνει στο Πανεπιστήμιο της Καλιφόρνια, University of California at San Diego, ως Καθηγητής όπου μένει εκεί μέχρι τις ημέρες μας. Το καλοκαίρι του 2003 συνταξιοδοτείται και γίνεται στη συνέχεια ομότιμος Καθηγητής του Πανεπιστημίου αυτού.

Ο καθηγητής Robert F. Engle γεννήθηκε το 1942 στην πόλη Syracuse της Πολιτείας της Νέας Υόρκης των Ηνωμένων Πολιτειών Αμερικής. Αποφοίτησε το 1964 από το William College και έλαβε το διδακτορικό δίπλωμα του στα Οικονομικά από το Cornell University το 1969. Μετά την απόκτηση του διδακτορικού του μετέβη στο Πανεπιστήμιο MIT ως Επίκουρος Καθηγητής μέχρι το 1974 και κατόπιν στο University of California at San Diego ως Αναπληρωτής Καθηγητής, ενώ το 1977 γίνεται Καθηγητής. Από το καλοκαίρι του 2003 βρίσκεται ως Καθηγητής στο Τμήμα Χρηματοοικονομικής Επιστήμης του Κολλεγίου Stern School of Business του Πανεπιστημίου της Νέας Υόρκης, New York University.

Στατιστικές Μέθοδοι Ανάλυσης Χρονοσειρών

Ο καθορισμός της χρονοσειράς ως στάσιμης ή ως μη-στάσιμης παίζει καθοριστικό ρόλο ακόμα και σε προβλήματα που αφορούν την ανάλυση της παλινδρόμησης. Για τις στάσιμες χρονοσειρές, δηλαδή για τις χρονοσειρές που τα χαρακτηριστικά τους παραμένουν αμετάβλητα διαχρονικώς, τα πράγματα είναι σχετικά εύκολα ως προς την ανάλυση τους, ενώ αντίθετα για τις μη-στάσιμες χρονοσειρές, οι οποίες δεν συγκλίνουν σε μία σταθερή τιμή, τα πράγματα δυσκολεύουν αρκετά, αφού δεν μπορούν εύκολα να αναλυθούν και να προσδιοριστεί ο τρόπος δημιουργίας των τιμών τους. Η πρώτη σημαντική συμβολή του Granger στην οικονομετρία εμφανίζεται στο σημείο αυτό και έρχεται να επισημάνει μαζί με τον Newbold, το 1974, ότι παραδοσιακοί στατιστικοί έλεγχοι που αφορούν τον καθορισμό γραμμικών σχέσεων μεταξύ μη-στασίμων χρονοσειρών μπορούν να οδηγήσουν σε λανθασμένα αποτελέσματα. Αυτό είναι το λεγόμενο πρόβλημα της υποφαινομενικής (νόθου ή λανθάνουσας) παλινδρόμησης (spurious regression), στο οποίο ενώ όλα τα στατιστικά μεγέθη δείχνουν να είναι πολύ καλά για τον καθορισμό της γραμμικής σχέσης, εντούτοις εμφανίζεται χαμηλή τιμή στη στατιστική d για τον έλεγχο της αυτοσυσχέτισης πρώτου βαθμού των Durbin-Watson. Προσπαθώντας στην συνέχεια ο ερευνητής να διορθώσει το πρόβλημα της αυτοσυσχέτισης, π.χ. με τη μέθοδο των Cochrane-Orcutt, διαπιστώνει ότι αυτό

δεν είναι εφικτό. Στην περίπτωση αυτή οι Granger και Newbold συνέστησαν ως πιθανή αντιμετώπιση την εκτίμηση του ίδιου υποδείγματος σε πρώτες διαφορές. Έτσι, η χρησιμοποίηση μη-στασίων χρονοσειρών μπορεί να δώσει λανθασμένα στατιστικά αποτελέσματα, ακόμα και σε περιπτώσεις όπου η γραμμική σχέση εξάρτησης μεταξύ των εμπλεκόμενων μεταβλητών να μην υφίσταται.

Ένα άλλο σημαντικό πρόβλημα που αντιμετώπισε ο Granger και εμφανίζεται πολύ συχνά κατά την διερεύνηση οικονομικών και χρηματοοικονομικών φαινομένων είναι αυτό του καθορισμού της αιτιοκρατικής σχέσης εξάρτησης μεταξύ των οικονομικών μεταβλητών που εμπλέκονται στην ερμηνεία ενός φαινομένου. Πολύ συχνά, οι μελετητές κατά την εμπειρική διερεύνηση ενός οικονομικού φαινομένου θέλουν να γνωρίζουν την σχέση εξάρτησης των μεταβλητών που χρησιμοποιούν τόσο για τη σωστή αναγνώριση της σχέσης τους όσο και για την σωστή λήψη οικονομικών και διοικητικών αποφάσεων με την δημιουργία προβλέψεων. Για παράδειγμα, ένας ερευνητής θα ήθελε να γνωρίζει αν οι μεταβολές στην Προσφορά Χρήματος επιφέρουν μεταβολές στο Ακαθάριστο Εθνικό Προϊόν ή αν οι μεταβολές στο Ακαθάριστο Εθνικό Προϊόν επιφέρουν μεταβολές στην Προσφορά χρήματος; Ανάλογα ερωτήματα προκύπτουν και για άλλα ζεύγη μεταβλητών, όπως ενδεικτικά είναι οι μεταβολές στην συναλλαγματική ισοτιμία σε σχέση με τις μεταβολές στον Γενικό Δείκτη Τιμών, οι μεταβολές στα επιτόκια με τις μεταβολές στην Προσφορά Χρήματος ή με τις μεταβολές στον Γενικό Δείκτη Τιμών κ.ά.. Για τον καθορισμό της αιτιοκρατικής σχέσης εξάρτησης μεταξύ δύο μεταβλητών, οι παρατηρήσεις των οποίων προέρχονται από χρονοσειρές, ο Granger ανέπτυξε έναν στατιστικό έλεγχο, γνωστόν ως Granger Causality test, ικανόν να καθορίζει τον ρόλο των μεταβλητών στη διερεύνηση ενός φαινομένου, δηλαδή οι τιμές ποιας μεταβλητής ερμηνεύουν την συμπεριφορά των τιμών της άλλης, όταν οι τιμές αυτών των μεταβλητών κινούνται διαχρονικούς παράλληλα.

Στην συνέχεια, ο Granger ανέπτυξε τεχνικές που να εμπεριέχουν την μακροχρόνια μεταβολή στον καθορισμό βραχυχρονίων σχέσεων μεταξύ των μεταβλητών. Η βασική ιδέα αυτής της μεθόδου στηρίζεται στο γεγονός ότι γραμμικός συνδυασμός δύο (ή περισσότερων) μη-στασίων χρονοσειρών μπορεί να είναι στάσιμη χρονοσειρά. Το σκεπτικό αυτής της ανάλυσης προέρχεται από την οικονομική θεωρία, η οποία επισημαίνει ότι αν υπάρχει μακροχρόνια ισορροπία μεταξύ δύο μεταβλητών, για παράδειγμα διαθέσιμο εισόδημα και κατανάλωση, τότε η βραχυχρόνια συμπεριφορά τους μπορεί να διαφέρει από την μακροχρόνια αλλά σταδιακά θα προσαρμόζεται κάθε φορά

προς την μακροχρόνια ισορροπία. Η έννοια αυτή ονομάστηκε από τον Granger ως έννοια της συνολοκλήρωσης (co-integration).

Έτσι, με την βοήθεια του Engle έγραψαν ένα άρθρο, ορόσημο για την οικονομική επιστήμη αλλά και γενικότερα για την οικονομετρική προσέγγιση ποσοτικής διερεύνησης φαινομένων, που δημοσιεύθηκε το 1987 και στο οποίο παρουσιάζονται οι στατιστικές τεχνικές για τον έλεγχο της συνολοκλήρωσης, καθώς και η μέθοδος εκτίμησης γραμμικών συστημάτων στα οποία εμπεριέχεται η έννοια της μακροχρόνιας μεταβολής. Πιό συγκεκριμένα, η εκτίμηση γραμμικών σχέσεων μεταξύ δυο μη-στασίμων μεταβλητών γίνεται σε δύο στάδια. Στο πρώτο στάδιο προσδιορίζεται η μακροχρόνια μεταβολή τους και ελέγχεται αν υφίσταται η έννοια της συνολοκλήρωσης, ενώ στο δεύτερο στάδιο εκτιμάται το λεγόμενο υπόδειγμα διόρθωσης λαθών (error correction model), στο οποίο καθορίζεται η βραχυχρόνια συμπεριφορά των μεταβλητών προσαρμοσμένη από την μακροχρόνια μεταβολή τους. Η έννοια της συνολοκλήρωσης επεκτάθηκε αργότερα και για περισσότερες μεταβλητές από τον Johansen.

Διαχρονικά Μεταβαλλόμενη Μεταβλητότητα και Υποδείγματα ARCH

Η αποτίμηση του κινδύνου αποτελεί την κυριότερη δραστηριότητα σε κάθε χρηματοοικονομική ανάλυση. Τόσον οι επενδυτές όσον και οι διάφοροι Χρηματοοικονομικοί Οργανισμοί επιθυμούν να γνωρίζουν ή καλύτερα να έχουν μία αίσθηση του μεγέθους του κινδύνου που δύναται να αντιμετωπίσουν σε κάθε επενδυτική δραστηριότητα που αναλαμβάνουν. Ο κίνδυνος, ο οποίος μετριέται σε όρους διακύμανσης, απετέλεσε και αποτελεί το αντικείμενο μελέτης πολλών ερευνητών. Ωστόσο, πολλοί χρηματοοικονομικοί αναλυτές, παρόλο που καταλάβαιναν ότι η μεταβλητότητα σε χρηματιστηριακούς τίτλους δεν μπορεί να θεωρείται σταθερή, εκτιμούσαν γραμμικά υποδείγματα, στα οποία θεωρούσαν ότι η διακύμανση του τυχαίου σφάλματος παραμένει σταθερή.

Στο σημείο αυτό ο Engle με ένα άρθρο του το 1982 ανατρέπει την υφισταμένη παραδοχή της σταθερής και ίσης διαχρονικά διακύμανσης και παρουσιάζει μία νέα κατηγορία υποδειγμάτων, τα ονομαζόμενα Αυτοπαλίνδρομα Υπό Συνθήκην Ετεροσκεδαστικότητας υποδείγματα, γνωστά ως ARCH (AutoRegressive Conditional Heteroscedastic processes). Στα υποδείγματα αυτά η διακύμανση του τυχαίου σφάλματος εξαρτάται συστηματικά από την διακύμανση των τιμών των προηγούμενων περιόδων. Με βάση αυτή την παραδοχή ο Engle ανέπτυξε την μέθοδο εκτίμησης αυτών των υπο-

δειγμάτων, δηλαδή την ταυτόχρονη εκτίμηση των συντελεστών ενός γραμμικού υποδείγματος, στο οποίο η διακύμανση του τυχαίου σφάλματος ακολουθεί μία συγκεκριμένη ARCH μορφή, όπως επίσης και τον στατιστικό έλεγχο για να διαπιστωθεί αν η διακύμανση του τυχαίου σφάλματος ακολουθεί μία συγκεκριμένη ARCH μορφή. Να σημειωθεί ότι το άρθρο αυτό του Engle ήταν μόνο η αρχή, αφού στη συνέχεια έχουμε από τον Bollerslev το 1986 την γενικευμένη μορφή ARCH υποδείγματος, γνωστών ως Generalized ARCH ή απλά GARCH υποδείγματα, όπως επίσης και τα υποδείγματα ARCH σε μέσον όρο (ARCH-in-mean) και GARCH σε μέσον όρο (GARCH-in-mean), τα οποία παρουσιάστηκαν αντίστοιχα από τους Engle, Lilien και Robins και από τους Bollerslev, Engle και Wooldridge αντίστοιχα.

Βιβλιογραφία

- Bollerslev. T. (1986), "Generalized autoregressive conditional heteroscedasticity", *Journal of Econometrics*, 31, 307-327.
- Bollerslev. T., Engle, R. F. and Wooldridge J. (1988), "A capital asset pricing model with time-varying covariances", *Journal of Political Economy*, 96, 116-131.
- Box, G. E. P. and G. M. Jenkins, *Time Series Analysis Forecasting and Control*, Holden-Day, Oakland, 1970.
- Johansen, S. (1988), "Statistical Analysis of Cointegration Vectors", *Journal of Economic Dynamic and Control*, 12, 231-254.
- Johansen, S. (1991), "Estimation and Hypothesis Testing of Cointegrating Vectors in Gaussian Vector Autoregressive Models", *Econometrica*, 59, 1551-1580.
- Engle, R. F. (1982), "Autoregressive conditional heteroscedasticity", *Econometrica*, 50, 987-1007.
- Engle, R. F. and Granger, C. W. J., (1987), "Co-Integration and error correction: Representation, estimation and testing", *Econometrica*, 55, 251-276.
- Engle, R. F., Lilien, D. M. and Robins, R. P. (1987), "Estimating time-varying risk premia in the term structure: The ARCH-M model", *Econometrica*, 55, 391-407.
- Granger, C. W. J. and Newbold, P. (1974), "Spurious Regressions in Econometrics", *Journal of Econometrics*, 2, 111-120.
- Granger, C. W. J., (1980), "Testing for causality: a personal viewpoint", *Journal of Economic and Dynamics Control*, 2, 329-352.
- Granger, C. W. J., (1969), "Investigating Causal Relations by Econometric Models and Cross Spectral Methods", *Econometrica*, 37, 424-438.