

ΠΡΟΒΛΕΠΟΝΤΑΣ ΤΗΝ ΜΕΤΑΒΛΗΤΟΤΗΤΑ: ΕΝΔΕΙΞΕΙΣ ΣΕ ΜΕΤΟΧΕΣ ΤΟΥ ΧΑΑ

Πέτρος Μεσσής, Γεώργιος Μπλάνας
ΤΕΙ Λάρισας

Περίληψη

Το παρόν άρθρο εξετάζει και αναλύει την ακρίβεια πρόβλεψης της μηνιαίας μεταβλητότητας μετοχών που διαπραγματεύονται στο ΧΑΑ και στο ΧΠΑ. Η μηνιαία μεταβλητότητα των μετοχών υπολογίστηκε σαν την τυπική απόκλιση των ημερήσιων αποδόσεων μέσα στον μήνα αναφοράς. Η περίοδος που εξετάζεται είναι από τον Φεβρουάριο του 2000 μέχρι τον Ιούλιο του 2007. Χρησιμοποιήθηκαν εννέα διαφορετικά μοντέλα πρόβλεψης καθώς και συμμετρικά και ασύμμετρα κριτήρια ταξινόμησης, έτσι ώστε να δοθεί διαφορετική βαρύτητα στην κατεύθυνση προς την οποία προβλέπουν τα μοντέλα. Τα αποτελέσματα δείχνουν ότι το απλό μοντέλο παλινδρόμησης υπερτερεί σε αρκετές περιπτώσεις από τα υπόλοιπα, ενώ η ταξινόμηση των μοντέλων με βάση την ακρίβεια πρόβλεψης είναι ευαίσθητη στο κριτήριο που κάθε φορά χρησιμοποιείται.

Keywords: Μηνιαία Μεταβλητότητα μετοχών, προβλέψεις, εκτίμηση προβλέψεων

1. Εισαγωγή

Η προβλεψη της μεταβλητότητας των μετοχών έχει γίνει αντικείμενο εκτενών συζητήσεων και ερευνών τα τελευταία χρόνια. Η μεταβλητότητα, η οποία συνήθως μετριέται με την τυπική απόκλιση των τιμών των μετοχών, είναι υψίστης σημασίας για τις χρηματοοικονομικές αγορές, καθώς αντιπροσωπεύει το ρίσκο κάποιας μετοχής ή χαρτοφυλακίου. Οι αναλυτές, οι επενδυτές και οι διαχειριστές κεφαλαίων χρησιμοποιούν την μεταβλητότητα για την επιλογή χαρτοφυλακίων και αποτίμησης παραγώγων. Τυπικά, τα μοντέλα μεταβλητότητας χρησιμοποιούνται για να προβλέψουν την απόλυτη έκταση των αποδόσεων (Engle & Patton, 2001).

Οι δύο κύριες πηγές πρόβλεψης της μεταβλητότητας των μετοχών είναι οι χρονολογικές σειρές (time series) και η υποδηλούμενη μεταβλητότητα (implied volatility). Μολονότι θεωρητικά η υποδηλούμενη μεταβλητότητα πρέπει να αντανάκλαζε όλη την διαθέσιμη πληροφορία, τα αποτελέσματα είναι ανάμεικτα για το εάν πράγματι συμβαίνει αυτό (Ederington, 2005).

Το παρόν άρθρο εξετάζει την προβλεπτική ικανότητα μερικών από τα πιο διαδεδομένα μοντέλα πρόβλεψης χρονολογικών σειρών. Η διεθνής βιβλιογραφία για την πρόβλεψη της μεταβλητότητας των μετοχών είναι μεγάλη. Για παράδειγμα οι Poon και Granger (2003) αναφέρουν διαφορετικές μελέτες όπου χρησιμοποιήθηκαν τα μοντέλα της αυτοπαλινδρόμησης υπό συνθήκης ετεροσκεδαστικότητας (ARCH models). Το μοντέλο GARCH βρέθηκε να είναι καλύτερο από το EWMA (Exponentially Weighted Moving Average) και από το ARCH, για την αγορά

της Αγγλίας (Akgiray, 1989). Παρόμοια αποτελέσματα για την ανωτερότητα του GARCH βρέθηκαν και από τους West και Cho (1995), χρησιμοποιώντας την συναλλαγματική ισοτιμία του δολλαρίου. Οι Brailsford και Faff (1996) χρησιμοποίησαν διαφορετικά μοντέλα για να ερευνήσουν την προβλεπτική τους ικανότητα για μετοχές που διαπραγματευόταν στο χρηματιστήριο της Αυστραλίας, ενώ τα κριτήρια που χρησιμοποίησαν για την κατάταξη της προβλεπτικής τους ικανότητας περιείχαν και συμμετρικές και ασύμμετρες συναρτήσεις, με σκοπό να δοθεί διαφορετική βαρύτητα σε προβλέψεις πάνω και κάτω από την πραγματική μεταβλητότητα. Το μοντέλο ARCH βρέθηκε πως είναι το καλύτερο. Αντίθετα ο Tse (1991) για την αγορά της Ιαπωνίας και οι Tse και Tung (1993) για την αγορά της Σικαμπούρης, βρήκαν αντίθετα αποτελέσματα αναφορικά με το μοντέλο GARCH (1,1). Οι μελέτες τους δείχνουν ότι ο EWMA έχει καλύτερη προβλεπτική ικανότητα, ενώ οι Dimson και Marsh (1990) συμπεραίνουν ότι τα απλά μοντέλα όπως οι κινητοί και οι εκθετικοί μέσοι όροι δίνουν πιο ακριβείς προβλέψεις.

Για την αγορά του ΧΑΑ οι Assimakopoulos και Vaforoulos (2000) διεξήγαγαν μια εκτεταμένη έρευνα για τα διαθέσιμα μοντέλα πρόβλεψης της μεταβλητότητας, ενώ οι Maris et al. (2004), εφάρμοσαν επτά διαφορετικές προσεγγίσεις για δείκτες του ΧΑΑ χρησιμοποιώντας συμμετρικά μέτρα σύγκρισης. Η παρούσα έρευνα χρησιμοποιεί μετοχές του χρηματιστηρίου Αθηνών αντί για δείκτες, ενώ ενσωματώνει και ασύμμετρες συναρτήσεις για να συγκρίνει τα μοντέλα ακολουθώντας τους Balaban et al. (2002). Η εργασία προχωράει ως εξής: στην επόμενη ενότητα παρουσιάζεται η εμπειρική μεθοδολογία η οποία περιλαμβάνει τα δεδομένα και τα χρησιμοποιούμενα μοντέλα πρόβλεψης, ακολουθεί η ενότητα με τα εμπειρικά αποτελέσματα η οποία περιλαμβάνει και την περιγραφή των μέτρων αξιολόγησης και κλείνει με τα συμπεράσματα.

2. Εμπειρική Μεθοδολογία

2.1 Δεδομένα και Περιγραφή Δείγματος

Η παρούσα μελέτη χρησιμοποιεί μηνιαίες παρατηρήσεις από μετοχές οι οποίες διαπραγματεύονται στο ΧΑΑ και στο ΧΠΑ. Η ανάλυση των μετοχών καλύπτει την περίοδο από 2/2000 μέχρι 7/2007. Οι μηνιαίες αποδόσεις των μετοχών υπολογίστηκαν με τον τύπο της συνεχούς αύξησης των αποδόσεων ως εξής (Balaban et al., 2002):

$$R_t = \ln(P_t / P_{t-1})$$

όπου R_t είναι η απόδοση της μετοχής στον χρόνο t . Η πραγματική μεταβλητότητα των μετοχών υπολογίστηκε με την τυπική απόκλιση των ημερήσιων αποδόσεων μέσα στον μήνα αναφοράς με τον ακόλουθο τύπο:

$$\sigma_m = \sqrt{\frac{\sum_{t=1}^n (R_{d,t} - \mu_m)^2}{n-1}}$$

$$\mu_m = (1/n) \sum_{t=1}^n R_{d,t}$$

όπου σ_m και μ_m είναι η πραγματική μεταβλητότητα και η μέση μηνιαία απόδοση αντίστοιχα. Ο αριθμός των ημερήσιων συναλλαγών μέσα στον μήνα δίνεται από n , ενώ οι συνολικές παρατηρήσεις ανέρχονται σε 90 από τις οποίες οι 45 πρώτες παρατηρήσεις (από 2/2000 μέχρι 11/2003)

χρησιμοποιήθηκαν για την εκτίμηση των μοντέλων που περιγράφονται παρακάτω και οι τελευταίες 45 για προβλεπτικούς σκοπούς.

Πίνακας 1: Περιγραφικά Στατιστικά Μηνιαίων αποδόσεων ολόκληρης της περιόδου (2/2000-7/2007)

FULL PERIOD>Returns	ALPHA	ATTICA	COCA COLA	ELTEH	ETHNIKI	EUROBANK	GEK	METKA	PEIREOS	SIDENOR
Mean	-1.09%	-1.23%	0.50%	-1.21%	0.24%	-0.45%	-0.45%	0.07%	0.74%	-0.03%
Maximum	28%	29%	19%	27%	39%	26%	45%	28%	29%	53%
Minimum	-43%	-53%	-26%	-111%	-36%	-35%	-47%	-30%	-33%	-36%
Std. Dev.	11%	14%	8%	16%	11%	10%	17%	13%	10%	14%
Skewness	-0.793	-0.630	-0.367	-3.748	-0.144	-0.309	-0.210	-0.471	-0.335	0.256
Kurtosis	5.186	4.710	3.401	27.719	4.642	4.523	3.223	2.706	4.186	4.406
Jarque-Bera	27.346	16.925	2.624	2501.991	10.417	10.134	0.850	3.647	6.952	8.389
Observations	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90

Πίνακας 2: Περιγραφικά Στατιστικά Πραγματικής Μεταβλητότητας ολόκληρης της περιόδου (2/2000-7/2007)

FULL PERIOD-Realized St. Deviation	ALPHA	ATTICA	COCA COLA	ELTEH	ETHNIKI	EUROBANK	GEK	METKA	PEIREOS	SIDENOR
Mean	9.27%	10.99%	7.99%	10.48%	8.84%	7.49%	11.89%	11.55%	7.61%	11.55%
Maximum	41%	27%	25%	61%	36%	32%	42%	27%	16%	97%
Minimum	4%	6%	3%	3%	4%	3%	5%	4%	3%	3%
Std. Dev.	6%	4%	3%	7%	5%	4%	6%	4%	3%	10%
Skewness	3.362	1.487	1.964	4.936	3.256	3.549	2.198	0.925	0.907	6.676
Kurtosis	16.626	5.068	8.665	36.367	16.887	20.154	10.821	3.653	3.488	55.662
Jarque-Bera	866	49	178	4541	882	1292	302	14	13	11069
Observations	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90

Πίνακας 3: Περιγραφικά Στατιστικά Μηνιαίων αποδόσεων περιόδου εκτίμησης (2/2000-10/2003)

ESTIMATION PERIOD>Returns	ALPHA	ATTICA	COCA COLA	ELTEH	ETHNIKI	EUROBANK	GEK	METKA	PEIREOS	SIDENOR
Mean	-2.74%	-3.62%	-0.52%	-4.17%	-1.83%	-2.19%	-2.40%	-2.86%	-1.52%	-3.97%
Maximum	28%	29%	19%	21%	39%	26%	45%	25%	20%	21%
Minimum	-29%	-53%	-26%	-111%	-36%	-21%	-38%	-30%	-33%	-36%
Std. Dev.	12%	16%	9%	19%	14%	10%	19%	15%	11%	14%
Skewness	0.111	-0.254	-0.188	-3.995	0.391	0.715	0.268	-0.352	-0.337	-0.382
Kurtosis	3.114	4.044	3.003	22.752	3.930	3.655	2.744	2.114	3.533	2.411
Jarque-Bera	0.118	2.526	0.264	851.187	2.765	4.645	0.661	2.403	1.385	1.745
Observations	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45

Πίνακας 4: Περιγραφικά Στατιστικά Πραγματικής Μεταβλητότητας περιόδου εκτίμησης (2/2000-10/2003)

Από τους πίνακες φαίνεται ότι για ολόκληρη την περίοδο η μέση μηνιαία απόδοση είναι αρνητική, παρόλα αυτά η μέση μηνιαία απόδοση των μετοχών στην περίοδο πρόβλεψης είναι θετική σε αντίθεση με την περίοδο εκτίμησης η οποία είναι αρνητική. Όσον αφορά την πραγματική μεταβλητότητα, γίνεται φανερό ότι όλες οι μετοχές παρουσιάζουν χαμηλότερη πραγματική μεταβλητότητα στην περίοδο πρόβλεψης από ότι στην περίοδο εκτίμησης με αποτέλεσμα η τυπική απόκλιση να μειώνεται από την πρώτη στην δεύτερη περίοδο.

2.2 Μέθοδοι Πρόβλεψης

Τα μοντέλα τα οποία αναλύονται παρακάτω χρησιμοποιήθηκαν για την πρόβλεψη της μεταβλητότητας και είναι ανταγωνιστικά μεταξύ τους αναφορικά με την ακρίβεια της πρόβλεψης.

Α) Μοντέλο GARCH(1,1)

Το μηνιαίο GARCH(1,1) μοντέλο (Bollerslev, 1986) περιλαμβάνει την από κοινού εκτίμηση του υπό συνθήκη μέσου και της υπό συνθήκης διακύμανσης. Χρησιμοποιήθηκε το συγκεκριμένο μοντέλο από την οικογένεια ARCH γιατί έχει βρεθεί ότι είναι το πιο κατάλληλο για τα δεδμεμένα των αποδόσεων των μετοχών (Brailsford & Faff, 1996; Hull, 2006). Το συγκεκριμένο μοντέλο υπολογίζεται ως εξής:

$$r_t = \gamma + \varepsilon_t \quad (1)$$

$$\text{όπου } \varepsilon_t \sim N(0, h_t) \text{ και } h_t = \omega + \beta_1 h_{t-1} + \alpha_1 \varepsilon_{t-1}^2$$

Για να υπολογιστεί η μηνιαία μεταβλητότητα των μετοχών, εκτιμώνται n ημέρες μπροστά ώστε το άθροισμά τους να υπολογίσει την μεταβλητότητα του επόμενου μήνα ($T=46$). Στην συνέχεια αφαιρούνται οι παλιές παρατηρήσεις και προσθέτονται οι επόμενες παρατηρήσεις για τον μήνα που έγινε η πρόβλεψη και εκτιμούμε πάλι το μοντέλο ακολουθώντας την ίδια διαδικασία. Η διαδικασία αυτή επαναλαμβάνεται έως ότου αποκτηθούν 45 μηνιαίες προβλέψεις ($T=46, 47, \dots, 90$).

Β) Μοντέλο παλινδρόμησης (REG)

Στο μοντέλο αυτό χρησιμοποιείται η μέθοδος των ελαχίστων τετραγώνων με εξαρτημένη μεταβλητή τις πραγματικές μηνιαίες μεταβλητότητες και ανεξάρτητη την ίδια μεταβλητή με μια υστέρηση. Ο τύπος υπολογισμού είναι:

$$\sigma_t = \gamma_0 + \gamma_1 \sigma_{t-1} \quad T=46, 47, \dots, 90 \quad (2)$$

Το μοντέλο εκτιμάται αρχικά για τις πρώτες 45 παρατηρήσεις και οι εκτιμημένοι συντελεστες γ_0 και γ_1 χρησιμοποιούνται στην συνέχεια για την πρόβλεψη της τιμής της επόμενης περιόδου ($T=46$). Η ίδια διαδικασία επαναλαμβάνεται με διαδοχικές παλινδρομήσεις. Το μοντέλο αυτό είναι ουσιαστικά ένα αυτοπαλίνδρομο μοντέλο 1^{ης} τάξης με μέσο (AR1 with drift).

Γ) Μοντέλο κινητού μέσου (Moving Average Model)

Το μοντέλο αυτό λέει ότι η καλύτερη πρόβλεψη της τρέχουσας περιόδου είναι ο μέσος της πραγματικής μεταβλητότητας a περιόδων νωρίτερα. Το συγκεκριμένο μοντέλο δίνει την ίδια βαρύτητα σε όλες τις προηγούμενες παρατηρήσεις. Ο τύπος υπολογισμού δίνεται είναι:

$$\sigma_{f,m}(MA(a)) = \frac{1}{a} \sum_{j=m-a}^{m-1} \sigma_{a,j} \quad (3)$$

όπου $m=46, 47, \dots, 90$ και $\alpha=2, 3, 6, 9, 12$.

Η επιλογή της περιόδου εκτίμησης του κινητού μέσου όρου έγινε αυθαίρετα. Όσο μικρότερο είναι το α τόσο βραχυπρόθεσμη ($\alpha=2$) είναι η περίοδος εκτίμησης και αντίστροφα.

Δ) Μοντέλο εκθετικού κινητού μέσου (EWMA-Exponentially Weighted Moving Average)

Το μοντέλο αυτό εισάγει μια παράμετρο λάμδα (λ) η οποία καλείται εξομαλυντής. Η παράμετρος αυτή είναι μεταξύ του 0 και του 1 και δίνει μικρότερη βαρύτητα σε κάθε παρατήρηση όσο πηγαίνουμε σε παλαιότερες παρατηρήσεις, σε αντίθεση με τον κινητό μέσο που δίνει την ίδια βαρύτητα σε όλες τις παρατηρήσεις. Στο παρόν άρθρο χρησιμοποιήθηκαν δύο τιμές παραμέτρων λάμδα. Η πρώτη είναι 0.94, την οποία χρησιμοποιεί η εταιρία J.P. Morgan στο RiskMetrics™ και η δεύτερη τιμή είναι 0.992 η οποία είναι η χαμηλότερη τιμή εξομαλυντή που επιτρέπεται σύμφωνα με τους κανόνες της Βασιλείας (Jorion, 2002). Ο τύπος υπολογισμού είναι ο ακόλουθος:

$$\sigma_n^2(ewma) = \lambda \sigma_{n-1}^2 + (1 - \lambda) u_{n-1}^2 \quad (4)$$

όπου λ είναι ο εξομαλυντής, σ_{n-1}^2 η μεταβλητότητα της προηγούμενης περιόδου και u_{n-1}^2 είναι η απόδοση της μετοχής στον χρόνο $n-1$.

3. Εμπειρικά αποτελέσματα

3.1 Περιγραφή συμμετρικών στατιστικών σφαλμάτων

Ακολουθώντας τους Brailsford και Faff (1996) και Balaban et al. (2002) για να συγκρίνουμε την προβλεπτική ικανότητα των μοντέλων χρησιμοποιούμε το Μέσο Απόλυτο Σφάλμα (Mean Absolute Error-MAE), την τετραγωνική ρίζα του μέσου σφάλματος τετραγώνου (Root Mean Squared Error-RMSE) και το ποσοστιαίο απόλυτο σφάλμα (Mean Absolute Percentage Error-MAPE). Οι τύποι των συγκεκριμένων μέτρων δίνονται ως εξής:

$$MAE = \frac{1}{45} \sum_{m=46}^{90} |\sigma_{f,m} - \sigma_{r,m}| \quad (5)$$

$$RMSE = \left[\frac{1}{45} \sum_{m=46}^{90} (\sigma_{f,m} - \sigma_{r,m})^2 \right]^{1/2} \quad (6)$$

$$MAPE = \frac{1}{45} \sum_{m=46}^{90} \left| \frac{\sigma_{f,m} - \sigma_{r,m}}{\sigma_{r,m}} \right| \quad (7)$$

στις παραπάνω εξισώσεις f (forecast) και r (realized) είναι οι τιμές πρόβλεψης και οι πραγματικές τιμές της μεταβλητότητας των μετοχών

αντίστοιχα. Για να γίνουν πιο κατανοητές οι προβλέψεις χρησιμοποιείται μια σχετική τιμή ως δείκτης αναφοράς

3.2 Αποτελέσματα Πρόβλεψης

Οι πίνακες 7,8, και 9 δίνουν τα αποτελέσματα σύμφωνα με τα στατιστικά σφάλματα που αναφέρθηκαν προηγουμένως. Το σχετικό σφάλμα πρόβλεψης είναι ο λόγος του πραγματικού σφάλματος από ένα μοντέλο, διαιρεμένο με το πραγματικό σφάλμα του μοντέλου με την χειρότερη πρόβλεψη. Σύμφωνα με το πρώτο σφάλμα πρόβλεψης αυτό του MAE, το μοντέλο παλινδρόμησης και του κινητού μέσου 12 μηνών δίνουν τα πιο ακριβή αποτελέσματα, αφού το καθένα κατατάχθηκε πρώτο στις 4 από τις 10 μετοχές. Η διαφορά πρόβλεψης με το μοντέλο αναφοράς είναι κατά μέσο όρο 30% περίπου ενώ το μοντέλο GARCH(1,1) κατατάχθηκε ένατο στις 5 από τις 10 περιπτώσεις και μόλις μια φορά κατατάχθηκε πρώτο.

Από το επόμενο μέτρο σφάλματος πρόβλεψης, το RMSE, το μοντέλο παλινδρόμησης έρχεται πρώτο στις 6 από τις 10 περιπτώσεις, από τις οποίες οι 4 περιπτώσεις αφορούν τις πέντε πρώτες μετοχές με την μεγαλύτερη κεφαλαιοποίηση. Το μοντέλο του κινητού μέσου 12 μηνών είναι πρώτο σε μόλις 2 περιπτώσεις ενώ το μοντέλο GARCH(1,1) έχει σχεδόν παρόμοια κατάταξη όπως προηγουμένως.

Το τελευταίο μοντέλο, το MAPE, δείχνει ότι ο MA(12) δίνει το χαμηλότερο σφάλμα πρόβλεψης 22,1% ενώ το μοντέλο παλινδρόμησης δίνει 4 από τις 10 περιπτώσεις καλύτερα αποτελέσματα αναφορικά με τα υπόλοιπα μοντέλα. Αξίζει να αναφερθεί ότι στην περίπτωση αυτή το EWMA(0.94) δίνει καλύτερη ακρίβεια πρόβλεψης σε 3 περιπτώσεις. Συνοψίζοντας μπορούμε να πούμε ότι το μοντέλο παλινδρόμησης δείχνει να υπερέχει ελαφρά των υπολοίπων μοντέλων πρόβλεψης, ενώ τα αποτελέσματα δεν είναι και τόσο καλά για το EWMA σε αντίθεση με τα συμπεράσματα των Tse(1991) και Tse και Tung(1992) που δείχνουν την υπεροχή αυτού του μοντέλου. Τα αποτελέσματα είναι σύμφωνα και με την μελέτη των Brailsford και Faff(1996).

3.3 Ασύμμετρα σφάλματα πρόβλεψης

Τα προηγούμενα μέτρα ακρίβειας των προβλέψεων δίνουν το ίδιο βάρος σε παρατηρήσεις κάτω και πάνω από την παρατηρούμενη πραγματική τιμή. Παρόλα αυτά υπάρχουν επενδυτές οι οποίοι δίνουν διαφορετική βαρύτητα σε τιμές πάνω ή κάτω από την πραγματική τιμή, όπως για παράδειγμα αυτοί που ενδιαφέρονται για αγορά και πώληση συμβολαίων μελλοντικής εκπλήρωσης (Brailsford και Faff, 1996). Η πρός τα κάτω πρόβλεψη είναι ανεπιθύμητη για έναν πωλητή συμβολαίου μελλοντικής εκπλήρωσης, ενώ η προς τα πάνω πρόβλεψη είναι ανεπιθύμητη για έναν αγοραστή τέτοιου συμβολαίου. Τα συγκεκριμένα μέτρα πρόβλεψης δίνονται ως εξής (Pagan και Schwert,1990; Brailsford και Faff, 1996):

$$MME(U) = \frac{1}{45} \left[\sum_{T=1}^O |\sigma_{f,m} - \sigma_{r,m}| + \sum_{T=1}^U \sqrt{|\sigma_{f,m} - \sigma_{r,m}|} \right] \quad (8)$$

$$MME(O) = \frac{1}{45} \left[\sum_{T=1}^O \sqrt{|\sigma_{f,m} - \sigma_{r,m}|} + \sum_{T=1}^U |\sigma_{f,m} - \sigma_{r,m}| \right] \quad (9)$$

Πίνακας 7: MAE για πρόβλεψη της μηνιαίας μεταβλητότητας

MODEL	MAE			ΕΘΝΙΚΙ			EUROBANK			ALPHA			COCA			PEIREOS		
	ACTUAL	RELATIVE	RANK	ACTUAL	RELATIVE	RANK	ACTUAL	RELATIVE	RANK	ACTUAL	RELATIVE	RANK	ACTUAL	RELATIVE	RANK			
GARCH	4.060%	1.000	9	2.507%	0.816	5	4.539%	1.000	9	1.628%	0.870	5	2.200%	0.873	3			
REG	2.684%	0.661	2	2.027%	0.660	1	3.106%	0.684	1	1.512%	0.808	3	2.042%	0.810	1			
MA (2)	3.087%	0.760	8	2.565%	0.835	7	3.905%	0.860	6	1.717%	0.917	7	2.175%	0.863	2			
MA (3)	3.017%	0.743	6	2.548%	0.829	6	3.885%	0.856	5	1.643%	0.878	6	2.272%	0.901	5			
MA (6)	3.094%	0.762	7	2.445%	0.796	4	3.860%	0.850	4	1.583%	0.846	4	2.521%	1.000	9			
MA (9)	2.755%	0.679	3	2.293%	0.746	3	3.718%	0.819	3	1.493%	0.798	2	2.430%	0.964	8			
MA (12)	2.675%	0.659	1	2.032%	0.661	2	3.221%	0.710	2	1.466%	0.783	1	2.393%	0.949	7			
EWMA (0.994)	2.945%	0.725	5	3.072%	1.000	9	4.046%	0.891	8	1.872%	1.000	9	2.331%	0.925	6			
EWMA (0.94)	2.869%	0.707	4	3.020%	0.983	8	3.911%	0.862	7	1.843%	0.985	8	2.263%	0.898	4			

MODEL	ELTEX			SIDENOR			METKA			GEEK			ATTICA		
	ACTUAL	RELATIVE	RANK	ACTUAL	RELATIVE	RANK	ACTUAL	RELATIVE	RANK	ACTUAL	RELATIVE	RANK	ACTUAL	RELATIVE	RANK
GARCH	4.760%	1.000	9	4.240%	1.000	9	3.157%	0.856	3	5.060%	1.000	9	2.282%	0.854	1
REG	2.875%	0.604	3	3.588%	0.846	5	3.158%	0.856	4	4.022%	0.795	1	2.672%	1.000	9
MA (2)	3.145%	0.661	6	3.369%	0.795	1	3.690%	1.000	9	4.612%	0.911	6	2.412%	0.903	5
MA (3)	2.952%	0.620	4	3.545%	0.836	3	3.398%	0.921	6	4.522%	0.894	4	2.403%	0.899	4
MA (6)	3.064%	0.644	5	3.895%	0.919	7	3.390%	0.919	5	4.541%	0.897	5	2.590%	0.969	6
MA (9)	2.863%	0.601	2	4.021%	0.948	8	3.127%	0.847	2	4.447%	0.879	3	2.659%	0.995	8
MA (12)	2.787%	0.586	1	3.890%	0.917	6	3.110%	0.843	1	4.424%	0.874	2	2.629%	0.984	7
EWMA (0.994)	3.388%	0.712	8	3.556%	0.839	4	3.534%	0.958	7	4.737%	0.936	8	2.383%	0.892	2
EWMA (0.94)	3.277%	0.688	7	3.504%	0.826	2	3.558%	0.964	8	4.683%	0.925	7	2.395%	0.896	3

Πίνακας 8:RMSE για πρόβλεψη της μηνιαίας μεταβλητότητας

RMSE		ETHNIKI			EUROBANK			ALPHA			COCA			PEIREOS		
MODEL	ACTUAL	RELATIVE	RANK	ACTUAL	RELATIVE	RANK	ACTUAL	RELATIVE	RANK	ACTUAL	RELATIVE	RANK	ACTUAL	RELATIVE	RANK	
GARCH	5.165%	1.000	9	3.775%	0.793	6	7.828%	1.000	9	1.9940%	0.914	4	2.748%	0.846	2	
REG	4.009%	0.776	1	3.470%	0.729	1	5.517%	0.705	1	1.8350%	0.841	2	2.646%	0.815	1	
MA (2)	4.801%	0.930	7	3.857%	0.810	7	6.363%	0.813	6	2.1679%	0.994	7	3.015%	0.929	4	
MA (3)	4.580%	0.887	4	3.708%	0.779	4	6.205%	0.793	5	2.0990%	0.962	6	3.009%	0.927	3	
MA (6)	4.605%	0.892	5	3.706%	0.778	3	6.198%	0.792	4	2.0130%	0.923	5	3.247%	1.000	9	
MA (9)	4.392%	0.850	3	3.733%	0.784	5	6.056%	0.774	3	1.8740%	0.859	3	3.142%	0.968	8	
MA (12)	4.274%	0.827	2	3.479%	0.731	2	5.554%	0.710	2	1.8210%	0.835	1	3.017%	0.929	5	
EWMA (0.994)	4.850%	0.939	8	4.762%	1.000	9	7.193%	0.919	8	2.1820%	1.000	9	3.135%	0.966	7	
EWMA (0.94)	4.774%	0.924	6	4.705%	0.988	8	7.103%	0.907	7	2.1680%	0.994	8	3.088%	0.951	6	

		ELTEX			SIDENOR			METKA			GEK			ATTICA		
MODEL	ACTUAL	RELATIVE	RANK	ACTUAL	RELATIVE	RANK	ACTUAL	RELATIVE	RANK	ACTUAL	RELATIVE	RANK	ACTUAL	RELATIVE	RANK	
GARCH	6.500%	1.000	9	5.890%	1.000	9	3.970%	0.813	3	6.580%	0.786	4	3.320%	1.000	9	
REG	3.520%	0.542	3	5.175%	0.879	3	3.980%	0.815	4	6.183%	0.739	1	3.051%	0.919	1	
MA (2)	3.949%	0.608	6	4.895%	0.831	1	4.609%	0.944	7	7.405%	0.884	7	3.147%	0.948	3	
MA (3)	3.560%	0.548	4	4.973%	0.844	2	4.236%	0.867	6	7.108%	0.849	6	3.070%	0.925	2	
MA (6)	3.575%	0.550	5	5.253%	0.892	5	4.121%	0.844	5	6.654%	0.795	5	3.282%	0.989	6	
MA (9)	3.490%	0.537	2	5.412%	0.919	8	3.918%	0.802	1	6.541%	0.781	2	3.293%	0.992	7	
MA (12)	3.420%	0.526	1	5.327%	0.904	6	3.948%	0.808	2	6.548%	0.782	3	3.293%	0.992	8	
EWMA (0.994)	4.503%	0.693	8	5.250%	0.891	7	4.885%	1.000	9	8.372%	1.000	9	3.166%	0.954	5	
EWMA (0.94)	4.414%	0.679	7	5.181%	0.880	4	4.816%	0.986	8	8.237%	0.984	8	3.160%	0.952	4	

Πίνακας 9:MAPE για πρόβλεψη της μηνιαίας μεταβλητότητας

MAPE	ΕΘΝΙΚΙ			EUROBANK			ALPHA			COCA			PEIREOS		
	ACTUAL	RELATIVE	RANK	ACTUAL	RELATIVE	RANK	ACTUAL	RELATIVE	RANK	ACTUAL	RELATIVE	RANK	ACTUAL	RELATIVE	RANK
GARCH	56.3%	1.000	9	39.3%	0.904	7	57.4%	1.000	9	25.2%	0.882	5	39.4%	0.957	6
REG	33.5%	0.595	3	30.2%	0.694	1	34.8%	0.606	1	23.0%	0.806	3	34.7%	0.844	1
MA (2)	35.9%	0.638	7	35.6%	0.818	4	40.1%	0.698	5	26.7%	0.936	7	35.1%	0.854	2
MA (3)	35.8%	0.636	6	35.9%	0.825	5	41.3%	0.719	6	25.5%	0.893	6	37.0%	0.900	5
MA (6)	37.9%	0.673	8	36.1%	0.830	6	45.5%	0.793	8	24.1%	0.844	4	41.1%	1.000	9
MA (9)	33.6%	0.598	4	34.3%	0.789	3	43.5%	0.757	7	22.6%	0.790	2	39.8%	0.967	8
MA (12)	32.6%	0.580	2	30.4%	0.698	2	37.0%	0.644	2	22.1%	0.773	1	39.6%	0.962	7
EWMA (0.994)	34.0%	0.604	5	43.5%	1.000	9	39.5%	0.688	4	28.6%	1.000	9	37.0%	0.899	4
EWMA (0.94)	32.2%	0.571	1	41.6%	0.956	8	37.1%	0.645	3	27.3%	0.956	8	35.2%	0.856	3

MODEL	ELTEX			SIDENOR			METKA			GEK			ATTICA		
	ACTUAL	RELATIVE	RANK	ACTUAL	RELATIVE	RANK	ACTUAL	RELATIVE	RANK	ACTUAL	RELATIVE	RANK	ACTUAL	RELATIVE	RANK
GARCH	59.40%	1.0000	9	51.5%	1.000	9	35.2%	0.8745	3	55.2%	1.0000	9	33.8%	1.0000	9
REG	34.59%	0.5823	5	40.8%	0.792	7	35.3%	0.8776	4	40.0%	0.7246	1	31.4%	0.9284	8
MA (2)	34.77%	0.5854	6	34.8%	0.676	3	40.3%	1.0000	9	44.2%	0.7998	7	25.8%	0.7644	3
MA (3)	33.72%	0.5677	2	37.0%	0.718	4	36.6%	0.9096	6	43.2%	0.7826	3	26.1%	0.7715	4
MA (6)	35.99%	0.6058	8	40.5%	0.786	6	36.6%	0.9088	5	43.2%	0.7832	4	28.9%	0.8545	5
MA (9)	33.98%	0.5721	3	41.5%	0.806	8	33.9%	0.8426	2	42.9%	0.7771	2	30.0%	0.8871	7
MA (12)	33.26%	0.5599	1	40.4%	0.784	5	33.9%	0.8422	1	43.3%	0.7847	5	29.9%	0.8857	6
EWMA (0.994)	35.97%	0.6056	7	34.3%	0.666	2	38.8%	0.9637	8	44.9%	0.8139	8	25.2%	0.7470	2
EWMA (0.94)	34.00%	0.5723	4	33.0%	0.641	1	37.9%	0.9414	7	43.4%	0.7857	6	24.8%	0.7330	1

όπου O είναι ο αριθμός των προς τα πάνω προβλέψεων (Overprediction) και U ο αριθμός των προς τα κάτω προβλέψεων (Underprediction). Τα συγκεκριμένα μέτρα $MME(U)$ και $MME(O)$ δίνουν μεγαλύτερη ποινή στις προς τα πάνω και προς τα κάτω προβλέψεις αντίστοιχα.

Από τον πίνακα 10, όπου αναφέρονται τα αποτελέσματα των συγκεκριμένων στατιστικών σφαλμάτων, γίνεται φανερό ότι η στατιστική $MME(U)$ δείχνει ότι το μοντέλο παλινδρόμησης εξακολουθεί να είναι πρώτο σε ακρίβεια πρόβλεψης στις 4 από τις 10 περιπτώσεις, ενώ ακολουθεί ο κινητός μέσος 12 μηνών με 3 περιπτώσεις. Το μοντέλο $GARCH(1,1)$ μολονότι σε αρκετές περιπτώσεις δίνει ένα σημαντικό ποσοστό προβλέψεων πάνω από τις πραγματικές τιμές, έχει την χειρότερη κατάταξη (9) σε 6 από τις 10 περιπτώσεις.

Η στατιστική $MME(O)$, η οποία δίνει μεγαλύτερη ποινή σε προβλέψεις πάνω από τις πραγματικές, κατατάσσει το μοντέλο παλινδρόμησης πρώτο σε 4 περιπτώσεις, ενώ το μοντέλο $GARCH(1,1)$, το οποίο προηγουμένως δεν είχε καλή κατάταξη, τώρα εμφανίζεται να δίνει τις καλύτερες προβλέψεις σε 3 μετοχές. Η αντίθεση αυτή στην κατάταξη των μοντέλων δείχνει ότι οι προβλέψεις είναι αρκετά ευαίσθητες στο κριτήριο που χρησιμοποιείται, ενώ η επιλογή του κριτηρίου πρέπει να γίνει με προσοχή και ανάλογα με τον σκοπό για τον οποίο θα χρησιμοποιηθούν οι προβλέψεις.

5. Συμπεράσματα

Το άρθρο αυτό εξετάζει την ικανότητα διαφόρων μοντέλων να προβλέψουν την μηνιαία μεταβλητότητα 10 μετοχών που διαπραγματεύονται στο ΧΑΑ και στο ΧΠΑ. Τα μοντέλα τα οποία χρησιμοποιούνται είναι το $GARCH(1,1)$, ένα απλό μοντέλο παλινδρόμησης, κινητοί μέσοι όροι διαφορετικών περιόδων και εκθετικοί μέσοι όροι. Τα διαφορετικά στατιστικά μέτρα πρόβλεψης που χρησιμοποιήθηκαν δεν δείχνουν κάποια φανερή ανωτερότητα ενός μοντέλου, ωστόσο σε αρκετές περιπτώσεις το απλό μοντέλο παλινδρόμησης έχει την πρώτη κατάταξη σε ακρίβεια πρόβλεψης. Τα συγκεκριμένα αποτελέσματα είναι σύμφωνα με αυτά των Brailsford και Faff (1996).

Επιπλέον, εκτός από τα παραδοσιακά μέτρα πρόβλεψης, χρησιμοποιήθηκαν και ασύμμετρα μέτρα πρόβλεψης, όπου δίνουν μεγαλύτερο βάρος σε προβλέψεις πάνω και κάτω των πραγματικών. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα το απλό μοντέλο παλινδρόμησης εξακολουθεί να υπερτερεί ελαφρώς ενώ υπάρχουν και κάποιες περιπτώσεις όπου το μοντέλο $GARCH(1,1)$ έδωσε καλύτερη ακρίβεια πρόβλεψης. Ωστόσο η κατάταξη των μοντέλων είναι αρκετά ευαίσθητη στο κριτήριο το οποίο χρησιμοποιείται κάθε φορά, με αποτέλεσμα ο κάθε ερευνητής ή επενδυτής πρέπει να είναι προσεκτικός στο κριτήριο που χρησιμοποιεί λαμβάνοντας πρωταρχικά υπόψη τον σκοπό για τον οποίο θα χρησιμοποιήσει τις προβλέψεις. Αξίζει να σημειωθεί ότι και ο κινητός μέσος όρος 12 μηνών έχει δώσει σε αρκετές περιπτώσεις τις ακριβέστερες προβλέψεις.

Πίνακας 10: Ασύμμετρα κριτήρια για την πρόβλεψη της μηνιαίας μεταβλητότητας

ETHNIKI									ELTEH								
MMU			MMO			% %			MMU			MMO				% %	
Model	Actual	Relative	Rank	Actual	Relative	Rank	Under	Over	Actual	Relative	Rank	Actual	Relative	Rank	Under	Over	
GARCH	3.810%	1.000	9	3.550%	1.000	9	22%	78%	3.790%	1.000	9	3.740%	1.000	9	33%	67%	
REG	3.180%	0.835	3	2.950%	0.831	1	22%	78%	3.300%	0.871	3	3.180%	0.850	2	38%	62%	
MA (2)	3.420%	0.898	7	3.400%	0.958	8	49%	51%	3.480%	0.918	7	3.440%	0.920	6	36%	64%	
MA (3)	3.370%	0.885	6	3.340%	0.941	6	44%	56%	3.330%	0.879	4	3.270%	0.874	4	40%	60%	
MA (6)	3.460%	0.908	8	3.380%	0.952	7	40%	60%	3.440%	0.908	5	3.340%	0.893	5	38%	62%	
MA (9)	3.190%	0.837	4	3.080%	0.868	3	36%	64%	3.280%	0.865	2	3.180%	0.863	3	40%	60%	
MA (12)	3.140%	0.824	1	3.010%	0.848	2	29%	71%	3.220%	0.850	1	3.110%	0.832	1	38%	62%	
EWMA (0.994)	3.290%	0.864	5	3.310%	0.932	4	49%	51%	3.640%	0.960	8	3.660%	0.979	8	47%	53%	
EWMA (0.94)	3.150%	0.827	2	3.310%	0.886	5	49%	51%	3.460%	0.913	6	3.650%	0.976	7	47%	53%	

EUROBANK									SIDENOR								
MMU			MMO			% %			MMU			MMO				% %	
Model	Actual	Relative	Rank	Actual	Relative	Rank	Under	Over	Actual	Relative	Rank	Actual	Relative	Rank	Under	Over	
GARCH	2.970%	0.879	6	2.430%	0.706	1	26%	74%	4.650%	1.000	9	3.900%	0.924	6	33%	67%	
REG	2.520%	0.746	1	2.530%	0.735	2	47%	53%	3.850%	0.828	5	3.760%	0.891	2	44%	56%	
MA (2)	2.980%	0.882	7	2.990%	0.869	6	47%	53%	1.670%	0.359	1	1.670%	0.396	1	53%	47%	
MA (3)	2.950%	0.873	5	2.990%	0.870	7	49%	51%	3.750%	0.806	4	3.800%	0.900	3	47%	53%	
MA (6)	2.860%	0.846	4	2.910%	0.846	5	49%	51%	3.990%	0.858	7	4.100%	0.972	7	47%	53%	
MA (9)	2.740%	0.811	3	2.770%	0.805	4	47%	53%	4.070%	0.875	8	4.220%	1.000	9	53%	47%	
MA (12)	2.520%	0.747	2	2.540%	0.738	3	38%	62%	3.960%	0.852	6	4.120%	0.976	8	47%	53%	
EWMA (0.994)	3.380%	1.000	9	3.420%	0.994	8	51%	49%	3.740%	0.804	3	3.830%	0.908	4	49%	51%	
EWMA (0.94)	3.270%	0.967	8	3.440%	1.000	9	53%	47%	3.600%	0.774	2	3.870%	0.917	5	51%	49%	

ALPHA									METKA								
MMU			MMO			% %			MMU			MMO				% %	
Model	Actual	Relative	Rank	Actual	Relative	Rank	Under	Over	Actual	Relative	Rank	Actual	Relative	Rank	Under	Over	
GARCH	4.870%	1.000	9	4.130%	0.990	7	22%	78%	3.580%	0.923	3	3.320%	0.851	1	31%	69%	
REG	3.440%	0.706	1	3.410%	0.818	1	29%	71%	3.590%	0.925	4	3.330%	0.854	2	31%	69%	
MA (2)	4.060%	0.834	7	4.040%	0.969	6	44%	56%	3.880%	1.000	9	3.890%	0.997	8	58%	42%	
MA (3)	4.050%	0.832	5	4.030%	0.966	5	44%	56%	3.660%	0.943	6	3.650%	0.936	6	47%	53%	
MA (6)	4.050%	0.833	6	3.990%	0.957	4	44%	56%	3.680%	0.948	7	3.620%	0.928	5	44%	56%	

Πίνακας 10: Συνέχεια

MA (9)	3.950%	0.812	4	3.870%	0.928	3	33%	67%	3.500%	0.902	2	3.390%	0.869	4	40%	60%	
MA (12)	3.560%	0.731	2	3.470%	0.832	2	24%	76%	3.490%	0.899	1	3.350%	0.859	3	36%	64%	
EWMA (0.994)	4.150%	0.852	8	4.170%	1.000	9	42%	58%	3.740%	0.964	8	3.790%	0.972	7	56%	44%	
EWMA (0.94)	3.950%	0.811	3	4.160%	0.998	8	44%	56%	3.650%	0.941	5	3.900%	1.000	9	62%	38%	
COCA-COLA									GEK								
	MMU			MMO			%	%		MMU			MMO			%	%
Model	Actual	Relative	Rank	Actual	Relative	Rank	Under	Over	Actual	Relative	Rank	Actual	Relative	Rank	Under	Over	
GARCH	2.190%	0.920	6	2.140%	0.888	5	44%	56%	4.670%	1.000	9	4.210%	0.881	2	13%	87%	
REG	2.060%	0.866	3	2.060%	0.855	3	49%	51%	4.290%	0.919	1	3.980%	0.833	1	22%	78%	
MA (2)	2.250%	0.945	7	2.250%	0.934	7	56%	44%	4.590%	0.983	7	4.600%	0.962	7	49%	51%	
MA (3)	2.180%	0.916	5	2.190%	0.909	6	53%	47%	4.530%	0.970	3	4.510%	0.944	6	47%	53%	
MA (6)	2.120%	0.891	4	2.130%	0.884	4	49%	51%	4.580%	0.981	6	4.500%	0.941	5	40%	60%	
MA (9)	2.030%	0.853	2	2.050%	0.851	2	49%	51%	4.540%	0.972	4	4.440%	0.929	4	31%	69%	
MA (12)	2.010%	0.845	1	2.030%	0.842	1	47%	53%	4.570%	0.979	5	4.420%	0.925	3	29%	71%	
EWMA (0.994)	2.380%	1.000	9	2.400%	0.996	8	47%	53%	4.660%	0.998	8	4.710%	0.985	8	53%	47%	
EWMA (0.94)	2.310%	0.971	8	2.410%	1.000	9	56%	44%	4.500%	0.964	2	4.780%	1.000	9	56%	44%	
PEIREOS									ATTICA								
	MMU			MMO			%	%		MMU			MMO			%	%
Model	Actual	Relative	Rank	Actual	Relative	Rank	Under	Over	Actual	Relative	Rank	Actual	Relative	Rank	Under	Over	
GARCH	2.770%	0.930	5	2.490%	0.856	2	33%	67%	3.390%	1.000	9	2.281%	0.731	1	24%	76%	
REG	2.590%	0.869	1	2.470%	0.849	1	27%	73%	3.230%	0.953	8	2.790%	0.894	2	27%	73%	
MA (2)	2.660%	0.893	2	2.650%	0.911	3	53%	47%	2.880%	0.850	3	2.830%	0.907	4	49%	51%	
MA (3)	2.750%	0.923	4	2.730%	0.938	4	42%	58%	2.890%	0.853	4	2.800%	0.897	3	44%	56%	
MA (6)	2.980%	1.000	9	2.910%	1.000	9	38%	62%	3.080%	0.909	5	3.120%	1.000	9	42%	58%	
MA (9)	2.920%	0.980	8	2.820%	0.969	8	38%	62%	3.150%	0.929	7	2.950%	0.946	8	33%	67%	
MA (12)	2.900%	0.973	7	2.770%	0.952	5	33%	67%	3.140%	0.926	6	2.890%	0.926	6	40%	60%	
EWMA (0.994)	2.780%	0.933	6	2.790%	0.959	7	47%	53%	2.840%	0.838	2	2.830%	0.907	5	53%	47%	
EWMA (0.94)	2.670%	0.896	3	2.780%	0.955	6	51%	49%	2.770%	0.817	1	2.900%	0.929	7	58%	42%	

Αναφορές

- Akgiray, V., (1989), "Conditional heteroskedasticity in time series of stock returns: evidence and forecasts," *Journal of Business*, 62: 55-80.
- Assimakopoulos, V., & Vafopoulos, M., (2000), "Financial volatility forecasting," *Economic & Financial Computing*, 10: No 3.
- Balaban, E., Bayar, A., & Faff, R., (2002), "Forecasting stock market volatility: Evidence from fourteen countries," University of Edinburgh, Center for Financial Markets Research, Working Paper 2002.04.
- Bollerslev, T., (1986), "Generalized Autoregressive Conditional Heteroscedasticity," *Journal of Econometrics*, 31: 307-327.
- Brailsford, T., & Faff, R., (1996), "An evaluation of volatility forecasting techniques," *Journal of Banking and Finance*, 20: 419-438.
- Dimson, E., & Marsh, P., (1990), "Volatility forecasting without data-snooping," *Journal of Banking and Finance*, 14: 399-421.
- Ederington, L., (2005), "Forecasting Volatility", *Journal of Futures Markets*, 25: 465-490.
- Engle, R., & Patton, A., (2001), "What good is a volatility model?," *Quantitative Finance*, 1: 237-245.
- Hull, J., (2006), "Options, Futures and other Derivatives," Prentice Hall, 6th Ed.
- Jorion, P., (2002), "Fallacies about the effects of market risk management systems," *Financial Stability Review*, December 2002:115-127.
- Maris, K., Pantou, G., Nikolopoulos, K., Pagourtzi, E., & Assimakopoulos, V., (2004), "A study of financial volatility forecasting techniques in the FTSE/ASE 20 index," *Applied Economics Letters*, 11: 453-457.
- Pagan, A., & Schwert, G., (1990), "Alternative models for conditional stock volatility," *Journal of Econometrics*, 45:267-290.
- Poon, S., & Granger, C., (2003), "Forecasting volatility in financial markets: A review," *Journal of Economic Literature*, 41: 478-539.
- Tse, S., & Tung, K., (1992), "Forecasting volatility in the Singapore stock market," *Asia Pacific Journal of Management*, 9:1-13.
- Tse, Y., (1991), "Stock returns volatility in the Tokyo stock exchange," *Japan and the World Economy*, 3: 285-298.
- West, K., & Cho, D., (1995), "The predictive ability of several models of exchange rate volatility," *Journal of Econometrics*, 69: 367-391.

Η Παρούσα εργασία χρηματοδοτήθηκε από το Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο ΕΠΕΑΕΚ ΙΙ - ΑΡΧΙΜΗΔΗΣ