

ΔΙΑΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ
ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ

ΤΕΧΝΟ - ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ



Υπεύθυνος Καθηγητής
κ. Αλεξάκης

ΑΘΗΝΑ 2003

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

<u>ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....</u>	<u>4</u>
<u>ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ.....</u>	<u>9</u>
<u>Κινητός Μέσος Όρος.....</u>	<u>10</u>
<u>Στατιστικές Τεχνικές.....</u>	<u>11</u>
<u>Τυχαιότητα.....</u>	<u>11</u>
<u>Στατικότητα.....</u>	<u>12</u>
<u>Ανεξαρτησία.....</u>	<u>12</u>
<u>Τεχνητά Νευρωνικά Δίκτυα.....</u>	<u>13</u>
<u>Γραμμική Πρόβλεψη.....</u>	<u>14</u>
<u>Τρόπος Εργασίας.....</u>	<u>14</u>
<u>ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΜΕ ΚΙΝΗΤΟ ΜΕΣΟ ΟΡΟ.....</u>	<u>16</u>
<u>Α' Περίοδος: 10/03/1997 – 23/02/1998.....</u>	<u>17</u>
<u>Β' Περίοδος: 23/02/1998 – 09/02/1999.....</u>	<u>19</u>
<u>Γ' Περίοδος: 09/02/1999 – 25/01/2000.....</u>	<u>21</u>
<u>Δ' Περίοδος: 25/01/2000 – 09/01/2001.....</u>	<u>23</u>
<u>Συμπεράσματα.....</u>	<u>24</u>
<u>ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΜΕ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΕΣ ΜΕΘΟΔΟΥΣ.....</u>	<u>25</u>
<u>Έλεγχοι ως προς την τυχαιότητα.....</u>	<u>25</u>
<u>Έλεγχοι ως προς την στατικότητα.....</u>	<u>28</u>
<u>Έλεγχος ως προς την ανεξαρτησία.....</u>	<u>31</u>
<u>Συμπεράσματα.....</u>	<u>31</u>
<u>ΑΝΑΛΥΣΗ ΜΕ ΝΕΥΡΩΝΙΚΑ ΔΙΚΤΥΑ.....</u>	<u>33</u>
<u>Πρόβλεψη με βάση τις 12 προηγούμενες ημέρες.....</u>	<u>35</u>
<u>Πρόβλεψη μίας τιμής – Μοντέλο (12-12-1).....</u>	<u>35</u>
<u>Πρόβλεψη μίας τιμής – Μοντέλο (12-12-12-1).....</u>	<u>37</u>
<u>Πρόβλεψη ΚΜΟ 12 ημερών – Μοντέλο (12-12-1).....</u>	<u>39</u>
<u>Πρόβλεψη ΚΜΟ 12 ημερών – Μοντέλο (12-12-12-1).....</u>	<u>42</u>
<u>Πρόβλεψη ΚΜΟ 6 ημερών – Μοντέλο (12-12-1).....</u>	<u>43</u>
<u>Πρόβλεψη ΚΜΟ 6 ημερών – Μοντέλο (12-12-12-1).....</u>	<u>44</u>
<u>Εναλλακτικά Μοντέλα.....</u>	<u>46</u>
<u>Συμπεράσματα.....</u>	<u>49</u>
<u>ΓΡΑΜΜΙΚΗ ΠΡΟΒΛΕΨΗ.....</u>	<u>51</u>
<u>ΕΠΙΛΟΓΟΣ.....</u>	<u>54</u>
<u>Ευχαριστίες.....</u>	<u>55</u>
<u>ΑΝΑΦΟΡΕΣ.....</u>	<u>56</u>

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η σύγχρονη διεθνής χρηματοοικονομική προσέγγιση στη νέα χιλιετία, χαρακτηρίζεται από την παγκοσμιοποίηση, την νέα μορφή οργάνωσης και διαχείρισης της παγκόσμιας οικονομίας. Κατά την άποψη μας, η παγκοσμιοποίηση λειτουργεί ως ενιαία αγορά με τρόπο κατευθυνόμενο, αυστηρά ελεγχόμενο και αντιδημοκρατικά επιβαλλόμενο. Πιο συγκεκριμένα, όσον αφορά την οικονομία, παγκοσμιοποίηση σημαίνει συγκέντρωση των κεφαλαίων σε λίγα «χέρια» - τα μεγάλα οικονομικά κέντρα και τις πολυεθνικές εταιρείες. Όσον αφορά την πολιτική σημαίνει άσκηση εξουσίας από τα ίδια οικονομικά κέντρα, με αποτέλεσμα να πλανάται ένα βασικό ερώτημα – ποιος κυβερνά τις χώρες και ποιος κατευθύνει τις τύχες των λαών. Τέλος, όσον αφορά την τεχνολογία, παγκοσμιοποίηση σημαίνει αδυναμία παρακολούθησης των τεχνολογικών εξελίξεων, αφού μόνο οι ειδήμονες μπορούν πλέον να κατανοήσουν την πολυπλοκότητα και τις επιπτώσεις αυτής.

Στο αντίθετο άκρο, οι υποστηρικτές της παγκοσμιοποίησης προβάλλουν σαν επιχειρήματα τρεις βασικές αλλαγές που έχουν ήδη επιτευχθεί και βρίσκονται σε πλήρη ανάπτυξη. Οι αλλαγές αυτές, όπως αναφέρονται από τους ίδιους, είναι: ο εκδημοκρατισμός της τεχνολογίας, ο εκδημοκρατισμός της οικονομίας και ο εκδημοκρατισμός της πληροφορίας. Ειδικότερα όταν αναφέρονται στην οικονομία, εννοούν την αλλαγή στον τρόπο με τον οποίο επενδύουμε, κάνοντας χρήση της τεχνολογίας και της πληροφορίας. Τρία σημαντικά στάδια δημιούργησαν τις συνθήκες διαμόρφωσης της σύγχρονης κεφαλαιαγοράς. Πρώτον, η εμφάνιση στα τέλη της δεκαετίας του '60 της αγοράς των «εμπορικών χαρτιών», δηλαδή ομολόγων που εξέδιδαν εταιρείες απ' ευθείας προς το κοινό, προκειμένου να συγκεντρώσουν κεφάλαια. Δεύτερον, η εγκατάλειψη του συστήματος των σταθερών συναλλαγματικών ισοτιμιών και των αυστηρών ελέγχων στην διακίνηση ξένων κεφαλαίων που θεσπίστηκαν μετά τον Β' Παγκόσμιο Πόλεμο (Bretton Woods, New Hampshire, ΗΠΑ 1944) στις αρχές της δεκαετίας του '70, με αποτέλεσμα οι κεφαλαιαγορές των προηγμένων χωρών να ανοίξουν στον οποιονδήποτε χρηματιστή. Τρίτον, η εμφάνιση στην δεκαετία του '80 των ομολόγων υψηλού κινδύνου ή «υψηλής απόδοσης», η οποία έδωσε την δυνατότητα σε ευρύτατο κοινό να αγοράσει ένα μικρό μερίδιο από αυτά (Μάικλ Μίλκεν – βασιλιάς των ομολόγων υψηλού κινδύνου), καθώς και η τιτλοποίηση των χρεών ολόκληρων χωρών – κυρίως των λατινοαμερικανικών. Στηριζόμενοι στα ανωτέρω οι υποστηρικτές της παγκοσμιοποίησης συνάγουν σαν συμπέρασμα ότι εκδημοκρατισμός σημαίνει: πολλοί ιδιώτες μέσω συνταξιοδοτικών - αμοιβαίων κεφαλαίων, έχουν στα χέρια τους τα χρέη πολλών χωρών, σε αντίθεση με την προϋπάρχουσα κατάσταση, όπου μερικοί πλούσιοι ιδιώτες και τραπεζίτες είχαν στα χέρια τους τα χρέη πολλών χωρών. Επιχαιρούν λοιπόν για αυτή τη διαπλάτυνση της επενδυτικής βάσης – από εκεί κι ο όρος εκδημοκρατισμός – δεν απαντούν όμως, και μάλλον αποκρύπτουν, το ερώτημα ποιος ελέγχει και πώς, αυτό το «παγκόσμιο ηλεκτρονικό κοπάδι»¹ επενδυτών. Αποφεύγουν επίσης να συνάγουν και δημοσιοποιήσουν συμπεράσματα σχετικά με το κατά πόσο τα άπειρα μέλη αυτού του «κοπαδιού» επιτυγχάνουν εν τέλει κέρδη.

Σε πολιτικό επίπεδο οι υποστηρικτές θεωρούν την Μάργκαρετ Θάτσερ (Αγγλία 1979) και τον Ρόναλντ Ρήγκαν (Η.Π.Α. – δεκαετία του '80) σαν τους «επαναστάτες» εκείνους που αφαίρεσαν τεράστιο μέρος της δυνατότητας λήψης οικονομικών αποφάσεων από το κράτος και το παρέδωσαν στην ελεύθερη αγορά. Υιοθέτησαν μια σειρά μέτρων όπως την μετατροπή του ιδιωτικού τομέα σε κύρια μηχανή οικονομικής

¹ οι ίδιοι οι υποστηρικτές της παγκοσμιοποίησης το ονομάζουν «Ηλεκτρονικό Κοπάδι»

ανάπτυξης, τη διατήρηση χαμηλού πληθωρισμού και σταθερότητας τιμών, τον περιορισμό του μεγέθους της κρατικής γραφειοκρατίας, την άρση των περιορισμών στις κεφαλαιαγορές, κ.α.. Τα μέτρα αυτά προβάλλονται σαν το μοναδικό μοντέλο ανάπτυξης στις ημέρες μας, αν και από την πρώτη στιγμή έγινε αντιληπτό ότι στο εσωτερικό των χωρών οδηγούν ορισμένες κοινωνικές ομάδες σε αποκλεισμό και διατηρούν άλλες κάτω από συνεχή πίεση, σε παγκόσμιο, δε, επίπεδο αποκλείονται ακόμα και ολόκληρες χώρες. Αυτή η κατάσταση, όπως και το ότι η ανάπτυξη της οικονομίας συνεπάγεται συρρίκνωση της πολιτικής (εμφανίστηκε ο όρος «τεχνοκράτης-πολιτικός») θεωρήθηκε αμελητέα μπροστά στην αποτελεσματικότητα των οικονομικών θεσμών και την αναβάθμιση της αποδοτικότητας της οικονομίας. Στις αιτιάσεις ολόκληρων λαών και στη δυσπιστία τους να δεχτούν το παραπάνω μοντέλο επικαλούμενοι τον δικό τους πολιτισμό, τις δικές τους αξίες και τη δυνατότητα επιλογής ίδιων τρόπων και ρυθμών και ενός διαφορετικού, λιγότερο περιοριστικού μοντέλου, απαντούν ότι η αντίσταση σε αυτές τις αλλαγές που αναμόρφωσαν ριζικά τον τρόπο επικοινωνίας, επενδύσεων και αντίληψης ζωής, οδηγεί στον αποκλεισμό ή στο «θάνατο», μέσω της άρνησης επενδύσεων ή της απόσυρσης κεφαλαίων από αυτές. Σαν απόδειξη αναφέρουμε ότι στην ετήσια έκθεση του ΟΟΣΑ το 1997 διαπιστώθηκε ότι για πρώτη φορά τα τελευταία 10 χρόνια οι χρηματοδοτήσεις στις φτωχότερες χώρες μειώθηκαν κατά 11%. Η μείωση αυτή συνεχίστηκε και το 1998 με αποτέλεσμα να μην επιτευχθεί ο στόχος του ΟΗΕ για μείωση κατά το ήμισυ του αριθμού των ανθρώπων που ζουν στο όριο της φτώχειας, και ο οποίος ανερχόταν, σύμφωνα με την ετήσια έκθεση του ΟΗΕ το 1999 σε 1.3 δις ανθρώπων.

Σε ότι αφορά την χώρα μας, μέσα από την υπερσυγκέντρωση της οικονομίας, τις διαδικασίες ένταξης στην ΟΝΕ, τις μετά-ΟΝΕ συνθήκες και το κλίμα που δημιουργήθηκε και προσανατόλισε την κοινωνία προς το χρηματιστήριο, ζούμε την δικής μας μορφής παγκοσμιοποίηση. Όμως και σε εμάς η κρίση του Σεπτεμβρίου του '99 επιβεβαίωσε ένα διεθνώς αναμφισβήτητο γεγονός, δηλαδή την συγκέντρωση κεφαλαίων σε όλο και λιγότερα χέρια. Κατά την άποψή μας οι ειδικοί και γνώστες της λειτουργίας των σύγχρονων χρηματοοικονομικών αγορών είναι σε θέση να γνωρίζουν, πού, πότε και πώς μια περιοχή της Γης είναι κατάλληλη για «επενδύσεις» ή αλλιώς για προσωρινές τοποθετήσεις κεφαλαίων. Διότι η έννοια της επένδυσης, όπως την αναγνωρίζαμε μέχρι τώρα δεν ισχύει. Παραγωγικές ή μακροπρόθεσμες τοποθετήσεις κεφαλαίων αποτελούν ελάχιστο τμήμα πια στον χώρο των σύγχρονων χρηματοοικονομικών αγορών. Η αναζήτηση αποδοτικότερων επενδυτικών ευκαιριών αναδεικνύεται στην κυριότερη κινητήρια δύναμη και διαμορφώνει μια ιδιάζουσα λογική «μεταφοράς πακέτων» από αγορά σε αγορά με στόχο την μεγαλύτερη δυνατή απόδοση. Η απελευθέρωση, η ανεξαρτητοποίηση και αποεπένδυση (μετακίνηση – απομάκρυνση κεφαλαίων από παραγωγικές επενδύσεις σε επενδύσεις τίτλων αξιών ή κάθε μορφής καθημερινής κερδοσκοπικής αναζήτησης) αποτελούν την πρακτική όσων κατέχουν πλούτο, τον οποίον σωρεύουν και διακινούν οπουδήποτε υποδεικνύει το πρόσκαιρο συμφέρον τους, πέρα και πάνω από χώρες και λαούς. Παράλληλα η πρακτική των εξαγορών και συγχωνεύσεων οδηγούν σε ολιγοπωλιακές ή και μονοπωλιακές καταστάσεις. Μερικές εκατοντάδες πολυεθνικές εταιρείες ελέγχουν την παγκόσμια παραγωγή, την διακίνηση αγαθών και κεφαλαίων, όπως και τις νέες τεχνολογίες. Εκπρόσωποι πολυεθνικών κολοσσών διαχειρίζονται τεράστια κεφάλαια, τα οποία κατευθύνουν ή επενδύουν «αρριβιστικά» σε εθνικές ή υπερεθνικές αγορές (οι γνωστές αναδυόμενες αγορές).

Έτσι, σε ότι αφορά το δημόσιο πλούτο της χώρας μας, οποιοσδήποτε εκπρόσωπος πολυεθνικής, ανεξαρτήτως εθνικότητας, αγοράσει δημόσιους οργανισμούς, κρατικές τράπεζες κ.α., και με δεδομένο ότι το τελευταίο που θα τον ενδιαφέρει θα είναι οι

επενδύσεις στην Ελλάδα με στόχο την οικονομική ανάπτυξη και απασχόληση, αφού κύρια μέριμνα του θα είναι το μέγιστο κέρδος, είναι σίγουρο ότι τα κεφάλαια αυτά θα τα μεταφέρει ανά τον κόσμο, σε αγορές με υψηλή απόδοση. Εξαγωγή κεφαλαίων από τη χώρα συνεπάγεται μια Ελλάδα φτωχότερη, όπως συμβαίνει και συνέβη σε άλλες χώρες πριν από εμάς. Το παράδειγμα των χωρών της Νοτιοανατολικής Ασίας το 1997 είναι χαρακτηριστικό. Οι οικονομίες χωρών όπως της Ινδονησίας, της Μαλαισίας, του Χόνγκ Κόνγκ, της Ιαπωνίας, κ.α. κατέρρευσαν ενώ τα κεφάλαιά τους φυγαδεύτηκαν μέσω των εκπροσώπων τους. Το ερώτημα «κατά πόσον η μεγάλη αυτή διεθνής μεταφορά πόρων έχει στηριχθεί σε υγιή επενδυτικά κριτήρια ή σε πιστωτική υπερεπέκταση των διεθνών τραπεζών» άρχισε με αφορμή την κρίση του '97 να αναφύεται για πρώτη, ίσως, φορά και να απασχολεί τους ένθερμους υποστηρικτές της παγκοσμιοποίησης, αφού ήταν αδύνατον να κλείσουν τα μάτια τους, με δεδομένο ότι η κρίση συνοδεύτηκε και από εκρηκτικές κοινωνικές καταστάσεις. Η ειρωνεία είναι ότι στην εκλαϊκευμένη του μορφή προς τις μάζες, το ερώτημα πέρασε σαν πρόβλημα κακών δανειοληπτών, σαν πρόβλημα «σάπιων» πρακτικών και θεσμών σε χώρες που είχαν παγκοσμιοποιηθεί πρόωρα. Έτσι στην Ινδονησία «ανακάλυψαν» την διεφθαρμένη οικογένεια Σουχάρτο (η οποία ήταν όντως), στην Κορέα κατηγορήθηκε ο ψευτοκαπιταλιστικός τρόπος ανάπτυξης της χώρας ενώ στην Ταϊλάνδη διεφθαρμένα κυβερνητικά στελέχη. Ακολούθησαν όμως η Ιαπωνία, η Ρωσία και το κακό δεν φαινόταν να σταματά. Αυτό που πραγματικά τους τρόμαξε ήταν οι εκρήξεις που συνόδευσαν τις μαζικές απολύσεις, την ανεργία, τα δημόσια ελλείμματα και την κατάρρευση των πραγματικών εισοδημάτων. Οι χρηματιστηριακές αυτές κρίσεις πυροδότησαν μια σειρά συζητήσεων και προτάσεων. Ενδεικτικά αναφέρουμε τις προτάσεις του νομπελίστα καθηγητή οικονομικών στο Columbia University, Robert Mundell, ο οποίος προτείνει μια βελτιωμένη εκδοχή του συστήματος σταθερών συναλλαγματικών ισοτιμιών που εφαρμόστηκε μεταπολεμικά, με τη δημιουργία «βέλτιστων» νομισματικών ζωνών με ενιαίο νόμισμα, και σε άλλες περιοχές, όπως στην Ασία, Λατινική Αμερική κ.ά. και ταυτόχρονα, θεωρεί ότι δεν είναι δυνατόν να βασίζονται οι οικονομίες σε ένα αποκλειστικό νόμισμα, στο δολάριο.

Για να επανέλθουμε στα της χώρας μας, προσπαθήσαμε – στα πλαίσια των δυνατοτήτων μας – με την παρούσα εργασία να ερευνήσουμε την αύξηση των τιμών των μετοχών (μέσω του γενικού δείκτη) την τελευταία δεκαετία παράλληλα με την τιμή του χρυσού, θεωρώντας ότι αν και αυτός έχει εγκαταλειφθεί σαν μετρική βάση ήδη από το 1973 (χρονιά που ουσιαστικά καταργήθηκε με την πλήρη απελευθέρωση των συναλλαγών και την εφαρμογή των κυμαινόμενων ισοτιμιών των νομισμάτων το διεθνές νομισματικό σύστημα), εντούτοις δεν έπαυσε η τιμή του, όσες πιέσεις κι αν δέχτηκε, όσο κι αν έμεινε καθηλωμένη, να αποτελεί ενδεικτικό αντίβαρο στην εικόνα οικονομικής ευρωστίας και ευεξίας που παρουσιάζετο με τα γνωστά σε όλους μας αποτελέσματα. (Κατά ευτυχή συγκυρία, την περίοδο που εγράφετο η συγκεκριμένη εργασία, η συνεχιζόμενη ύφεση των διεθνών χρηματιστηριακών αγορών και η ταυτόχρονη ανοδική πορεία της τιμής του χρυσού βοήθησαν και εμάς να διευκρινίσουμε και επιβεβαιώσουμε ίσως, κάποια στοιχεία, τα οποία είχαμε προσπαθήσει να προσεγγίσουμε με την ανάλυση των δύο χρονοσειρών). Στα πλαίσια της παρούσας εργασίας προσπαθήσαμε, με μία σειρά εργαλείων, να ελέγξουμε αν η σύγχρονη τεχνολογία μπορεί να προβλέψει βραχυπρόθεσμες εξελίξεις. Αν δηλαδή μπορούσαν κάποιοι κάτοχοι τεχνογνωσίας να εκμεταλλευθούν, προς όφελός τους, τις διαμορφούμενες συνθήκες της Ελληνικής αγοράς στην δεδομένη περίοδο.

Το ελληνικό Χρηματιστήριο απετέλεσε στη δεκαετία του 90 την τελευταία «αναδυόμενη» αγορά στον ευρύτερο χώρο της ONE προσέλκυσε δε, έναν εξαιρετικά μεγάλο αριθμό πρώην αποταμιευτών (περισσότεροι από 1,5 εκατομμύρια κωδικοί). Ο όγκος των κεφαλαίων που αντλήθηκαν από επιχειρήσεις μέσω εκδόσεων στο ΧΑΑ

από 20 δις δραχμές το 1980 ξεπέρασε τα 500 δις το 1998 ενώ το 1999, έφτασε τα 3,3 τρις δραχμές. Το 2000 συζητούσαν ακόμη για την βραχυπρόθεσμη ανάσχεση των τιμών των μετοχών, καθώς και για την «μεγάλη πρόκληση» για το μέλλον των ελληνικών επιχειρήσεων και της πορείας του Χρηματιστηρίου, δηλαδή, με ποιο τρόπο θα χρησιμοποιηθούν τα κεφάλαια που αντλήθηκαν από το ευρύ επενδυτικό κοινό (υπολογίζονται σε 500.000 οι μικροεπενδυτές που έχασαν από το 50% μέχρι και το 70% του κεφαλαίου που είχαν τοποθετήσει στο Χρηματιστήριο). Σήμερα?

«Μια οικονομία με ένα εκατομμύριο αγαθά, το καθένα από τα οποία έχει τη δική του τιμή ζει σε έναν χώρο **ενός εκατομμυρίου διαστάσεων**. Δεν απορώ που οι οικονομίες ελέγχονται τόσο δύσκολα!»

Βίκυ Γραμμή
Φλάτερλαντ, Ian Stewart

ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Όπως αναφέραμε και στην εισαγωγή, σκοπός της παρούσας εργασίας είναι να αξιολογήσει κάποιες μεθόδους για την τεχνική ανάλυση Χρηματαγορών, ώστε να εξάγει συμπεράσματα για την πορεία του Χρηματιστηρίου Αξιών Αθηνών τα τελευταία χρόνια. Επιπλέον, σκοπός της εργασίας είναι να προσπαθήσει να συσχετίσει την πορεία του γενικού δείκτη τιμών του ΧΑΑ με την αντίστοιχη πορεία της διεθνούς τιμής του Χρυσού, η οποία καθορίζεται, εξαρτάται και επηρεάζεται από διεθνείς παράγοντες. Η συσχέτιση αυτή δεν αφορά, τόσο τις μεταβολές και τις ημερήσιες τιμές των δύο αυτών μεγεθών, όσο την χρήση κοινών εργαλείων για εξαγωγή συμπερασμάτων, και, σαν συνέπεια, την έμμεση σύγκριση των μεγεθών αυτών, μέσω της σύγκρισης των εργαλείων ως προς την αποτελεσματικότητά τους για πρόβλεψη μεταβολών. Ο απώτερος σκοπός μας είναι να προσπαθήσουμε να ερευνήσουμε αν μπορούσε να προβλεφθεί ότι η πορεία του χρηματιστηρίου θα εμφάνιζε τόσο μεγάλες διακυμάνσεις, καθώς και αν οι διακυμάνσεις αυτές θα μπορούσαν με κάποιο τρόπο να έχουν αποφευχθεί.

Η «έκρηξη» του ελληνικού χρηματιστηρίου, η οποία είχε σαν αποτέλεσμα την μεγάλη άνοδο του γενικού δείκτη κατά την περίοδο 1998-1999 και ακολούθως την ραγδαία πτώση του κατά την περίοδο 2000-2001 είχε, αν μη τι άλλο, αρκετές επιπτώσεις τόσο σε κοινωνικό, όσο και σε πολιτικό επίπεδο. Η όλη κρίση ξεκίνησε περί τα τέλη του 1998, με την απότομη άνοδο του γενικού δείκτη. Η άνοδος αυτή είχε σαν αποτέλεσμα την προσέλκυση νέων επενδυτών, οι οποίοι είδαν το χρηματιστήριο σαν ένα μέσο «γρήγορου πλουτισμού». Η εν γένει λανθασμένη άποψη αυτή «υποκινήθηκε», σε μεγάλο βαθμό από αρκετούς παράγοντες, όπως, για παράδειγμα από τα Μέσα Μαζικής Ενημέρωσης και τον ημερήσιο τύπο, τα οποία και προέβαλλαν καθημερινά αφιερώματα και αναλύσεις για την πορεία του χρηματιστηρίου. Έτσι, αντί να μετριαστεί ο αλόγιστος «επενδυτικός πυρετός», και αντί να δοθεί στην αγορά ο απαραίτητος χρόνος για να «αφομοιώσει» τις απότομες αλλαγές, το αποτέλεσμα ήταν να προσελκύνονται ολοένα και περισσότεροι επενδυτές, οι οποίοι με την κατάρρευση του χρηματιστηρίου βρέθηκαν να χάνουν ένα σημαντικό ποσοστό των χρημάτων τους. Από το τεράστιο χρηματικό πόσο που διακινήθηκε την περίοδο εκείνη, το μεγαλύτερο ποσοστό απορροφήθηκε από τις τράπεζες, με την μορφή δανείων, καθώς και από αρκετές εταιρείες και μεγαλοεπενδυτές, οι οποίοι και αξιοποίησαν τον «επενδυτικό πυρετό» αποσκοπώντας σε μικρά ποσοστιαία, αλλά σημαντικά απόλυτα, κέρδη επί του κεφαλαίου τους (δηλαδή σε επενδυτές με κεφάλαιο της τάξης πολλών εκατομμυρίων δραχμών, ή και δισεκατομμυρίων, οι οποίοι στόχευαν σε ποσοστιαία κέρδη της τάξης του 10%, τα οποία βέβαια μεταφράζονται αντίστοιχα σε κέρδη πολλών εκατομμυρίων).

Όσον αφορά το κυρίως μέρος της εργασίας, θα παρουσιάσουμε αρκετές διαφορετικές μεθόδους ανάλυσης και πρόβλεψης των τιμών του χρηματιστηρίου, οι οποίες βασίζονται τόσο σε εμπειρικά κριτήρια, όσο και σε στατιστικές μεθόδους. Οι αναλύσεις αξιοποιούν δύο χρονοσειρές, μια που αφορά την τιμή του χρυσού και μια που αφορά την τιμή του Χρηματιστηρίου. Οι χρονοσειρές αυτές περιλαμβάνουν την περίοδο 20/6/1989 – 17/12/2001 και, στις περισσότερες των περιπτώσεων θα χωρίζουμε το χρονικό διάστημα αυτό σε δύο (ή και περισσότερες) περιόδους. Η πρώτη από αυτές θα περιλαμβάνει τις τιμές μέχρι περίπου τα τέλη του 1995, ενώ η δεύτερη όλες τις υπόλοιπες τιμές. Ο λόγος για τον οποίο προβήκαμε σε αυτή την διαφοροποίηση σχετίζεται με το γεγονός ότι η τιμή του γενικού δείκτη του ΧΑΑ οφείλει να αντικατοπτρίζει την γενικότερη πορεία της οικονομίας της χώρας μας. Ο

διαχωρισμός αυτός έχει σαν σκοπό του, πέρα από την σύγκριση των χρονοσειρών, να μας βοηθήσει στο να εξάγουμε κάποια συμπεράσματα για την πορεία του χρηματιστηρίου και τις μεταβολές στις επικρατούσες συνθήκες, καθώς επίσης και στο να εντοπίσουμε τις ποσοτικές διαφορές μεταξύ των χαρακτηριστικών της οικονομίας στις διάφορες περιόδους.

Στις παραγράφους που ακολουθούν θα δούμε συνοπτικά τις μεθόδους που θα χρησιμοποιήσουμε για την ανάλυση των δύο αυτών χρονοσειρών.

Κινητός Μέσος Όρος

Η ανάλυση του χρηματιστηρίου με την βοήθεια κινητών μέσων όρων είναι μια κλασική μέθοδος μελέτης και εξαγωγής συμπερασμάτων για την πορεία της αγοράς, καθώς και ένα βασικό κριτήριο για την επιλογή επενδυτικών αποφάσεων. Σαν κινητό μέσο όρο M ημερών ορίζουμε την σχέση

$$KMO(X, M) = \frac{1}{M} \sum_{i=0}^{-M+1} x(i)$$

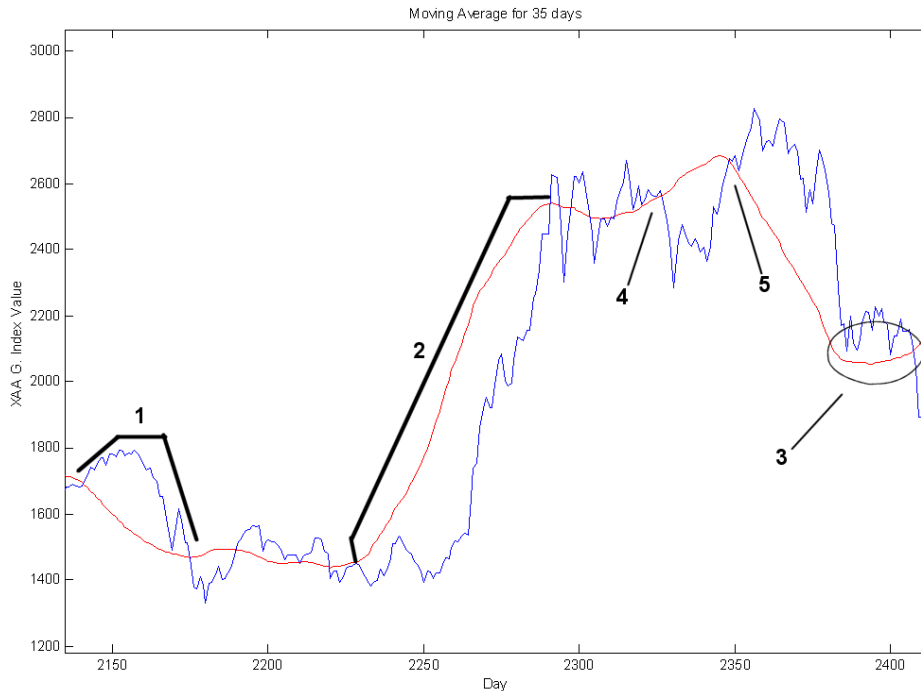
όπου $x(i)$ είναι η τιμή του μεγέθους που μελετάμε, και σαν $x(0)$ θεωρούμε την σημερινή ημέρα. Όπως είναι προφανές, ο κινητός μέσος όρος δεν είναι τίποτα άλλο παρά η μέση τιμή των τιμών του x κατά τις προηγούμενες M ημέρες, την οποία και υπολογίζουμε για κάθε ημέρα.

Παρ' όλη την απλότητα του ορισμού του, ο κινητός μέσος όρος μπορεί να μας παρέχει μια πληθώρα πληροφοριών, για τις τάσεις και την ευρωστία της χρηματιστηριακής αγοράς. Ο πιο απλός τρόπος για να εξάγουμε πληροφορίες και συμπεράσματα είναι μέσω της σύγκρισης των γραφικών παραστάσεων των τιμών του KMO και των τιμών του γενικού δείκτη ή της μετοχής που μας ενδιαφέρει. Έτσι μπορούμε να διακρίνουμε τις εξής περιπτώσεις, ανάλογα με την σχέση KMO -τιμής:

1. **Αύξηση Τιμών > Αύξηση KMO** : Δηλώνει δυνατή αγορά και η ανοδική τάση θα έχει διάρκεια
2. **Αύξηση KMO > Αύξηση Τιμών**: Δηλώνει ότι υπάρχει αντιστροφή και είναι σήμα για πωλήσεις μετοχών.
3. **Αύξηση KMO > Αύξηση Τιμών και καθοδική τάση τιμών**: οδηγεί σε παρόμοια συμπεράσματα με το 2.
4. **Τομή ανοδικής πορείας KMO , καθοδικής πορείας μετοχών**: Δηλώνει ότι είναι στιγμή να προβούμε σε πωλήσεις.
5. **Τομή καθοδικής πορείας KMO , ανοδικής πορείας μετοχών**: Δηλώνει ότι είναι στιγμή να προβούμε σε αγορές.

Γενικότερα, η μεταβολή της κλίσης του KMO δείχνει *αναστροφή* της τρέχουσας τάσης. Οι παραπάνω κανόνες φαίνονται παραστατικότερα στην Εικόνα 1. Η συγκεκριμένη εικόνα προέκυψε από τις πραγματικές τιμές του ΧΑΑ και για KMO 35 ημερών. Όσον αφορά το χρονικό διάστημα για το οποίο λαμβάνουμε τον KMO , θα μπορούσαμε να πούμε ότι μικρά χρονικά διαστήματα (π.χ. εβδομάδα ή δεκαπενθήμερο) χαρακτηρίζουν βραχυπρόθεσμες τάσεις του χρηματιστηρίου, ενώ μεγαλύτερα χρονικά διαστήματα (π.χ. 35 ή 90 ημέρες) αποτυπώνουν το χρηματιστηριακό προφίλ της περιόδου.

Από καθαρά φυσική άποψη, ο KMO είναι ουσιαστικά ένα «χαμηλοπερατό» φίλτρο, δηλαδή ένα φίλτρο το οποίο εξομαλύνει τις ταχείες μεταβολές της τιμής μιας μετοχής, ή αλλιώς φιλτράρει τις υψηλές συχνότητες (γρήγορες μεταβολές).



Εικόνα 1: Δυνατές σχετικές τάσεις ΚΜΟ / Τιμής

Στατιστικές Τεχνικές

Η ανάλυση μιας χρονοσειράς με στατιστικές τεχνικές μας αποκαλύπτει τα χαρακτηριστικά της διαδικασίας, η οποία μπορούμε να θεωρήσουμε ότι παράγει τις τιμές της σειράς, και μας βοηθάει στην δημιουργία μοντέλων πρόβλεψης, εάν αυτό είναι δυνατό. Πιο συγκεκριμένα, η ανάλυση με στατιστικές τεχνικές αποτελείται από μια σειρά ελέγχων ως προς την τυχαιότητα (*randomness*), στατικότητα (*stationarity*) και ανεξαρτησία (*independence*) των τιμών που απαρτίζουν την ακολουθία.

Τυχαιότητα

Ο έλεγχος για την τυχαιότητα μιας ακολουθίας είναι μια αρκετά δύσκολη διαδικασία (αφού γενικότερα εγείρεται το φιλοσοφικό-μαθηματικό ερώτημα αν υπάρχουν πραγματικά τυχαίοι αριθμοί). Ένας αρκετά αξιόπιστος έλεγχος είναι αυτός που περιγράφεται στο [1]. Βασίζεται στην μελέτη δύο ή περισσότερων ιστογραμμάτων συχνότητας εμφάνισης αριθμών, τα οποία προκύπτουν από τον διαμερισμό της ακολουθίας με βάση κάποιον αμετάβλητο / ομοιόμορφο (unvarying) κανόνα. Ένας τέτοιος κανόνας είναι, για παράδειγμα, ο χωρισμός της ακολουθίας με βάση τους δείκτες των στοιχείων σε άρτιους και περιττούς. Αντίστοιχα, μπορούμε να χωρίσουμε την ακολουθία σε τρεις διαφορετικές, με βάση π.χ. τον κανόνα “δείκτης modulo 3” (δηλαδή τα υπόλοιπα της διαίρεσης με το τρία, 0, 1, 2), κοκ.

Έχοντας χωρίσει την ακολουθία και κατασκευάσει τα ιστογράμματα εμφάνισης των αριθμών, κατασκευάζουμε τις αθροιστικές πυκνότητες πιθανότητας εμφάνισης (CPDF) για τις ακολουθίες αυτές. Οι CPDF προκύπτουν αν για το στοιχείο $x(i)$ του ιστογράμματος πάρουμε το $cpdf(i) = \sum_{k \leq i} x(k)$. Αν οι δύο κατανομές συμπίπτουν, τότε μπορούμε να συμπεράνουμε ότι η διαδικασία που παρήγαγε την ακολουθία ήταν τυχαία. Πέραν της εποπτικής σύγκρισης μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε και κάποιο στατιστικό τεστ, όπως το χ^2 .

Επειδή στις περισσότερες των περιπτώσεων τα οικονομικά μεγέθη εμπεριέχουν σημαντικές τάσεις, θα ήταν επιθυμητό να μπορέσουμε να απαλλάξουμε τις τιμές από τις τάσεις. Αυτό επιτυγχάνεται με την χρήση των διαφορών των τιμών, δηλαδή με τον έλεγχο ως προς την τυχαιότητα των ακολουθιών D_1 , όπου $D_1 = \{p_2 - p_1, p_3 - p_2, \dots\}$, $D_2 = \{p_3 - p_1, p_4 - p_2, \dots\}$ κοκ.

Γενικά, μπορούμε να πούμε ότι επιθυμούμε την απουσία τυχαιότητας, γεγονός το οποίο σημαίνει ότι η διαδικασία που παράγει την χρονοσειρά μπορεί να μοντελοποιηθεί.

Στατικότητα

Ο στατιστικός έλεγχος για την στατικότητα είναι παρόμοιος με αυτόν για την τυχαιότητα, με μόνη διαφορά το γεγονός ότι η χρονοσειρά διαιρείται με βάση τον χρόνο. Ελέγχοντας αν μια χρονοσειρά είναι στατική, ελέγχουμε ουσιαστικά αν οι διαδικασίες που παράγουν την χρονοσειρά μεταβάλλονται (εξαρτώνται) συναρτήσει του χρόνου. Η διαίρεση της χρονοσειράς γίνεται με βάση τον κανόνα «πρώτο (χρονικά) μισό» / «δεύτερο (χρονικά) μισό», ενώ μπορούμε, αν θέλουμε να χωρίσουμε τις τιμές μας και σε μικρότερα, ισόχρονα διαστήματα.

Για τον έλεγχο ως προς την στατικότητα παράγουμε το ιστόγραμμα συχνότητας εμφάνισης τιμών, τις αντίστοιχες CPDF και συγκρίνουμε τα διαγράμματα των δύο περιόδων. Στην περίπτωση που τα διαγράμματα συμπίπτουν, η διαδικασία είναι στατική, στην αντίθετη περίπτωση μη στατική. Η ιδανική περίπτωση είναι η διαδικασία μας να είναι στατική, οπότε και μπορούμε να την μοντελοποιήσουμε με ένα μη χρονικά μεταβαλλόμενο μοντέλο πρόβλεψης (το οποίο είναι και ευκολότερο να κατασκευαστεί).

Ανεξαρτησία

Ο έλεγχος ως προς την ανεξαρτησία των δεδομένων μπορεί να μας δείξει αν η χρονοσειρά μας περιέχει διαδοχικές τιμές, κάθε μιας των οποίων η εμφάνιση εξαρτάται από τις προηγούμενες (serial dependence). Ο έλεγχος της ανεξαρτησίας είναι αρκετά περίπλοκος και επιτυγχάνεται με αρκετές μεθόδους, οι οποίες διαφέρουν, τόσο ως προς την πολυπλοκότητα, όσο και ως προς τα παραγόμενα. Επιλέξαμε την μέθοδο του «Διαφορικού Φάσματος» (differential spectrum) λόγω μικρότερης πολυπλοκότητας.

Η μέθοδος του διαφορικού φάσματος βασίζεται στην ακολουθία D_1 , όπως αυτή ορίστηκε παραπάνω και βασίζεται στο γεγονός ότι αν μια ακολουθία είναι ανεξάρτητη, τότε η κατανομή των διαφορών της θα είναι συμμετρική ως προς την τιμή «0» κάτι που είναι γνωστό από την βασική θεωρία πιθανοτήτων. Επομένως, ο έλεγχος για ανεξαρτησία ανάγεται στην κατασκευή και μελέτη του ιστογράμματος της D_1 . Ορισμένες παράμετροι που υπεισέρχονται είναι, κατ' αρχάς το μέγεθος των διαστημάτων του ιστογράμματος και κατά δεύτερον το πλήθος των διαφορών των τιμών. Όσο αυξάνει ο αριθμός των διαστημάτων, αυξάνει και η διακριτότητα του ιστογράμματος, και το αντίστροφο. Ένας βασικός πρακτικός κανόνας είναι ότι το μέγεθος δεν πρέπει να είναι μικρότερο από την μικρότερη διαφορά τιμών. Όσο αυξάνει το πλήθος των διαφορών των τιμών, αυξάνει και η συμμετρία του διαγράμματος. Δηλαδή, αν το πλήθος των τιμών είναι μικρό, τότε το ιστόγραμμα θα είναι ασύμμετρο, χωρίς αυτό κατ' ανάγκη να σημαίνει κάτι. Ο κανόνας είναι ότι πρέπει να χρησιμοποιούμε όσες τιμές είναι διαθέσιμες.

Αν μια χρονοσειρά είναι ανεξάρτητη, αυτό σημαίνει ότι κατά πάσα πιθανότητα δεν θα μπορέσουμε να ανιχνεύσουμε πρότυπα, ώστε να μπορέσουμε να αναπτύξουμε κάποια στρατηγική προβλέψεων.

Τεχνητά Νευρωνικά Δίκτυα

Τα Τεχνητά Νευρωνικά Δίκτυα (Artificial Neural Networks – ANN) αποτελούν ένα μοντέλο το οποίο εξομοιώνει ένα βιολογικό νευρικό δίκτυο. Βασικό δομικό στοιχείο των ΤΝΔ είναι ο τεχνητός νευρώνας, ο οποίος προσομοιώνει την λειτουργία ενός βιολογικού νευρώνα. Κάθε τέτοιο δομικό στοιχείο δέχεται μια ή περισσότερες εισόδους και παράγει μια έξοδο, η οποία με την σειρά της μπορεί να οδηγήει έναν ή περισσότερους νευρώνες ή να αποτελεί μια έξοδο του δικτύου. Από καθαρά υπολογιστική πλευρά, ένα ΤΝΔ είναι ένα μη-γραμμικό κατανεμημένο δίκτυο επεξεργασίας δεδομένων, στο οποίο η μη γραμμικότητα είναι κατανεμημένη. Κατ' αναλογία με τα βιολογικά νευρωνικά δίκτυα ένα ΤΝΔ μπορεί να οργανωθεί με πολλούς διαφορετικούς τρόπους (τοπολογίες), δηλαδή οι νευρώνες διασυνδέονται με ποικίλους τρόπους. Κατά την επεξεργασία δεδομένων τα δομικά στοιχεία εργάζονται ταυτόχρονα. Αυτή η παράλληλη επεξεργασία προσομοιάζει στον τρόπο με τον οποίο λειτουργεί ο εγκέφαλος και έρχεται σε αντίθεση με την ακολουθιακή επεξεργασία των συμβατικών υπολογιστών.

Όπως είπαμε παραπάνω, κάθε νευρώνας είναι ένα υπολογιστικό στοιχείο με κάποιες εισόδους, έστω K , και μια έξοδο. Κάθε μία από αυτές τις εισόδους, η οποία και εξομοιώνει την λειτουργία μιας συνάψεως, έχει σαν παράμετρό της το συναπτικό βάρος, δηλαδή έναν παράγοντα που πολλαπλασιάζει την τιμή της εισόδου. Μετά τους πολλαπλασιασμούς, οι τιμές προστίθενται και δίνονται σαν είσοδος σε μια μη γραμμική συνάρτηση. Ένα ΤΝΔ έχει σαν ελεύθερες παραμέτρους τα βάρη των συνάψεων, τα οποία και πρέπει να καθοριστούν πριν τη χρήση του δικτύου. Η διαδικασία προσδιορισμού των συναπτικών βαρών ονομάζεται «εκμάθηση» ή «προπόνηση» του δικτύου. Η εκμάθηση, η οποία μπορεί να είναι επιβλεπόμενη ή μη, γίνεται δίνοντας στο νευρωνικό δίκτυο κάποια παραδείγματα εισόδων-εξόδου και καθορίζοντας με κάποιον αλγόριθμο (συνήθως «οπισθοδρομικής διάδοσης») τις τιμές των βαρών.

Για να δείξουμε πως χρησιμοποιείται ένα ΤΝΔ σε ένα οικονομικό πρόβλημα, ας δούμε το ακόλουθο παράδειγμα. Αν θέλουμε να αποφασίσουμε έγκριση ή απόρριψη ενός δανείου, μπορούμε να κατασκευάσουμε και να «προπονήσουμε» ένα ΤΝΔ, το οποίο θα δέχεται σαν εισόδους στοιχεία όπως το ετήσιο εισόδημα, την ηλικία ή την κατοχή μιας οικίας. Παρ' όλο που κάθε είσοδος έχει μια αριθμητική τιμή, μπορούμε να γενικά να ορίσουμε έννοιες όπως «ναι / όχι», «άνω / κάτω», «επιτυχία / αποτυχία» με συμβατικές αριθμητικές τιμές, π.χ. +1 για «ναι», 0 για «όχι». Η έξοδος του δικτύου θα είναι η λύση του προβλήματος, δηλαδή +1 ή 0. Τα βάρη στο δεδομένο πρόβλημα πρέπει να εκφράζουν τη σχετική σημασία των εισόδων, τόσο στο δίκτυο, όσο και σε κάθε εσωτερικό στοιχείο. Για να είναι το ΤΝΔ αξιόπιστο θα πρέπει να προπονηθεί με ένα μεγάλο πλήθος παραδειγμάτων, τόσο θετικών (δηλαδή δάνεια που εγκρίθηκαν), όσο και αρνητικών (δάνεια που απορρίφθηκαν).

Στην περίπτωση μας, όπου το ζητούμενο ήταν η πρόβλεψη των μελλοντικών τιμών του χρυσού ή του χρηματιστηρίου χρησιμοποιήσαμε ένα δίκτυο πολλών επιπέδων, του οποίου την αρχιτεκτονική θα δούμε στις επόμενες παραγράφους. Το πρόβλημα της πρόβλεψης τέθηκε ως εξής: «να γίνεται εύρεση της επόμενης τιμής σαν συνάρτηση των K προηγούμενων» ή ισοδύναμα οι εισοδοί του δικτύου να είναι οι τιμές των K προηγούμενων ημερών και η πρόβλεψη να αφορά την τιμή της $K+1$ ημέρας.

Γραμμική Πρόβλεψη

Ένα από τα δημοφιλέστερα θέματα στην ανάλυση χρονοσειρών είναι αυτό της πρόβλεψης των μελλοντικών τιμών μίας διακριτού χρόνου, στατικής διεργασίας. Για την ακρίβεια, το πρόβλημα αυτό μπορεί να τοποθετηθεί ως εξής: Έστω ότι γνωρίζουμε τις $M+1$ παρελθούσες τιμές μιας χρονοσειράς, $u(n)$, $u(n-1)$, ..., $u(n-M)$. Σκοπός της γραμμικής πρόβλεψης είναι να υπολογίσει την εκτιμώμενη μελλοντική τιμή $u(n)$ σαν γραμμικό συνδυασμό των προηγούμενων τιμών. Εφ' όσον η διαδικασία της πρόβλεψης είναι ο υπολογισμός του γραμμικού συνδυασμού, ο εκτιμητής είναι ουσιαστικά ένα εγκάρσιο φίλτρο και η εκτίμηση παίρνει την μορφή:

$$u(n) = \sum_{k=1}^M w_k u(n-k)$$

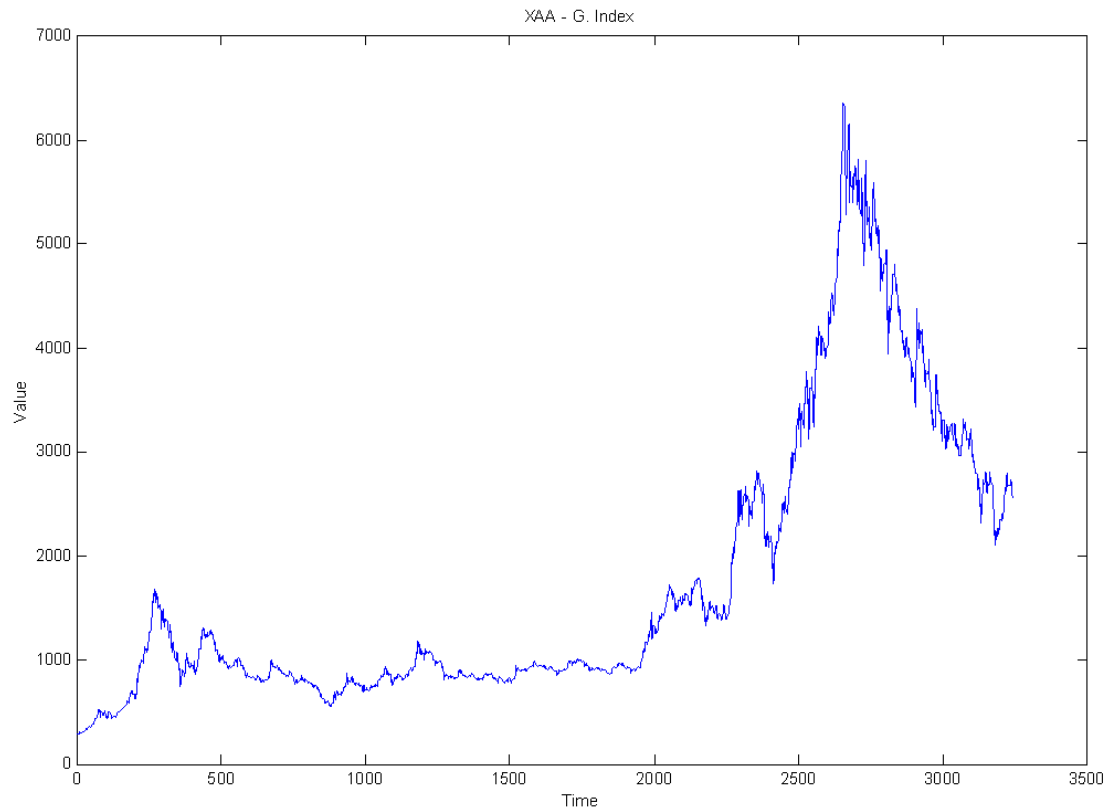
όπου w_k οι συντελεστές του φίλτρου, οι οποίοι υπολογίζονται με επίλυση των εξισώσεων Wiener-Hopf και αντιστοιχούν σε μια βέλτιστη λύση.

Στην περίπτωση μας, όπως θα δούμε και παρακάτω, η διεργασία δεν είναι στατική. Θεωρήσαμε όμως ότι για μικρά χρονικά διαστήματα γίνεται στατική, αφού σε σχέση με τις ημερήσιες διακυμάνσεις του δείκτη τιμών, οι παράγοντες που επηρεάζουν την οικονομία λειτουργούν μακροπρόθεσμα. Εφαρμόζοντας την θεωρία της γραμμικής πρόβλεψης, με βάση την παραπάνω προϋπόθεση, μπορούμε να ελέγξουμε τόσο την δυνατότητα πρόβλεψης, όσο και την ορθότητα της υπόθεσης.

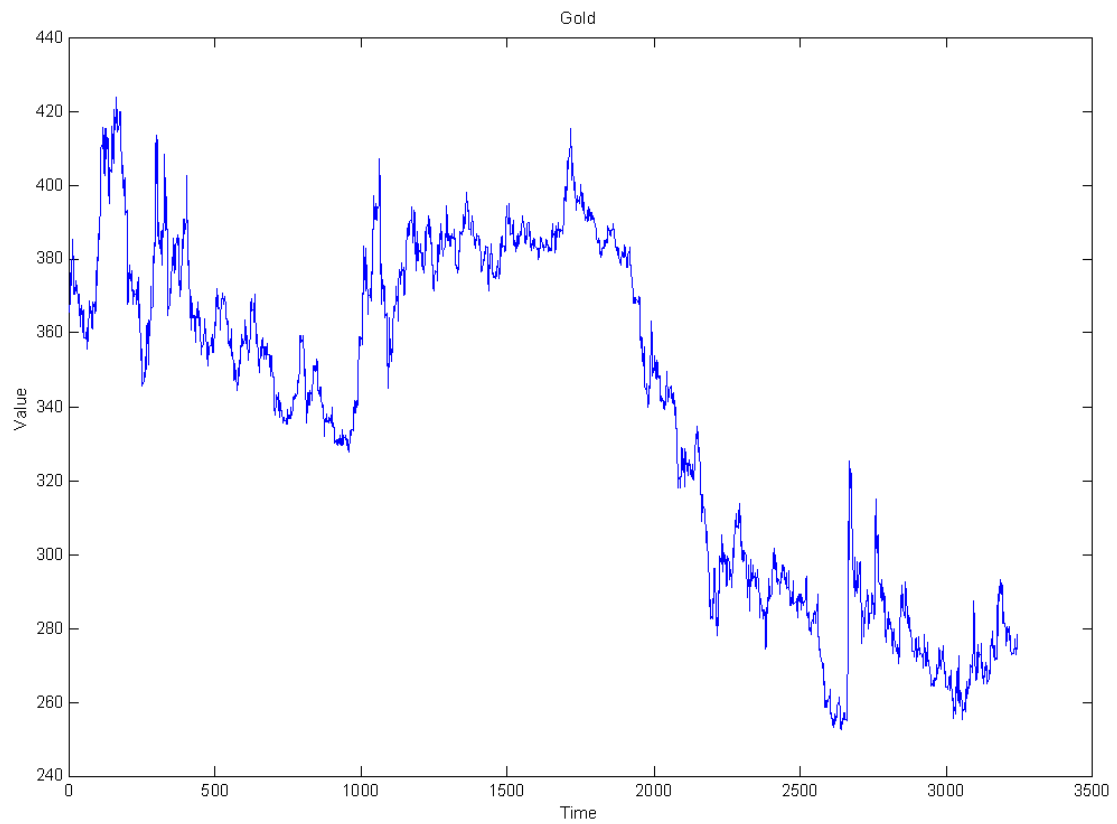
Τρόπος Εργασίας

Όλα τα αποτελέσματα που παρουσιάζουμε στην παρούσα εργασία προήλθαν κατόπιν επεξεργασίας των δεδομένων τιμών των χρονοσειρών με την βοήθεια του Matlab. Πιο συγκεκριμένα, βασιστήκαμε στις ήδη υπάρχουσες βιβλιοθήκες για να υλοποιήσουμε τα ΤΝΔ και τα φίλτρα γραμμικής πρόβλεψης, ενώ, για τα όσα αφορούσαν την ανάλυση με ΚΜΟ και τους στατιστικούς ελέγχους υλοποιήσαμε δικές μας συναρτήσεις στο Matlab.

Οι δύο χρονοσειρές που χρησιμοποιήσαμε φαίνονται στα δύο σχήματα που ακολουθούν.



Εικόνα 2: Πορεία του XAA

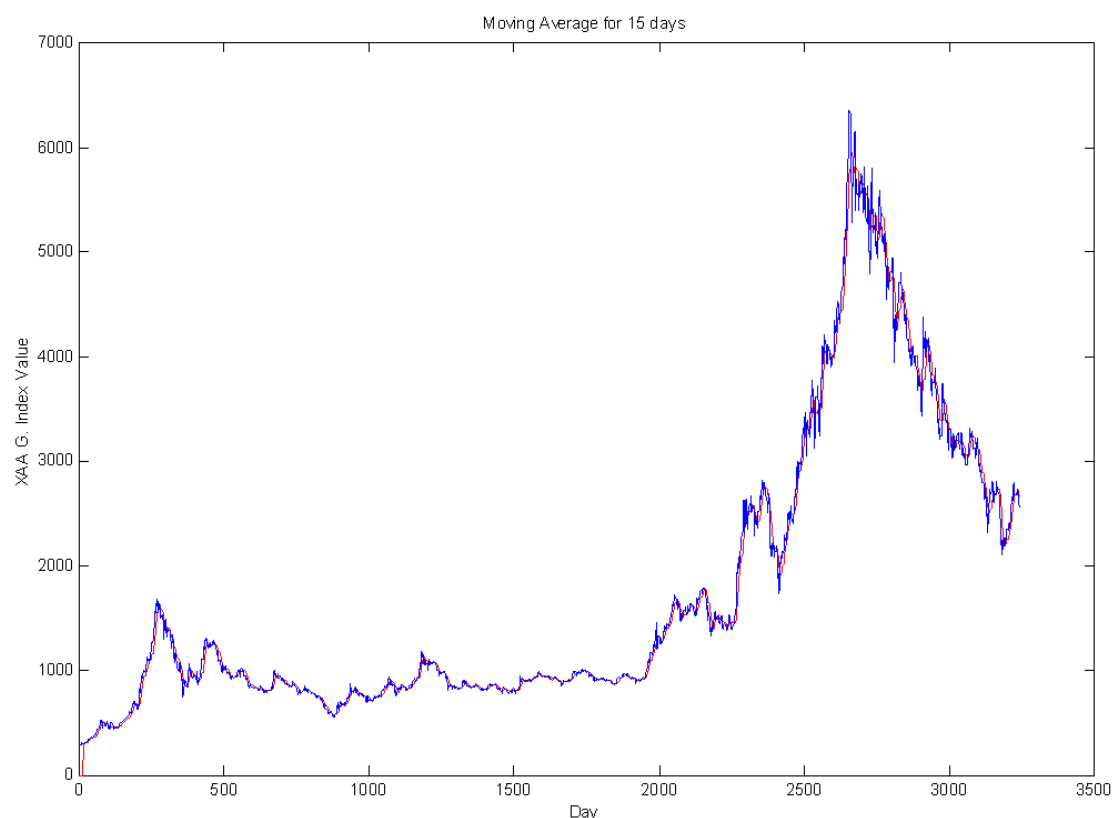


Εικόνα 3: Πορεία του χρυσού

ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΜΕ ΚΙΝΗΤΟ ΜΕΣΟ ΟΡΟ

Για την επεξεργασία με κινητούς μέσους όρους χρησιμοποιήσαμε τρία διαφορετικά διαστήματα υπολογισμού, 15, 35 και 90 ημερών. Κατά την ανάλυσή μας δεν ενδιαφερόμαστε για την εξέλιξη του γενικού δείκτη σε ολόκληρη την περίοδο, παρά εστίασαμε στην περίοδο της «έκρηξης». Για να έχουμε μια σφαιρική άποψη της πορείας του χρηματιστηρίου και της χρονικής εξέλιξης της συμπεριφοράς των επενδυτών θα χωρίσουμε την κρίσιμη περίοδο σε τέσσερις υποπεριόδους και θα παραθέσουμε τους ΚΜΟ 15, 35 και 90 ημερών για κάθε τέτοια περίοδο.

Η ημερήσια πορεία του γενικού δείκτη του ΧΑΑ (μπλέ), καθώς και ο κινητός μέσος όρος (κόκκινο) για την περίοδο 20/6/1989 έως και 17/12/2001 φαίνεται στην Εικόνα 4. Η χρονοσειρά αποτελείται από 3244 τιμές και εκ πρώτης όψεως παρατηρούμε το γεγονός ότι ο ΚΜΟ δρα σαν χαμηλοπερατό φίλτρο, δηλαδή εξομαλύνει τις απότομες διακυμάνσεις. Στη συνέχεια θα δούμε κατά ποιόν τρόπο η αγορά αντιδρά σε σχέση με τον ΚΜΟ, καθώς και τις διαφοροποιήσεις που υπήρχαν, όσον αφορά την αναλογία αγορών-πωλήσεων μεταξύ της ανοδικής και καθοδικής περιόδου του χρηματιστηρίου.

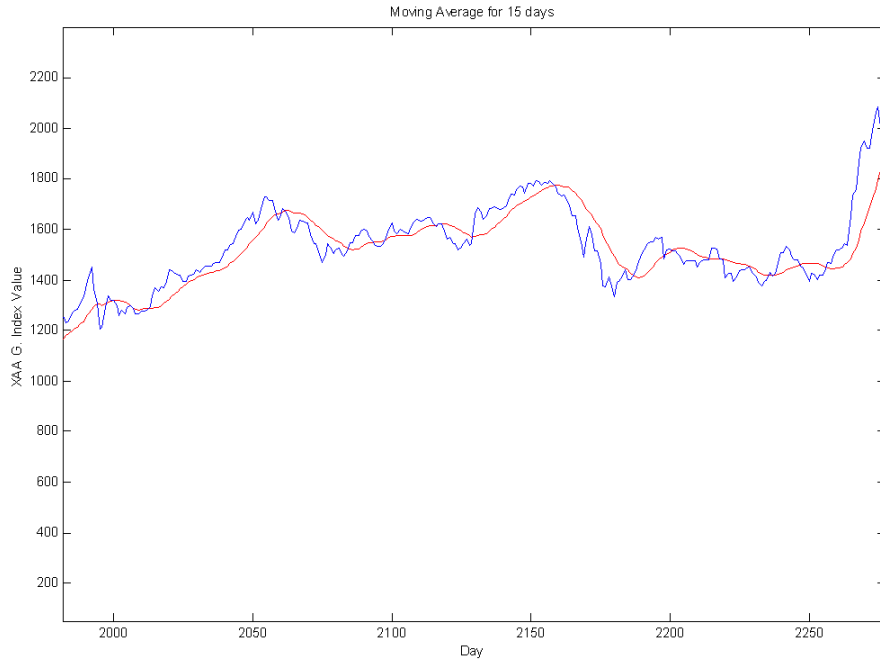


Εικόνα 4: ΚΜΟ 15 ημερών για την περίοδο 20/6/1989-17/12/2001

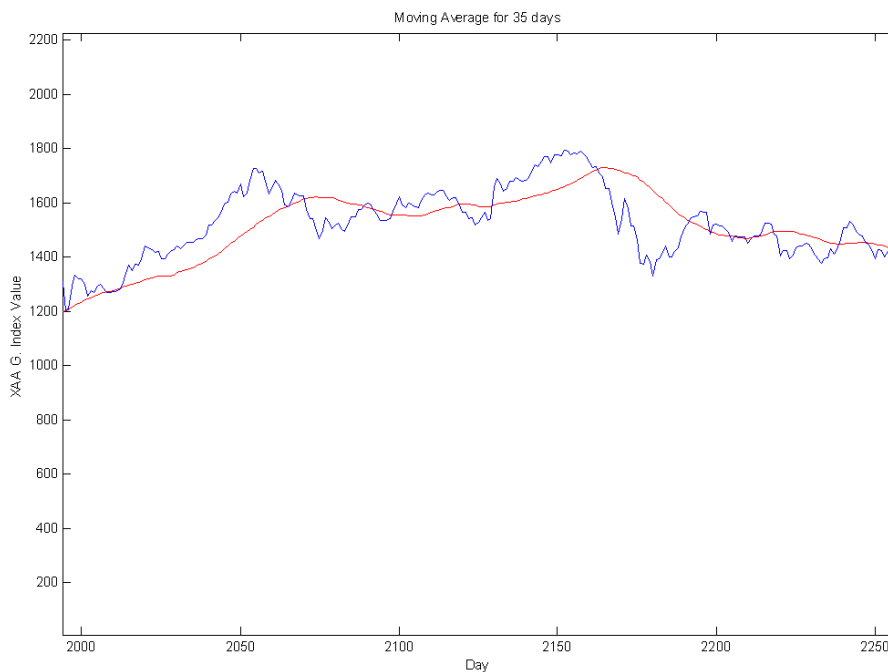
Παράλληλα με τα παραπάνω θα ελέγξουμε την αξιοπιστία του ΚΜΟ σαν εργαλείου λήψης επενδυτικών αποφάσεων ισότιμα σε όλες τις χρονικές περιόδους που είχαμε στην διάθεσή μας, καθώς και κατά πόσο οι ενδείξεις που μας παρέχει για την ευρωστία της αγοράς είναι πραγματικές. Τέλος, για να είναι σαφέστερο το πού αντιστοιχούν οι τιμές αναφέρουμε ότι η 2000^η τιμή αντιστοιχεί στις 10/03/1997, η 2250^η στις 23/02/1998, η 2500^η στις 09/02/1999, η 2750^η στις 25/01/2000 και η 3000^η στις 09/01/2001, ενώ η μέγιστη τιμή ήταν η υπ' αριθμ. 2658^η η οποία παρατηρήθηκε στις 17/09/1999

Α' Περίοδος: 10/03/1997 – 23/02/1998

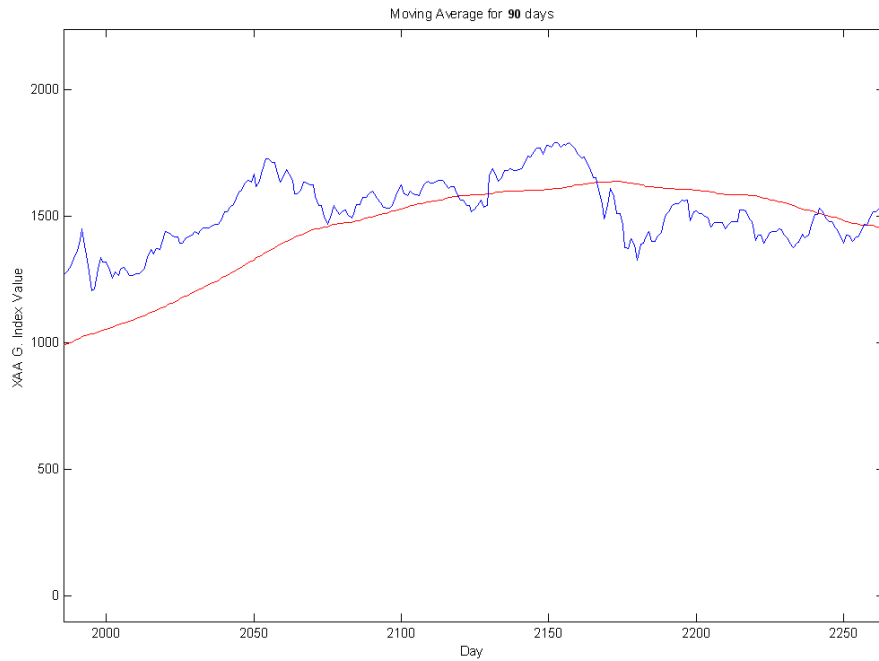
Η πρώτη περίοδος της χαρακτηρίζεται από σχετικά μικρές μεταβολές και η συμπεριφορά των επενδυτών θεωρούμε ότι ήταν υποδειγματική. Η γραφική παράσταση του ΚΜΟ 15 ημερών φαίνεται στην Εικόνα 5, των 35 ημερών στην Εικόνα 6 και τέλος των 90 ημερών στην Εικόνα 7.



Εικόνα 5: ΚΜΟ 15 ημερών για την Α' περίοδο



Εικόνα 6: ΚΜΟ 35 ημερών για την Α' περίοδο

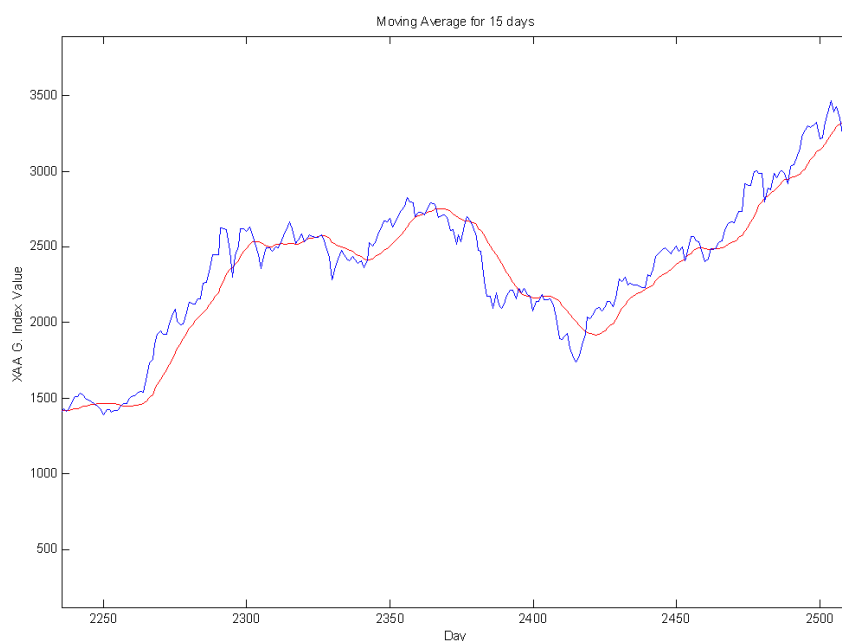


Εικόνα 7: ΚΜΟ 90 ημερών για την Α' περίοδο

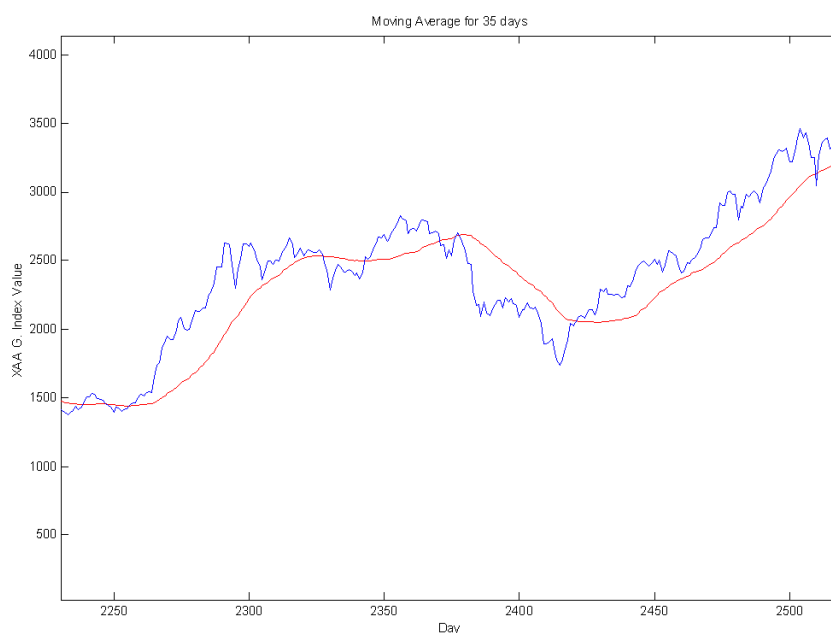
Με βάση τα παραπάνω σχεδιαγράμματα οδηγούμαστε μόνο σε αποσπασματικά συμπεράσματα σε σχέση με την συμπεριφορά των επενδυτών. Παραδείγματος χάριν για το πρώτο τέταρτο της περιόδου έχουμε ενδείξεις για άνοδο της αγοράς και βλέπουμε ότι οι επενδυτές πράγματι αγοράζουν. Αντίστοιχα στην αρχή του τελευταίου τετάρτου (περίπου στο 2160 – 10/1997) ο ΚΜΟ υποδεικνύει πωλήσεις και οι επενδυτές συμμορφώνονται. Τα ίδια συμπεράσματα εξάγονται και από τα τρία διαγράμματα.

B' Περίοδος: 23/02/1998 – 09/02/1999

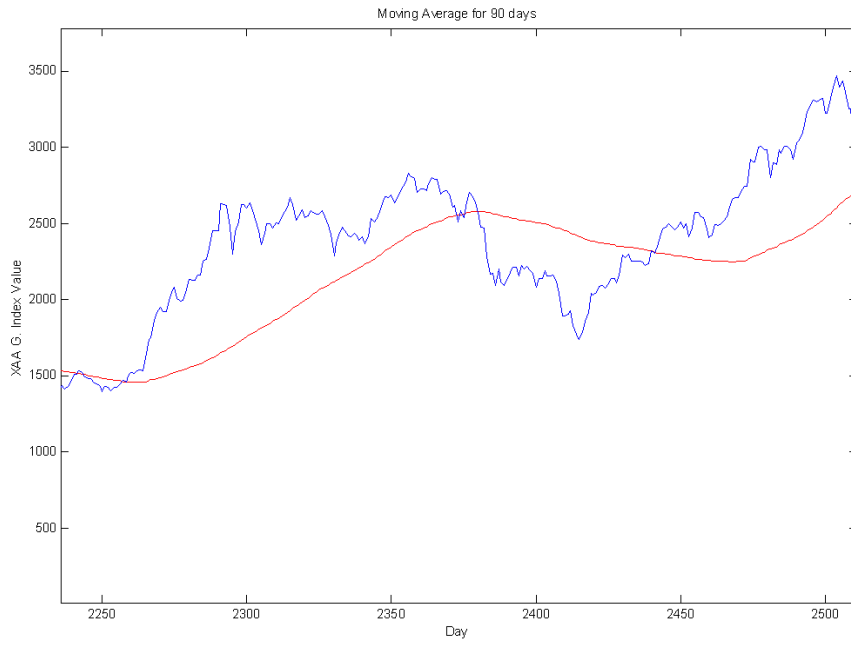
Τα διαγράμματα για τους κινητούς μέσους όρους της Β' περιόδου φαίνονται στις Εικόνα 8, Εικόνα 9 και Εικόνα 10. Όπως παρατηρούμε οι εικόνες αυτές δείχνουν μια δυνατή αγορά για το μεγαλύτερο μέρος της υπό εξέταση περιόδου, γεγονός που, προφανώς, έδωσε αισιοδοξία στους περισσότερους επενδυτές, οι οποίοι και προέβησαν σε αγορές. Μια σημαντική παρατήρηση στην συγκεκριμένη περίοδο είναι ότι οι επενδυτές δεν φάνηκαν να επηρεάζονται από το γεγονός ότι ο γενικός δείκτης ξεπέρασε τις 3000 μονάδες, τιμή η οποία είναι κρίσιμη για το Ελληνικό Χρηματιστήριο, σύμφωνα με οικονομικούς αναλυτές.



Εικόνα 8: ΚΜΟ 15 ημερών για την Β' περίοδο



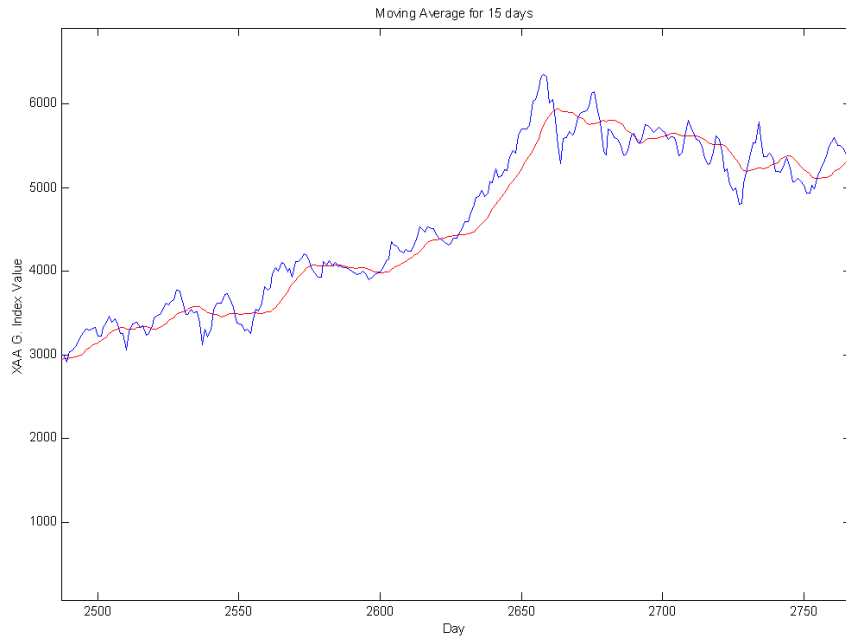
Εικόνα 9: ΚΜΟ 35 ημερών για την Β' περίοδο



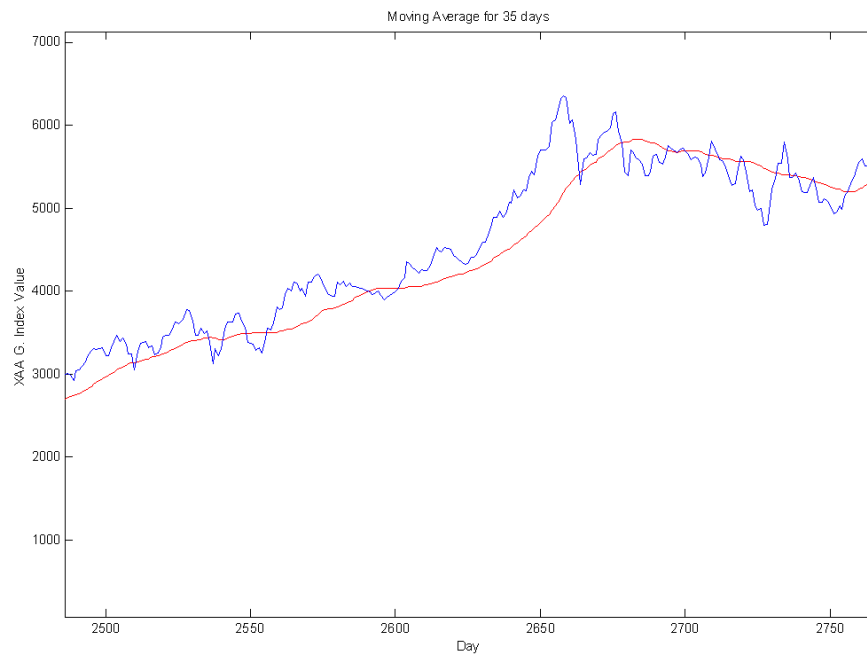
Εικόνα 10: ΚΜΟ 90 ημερών για την Β' περίοδο

Γ' Περίοδος: 09/02/1999 – 25/01/2000

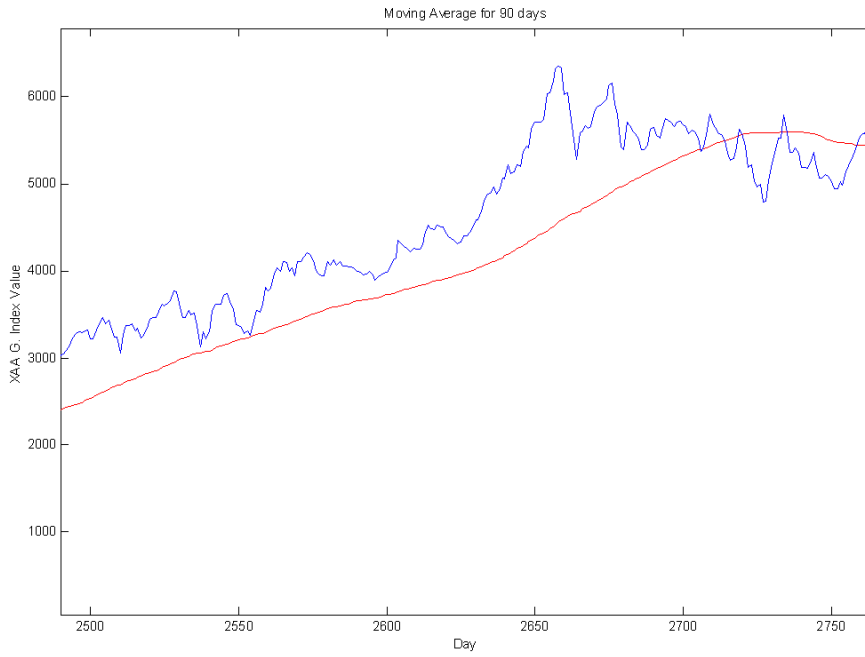
Η Τρίτη περίοδος περιλαμβάνει την μέγιστη τιμή που εμφάνισε το ΧΑΑ, καθ' όλη την περίοδο που εξετάζουμε. Φαίνεται, δε, ότι μεγάλος (και ενδεχομένως χωρίς πείρα) αριθμός επενδυτών βάσισε τις αποφάσεις του για πωλήσεις ή αγορές στην πορεία του ΚΜΟ.



Εικόνα 11: ΚΜΟ 15 ημερών για την Γ' περίοδο



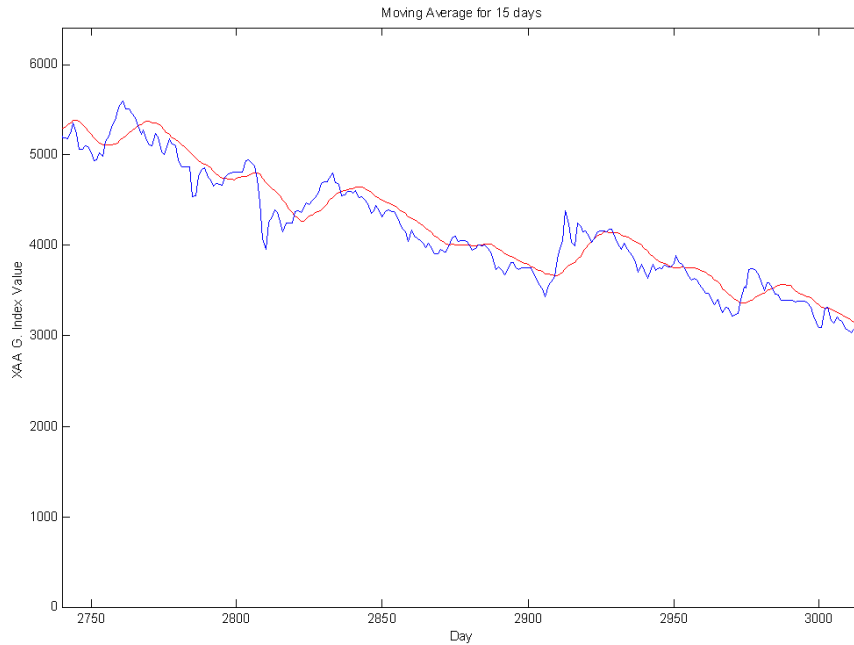
Εικόνα 12: ΚΜΟ 35 ημερών για την Γ' περίοδο



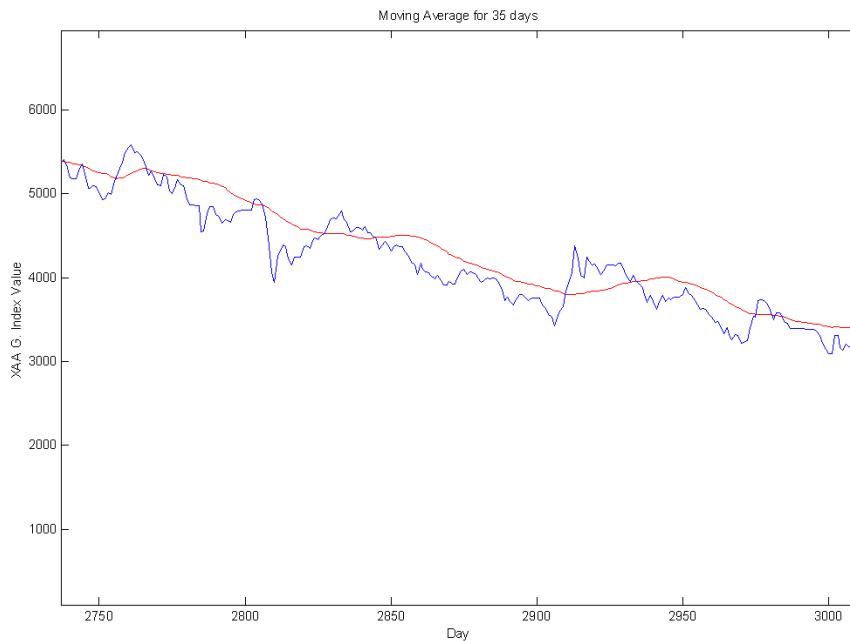
Εικόνα 13: ΚΜΟ 90 ημερών για την Γ' περίοδο

Δ' Περίοδος: 25/01/2000 – 09/01/2001

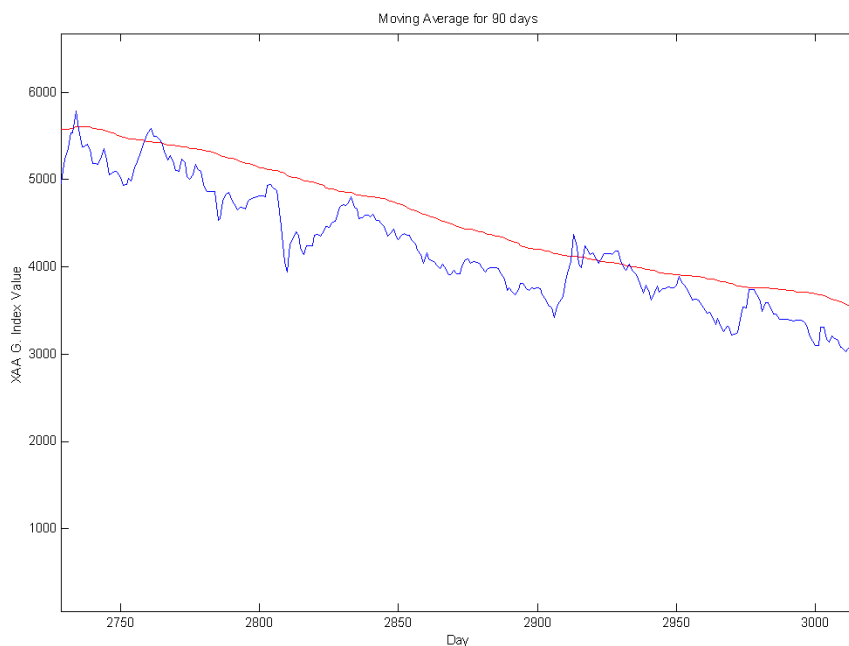
Τέλος, κατά την τέταρτη περίοδο που εξετάζουμε, η συμπεριφορά του ΚΜΟ μας δείχνει ότι η αγορά εμφάνιζε διαρκή καθοδική τάση, γεγονός άλλωστε που είχαν συνειδητοποιήσει πλέον όλοι οι επενδυτές.



Εικόνα 14: ΚΜΟ 15 ημερών για την Δ' περίοδο



Εικόνα 15: ΚΜΟ 35 ημερών για την Δ' περίοδο



Εικόνα 16: ΚΜΟ 90 ημερών για την Δ' περίοδο

Συμπεράσματα

Το βασικό συμπέρασμα που μπορούμε να βγάλουμε για τον ΚΜΟ είναι ότι δεν αποτελεί ένα αξιόπιστο μέτρο πρόβλεψης της πορείας του ΧΑΑ. Αυτό οφείλεται στο ότι οι ενδείξεις που μας δίνει για την πορεία της οικονομίας βασίζονται στην σχετική θέση της καμπύλης του ως προς την καμπύλη των τιμών. Σε γενικές γραμμές μπορούμε να πούμε ότι δεν είναι τελείως απορριπτό εργαλείο, αλλά ότι μπορεί να χρησιμοποιηθεί για μια πρώτη, και όχι πάντα σωστή, εκτίμηση της κατάστασης. Χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι ότι κατά την πρώτη περίοδο οι εκτιμήσεις του ΚΜΟ αντιπροσώπευαν την πραγματική εικόνα της αγοράς. Κατά τις υπόλοιπες, ωστόσο, περιόδους, όπου οι συνθήκες δεν ήταν ακριβώς αιτιοκρατικές, φαίνεται η αδυναμία του να αποτυπώσει το προφίλ και τις συνθήκες που επικράτησαν κατά τις περιόδους αυτές.

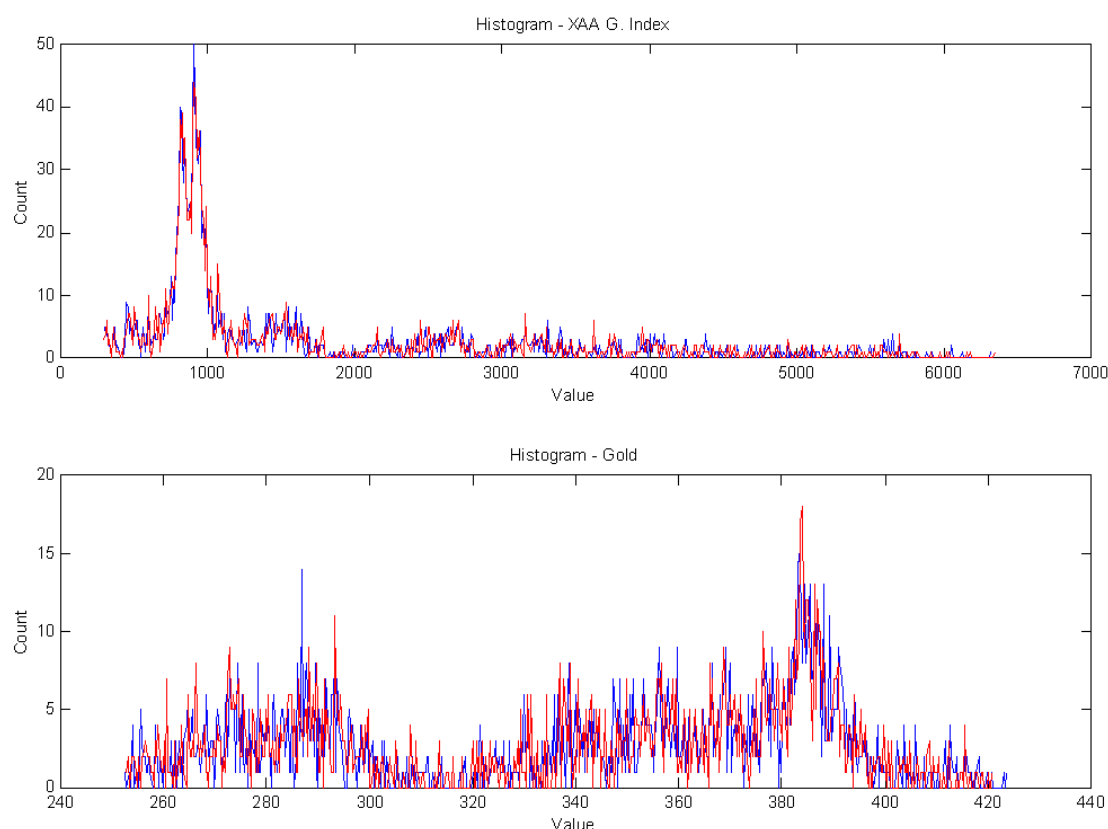
Το γεγονός και μόνο, άλλωστε, ότι ο ΚΜΟ είναι ένα χαμηλοπερατό φίλτρο, και ότι η δυνατότητα πρόβλεψής του βασίζεται σε καθαρά εμπειρικά κριτήρια (π.χ. καμπύλη τιμών > καμπύλη ΚΜΟ => η αγορά κινείται ανοδικά, ο ΚΜΟ δεν μπορεί να την παρακολουθήσει => έχουμε δυνατή αγορά) δεν εγγυάται την αξιοπιστία του.

ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΜΕ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΕΣ ΜΕΘΟΔΟΥΣ

Όπως αναφέραμε και στην εισαγωγή, για να είναι δυνατή η ανάλυση με στατιστικές μεθόδους, η υπό εξέταση χρονοσειρά θα πρέπει να υποστεί κάποιους ελέγχους, ώστε να εξαχθούν τα χαρακτηριστικά της διεργασίας που την παρήγαγε. Οι έλεγχοι αυτοί αφορούν την τυχαιότητα, την στατικότητα και την ανεξαρτησία των τιμών. Κάθε ένα από τα χαρακτηριστικά αυτά μπορεί να μας δώσει πληροφορίες για τον τρόπο με τον οποίο θα πρέπει να δομήσουμε το μοντέλο μας. Στις παραγράφους που ακολουθούν θα εργαστούμε, τόσο με την χρονοσειρά του ΧΑΑ, όσο και με την χρονοσειρά της τιμής του χρυσού, στην προσπάθειά μας για όσο το δυνατόν μεγαλύτερη αντικειμενικότητα.

Έλεγχοι ως προς την τυχαιότητα

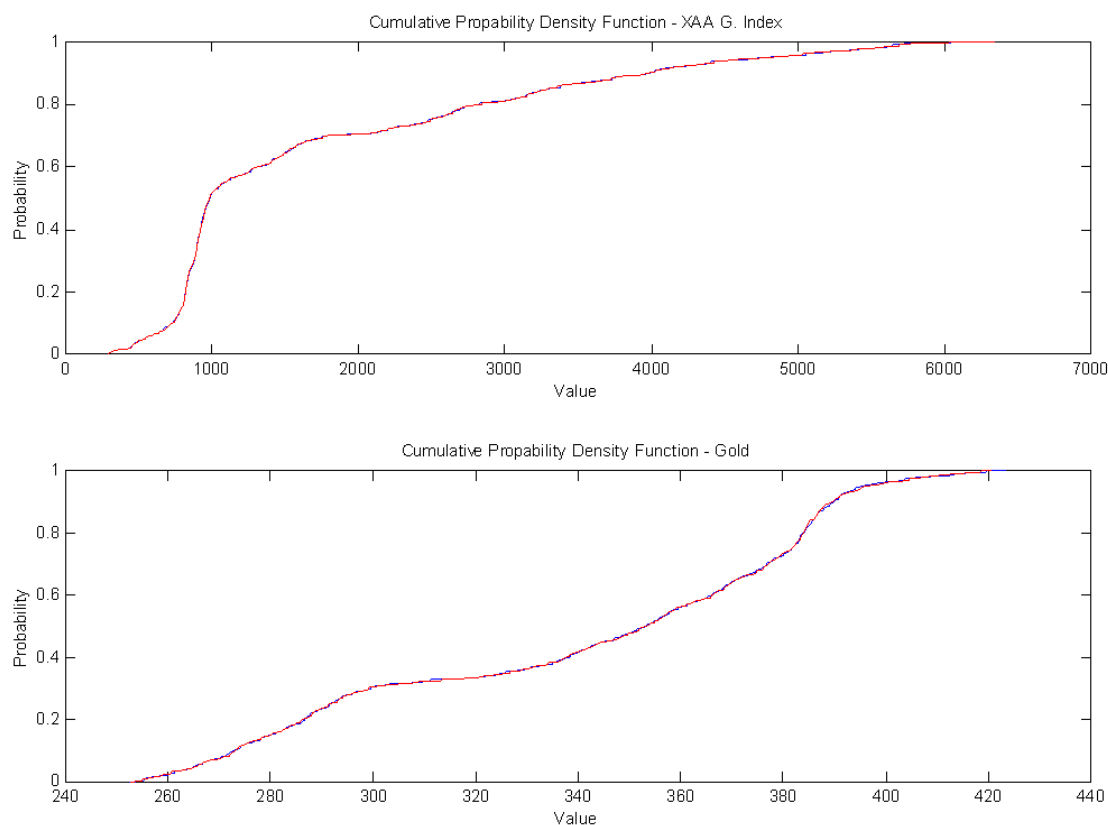
Όπως περιγράψαμε και στην εισαγωγή, ο έλεγχος για την τυχαιότητα γίνεται με την βοήθεια του ιστογράμματος συχνότητας εμφάνισης των τιμών, καθώς και με την αθροιστική πυκνότητα πιθανότητας (cdf). Χρησιμοποιώντας για την διαίρεση των χρονοσειρών μας τον κανόνα «άρτιοι – περιττοί» λαμβάνουμε τα δύο ιστογράμματα που φαίνονται στην Εικόνα 17.



Εικόνα 17: Ιστογράμματα συχνότητας εμφάνισης τιμών για το ΧΑΑ και τον χρυσό

Τα ιστογράμματα αυτά έγιναν έχοντας χωρίσει το εύρος τιμών των δύο μεγεθών σε 600 θέσεις. Αν και εκ πρώτης όψεως τα δυο ιστογράμματα (κόκκινο → άρτιοι, μπλε → περιττοί) φαίνονται να συμπίπτουν, τόσο για τον χρυσό, όσο και για το ΧΑΑ, για περαιτέρω έλεγχο προχωρήσαμε και στην κατασκευή των CPDF, οι οποίες και φαίνονται στην Εικόνα 18. Όπως παρατηρούμε, η μορφή των κατανομών επαληθεύει την τυχαιότητα των χρονοσειρών μας. Το γεγονός αυτό δεν είναι ότι καλύτερο για

την μελέτη των χρονοσειρών. Ένας επίμονος ερευνητής θα έπρεπε να χρησιμοποιήσει περισσότερους και εξαντλητικότερους ελέγχους τυχειότητας.

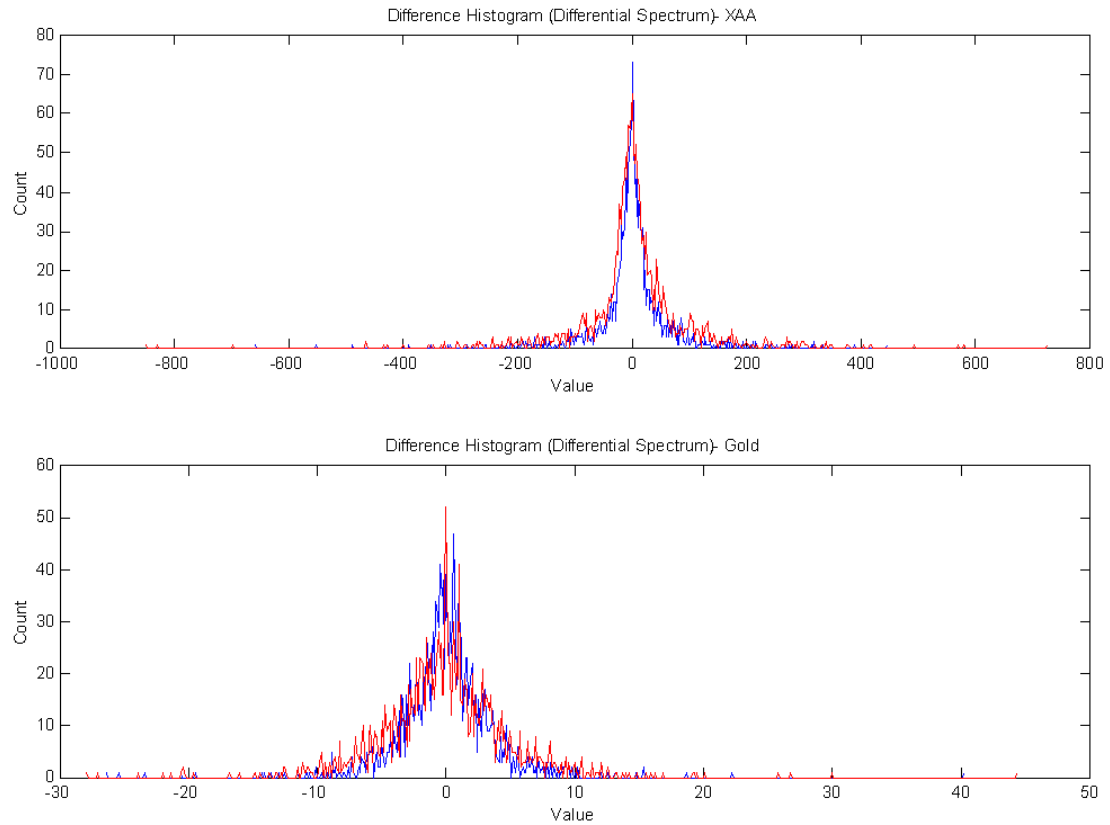


Εικόνα 18: Αθροιστικές Κατανομές Πυκνότητας Πιθανότητας για τον Χρυσό και το ΧΑΑ

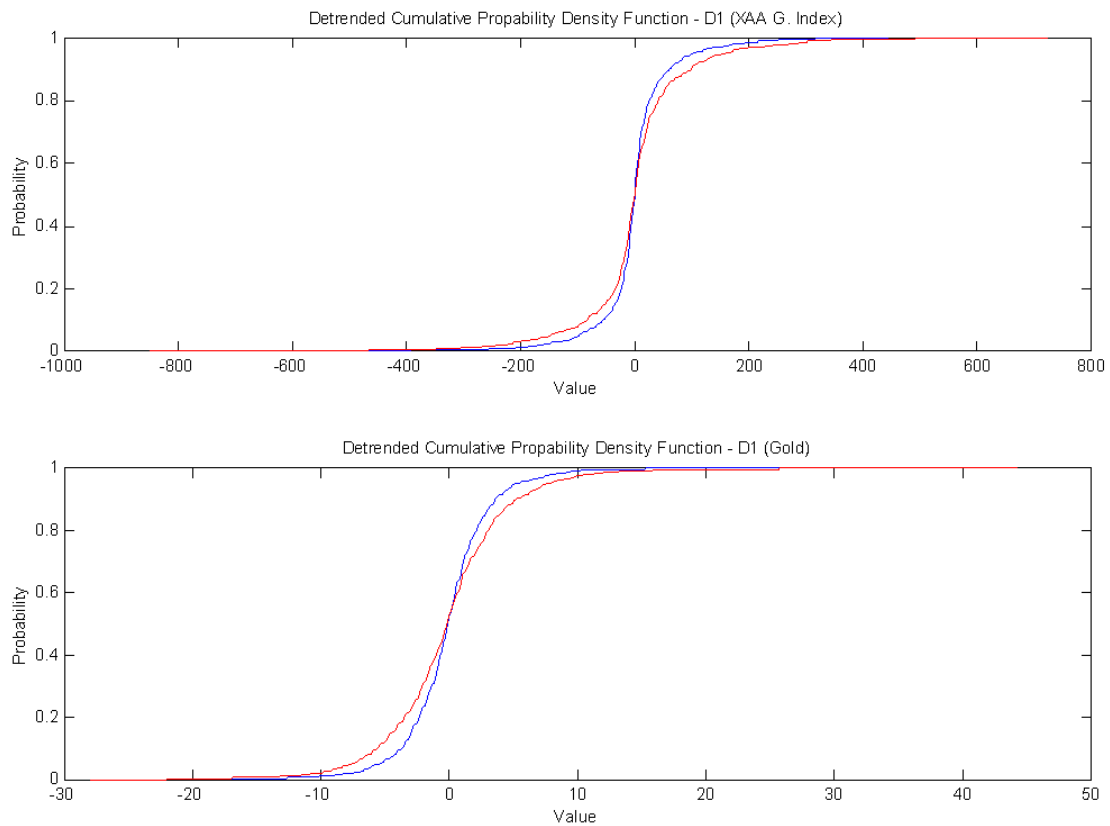
Το επόμενο βήμα είναι να προσπαθήσουμε να αφαιρέσουμε τις «τάσεις» των δύο αυτών μεγεθών. Αυτό επιτυγχάνεται, όπως είπαμε με την χρήση των ακολουθιών D_i , τις οποίες και αναφέραμε παραπάνω. Κατόπιν της επεξεργασίας μας προέκυψαν τα ιστογράμματα συχνότητας εμφάνισης διαφορών που φαίνονται στην Εικόνα 19. Η εξαγωγή συμπερασμάτων δεν είναι άμεση. Για να αποκτήσουμε μια καλύτερη εποπτεία του τι ακριβώς συμβαίνει, θα πρέπει να δούμε και τις αντίστοιχες αθροιστικές πυκνότητες, οι οποίες και φαίνονται στην Εικόνα 20.

Όπως παρατηρούμε στην Εικόνα 20, τα φάσματα των διαφορών παρουσιάζουν σαφώς λιγότερη τυχειότητα απ' ό,τι οι ίδιες οι τιμές. Το γεγονός αυτό εκφράζεται από την μη σύμπτωση των δυο καμπυλών, εκφράζει δε το γεγονός ότι ενδέχεται να υπάρχει κάποια μη τυχαία διαδικασία στον τρόπο με τον οποίο παράγονται οι διαφορές στις τιμές των μεγεθών. Η πρώτη παρατήρηση που μπορούμε να κάνουμε είναι ότι οι διαφορές των καμπυλών, τόσο για τον χρυσό, όσο και για το ΧΑΑ παρουσιάζουν ομοιότητες, δηλαδή και στις δύο περιπτώσεις οι πυκνότητες πιθανότητας των τιμών με άρτιους δείκτες είναι μικρότερη (η κλίση της καμπύλης αθροιστικής πυκνότητας πιθανότητας είναι μικρότερη) από αυτή των τιμών με περιττούς δείκτες.

Όσον αφορά τα ιστογράμματα, από την Εικόνα 17 μπορούμε να δούμε ότι μεγαλύτερη συχνότητα εμφάνισης εμφανίζουν οι τιμές μεταξύ 800 και 1000, οι οποίες αντιστοιχούν στην περίοδο μέχρι και τον 3^ο του 1997, ενώ η περίοδος της «έκρηξης» αντιστοιχεί στο υπόλοιπο της κατανομής, όπου έχουμε πολύ μικρές συχνότητες εμφάνισης.



Εικόνα 19: Ιστογράμματα συχνότητας εμφάνισης διαφορών



Εικόνα 20: Αθροιστικές πυκνότητες πιθανότητας εμφάνισης διαφορών

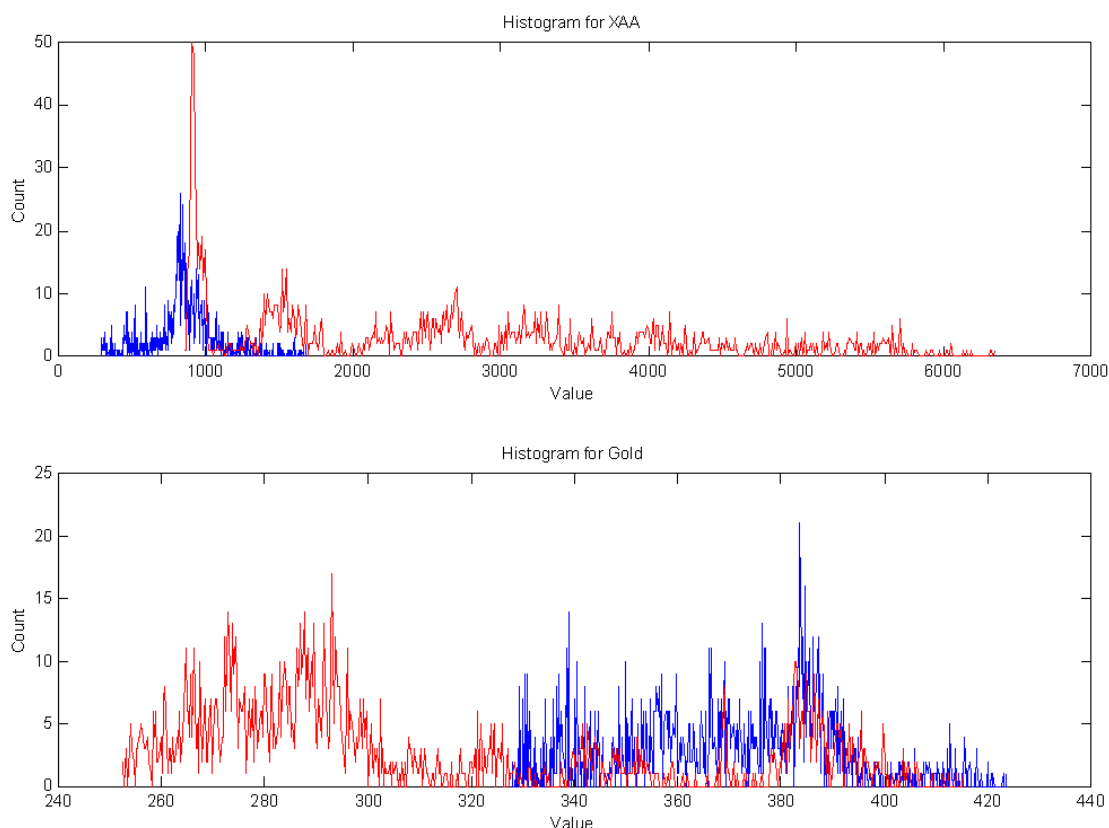
Αντίστοιχα, στην τιμή του χρυσού έχουμε δύο περιοχές τιμών, στις οποίες και συγκεντρώνονται οι μεγαλύτερες συχνότητες εμφάνισης, την περιοχή από 260 – 300 και την περιοχή τιμών από 340 – 400. Οι περιοχές αυτές αντιστοιχούν στις δύο

μεγάλες περιόδους στις οποίες μπορούμε να χωρίσουμε την πορεία του χρυσού (βλ. **Εικόνα 3: Πορεία του χρυσού**), στην περίοδο πριν το 1997, οπότε και η μέση τιμή του χρυσού ήταν περίπου 370, και στην περίοδο μετά το 1997, οπότε και η μέση τιμή του χρυσού έπεσε περίπου στο 285. Το δεύτερο και σημαντικότερο που μπορούμε να παρατηρήσουμε είναι ότι οι κατανομή συχνοτήτων της τιμής του χρυσού είναι γενικά πολύ ομαλότερη και ομοιογενής από αυτή του ΧΑΑ.

Όσον αφορά τα ιστογράμματα συχνότητας εμφάνισης διαφορών μπορούμε να δούμε ότι για το ΧΑΑ διαφορές μέχρι και 70 μονάδες έχουν αρκετά μεγάλη πιθανότητα εμφάνισης, ώστε να μπορούν να θεωρηθούν τυπικές. Αντίστοιχα για τον χρυσό, οι τυπικές διαφορές είναι μέχρι 8-9 μονάδες. Ένα δεύτερο συμπέρασμα είναι το γεγονός ότι, κανονικοποιώντας τις καμπύλες, μπορούμε να παρατηρήσουμε ότι οι μεταβολές στην τιμή του ΧΑΑ είναι συγκεντρωμένες σε μικρότερο εύρος (μικρή διασπορά), σε αντίθεση με τις τιμές του χρυσού. Η σύγκριση αυτή ισχύει, **μόνο**, αν κανονικοποιήσουμε τα φάσματα ως προς την μεγαλύτερη τους τιμή, αλλά μπορεί να μας δώσει πληροφορίες για την φύση των διαφορών.

Έλεγχοι ως προς την στατικότητα

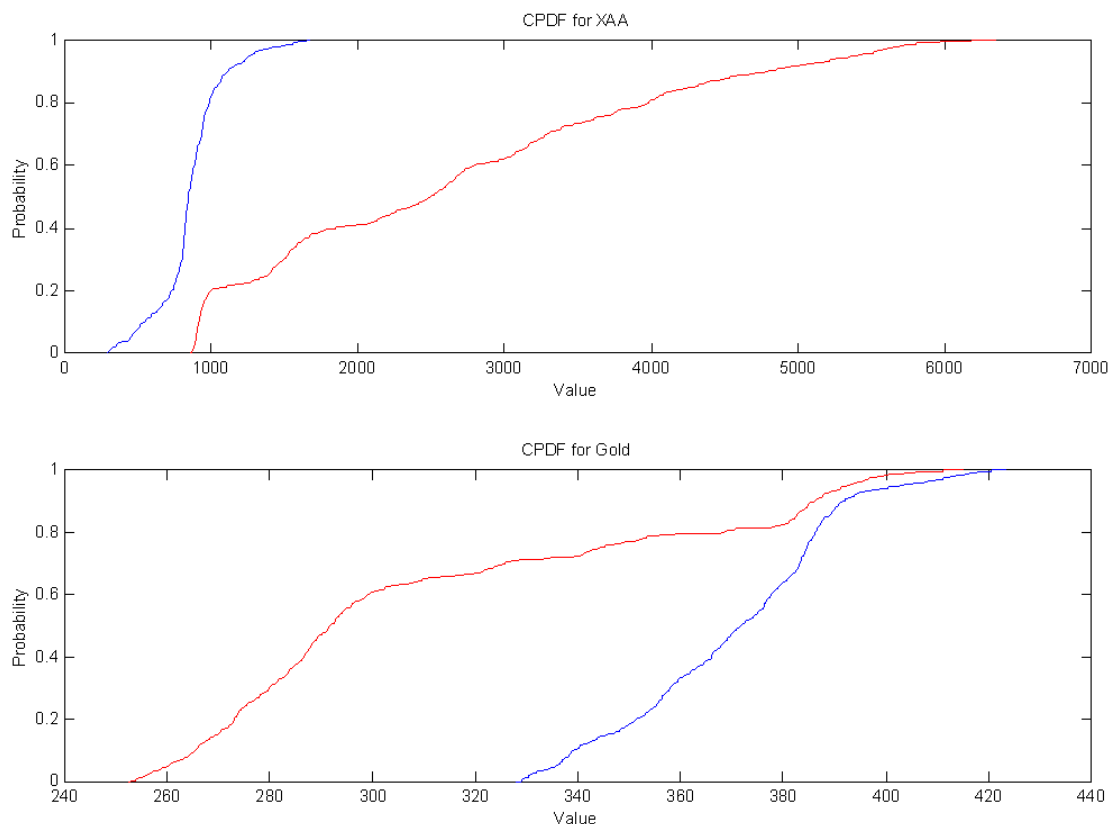
Ο έλεγχος ως προς την στατικότητα έχει σαν σκοπό του να μας αποκαλύψει αν οι διαδικασίες που παράγουν μια χρονοσειρά μεταβάλλονται με την πάροδο του χρόνου. Επομένως η μελέτη γίνεται διαιρώντας τις χρονοσειρές μας σε δύο τμήματα, και παράγοντας τα αντίστοιχα ιστογράμματα συχνότητας εμφάνισης και τις αθροιστικές κατανομές πυκνότητας πιθανότητας. Όσον αφορά τα ιστογράμματα, αυτά φαίνονται στην Εικόνα 21.



Εικόνα 21: Ιστογράμματα συχνότητας εμφάνισης τιμών για τις δύο χρονικές περιόδους

Όπως μπορούμε να παρατηρήσουμε οι διαδικασίες είναι ισχυρά μη στατικές, τουλάχιστον για τις δύο μεγάλες περιόδους που επιλέξαμε. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι οι δύο περίοδοι που μελετάμε εμφανίζουν σημαντικές διαφορές ως προς

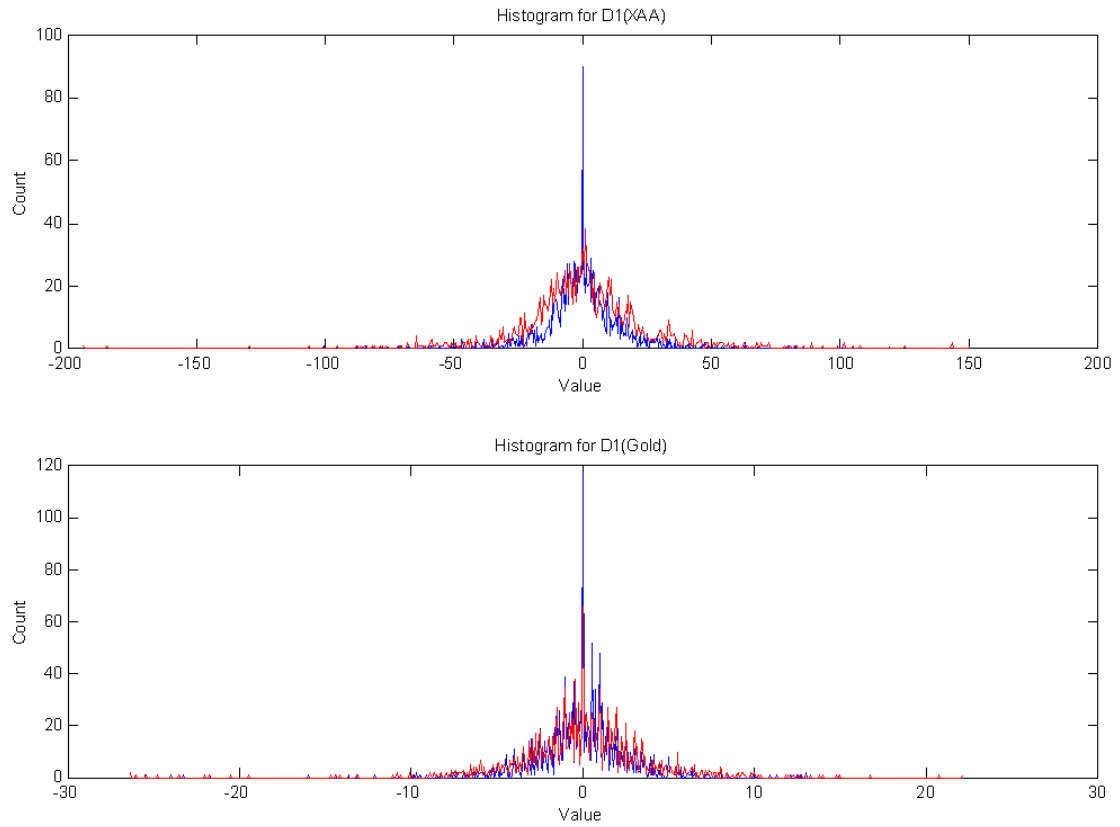
τις τιμές τους, γεγονός, το οποίο παρατηρήσαμε και κατά την μελέτη της τυχαιότητας των χρονοσειρών. Η μη στατικότητα γίνεται εμφανέστερη κατά την μελέτη των αθροιστικών πυκνοτήτων πιθανότητας, οι οποίες και φαίνονται στην Εικόνα 22.



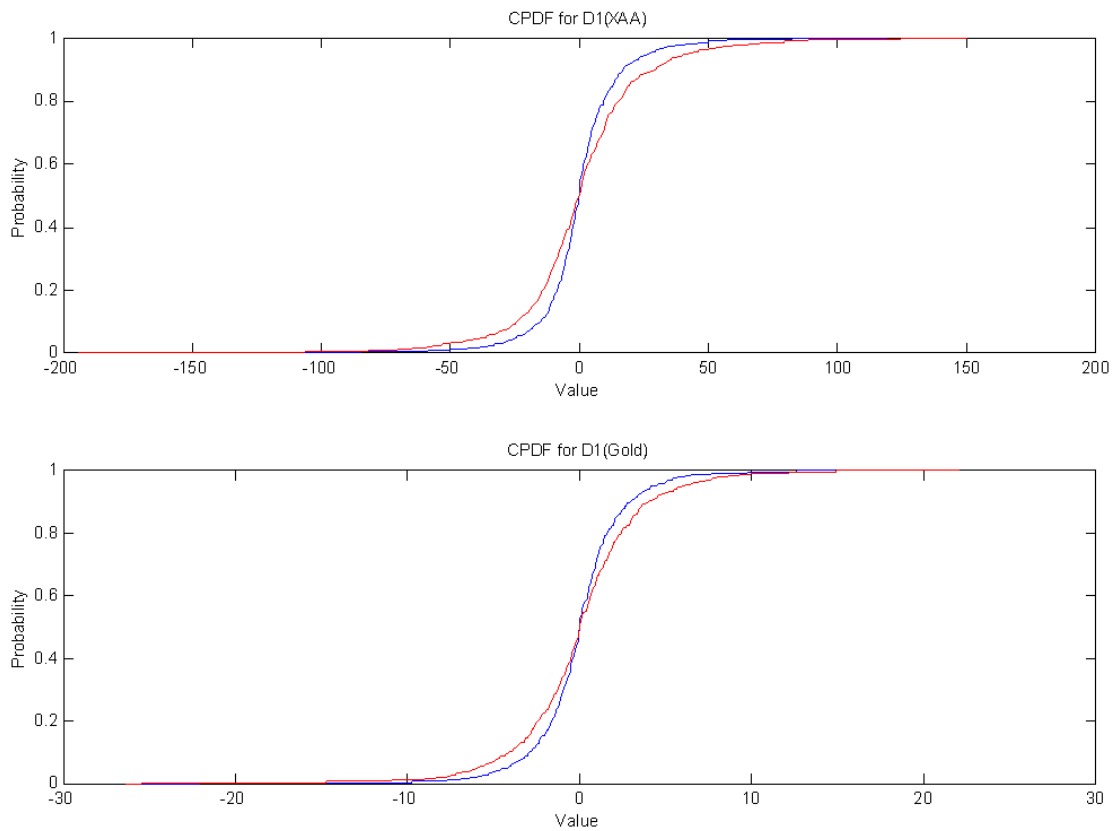
Εικόνα 22: Αθροιστικές Πυκνότητες Πιθανότητας για τις δύο χρονικές περιόδους

Αντίστοιχη μελέτη μπορεί να γίνει και για την στατικότητα των διαφορών, δηλαδή για το κατά πόσο οι διαδικασίες που παράγουν τις ημερήσιες μεταβολές είναι στατικές. Τα αποτελέσματα στην συγκεκριμένη περίπτωση είναι αρκετά πιο ενδιαφέροντα, κάτι που μπορούμε να δούμε και στην Εικόνα 23, όπου φαίνεται ότι οι διαφορές των ημερήσιων μεταβολών παρουσιάζουν μεγάλη ομοιότητα. Αντίστοιχες παρατηρήσεις μπορούμε να κάνουμε και για τις αθροιστικές κατανομές, οι οποίες φαίνονται στην Εικόνα 24.

Επομένως μπορούμε να συμπεράνουμε το ότι αν και οι χρονοσειρές μας δεν μας παρέχουν την δυνατότητα να εργαστούμε σε μοντέλα πρόβλεψης τα οποία να βασίζονται στις απόλυτες τιμές των μεγεθών, ενδεχομένως να μπορούμε να εργαστούμε με μοντέλα τα οποία να παράγουν και να προβλέπουν τις ημερήσιες διαφορές. Τέλος, όσον αφορά την συμπεριφορά ως προς την στατικότητα για κάθε περίοδο ξεχωριστά, αναμένουμε ότι οι διαδικασίες θα εμφανίζουν μεγαλύτερη στατικότητα (κάτι που φαίνεται και από την γενικότερη πορεία των δύο μεγεθών). Παρ' όλα αυτά το γεγονός αυτό δεν μας εξυπηρετεί στην μελέτη μας, αφού μας ενδιαφέρει μόνο το ότι οι συνθήκες που παρήγαγαν την «κρίση» ήταν διαφορετικές απ' ότι είχε συναντήσει η χρηματιστηριακή αγορά μέχρι τότε.



Εικόνα 23: Ιστογράμματα συχνότητας εμφάνισης διαφορών για τις δύο χρονικές περιόδους

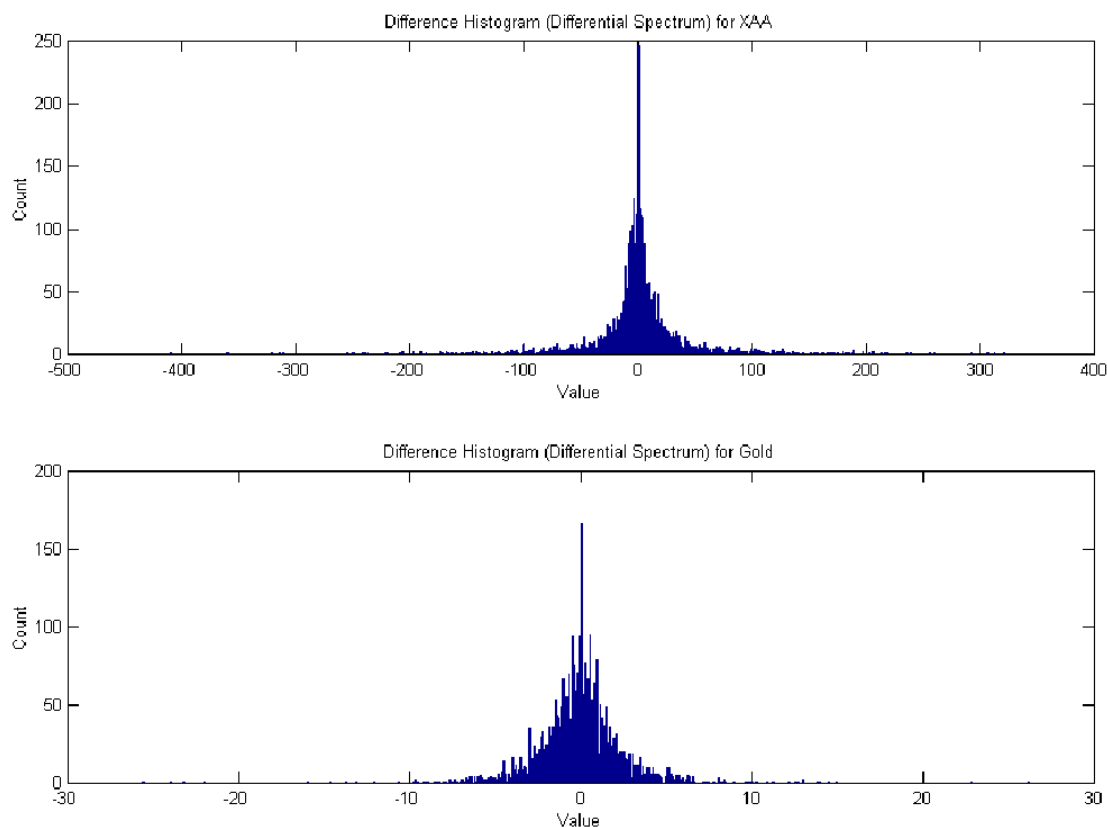


Εικόνα 24: Αθροιστικές πιθανότητες εμφάνισης διαφορών στις ημερήσιες τιμές για τις δύο περιόδους

Έλεγχος ως προς την ανεξαρτησία

Ο έλεγχος ως προς την ανεξαρτησία έχει σαν σκοπό του να αποκαλύψει τυχόν γραμμικές (σειριακές) εξαρτήσεις των διαδοχικών τιμών στις χρονοσειρές μας. Ο απλούστερος έλεγχος είναι αυτός που βασίζεται στο διαφορικό φάσμα τιμών. Πιο συγκεκριμένα, ο έλεγχος βασίζεται στην μελέτη της συμμετρίας του φάσματος ως προς την τιμή «0». Οι υπόλοιποι δυνατοί έλεγχοι για την ανεξαρτησία είναι αρκετά επίπονοι και βασίζονται σε σχετικά περίπλοκες στατιστικές μεθόδους, ώστε να ξεφεύγουν από τα πλαίσια της παρούσας εργασίας. Πιο συγκεκριμένα, δεν θα ασχοληθούμε τόσο με την ανεξαρτησία των χρονοσειρών, αφού οι δυο προηγούμενες μελέτες (ως προς την τυχαιότητα και την στατικότητα) μας έχουν δώσει αρκετές πληροφορίες για το προς ποιά κατεύθυνση να κινηθούμε.

Το διαφορικό φάσμα του γενικού δείκτη του ΧΑΑ και της τιμής του χρυσού φαίνονται στην Εικόνα 25.



Εικόνα 25: Το διαφορικό φάσμα των δύο χρονοσειρών

Από την εικόνα αυτή παρατηρούμε ότι τα δύο φάσματα είναι αρκετά συμμετρικά ως προς την μηδενική τιμή και επομένως δεν αναμένουμε να υπάρχουν σημαντικές γραμμικές εξαρτήσεις στις τιμές. Πιο συγκεκριμένα, το φάσμα του ΧΑΑ φαίνεται να έχει μεγαλύτερη εξάρτηση από αυτό του χρυσού. Οι τυχόν διακυμάνσεις που εμφανίζουν τα δύο φάσματα οφείλονται κυρίως στην επιλογή των διαστημάτων του ιστογράμματος.

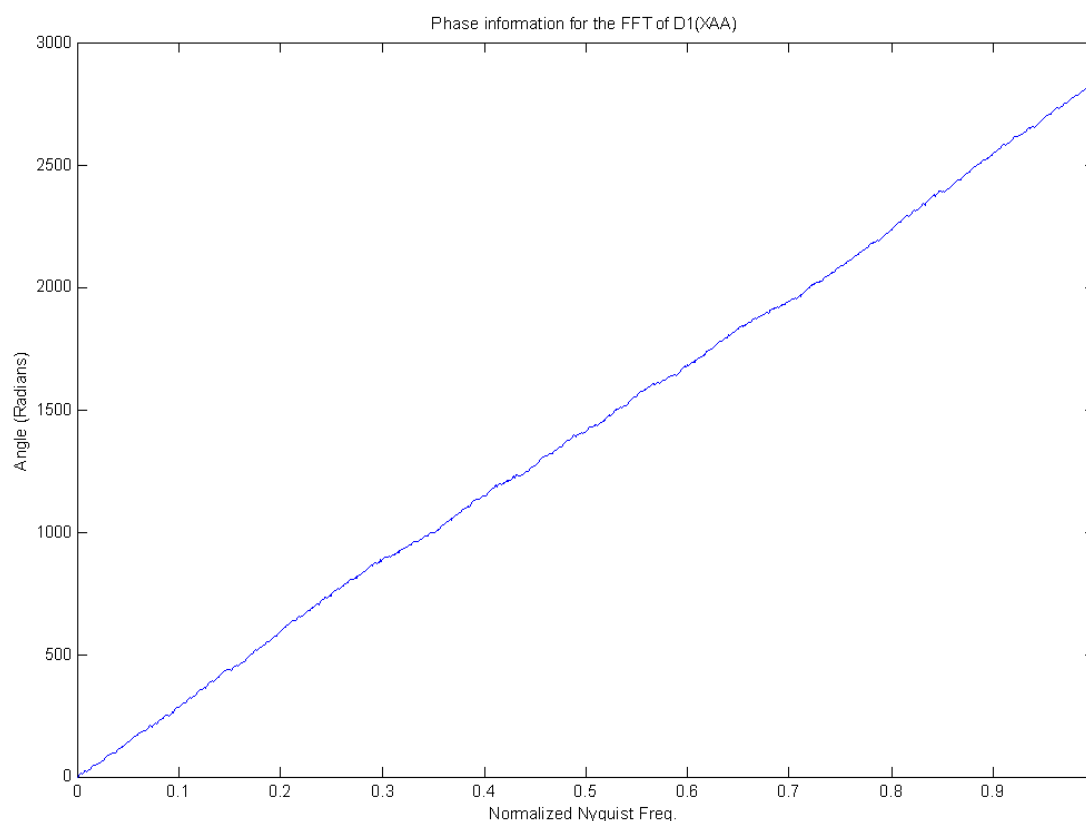
Συμπεράσματα

Σύμφωνα με τα όσα αναφέραμε παραπάνω, προκύπτει ότι οι χρονοσειρές μας δείχνουν εκ πρώτης όψεως να είναι τυχαιές, μη στατικές και ανεξάρτητες. Μελετώντας όμως τις αντίστοιχες χρονοσειρές των διαφορών από ημέρα σε ημέρα

παρατηρούμε ότι αυτές εμφανίζουν σε κάποιο μικρό ποσοστό όλες τις επιθυμητές ιδιότητες, δηλαδή μικρή μη τυχειότητα και στατικότητα. Επομένως φτάνουμε στο συμπέρασμα ότι ένα μοντέλο πρόβλεψης δεν θα πρέπει να βασίζεται μόνο στις απόλυτες χρονοσειρές, αλλά θα πρέπει να περιλαμβάνει σαν παραμέτρους του και τις διαφορές των ημερησίων τιμών.

Ένα βασικό συμπέρασμα που επιβεβαιώνεται στις μέρες μας είναι οι αντίστροφες πορείες των τιμών των δύο χρονοσειρών, γεγονός που φαίνεται και στην Εικόνα 21. Το χαρακτηριστικό αυτό επιβεβαιώνεται και από την συσχέτιση των δυο μεγεθών, η οποία και, αν και παρουσιάζει αρκετές διακυμάνσεις για μικρά χρονικά διαστήματα, είναι ωστόσο αρνητική για το σύνολο της περιόδου που μελετάμε.

Ένα ακόμα χαρακτηριστικό το οποίο παρουσιάζει ενδιαφέρον είναι ότι η φάση του φάσματος των ημερησίων διαφορών παρουσιάζει σημαντική γραμμικότητα. Πιο συγκεκριμένα, λαμβάνοντας τον διακριτό μετασχηματισμό Fourier των διαφορών του δείκτη του ΧΑΑ και μελετώντας την φάση των διαφορών αυτών, παρατηρούμε ότι είναι αντίστοιχη με αυτήν ενός γραμμικού, μη αιτιατού συστήματος, ή αντίστοιχα με την φάση ενός διαφοριστή. Η φάση του FFT των διαφορών φαίνεται στην Εικόνα 26.



Εικόνα 26: Φάση του φάσματος της χρονοσειράς των ημερησίων διαφορών

Σαν τελευταίο σχόλιο, θα πρέπει να αναφέρουμε το γεγονός, ότι αν και μπορούμε να εργαστούμε με προβλέψεις διαφορών, τα τυχόν σφάλματα στις προβλέψεις, εισάγουν ακόμα μεγαλύτερα σφάλματα στις προβλέψεις των τιμών (επειδή η διαδικασία εύρεσης των τιμών είναι αναδρομική), εκτός και αν τα σφάλματα των διαφορών έχουν μέση τιμή μηδέν.

ΑΝΑΛΥΣΗ ΜΕ ΝΕΥΡΩΝΙΚΑ ΔΙΚΤΥΑ

Τα τεχνητά νευρωνικά δίκτυα (ΤΝΔ) αποτελούν, όπως αναφέραμε και στην εισαγωγή, μη γραμμικά, καταναμημένα συστήματα επεξεργασίας, βασικό δομικό στοιχείο των οποίων είναι ο τεχνητός νευρώνας. Τα ΤΝΔ παρουσιάζουν μια σειρά από ενδιαφέρουσες ιδιότητες, οι οποίες καθιστούν ιδιαίτερα ελκυστική την εφαρμογή τους στην ανάλυση χρηματαγορών και γενικότερα οικονομικών καταστάσεων (π.χ. πρόβλεψη χρεοκοπίας μίας επιχείρησης, αποφάσεις για την έγκριση ή μη ενός δανείου, κλπ). Μεταξύ των ιδιοτήτων αυτών περιλαμβάνονται οι ακόλουθες:

- **Μη γραμμικότητα:** Η εγγενής, καταναμημένη μη γραμμικότητα καθιστά ένα ΤΝΔ ικανό να επεξεργαστεί σήματα τα οποία παρήχθησαν από μη γραμμικές διεργασίες.
- **Αντιστοίχιση εισόδων-εξόδων:** Η δυνατότητα αντιστοίχισης εισόδων -εξόδων των ΤΝΔ, στην οποία και βασίζεται η διαδικασία εκμάθησης / προπόνησης τους, σχετίζεται με την δυνατότητα αναγνώρισης προτύπων που τα χαρακτηρίζει (pattern recognition / classification). Σχετική με την δυνατότητα αναγνώρισης προτύπων είναι και η δυνατότητα εξαγωγής των στατιστικών χαρακτηριστικών του σήματος εισόδου. Πιο συγκεκριμένα, για τα πολυεπίπεδα (Multi Layer) ΤΝΔ, ισχύει ο γενικός κανόνας ότι όσο περισσότερα είναι τα επίπεδα του δικτύου, τόσο μεγαλύτερης τάξης στατιστικές συσχετίσεις μπορεί να εξάγει το δίκτυο αυτό.
- **Προσαρμοστικότητα:** Η δυνατότητα προσαρμογής ενός ΤΝΔ αφορά στην ικανότητα για δυναμική μεταβολή των ελευθέρων παραμέτρων (συναπτικών βαρών) του δικτύου κατά την διάρκεια λειτουργίας του. Η προσαρμοστικότητα των ΤΝΔ τα καθιστά ικανά να παρακολουθούν τις μεταβολές του περιβάλλοντος τους και να διορθώνουν και να βελτιώνουν την απόδοσή τους.
- **Αποδεικτική Απόκριση:** Στα πλαίσια της δυνατότητας για ταξινόμηση προτύπων (pattern classification), τα ΤΝΔ είναι σε θέση να παρέχουν, όχι μόνο πληροφορίες για την επιλογή προτύπου, αλλά και πληροφορίες για την βεβαιότητα με την οποία λαμβάνουν την κάθε επιλογή. Οι πληροφορίες αυτές μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να βελτιώσουν περαιτέρω την απόδοση του δικτύου.
- **Συσχέτιση συναφών πληροφοριών:** Εφ' όσον η «γνώση» ενός νευρωνικού δικτύου αναπαρίσταται με την δομή του δικτύου, το δίκτυο είναι σε θέση να συσχετίζει συναφείς πληροφορίες.

Στα πλαίσια της παρούσας εργασίας προσπαθήσαμε να χρησιμοποιήσουμε νευρωνικά δίκτυα για να προβλέψουμε την τιμή του χρηματιστηρίου. Η προσέγγιση που ακολουθήσαμε ήταν αρκετά απλή, έφερε, ωστόσο, πολύ καλά αποτελέσματα. Πιο συγκεκριμένα ασχοληθήκαμε με έναν τύπο δικτύων, τα feed forward, back propagation networks, δηλαδή δίκτυα που δεν περιέχουν αναδράσεις στην δομή τους και η εκμάθηση των οποίων γίνεται με βάση τον αλγόριθμο back propagation. Οι αρχιτεκτονικές που δοκιμάσαμε ήταν δύο ειδών:

- I. **Αρχιτεκτονική 12-12-1:** Η συγκεκριμένη αρχιτεκτονική αποτελείται από ένα επίπεδο 12 νευρώνων εισόδου, ένα κρυμμένο επίπεδο 12 νευρώνων και ένα επίπεδο εξόδου. Το δίκτυο είναι πλήρως συνδεδεμένο και δέχεται 12 τιμές

σαν εισόδο, οι οποίες και μοιράζονται σε όλους τους νευρώνες του πρώτου επιπέδου.

Π. **Αρχιτεκτονική 12-12-12-1**: Η αρχιτεκτονική 12-12-12-1 είναι παρόμοια με την προηγούμενη, με την διαφορά ότι έχει δύο κρυμμένα επίπεδα των 12 νευρώνων.

Από τις δύο παραπάνω αρχιτεκτονικές η δεύτερη έχει το πλεονέκτημα ότι μπορεί να εξάγει στατιστικές συσχετίσεις μεγαλύτερης τάξης. Όπως θα δούμε όμως και στην συνέχεια, δεν μας δίνει πάντα τα καλύτερα δυνατά αποτελέσματα.

Όσον αφορά τις εισόδους και την προπόνηση του δικτύου, ακολουθήσαμε αρκετές διαφορετικές προσεγγίσεις. Έτσι, αρχικά, δοκιμάσαμε τις επιδόσεις του δικτύου δίνοντάς του σαν εισόδους 12 διαδοχικές τιμές του γενικού δείκτη του ΧΑΑ και σαν έξοδο την τιμή της αμέσως επόμενης (13^{ης}) ημέρας. Η προσέγγιση αυτή αποσκοπούσε στο να δούμε αν μπορούμε να προβλέψουμε την επόμενη τιμή του χρηματιστηρίου, με βάση την πορεία του τις δύο τελευταίες εβδομάδες. Η τεχνική αυτή δοκιμάστηκε και για την περίπτωση που θέλουμε να προβλέψουμε τον κινητό μέσο όρο (6 ή 12 ημερών). Φυσικά, θα μπορούσαμε να χρησιμοποιήσουμε και αρκετά άλλα μοτίβα, όπως, π.χ. να δοκιμάσουμε να προβλέψουμε την τιμή του χρηματιστηρίου μετά από 5 ή και περισσότερες ημέρες με βάση τις προηγούμενες τιμές, ή ακόμα και να δούμε αν μπορούμε να προβλέψουμε τις επόμενες Κ τιμές, χρησιμοποιώντας, για παράδειγμα, ένα δίκτυο 12-12-Κ. Οι αρχιτεκτονικές που χρησιμοποιήσαμε είναι σχετικές με αυτές που περιγράφονται και στην βιβλιογραφία (βλ. [2]).

Η παραπάνω μέθοδος βασίζει την λειτουργία της στο γεγονός ότι το νευρωνικό δίκτυο προσπαθεί να ανακαλύψει συσχετίσεις μεταξύ των διαδοχικών τιμών του χρηματιστηρίου και να βρει patterns επαναλαμβανόμενης συμπεριφοράς. Επομένως η πρόβλεψη που μας δίνει προκύπτει από την προσπάθεια να συσχετίσει την ακολουθία που του δίνεται με αντίστοιχες ακολουθίες, τις οποίες είχε συναντήσει κατά την εκμάθησή του. Η συγκεκριμένη μέθοδος μας δίνει, όπως θα δούμε και παρακάτω, αρκετά καλά αποτελέσματα, παρ' όλο που είδαμε (παράγραφος «ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΜΕ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΕΣ ΜΕΘΟΔΟΥΣ») ότι ο γενικός δείκτης του ΧΑΑ φαίνεται να παράγεται από μια τυχαία και μη στατική διεργασία, ενώ οι τιμές του είναι ασυσχέτιστες. Εκτός από αυτή την προσέγγιση δοκιμάσαμε μια σειρά μοντέλων τα οποία, σε ορισμένες περιπτώσεις μας έδωσαν εξαιρετικά αποτελέσματα.

Όσον αφορά την μεθοδολογία που ακολουθήσαμε, η πρώτη παρατήρηση που πρέπει να κάνουμε είναι ότι στις περισσότερες των περιπτώσεων δοκιμάσαμε τα ΤΝΔ, τόσο για την χρονοσειρά του ΧΑΑ, όσο και για την χρονοσειρά του χρυσού, ώστε να μπορέσουμε να εξάγουμε συμπεράσματα όσον αφορά τις διαφορές στην συμπεριφορά τους. Η προπόνηση των νευρωνικών δικτύων έγινε με τυχαία επιλεγμένα δείγματα εισόδων-εξόδου από τις πρώτες 1500 τιμές. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι θέλαμε να δούμε αν, και με ποίο τρόπο, οι συνθήκες που επικρατούσαν στην αγορά κατά χρονική περίοδο μέχρι περίπου τα μέσα του 1995 θα μπορούσαν να προβλέψουν την «έκρηξη» του χρηματιστηρίου, καθώς και να συγκρίνουμε τα αποτελέσματά μας με τα αντίστοιχα για τις ίδιες περιόδους για τον χρυσό. Τέλος, στα περισσότερα από τα παραδείγματά μας χρησιμοποιήσαμε δύο διαφορετικά νευρωνικά δίκτυα, ένα προσαρμοζόμενο και ένα μη προσαρμοζόμενο. Το μη προσαρμοζόμενο μπορούσε να εξάγει συμπεράσματα μόνο με βάση την περίοδο μέχρι το 1995, ενώ το προσαρμοζόμενο ήταν σε θέση να παρακολουθεί τις μεταβολές στην συμπεριφορά της αγοράς. Όσον αφορά τα αποτελέσματα των εξομοιώσεών μας, αξίζει να σημειώσουμε ότι τα ΤΝΔ που χρησιμοποιήσαμε ήταν σχετικά μικρά σε μέγεθος (δηλαδή σε αριθμό νευρώνων και συνάψεων), και ότι η χρήση μεγαλύτερων

και περισσότερο «προπονημένων» δικτύων ενδεχομένως να έδινε καλύτερα αποτελέσματα.

Πρόβλεψη με βάση τις 12 προηγούμενες ημέρες

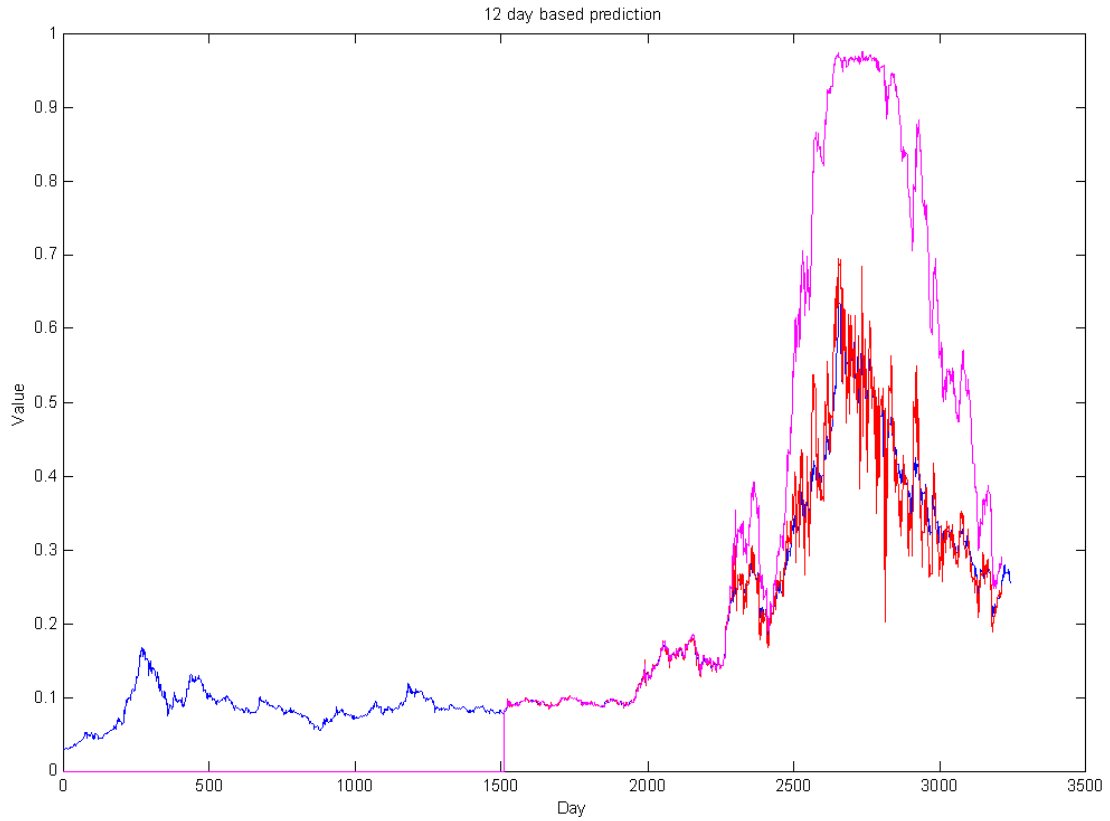
Σύμφωνα με τα όσα είπαμε και παραπάνω, για το μοντέλο πρόβλεψης των 12 ημερών χρησιμοποιήθηκαν δύο διαφορετικές αρχιτεκτονικές, κάθε μια από τις οποίες «προπονήθηκε» σε τυχαία επιλεγμένα σύνολα από 13 διαδοχικές τιμές (δώδεκα εισόδους – μία έξοδο).

Πρόβλεψη μίας τιμής – Μοντέλο (12-12-1)

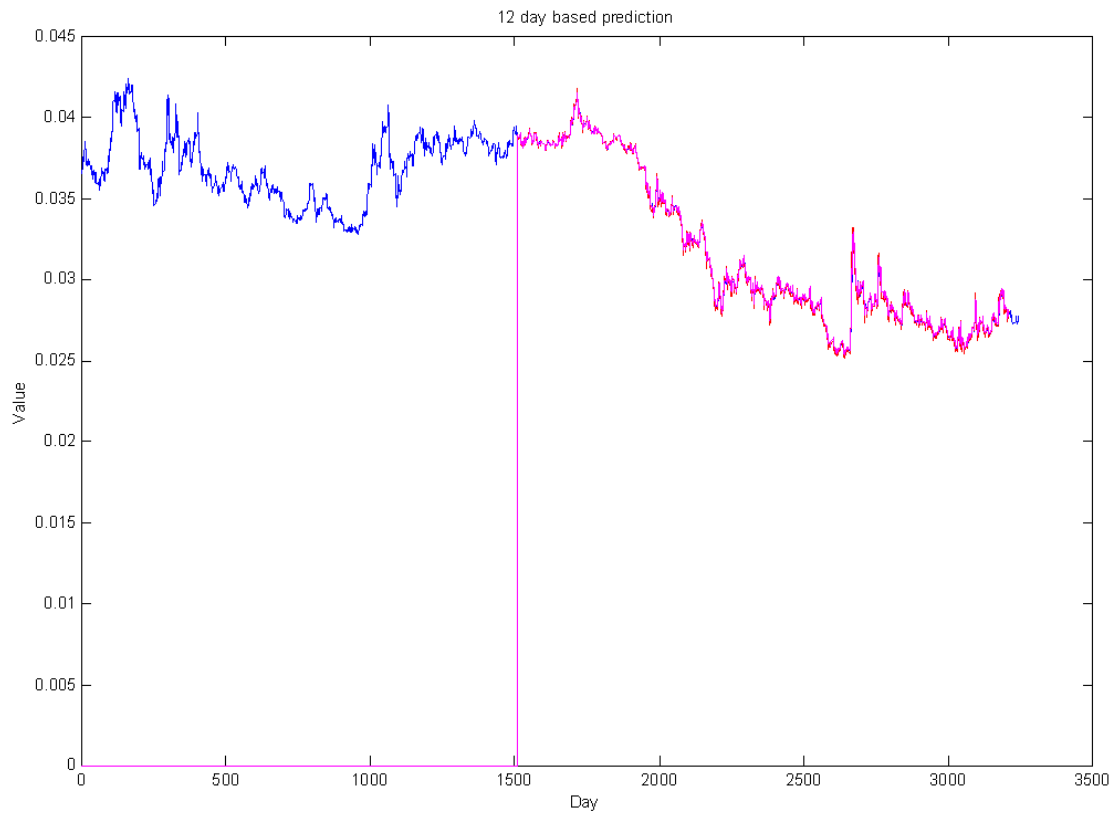
Τα αποτελέσματα της εξομοίωσης με την χρήση του μοντέλου 12-12-1 φαίνονται στην Εικόνα 27. Σε όλες τις εικόνες που ακολουθούν η **μπλε** καμπύλη αναπαριστά τις πραγματικές τιμές του χρηματιστηρίου, η **κόκκινη** καμπύλη αναπαριστά τις τιμές που προβλέφθηκαν από το **προσαρμοζόμενο** νευρωνικό δίκτυο, ενώ η **ροζ-κόκκινη** (magenta) καμπύλη αναπαριστά τις τιμές του **μη προσαρμοζόμενου** ΤΝΔ.

Όπως παρατηρούμε στην εικόνα αυτή, τα δύο νευρωνικά δίκτυα μπόρεσαν να παρακολουθήσουν την πραγματική καμπύλη τιμών του ΧΑΑ σε εξαιρετικά ικανοποιητικό βαθμό μέχρι, περίπου την τιμή 2300, η οποία και αντιστοιχεί στον 5^ο μήνα του 1998. Από εκεί και πέρα, το μη προσαρμοζόμενο ΝΔ άρχισε να αποκλίνει και έδωσε εξαιρετικά υπερεκτιμημένες προβλέψεις. Αυτό εκφράζει το γεγονός ότι η πορεία του ΧΑΑ από την περίοδο εκείνη και μετά παρουσιάζει εντελώς διαφορετικά χαρακτηριστικά σε σχέση με την περίοδο εκμάθησης αυτού. Επιπλέον μπορούμε να συνάγουμε ότι σύμφωνα με τα στοιχεία της πρώτης περιόδου, οι προβλέψεις για την δεύτερη περίοδο μας δίνουν μια ιδιαίτερα αισιόδοξη πρόβλεψη για την πορεία του χρηματιστηρίου, από το 1999 και μετά, αν δεν λάβουμε υπ' όψη μας τις οποιοσδήποτε αλλαγές που τυχόν υπέστη η αγορά στην ενδιάμεση περίοδο.

Όσον αφορά την αντίστοιχη συμπεριφορά των δυο ΤΝΔ για την πρόβλεψη της τιμής του χρυσού, τα αντίστοιχα αποτελέσματα φαίνονται στην Εικόνα 28. Παρατηρούμε ότι στην συγκεκριμένη περίπτωση, τα αποτελέσματα, τόσο του προσαρμοζόμενου, όσο και του μη προσαρμοζόμενου νευρωνικού δικτύου είναι πάρα πολύ κοντά στις πραγματικές τιμές. Το χαρακτηριστικό αυτό διακρίνεται, άλλωστε, και στην μεγέθυνση της εικόνας, η οποία και φαίνεται στην Εικόνα 29.

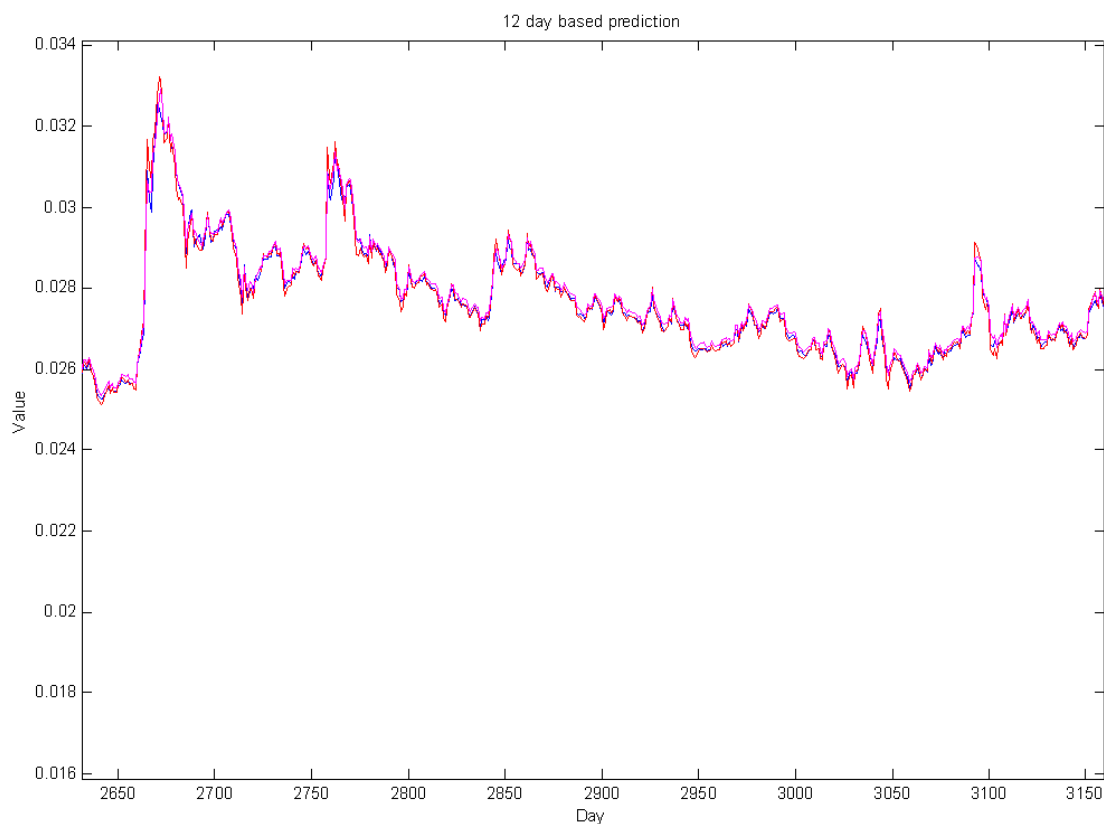


Εικόνα 27: Προβλέψεις των δύο ΤΝΔ με βάση τις δώδεκα προηγούμενες ημέρες για το ΧΑΑ



Εικόνα 28: Προβλέψεις των δύο ΤΝΔ με βάση τις δώδεκα προηγούμενες ημέρες για τον χρυσό

Πιο συγκεκριμένα, στην περίπτωση του χρυσού, μπορούμε να εξάγουμε το συμπέρασμα ότι οι δύο περίοδοι που μελετάμε εμφανίζουν παρόμοια χαρακτηριστικά, παρ' όλο που, όπως αναφέραμε και σε προηγούμενη παράγραφο, οι μέσες τιμές διαφέρουν σημαντικά.



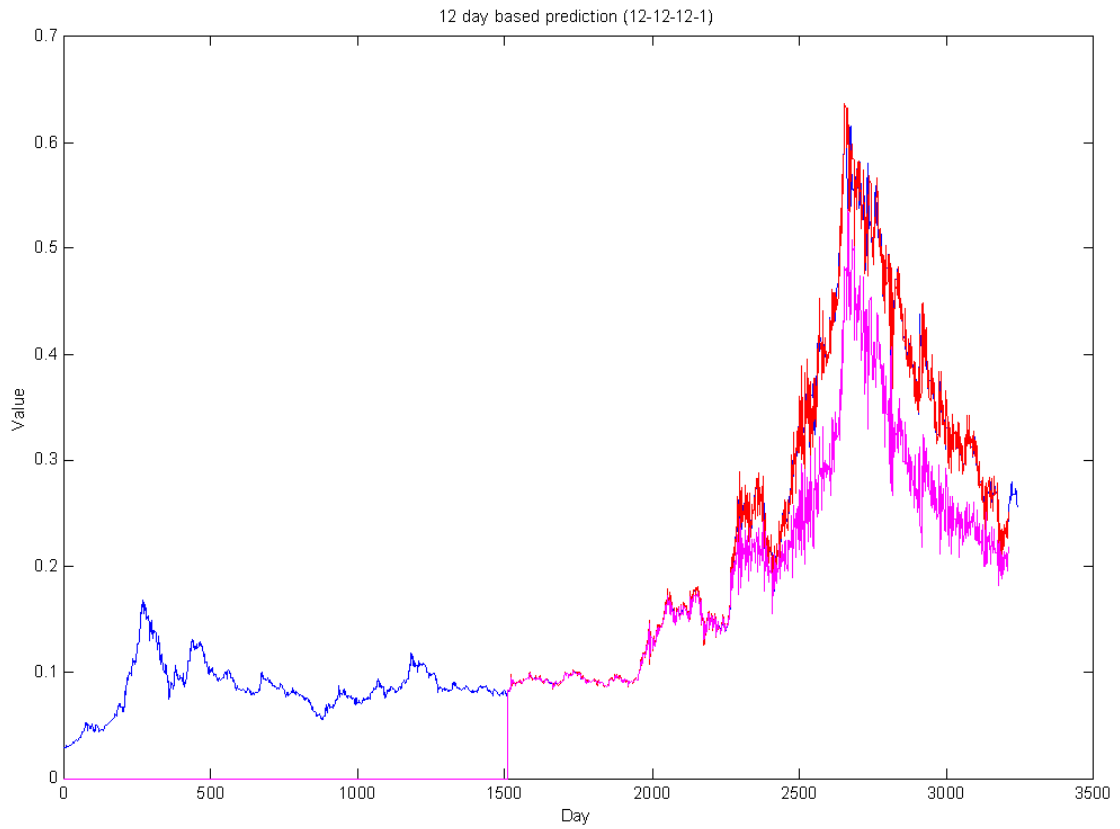
Εικόνα 29: Λεπτομέρεια των αποτελεσμάτων για την πρόβλεψη του χρυσού

Όσον αφορά τις επιδόσεις των δύο διαφορετικών ΤΝΔ, δηλαδή του προσαρμοζόμενου και του μη προσαρμοζόμενου, μπορούμε, εν γένει, να παρατηρήσουμε ότι οι προβλέψεις του πρώτου είναι αρκετά καλύτερες από αυτές του δεύτερου, χωρίς αυτό να σημαίνει ότι η διαφορά τους είναι σημαντική.

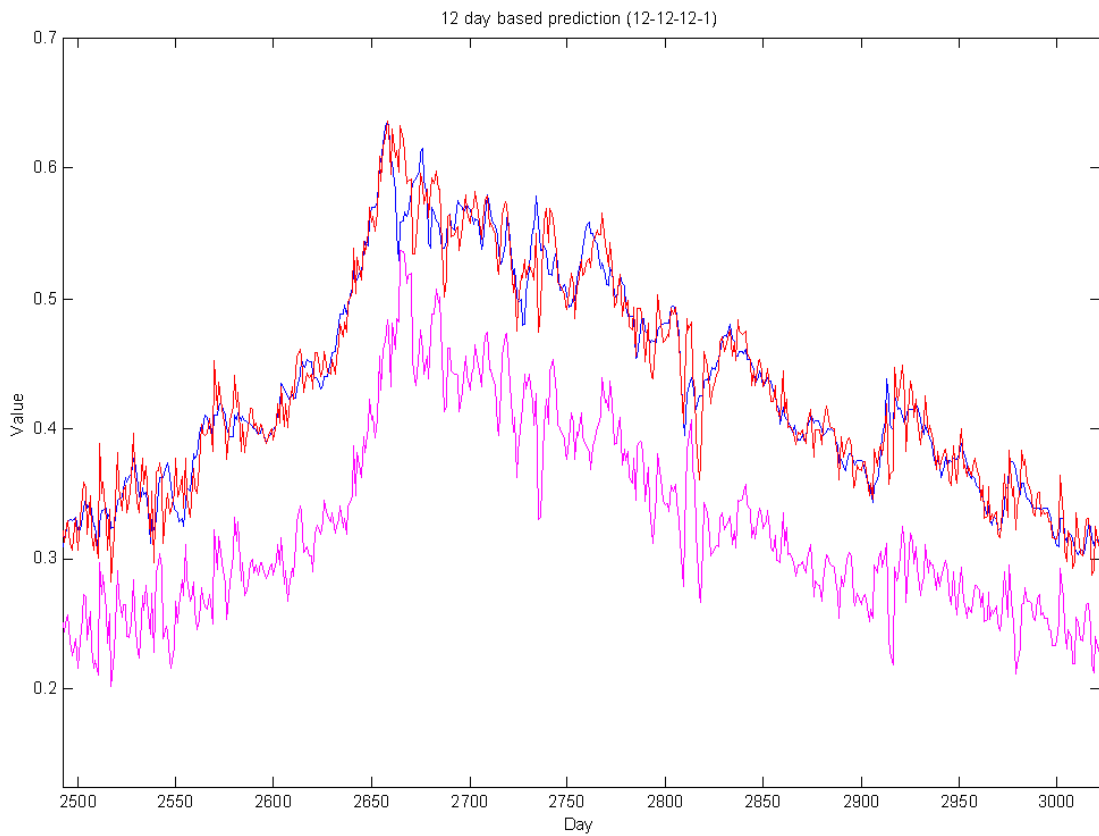
Πρόβλεψη μίας τιμής – Μοντέλο (12-12-12-1)

Στην προσπάθειά μας να βελτιώσουμε τις προβλέψεις για την τιμή του ΧΑΑ που λάβαμε με την χρήση της αρχιτεκτονικής 12-12-1, αυξήσαμε τα κρυμμένα επίπεδα του ΤΝΔ καταλήγοντας στην αρχιτεκτονική 12-12-12-1. Σκοπός μας ήταν να προσπαθήσουμε να δημιουργήσουμε ένα μοντέλο, το οποίο να λαμβάνει υπ' όψη του στατιστικά χαρακτηριστικά μεγαλύτερης τάξης. Τα αποτελέσματα που λάβαμε φαίνονται στην Εικόνα 30. Αντίστοιχα, στην Εικόνα 31, μπορούμε να δούμε μια λεπτομέρεια από την προηγούμενη, η οποία αντιστοιχεί στην περίοδο της μεγάλης έκρηξης.

Το κύριο συμπέρασμα που μπορούμε να εξάγουμε με την πρώτη ματιά είναι η σαφώς καλύτερη συμπεριφορά του μη προσαρμοζόμενου νευρωνικού δικτύου. Για την ακρίβεια παρατηρούμε ότι, αν και δίνει αρκετά μικρότερες προβλέψεις, παρακολουθεί πολύ καλά την γενικότερη πορεία του δείκτη του ΧΑΑ.



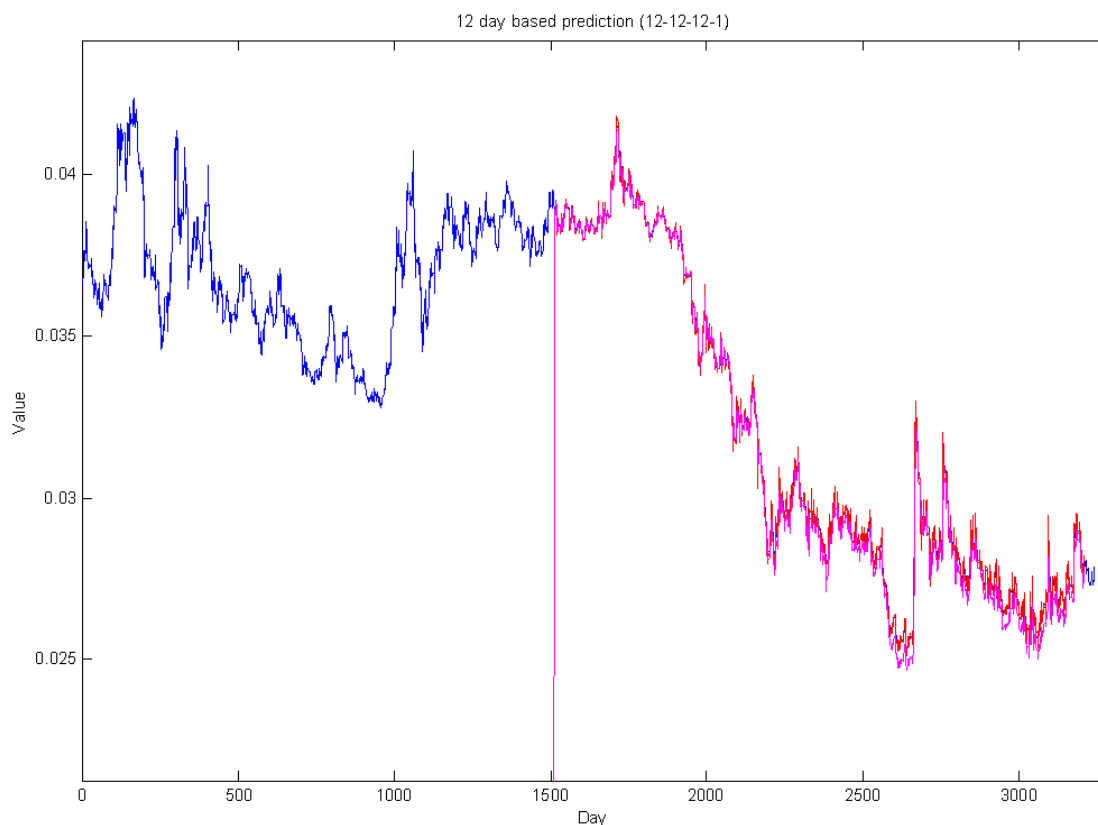
Εικόνα 30: Πρόβλεψη του ΧΑΑ για την τιμή της επόμενης μέρας με το μοντέλο (12-12-12-1)



Εικόνα 31: Λεπτομέρεια της πρόβλεψης (12-12-12-1)

Όσον αφορά το προσαρμοζόμενο μοντέλο, όπως παρατηρούμε και στην λεπτομέρεια στην Εικόνα 31, οι προβλέψεις του είναι αρκετά κοντά στις πραγματικές, χωρίς όμως να συμπίπτουν με αυτές.

Αν θα θέλαμε να συγκρίνουμε τις επιδόσεις των δύο μοντέλων 12-12-1 και 12-12-12-1 για το ΧΑΑ, θα μπορούσαμε να πούμε ότι όλες οι ενδείξεις οδηγούν στο συμπέρασμα πως όσο αυξάνουμε τον αριθμό των κρυμμένων επιπέδων του μοντέλου, τόσο καλύτερα είναι και τα αποτελέσματά μας, κάτι που οφείλεται στο γεγονός ότι η δεύτερη αρχιτεκτονική είναι σε θέση να παράγει συσχετίσεις μεγαλύτερου βαθμού. Όσον αφορά τα αποτελέσματα των προσομοιώσεων για την περίπτωση του χρυσού, αυτά φαίνονται στην Εικόνα 32.



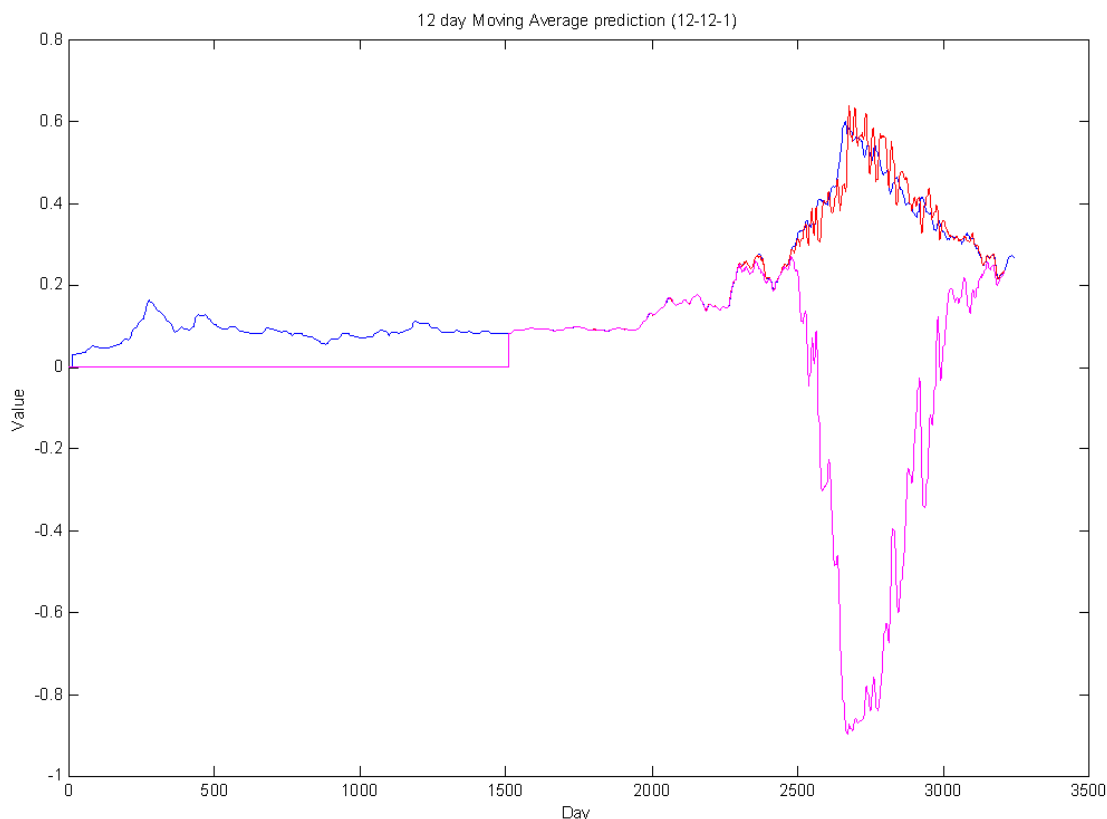
Εικόνα 32: Αποτελέσματα του (12-12-12-1) για την περίπτωση του χρυσού

Στην συγκεκριμένη περίπτωση παρατηρούμε ότι η αύξηση του μεγέθους του ΤΝΔ δεν έφερε κάποια σημαντική βελτίωση στις επιδόσεις αυτού, και μάλιστα μπορούμε να δούμε ότι, στην περίπτωση του μη προσαρμοζόμενου μοντέλου, μας έδωσε λίγο χειρότερα αποτελέσματα. Επομένως μπορούμε να υποθέσουμε ότι οι διεργασίες που παράγουν την ακολουθία τιμών του χρυσού εμφανίζουν μικρότερη πολυπλοκότητα ή ότι επηρεάζονται από παράγοντες που μεταβάλλονται αρκετά πιο αργά (δηλαδή ότι οι παράμετροι των διεργασιών υπέστησαν μικρές μεταβολές και στα πλαίσια μεγαλύτερου χρονικού διαστήματος).

Πρόβλεψη ΚΜΟ 12 ημερών – Μοντέλο (12-12-1)

Οι συγκεκριμένες δοκιμές είχαν σαν σκοπό τους να ελέγξουν τις δυνατότητες πρόβλεψης του μοντέλου 12-12-1, όταν οι τιμές του ΧΑΑ έχουν εξομαλυνθεί με την βοήθεια του ΚΜΟ για 12 ημέρες. Αυτό που θέλαμε να δούμε είναι με ποιόν τρόπο επηρεάζουν οι απότομες μεταβολές τα μοντέλα μας. Τα αποτελέσματα των εξομοιώσεών μας για την περίπτωση του ΧΑΑ φαίνονται στην Εικόνα 33. Όπως παρατηρούμε, τα δύο ΤΝΔ παρακολουθούν την καμπύλη του ΚΜΟ μέχρι περίπου

την τιμή 2300 (Μάιος 1998), οπότε και αρχίζουν να αποκλίνουν. Για να είμαστε πιο ακριβείς, το μεν προσαρμοζόμενο ΤΝΔ παρουσιάζει αρκετά «θορυβώδεις» προβλέψεις, το δε μη προσαρμοζόμενο αποκλίνει ολοκληρωτικά.

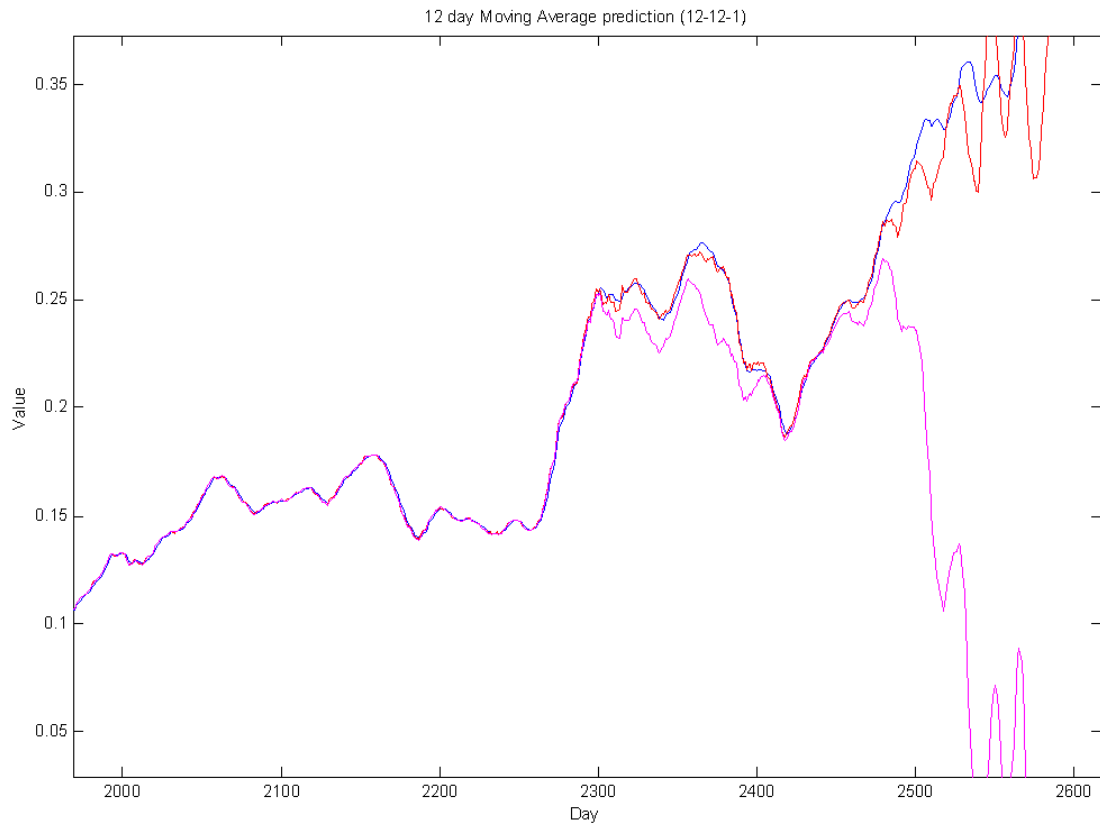


Εικόνα 33: Πρόβλεψη του ΚΜΟ 12 ημερών για το ΤΝΔ (12-12-1)

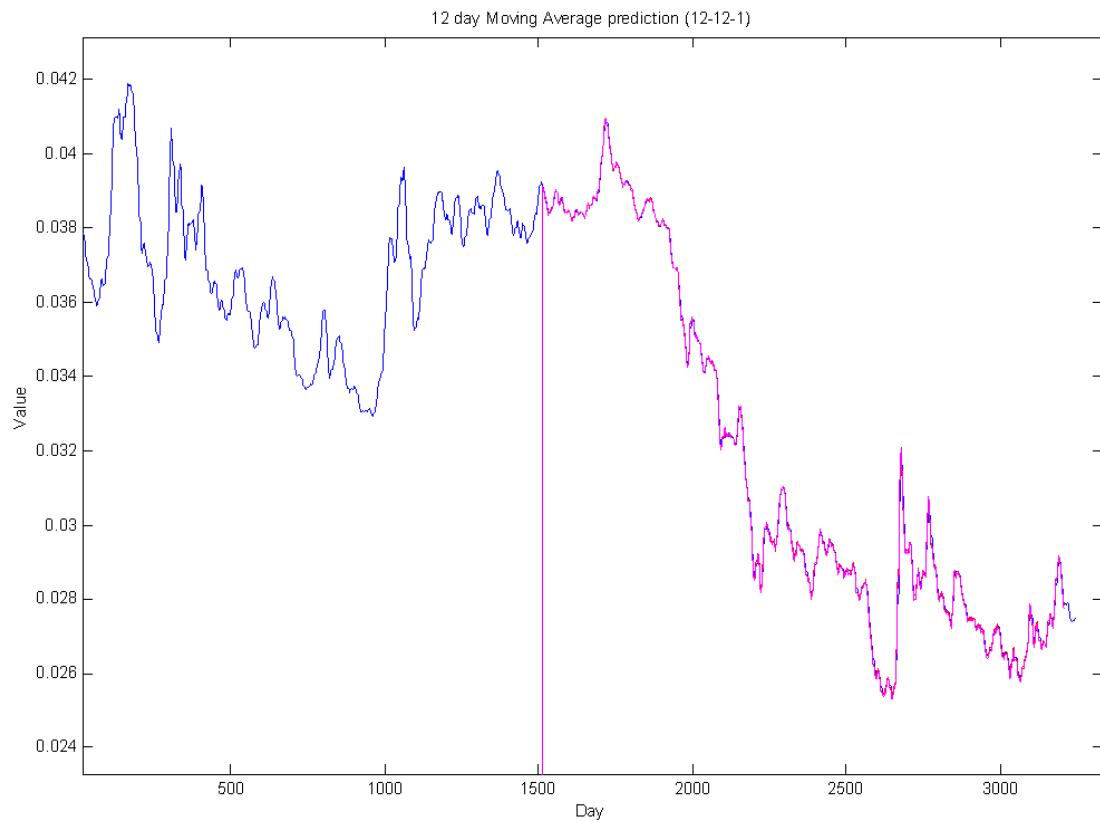
Η συγκεκριμένη ημερομηνία, την οποία συναντήσαμε και προηγουμένως φαίνεται λοιπόν να αποκτά ιδιαίτερη σημασία, καθώς δείχνει να σηματοδοτεί σημαντικότερες αλλαγές στον τρόπο με τον οποίο κινείται η χρηματιστηριακή αγορά. Αν και η άνοδος του γενικού δείκτη του ΧΑΑ είχε αρχίσει αρκετό καιρό πιο πριν (1^{ος} και 2^{ος} μήνες του 1997), η πορεία της μέχρι τον 5^ο του 1998 ήταν, όπως φαίνεται και από την έξοδο των ΤΝΔ, αρκετά προβλέψιμη. Τα όσα είπαμε παραπάνω γίνονται πιο εμφανή στην Εικόνα 34, όπου και φαίνεται καλύτερα η περίοδος κατά την οποία αρχίζουν να αποκλίνουν οι προβλέψεις από τις πραγματικές τιμές.

Η αντίστοιχη πορεία της τιμής του χρυσού φαίνεται στην Εικόνα 35. Στην προκειμένη περίπτωση παρατηρούμε ότι η χρήση του ΚΜΟ δεν αλλοίωσε καθόλου την προβλεπτική ικανότητα των δύο ΤΝΔ.

Ανακεφαλαιώνοντας θα μπορούσαμε να εξάγουμε τα εξής συμπεράσματα. Πρώτον, το ότι η κρίσιμη περίοδος για το ΧΑΑ φαίνεται να ξεκινάει τον Μάιο του 1998, και δεύτερον το ότι οι προβλέψεις που είμαστε σε θέση να εξάγουμε με την βοήθεια των νευρωνικών δικτύων δεν φαίνονται να επηρεάζονται από την ομαλότητα της καμπύλης των τιμών (δηλαδή από τις απότομες – υψίσυχνες μεταβολές). Το επόμενο λογικό βήμα είναι να δούμε κατά πόσο αυτή η συμπεριφορά προκύπτει από την αρχιτεκτονική του μοντέλου μας. Αξίζει, τέλος, να αναφέρουμε το γεγονός ότι αρκετά από τα συμπεράσματά μας οφείλονται στην σύγκριση της πορείας των δυο ΤΝΔ.



Εικόνα 34: Λεπτομέρεια της προηγούμενης εικόνας για τον ΚΜΟ 12 ημερών

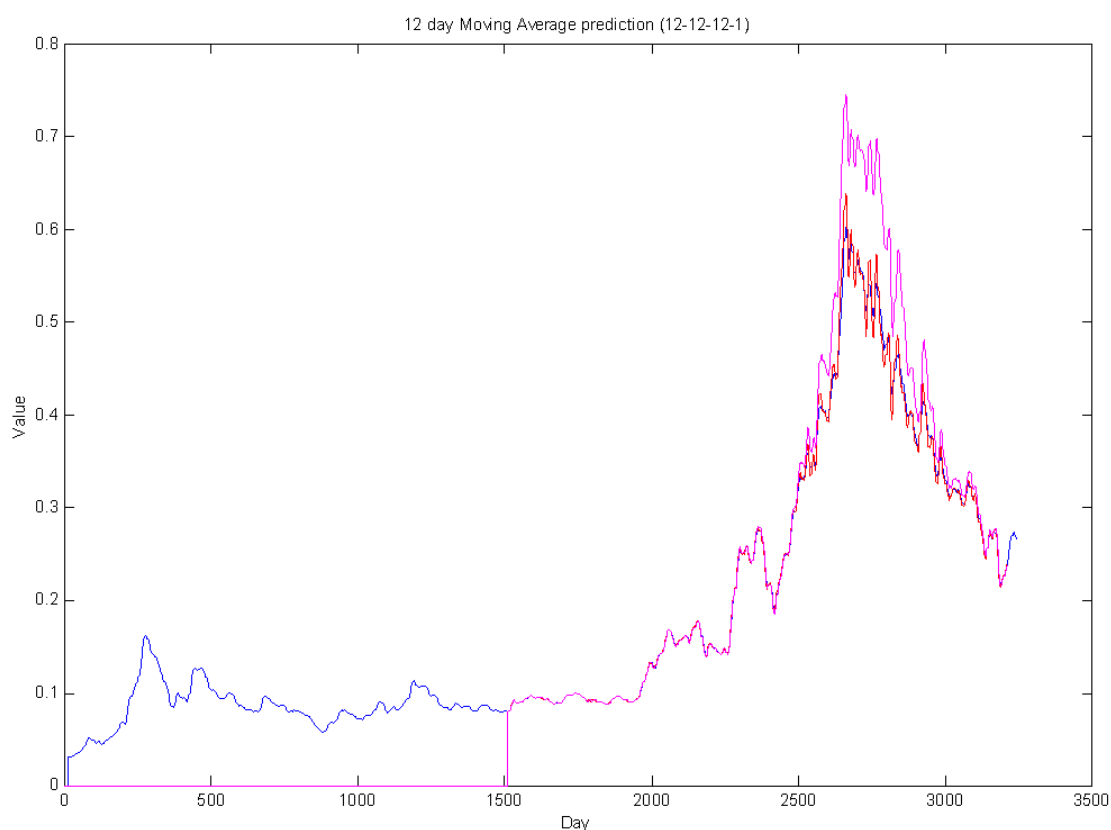


Εικόνα 35: Πρόβλεψη του ΚΜΟ 12 ημερών για τον χρυσό (12-12-1)

Πρόβλεψη ΚΜΟ 12 ημερών – Μοντέλο (12-12-12-1)

Θέλοντας να ελέγξουμε το κατά πόσο τα σφάλματα πρόβλεψης οφείλονται στην αρχιτεκτονική του μοντέλου που χρησιμοποιήσαμε, δοκιμάσαμε το ίδιο μοτίβο με την προηγούμενη παράγραφο χρησιμοποιώντας την αρχιτεκτονική (12-12-12-1). Τα αποτελέσματά μας για την περίπτωση του ΧΑΑ φαίνονται στην Εικόνα 36. Όπως βλέπουμε και στην εικόνα, οι προβλέψεις που μας έδωσαν τα δύο ΤΝΔ είναι σαφώς καλύτερες από αυτές της προηγούμενης παραγράφου. Ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζει, δε, το γεγονός ότι το μη προσαρμοζόμενο νευρωνικό δίκτυο κατάφερε να «παρακολουθήσει» ικανοποιητικά την πορεία του ΧΑΑ για αρκετά μεγαλύτερη περίοδο, και πιο συγκεκριμένα, περίπου μέχρι την τιμή 2550, η οποία χρονικά αντιστοιχεί στον Απρίλιο του 1999.

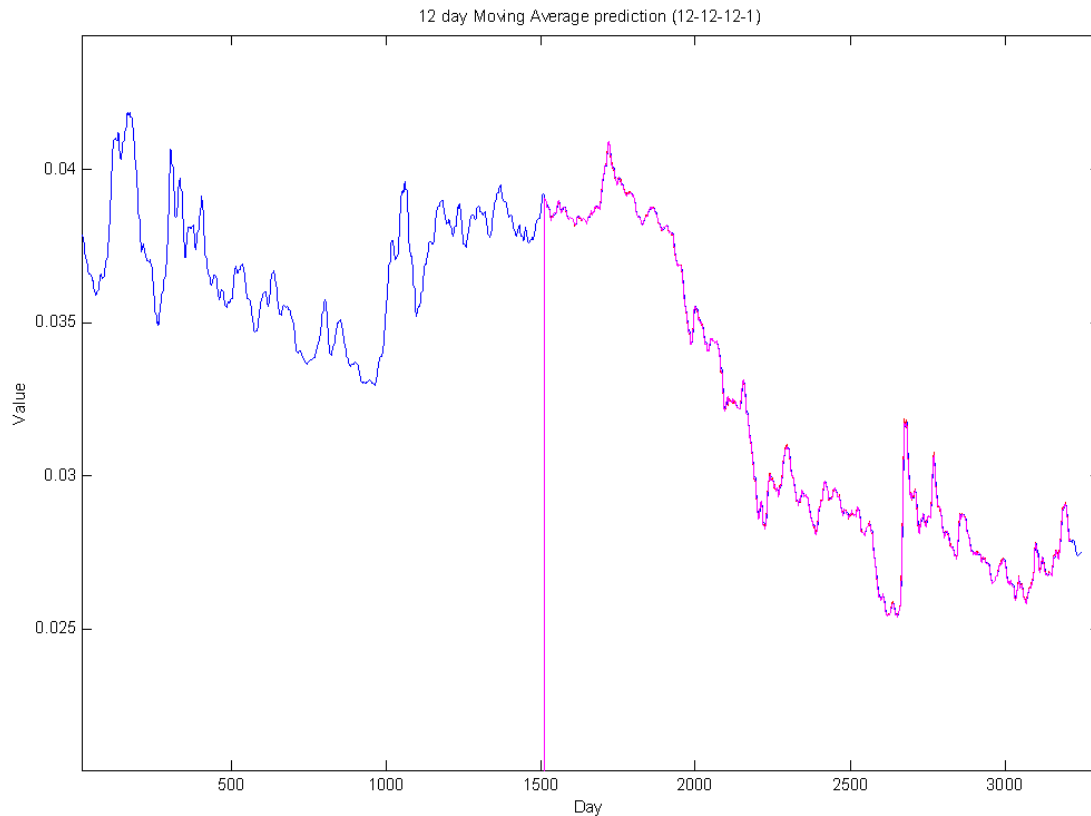
Η παραπάνω παρατήρηση μας οδηγεί στο συμπέρασμα ότι ενδεχομένως ένα μεγαλύτερο νευρωνικό δίκτυο (με π.χ. 4 – 6 «κρυμμένα» επίπεδα) θα μας έδινε καλύτερα αποτελέσματα. Στην περίπτωσή μας δοκιμάσαμε μόνο την αρχιτεκτονική (12-12-12-12-1) οι προβλέψεις της οποίας φαίνονται στην Εικόνα 38. Παρατηρούμε ότι το μεν προσαρμοζόμενο ΤΝΔ έχει καλύτερη απόδοση, ενώ το μη προσαρμοζόμενο αποκλίνει.



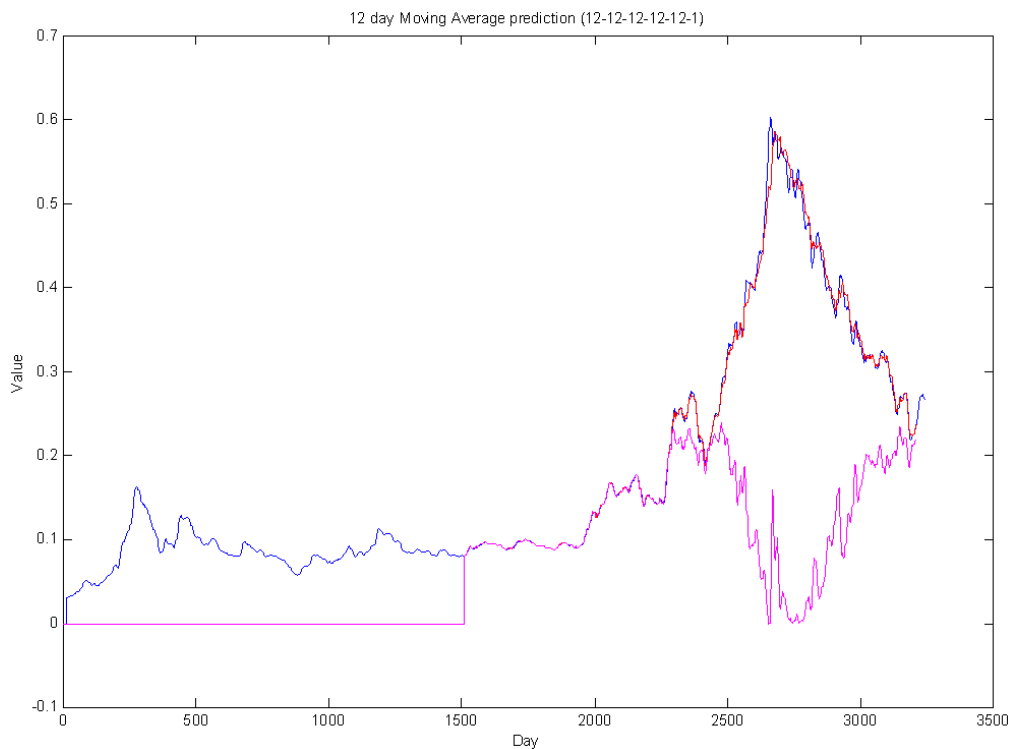
Εικόνα 36: Πρόβλεψη του ΚΜΟ 12 ημερών για το ΧΑΑ με το ΤΝΔ (12-12-12-1)

Τα αντίστοιχα αποτελέσματα της εξομοίωσης με το μοντέλο (12-12-12-1) για τον χρυσό φαίνονται στην Εικόνα 37. Παρατηρούμε ότι στην προκειμένη περίπτωση οι προβλέψεις συνεχίζουν να είναι το ίδιο καλές. Απ' όσα έχουμε δει μέχρι τώρα, τείνουμε να πιστεύουμε ότι οι μεταβολές της τιμής του χρυσού βασίζονται σε μια διαδικασία, η οποία συμπεριφέρεται σαφώς καλύτερα από την αντίστοιχη του ΧΑΑ. Αυτό μπορεί να οφείλεται σε αρκετούς διαφορετικούς παράγοντες, όπως π.χ. στο ότι ο χρυσός δεν απετέλεσε αντικείμενο (τουλάχιστον απ' όσο γνωρίζουμε) «τζόγου», με

μόνη ίσως εξαίρεση το γνωστό περιστατικό αγοράς μεγάλων ποσοτήτων από επιχειρηματίες παγκοσμίας εμβέλειας.



Εικόνα 37: Αποτελέσματα της εξομοίωσης για την τιμή του χρυσού (12-12-12-1)



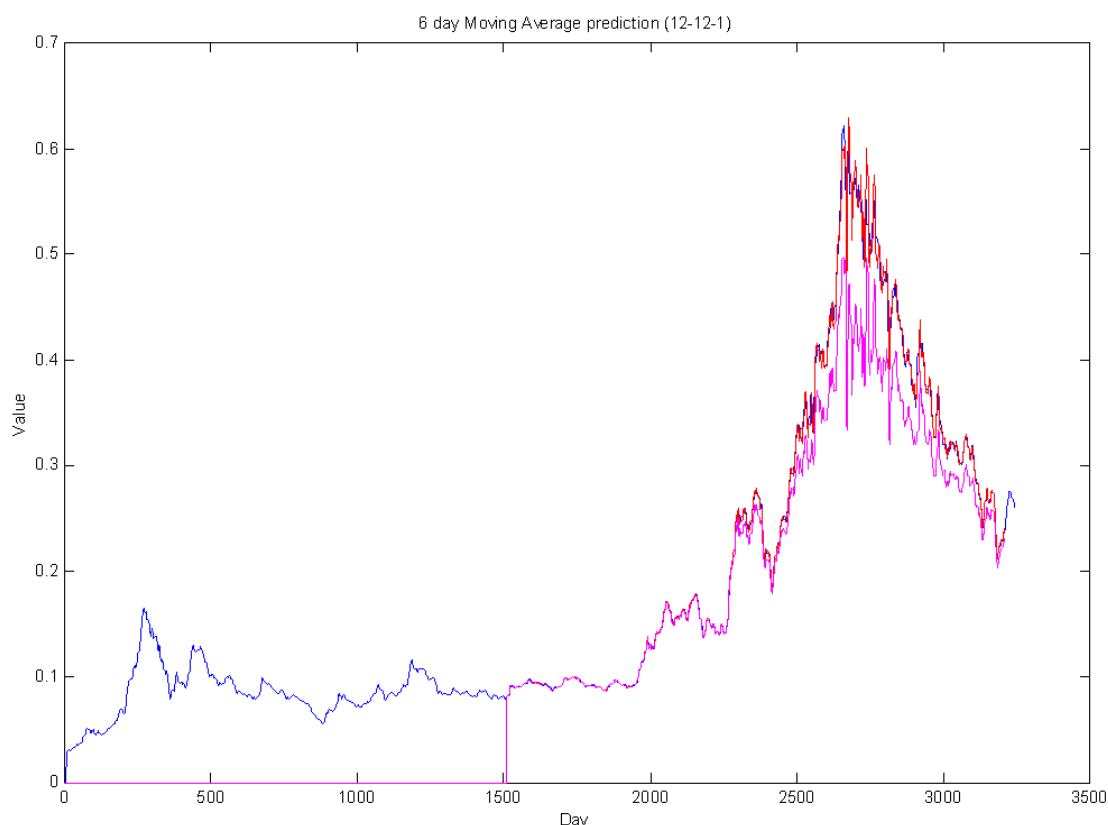
Εικόνα 38: Προσομοίωση για ΤΝΔ με τέσσερα κρυμμένα επίπεδα

Πρόβλεψη ΚΜΟ 6 ημερών – Μοντέλο (12-12-1)

Η δημιουργία του μοντέλου πρόβλεψης για τον ΚΜΟ των 6 τελευταίων ημερών είχε σαν σκοπό να μας δείξει το κατά πόσο επηρεάστηκαν τα ΤΝΔ από το γεγονός ότι

ο αριθμός εισόδων του δικτύου ήταν ίσος με τον αριθμό των ημερών για τις οποίες πήραμε τον ΚΜΟ. Πιο συγκεκριμένα, ο ΚΜΟ δρα σαν χαμηλοπερατό φίλτρο και εξομαλύνει την χρονοσειρά, αλλοιώνοντας παράλληλα τα στατιστικά χαρακτηριστικά της. Από την άλλη, το νευρωνικό δίκτυο αναγνωρίζει μοτίβα αξιοποιώντας, σε σημαντικό βαθμό, αυτά ακριβώς τα χαρακτηριστικά. Αυτό που θέλαμε να εξακριβώσουμε είναι αν η διαδικασία αυτή έχει κάποια επίδραση στην προβλεπτική ικανότητα των δικτύων.

Τα αποτελέσματα της εξομοίωσης του ΤΝΔ (12-12-1) στην πρόβλεψη των τιμών του ΧΑΑ για τον ΚΜΟ των 6 ημερών φαίνεται στην Εικόνα 39. Παρατηρούμε ότι δεν εμφανίζεται κάποια σημαντική βελτίωση σε σχέση με τις προηγούμενες περιπτώσεις, οπότε και μπορούμε να συμπεράνουμε ότι η τάξη του ΚΜΟ δεν επηρεάζει σημαντικά τις προβλέψεις μας.

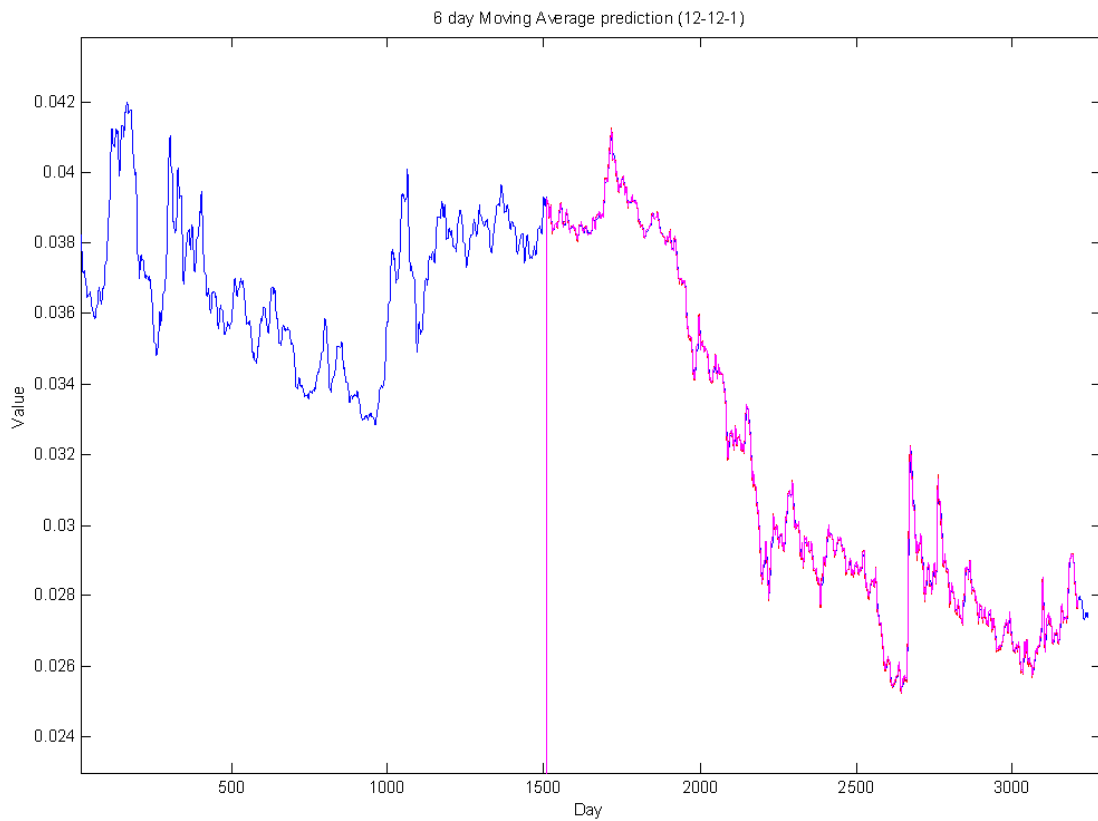


Εικόνα 39: Μοντέλο πρόβλεψης του ΚΜΟ 6 ημερών (12-12-1)

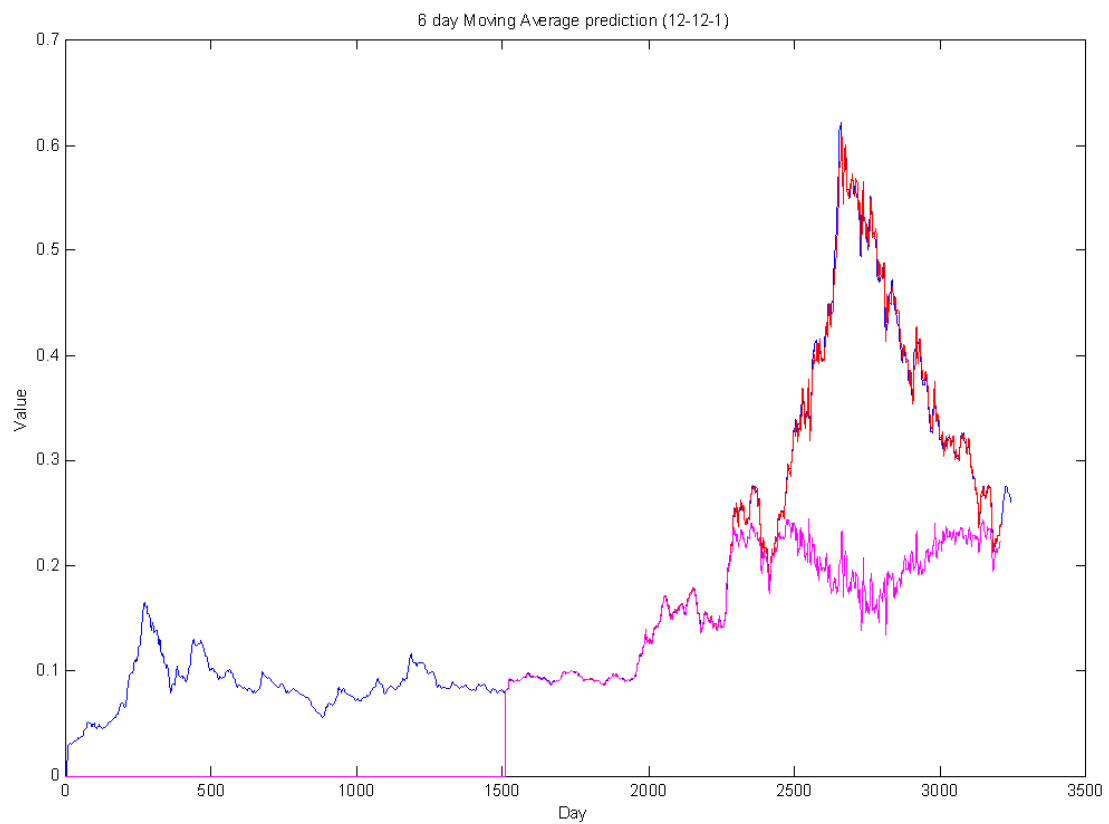
Τα αντίστοιχα αποτελέσματα για τον χρυσό φαίνονται στην Εικόνα 40, απ' όπου μπορούμε να οδηγηθούμε σε παρόμοια συμπεράσματα.

Πρόβλεψη ΚΜΟ 6 ημερών – Μοντέλο (12-12-12-1)

Επαναλαμβάνοντας την παραπάνω διαδικασία με το μοντέλο 12-12-12-1) παίρνουμε τα αποτελέσματα που φαίνονται στην Εικόνα 41.



Εικόνα 40: Πρόβλεψη του ΚΜΟ 6 ημερών για τον χρυσό (12-12-1)



Εικόνα 41: ΚΜΟ 6 ημερών για το μοντέλο (12-12-12-1)

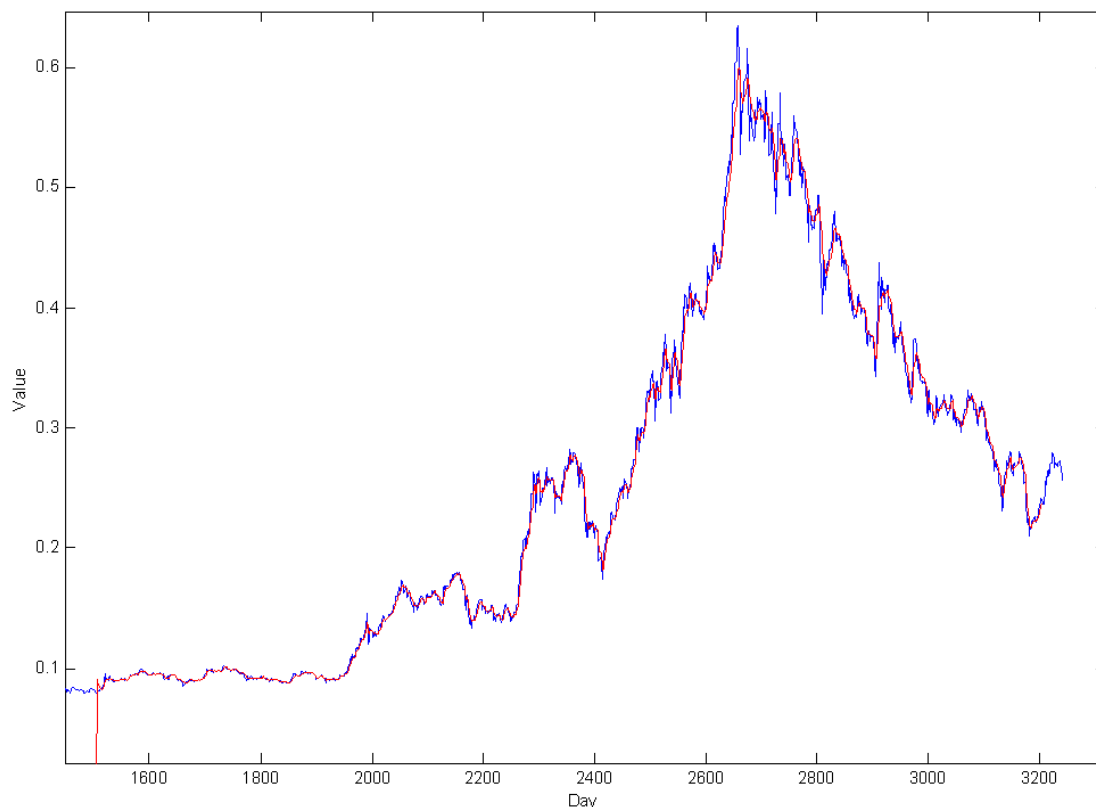
Όπως παρατηρούμε, το προσαρμοζόμενο ΤΝΔ έχει σαφώς καλύτερη συμπεριφορά, ενώ το μη προσαρμοζόμενο συνεχίζει να αποκλίνει. Τα αποτελέσματά μας για τον

χρυσό, είναι στην συγκεκριμένη περίπτωση ανάλογα με αυτά που συναντήσαμε μέχρι τώρα, δηλαδή η απόδοση των ΤΝΔ είναι σαφώς καλύτερη από αυτή του ΧΑΑ.

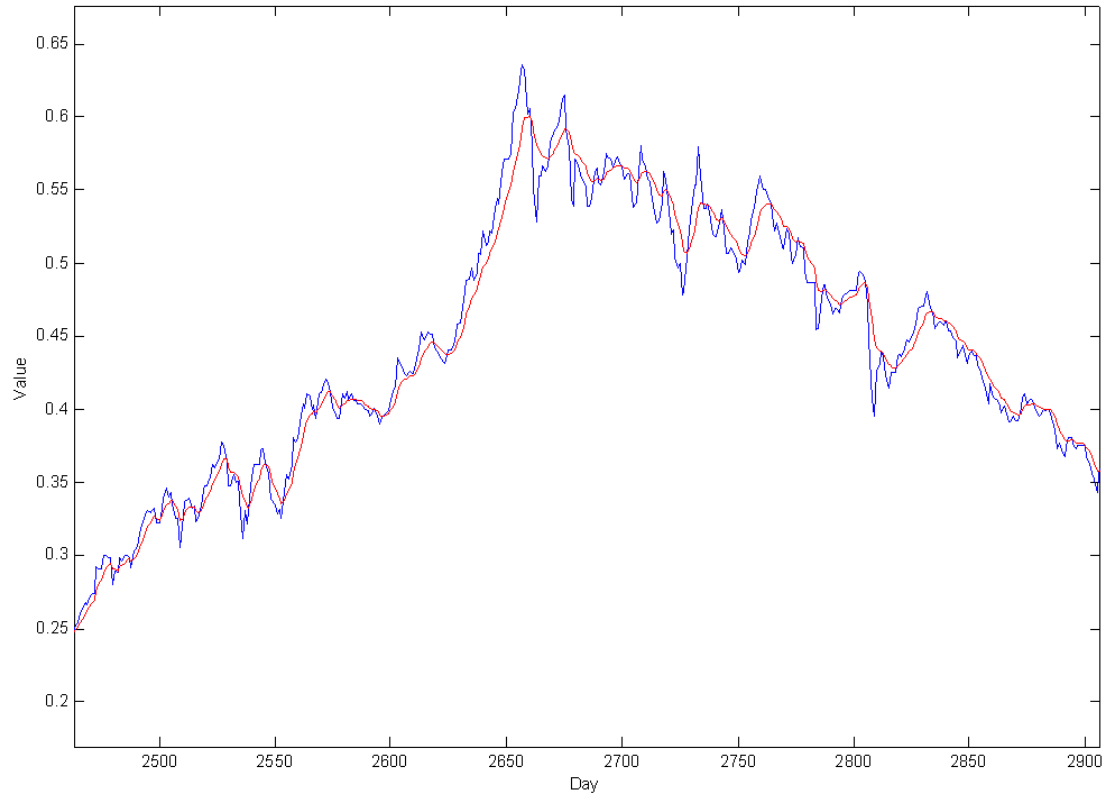
Έχοντας ολοκληρώσει τις προσομοιώσεις μας για την απλή περίπτωση, δηλαδή για την πρόβλεψη του ΧΑΑ και του χρυσού χρησιμοποιώντας δύο διαφορετικές αρχιτεκτονικές (12-12-1 και 12-12-12-1) και δύο διαφορετικούς τύπους (προσαρμοζόμενο και μη προσαρμοζόμενο) ΤΝΔ, προχωρήσαμε στην μελέτη άλλων μοντέλων.

Εναλλακτικά Μοντέλα

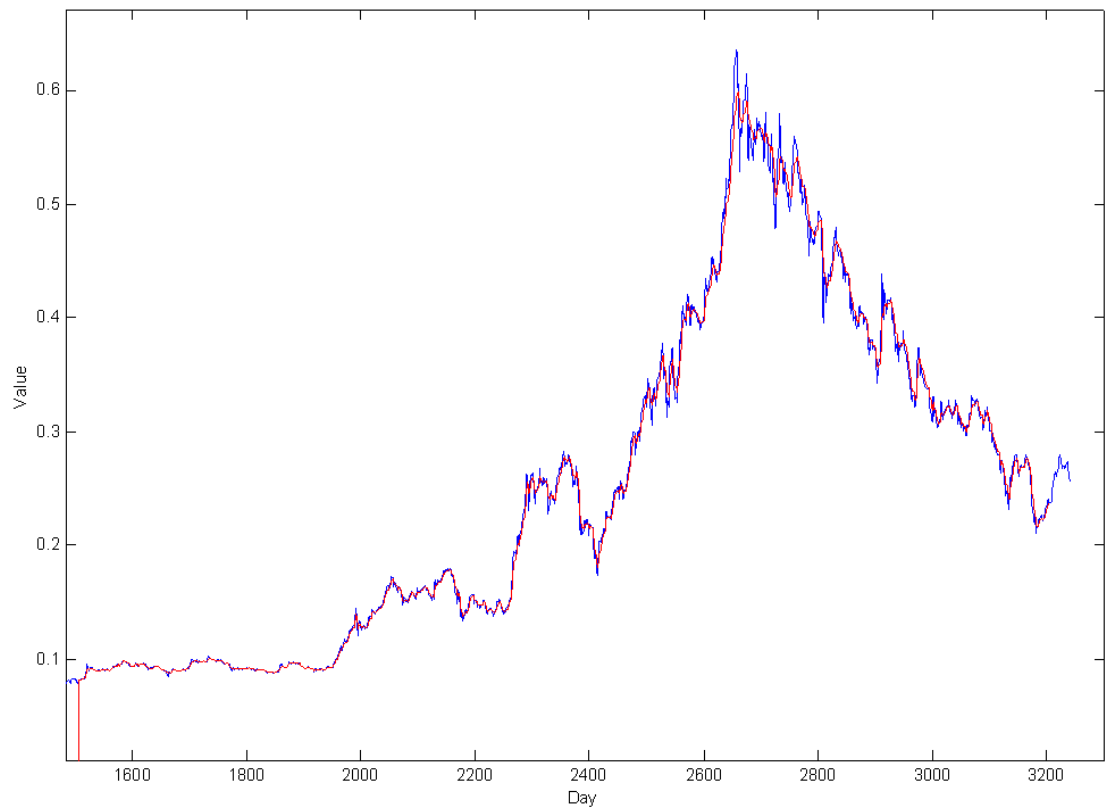
Στην συνέχεια παραθέτουμε ενδεικτικά μερικά από τα εναλλακτικά μοντέλα που χρησιμοποιήσαμε, για να αποτελέσουν ένα κριτήριο της δυνατότητας ακριβούς πρόβλεψης.



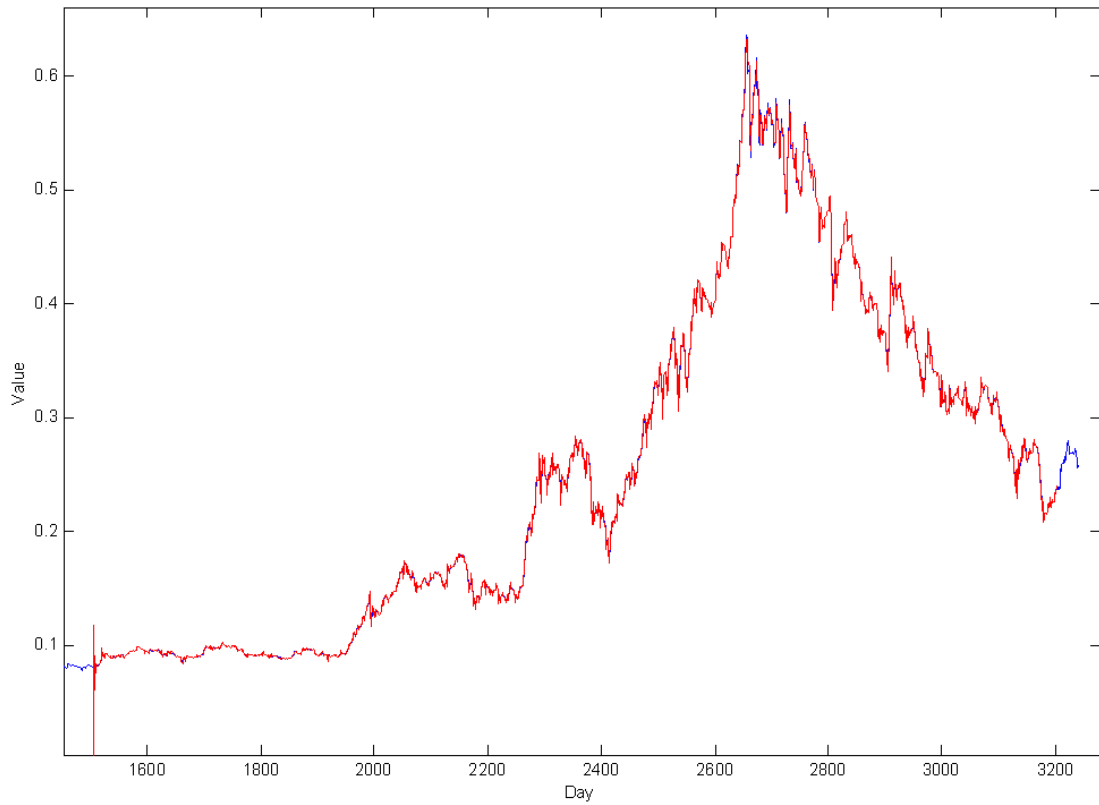
Εικόνα 42: Μοντέλο Α



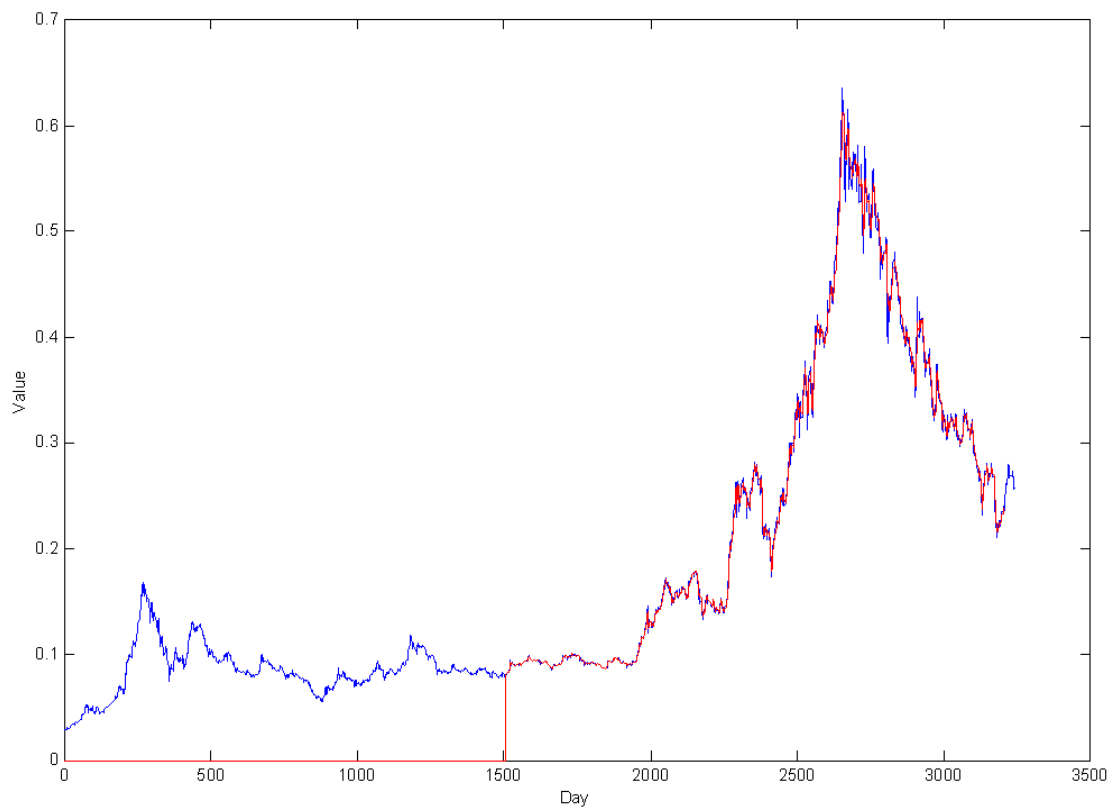
Εικόνα 43: Λεπτομέρεια από το Μοντέλο A



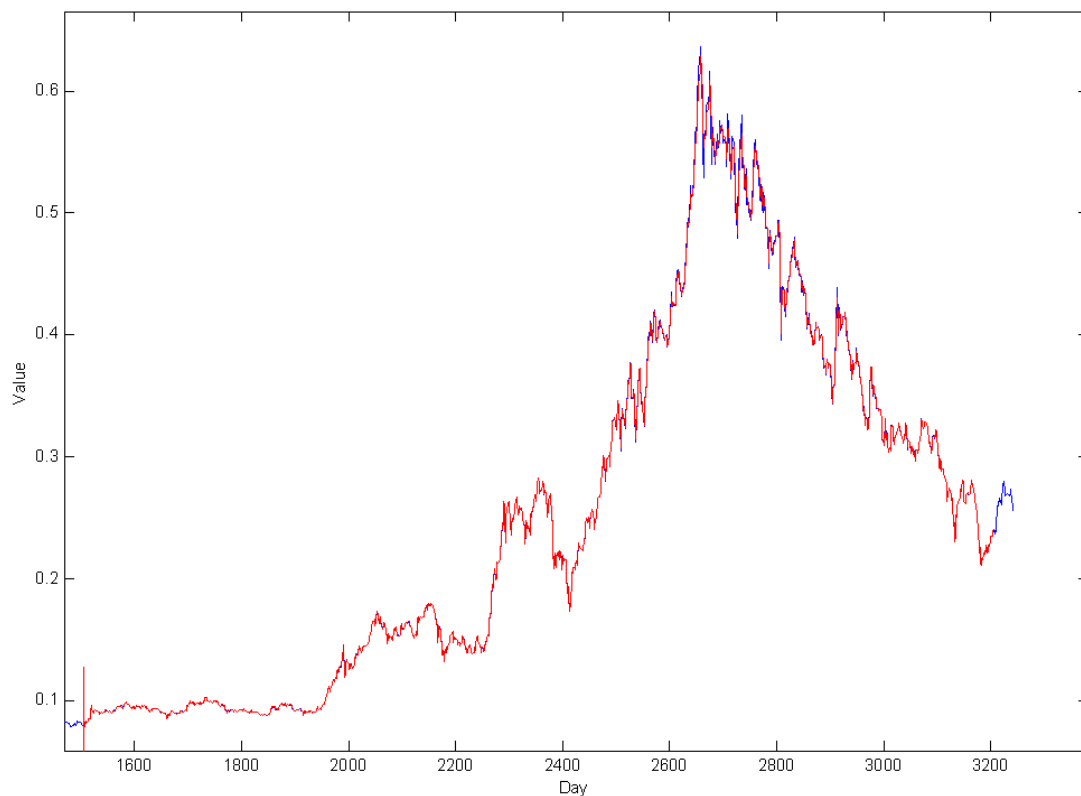
Εικόνα 44: Μοντέλο B



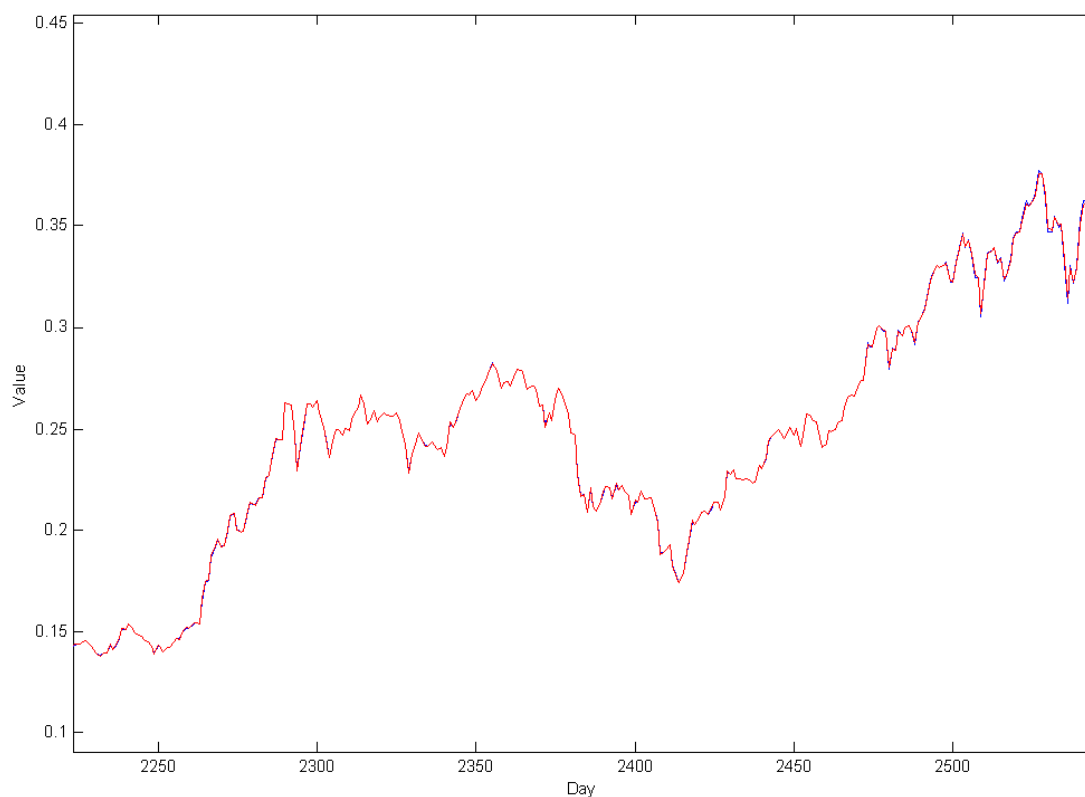
Εικόνα 45: Μοντέλο Γ



Εικόνα 46: Μοντέλο Δ



Εικόνα 47: Μοντέλο E



Εικόνα 48: Λεπτομέρεια από το μοντέλο E

Συμπεράσματα

Στο σημείο αυτό αξίζει να επαναλάβουμε κάποια από τα συμπεράσματα που εξάγαμε κατά την διάρκεια της προηγούμενης ανάλυσης μας. Το πρώτο από αυτά

αφορά την αρκετά διαφορετική φύση της αγοράς του χρυσού από την αγορά του χρηματιστηρίου. Το γεγονός αυτό είναι κάτι που αναμέναμε, καθώς η μεν πρώτη διαπραγματεύεται υλικά αγαθά, η δε δεύτερη διαπραγματεύεται αξίες. Οι διαφορές αυτές μας επιτρέπουν να κατασκευάσουμε αρκετά απλούστερα και πολύ πιο ακριβή μοντέλα για την αγορά του χρυσού, η οποία φαίνεται να παρουσιάζει μια στατικότητα και να είναι αρκετά πιο προβλέψιμη από την αντίστοιχη χρηματιστηριακή. Η συγκεκριμένη παρατήρηση, ωστόσο, δεν είναι αξιοποιήσιμη, αφού η αγορά του χρυσού είναι μάλλον ελεγχόμενη.

Το δεύτερο συμπέρασμα αφορά την περίοδο τιμών που αντιστοιχεί στον Μάιο του 1998, όπου και φαίνεται να παρουσιάζεται μια σημαντική μεταβολή στα χαρακτηριστικά που διέπουν την χρηματιστηριακή αγορά. Για να εξάγουμε περισσότερα συμπεράσματα για το τι ακριβώς συνέβη θα έπρεπε να ανατρέξουμε στον ημερήσιο τύπο καθώς και στα άρθρα των οικονομικών εφημερίδων της περιόδου με ένα περιθώριο ανοχής +/- ενός μήνα. Το έργο αυτό είναι ωστόσο αρκετά επίπονο, και θα αποτελούσε από μόνο του το θέμα μιας ξεχωριστής διπλωματικής εργασίας.

Τέλος, καταλήξαμε στο **βασικό** μας συμπέρασμα, μέσα από τα εναλλακτικά μοντέλα που χρησιμοποιήσαμε, ότι υπάρχει η δυνατότητα πρόβλεψης με πολύ μικρές αποκλίσεις, εφ' όσον κάποιος έχει την διαθέσιμη υπολογιστική ισχύ. Όπως φαίνεται και από τα παραδείγματα Α έως Ε, καταφέραμε να δημιουργήσουμε ένα μοντέλο, το οποίο προβλέπει με εξαιρετική ακρίβεια την τιμή κλεισίματος της επόμενης μέρας. Άρα είμαστε πεπεισμένοι ότι είναι δυνατόν, κάτοχοι πολύ μεγαλύτερης τεχνογνωσίας (από την δική μας) όπως για παράδειγμα μεγάλες εταιρείες που εμπλέκονται στον χώρο της οικονομίας να έχουν την δυνατότητα πολύ καλύτερων, ακριβέστερων και εις βάθος χρόνου προβλέψεων.

ΓΡΑΜΜΙΚΗ ΠΡΟΒΛΕΨΗ

Το μοντέλο γραμμικής πρόβλεψης του χρηματιστηρίου, το οποίο και θα μελετήσουμε στην συνέχεια βασίζεται στο αρκετά δημοφιλές πρόβλημα της πρόβλεψης των μελλοντικών τιμών μιας χρονοσειράς, η οποία παράγεται από μια στατική στοχαστική διεργασία διακριτού χρόνου. Η γραμμική πρόβλεψη βασίζει την λειτουργία της στον υπολογισμό μίας εκτίμησης της μελλοντικής τιμής μιας χρονοσειράς με την μορφή του γραμμικού συνδυασμού των M προηγούμενων τιμών της. Αν οι τιμές αυτές είναι οι $u(n-1)$, $u(n-2)$, ..., $u(n-M)$, τότε η εκτίμηση της τιμής $u(n)$ θα δίνεται από την σχέση:

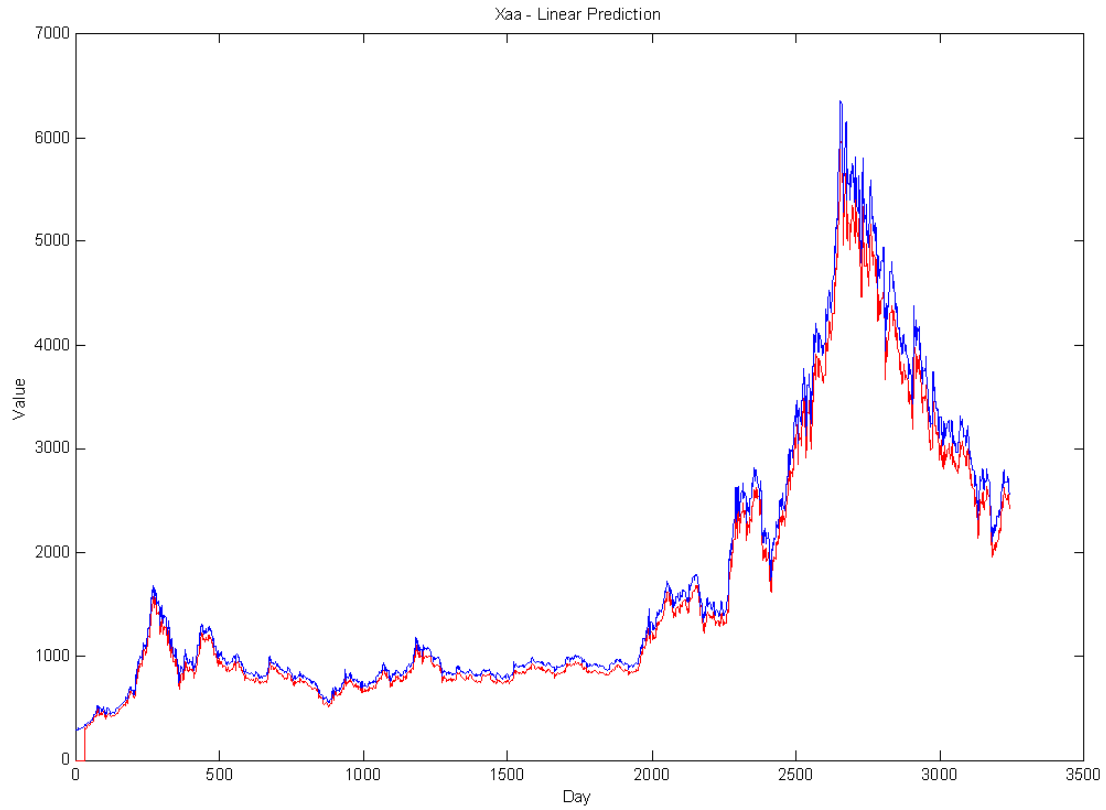
$$u(n) = \sum_{k=1}^M w_k u(n-k)$$

όπου, όπως αναφέραμε και στην εισαγωγή, οι συντελεστές w_k είναι οι βέλτιστοι, υπό την έννοια των ελαχίστων τετραγώνων των σφαλμάτων. Οι συντελεστές αυτοί υπολογίζονται με την βοήθεια της θεωρίας των φίλτρων Wiener, τα οποία παράγουν την καλύτερη λύση για προβλήματα που σχετίζονται με στατικές στατιστικές διεργασίες.

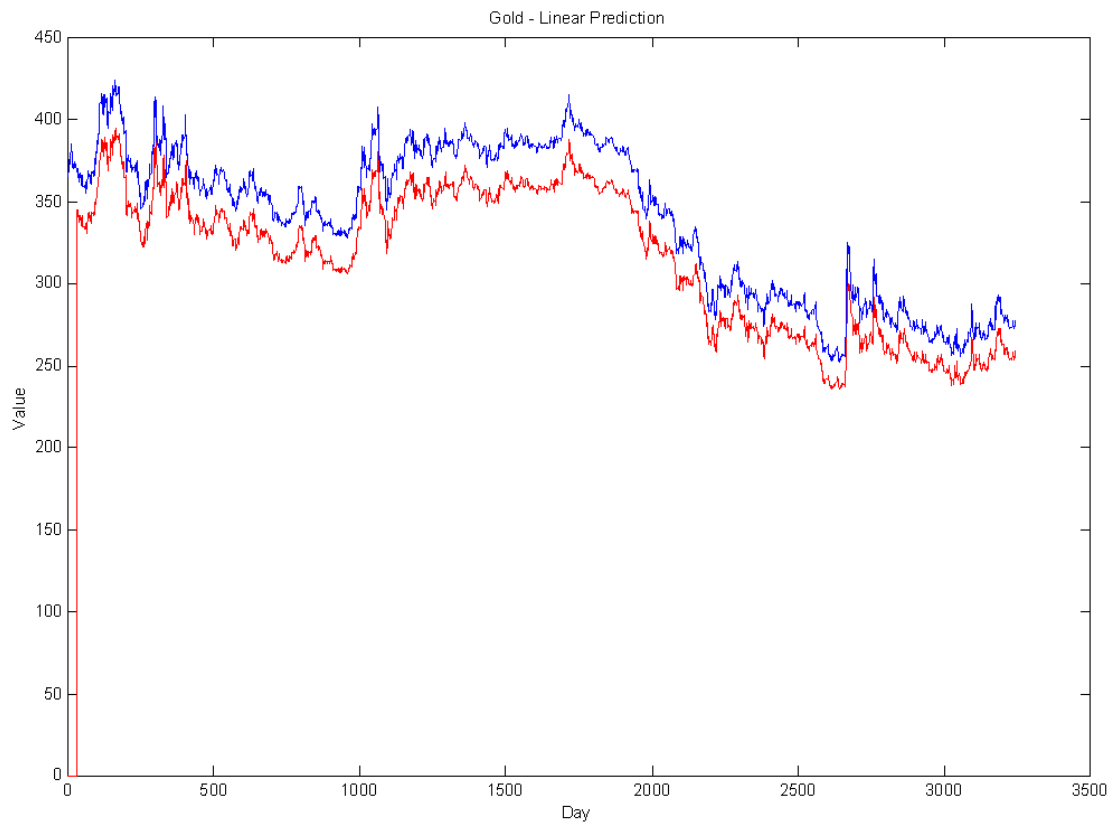
Το βασικό πρόβλημα που προκύπτει στην συγκεκριμένη περίπτωση είναι το γεγονός ότι η διαδικασία που παράγει τις τιμές του γενικού δείκτη του ΧΑΑ είναι μη στατική, σύμφωνα με τα όσα είδαμε και στην παράγραφο «ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΜΕ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΕΣ ΜΕΘΟΔΟΥΣ». Για να ξεπεράσουμε το συγκεκριμένο πρόβλημα βασιστήκαμε στην παραδοχή ότι η διεργασία αυτή μπορεί να θεωρηθεί στατική για σχετικά μικρά χρονικά διαστήματα, κάτι το οποίο δικαιολογούμε στην περιγραφή της εργασίας. Η παραδοχή αυτή δημιουργεί ωστόσο ένα δεύτερο πρόβλημα, δηλαδή το γεγονός ότι οι συντελεστές του γραμμικού φίλτρου θα πρέπει να προβλέπονται εκ νέου για κάθε νέα πρόβλεψη.

Τα αποτελέσματα των εξομοιώσεών μας για το μοντέλο γραμμικής πρόβλεψης για το ΧΑΑ φαίνονται στην Εικόνα 49. Όπως παρατηρούμε οι προβλέψεις μας (κόκκινο) φαίνονται να παρακολουθούν αρκετά καλά την τιμή του ΧΑΑ με μόνη διαφορά μια σταθερή μετατόπιση κατά τον άξονα $y-y'$. Η αρχική αυτή εντύπωση είναι ωστόσο λανθασμένη, αφού στην πραγματικότητα η έξοδος του συστήματός μας είναι απλά η τιμή της προηγούμενης ημέρας μειωμένη κατά μια ποσότητα. Το γεγονός αυτό οφείλεται κατά πάσα πιθανότητα στο ότι το μοντέλο της γραμμικής πρόβλεψης είναι ένα φίλτρο, το οποίο δεν έχει δυναμική είσοδο.

Τα αντίστοιχα αποτελέσματα για τον χρυσό φαίνονται στην Εικόνα 50. Και στην περίπτωση του χρυσού παρατηρείται το ίδιο φαινόμενο, δηλαδή ότι η προβλεπόμενη τιμή είναι η τιμή της προηγούμενης μέρας συν κάποια σταθερά



Εικόνα 49: Γραμμική πρόβλεψη τιμών για το XAA



Εικόνα 50: Γραμμική πρόβλεψη για τον χρυσό

Συμπερασματικά θα μπορούσαμε να πούμε ότι το μοντέλο γραμμικής πρόβλεψης δεν μας δίνει καθόλου καλά αποτελέσματα. Το γεγονός αυτό ήταν σε μεγάλο

ποσοστό αναμενόμενο, αφού όπως είπαμε και προηγουμένως η διεργασία που παράγει τις τιμές του ΧΑΑ δεν είναι καθόλου στατική. Επιπλέον, προκειμένου να δικαιολογήσουμε τις διαφορές που εμφανίζονται κατά την πρόβλεψη του χρυσού, όπως είδαμε και στην παράγραφο «ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΜΕ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΕΣ ΜΕΘΟΔΟΥΣ» η αντίστοιχη διαδικασία είναι αρκετά πιο στατική, αρκεί να αναφέρουμε ότι και οι δύο διεργασίες είναι σίγουρα ισχυρά μη γραμμικές, οπότε προφανώς δεν μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε εργαλεία που να βασίζονται σε γραμμικότητες.

ΕΠΙΛΟΓΟΣ

Μια βασική σκέψη που είχαμε κατά νου, όταν ξεκινήσαμε την εργασία ήταν το ότι εκτιμούμε πως όσα συνέβησαν οφείλονταν, πέρα από τις επιρροές που ασκήθηκαν (ΜΜΕ, «παπαγαλάκια», κλπ), στο γεγονός ότι λίγοι (και μόνο έμπειροι και συνειδητοποιημένοι) επενδυτές ακολούθησαν τους τρεις βασικούς κανόνες που διέπουν επενδυτικές αποφάσεις. Οι κανόνες αυτοί είναι:

- 1) Δεν επενδύουμε λεφτά που δεν έχουμε.
- 2) Παίζουμε το πολύ μέχρι το 20% του κεφαλαίου μας.
- 3) Το ΧΑΑ έχει ένα ανώτατο όριο μονάδων. Άπαξ και το ξεπεράσει, οι πιθανότητες για περαιτέρω άνοδο μηδενίζονται και υπάρχει ο κίνδυνος της κατάρρευσης.

Ένα επιπλέον σημείο είναι το ότι ελάχιστοι έδωσαν βάση εκείνη την εποχή στις μελέτες και δημοσιεύσεις σοβαρών αναλυτών, οι οποίοι ανέφεραν ότι η αγορά δεν μπορεί να κινηθεί με τόσο μεγάλες ταχύτητες και προέβλεπαν την κατάσταση.

Μια δεύτερη βασική σκέψη – υποψία, την οποία είχαμε επίσης κατά νου, και η οποία εκτιμούμε ότι επιβεβαιώθηκε, ήταν ότι υπάρχουν εργαλεία πρόβλεψης στα χέρια ισχυρών οικονομικών παραγόντων. Με δεδομένο αυτό, υποθέταμε ότι είναι πολύ εύκολος ο έλεγχος, η χειραγώγηση και η εκμετάλλευση ομάδων πληθυσμού (με χρήση όλων των προσφερομένων διαύλων).

Στο σημείο αυτό θα πρέπει να τονίσουμε ότι τα μοντέλα πρόβλεψης που δημιουργήσαμε, συμπεριλαμβανομένων και αυτών που μας έδωσαν σχεδόν ακριβείς προβλέψεις παρουσίαζαν ένα βασικό χαρακτηριστικό. Αν παραδείγματος χάριν, χρησιμοποιούνταν από κάποια εταιρεία ή πρόσωπο, με σκοπό το άμεσο κέρδος, μια ευνοϊκή πρόβλεψη θα οδηγούσε σε άμεσες ενέργειες (πώληση ή αγορά), οι οποίες θα μετέβαλλαν, πιθανόν, την τιμή για την οποία είχε γίνει η πρόβλεψη. Αυτό βέβαια δεν σημαίνει ότι δεν υπάρχει η δυνατότητα δημιουργίας μοντέλων τα οποία να συμπεριλαμβάνουν και την επίδραση εξωτερικών (ιδίων) παραγόντων.

Τέλος, ένα αποτελεσματικό εποπτικό, ρυθμιστικό και ελεγκτικό σύστημα που να αφορά όλους τους χρηματιστηριακούς φορείς, χωρίς να παρεμβαίνει στην λειτουργία της αγοράς φαίνεται αναπόφευκτο και ήδη βλέπουμε να εφαρμόζεται.

Ευχαριστίες

Στον υιό μου, Βλασσόπουλο Νικόλαο, διδακτορικό φοιτητή του Πανεπιστημίου Αθηνών, χωρίς την βοήθεια του οποίου αυτή η εργασία δεν θα πραγματοποιείτο.

Στον Μπαμπινιτάκη Κώσταντίνο, μεταπτυχιακό φοιτητή του Πανεπιστημίου Αθηνών, για τις λεπτομερείς επισημάνσεις του, όσον αφορά την πορεία του ΧΑΑ.

ΑΝΑΦΟΡΕΣ

- [1] Sherry, J., Clifford, “*The new Science of Technical Analysis*”, Probus Publishing Company, 1994.
- [2] Tripi, R., Robert and Turban, Efraim, “*Neural Networks in Finance and Investing*”, Second Edition, Irwin Professional Publishing, 1996.
- [3] Schwager, D., Jack, “*Getting started in Technical Analysis*”, John Wiley & Sons Inc. 1999.
- [4] Μαλινδρέτου Βασιλική, Μαλινδρέτος Παύλος, «*Χρηματιστήριο*», Εκδόσεις Παπαζήση, 2000.
- [5] Friedman, L., Thomas, “*To Lexus και η ελιά*”, Εκδόσεις Ωκεανίδα, 2001.
- [6] Bliss, C.J. & Intriligator, M.D., “*Mathematical Economic Theory*”.
- [7] Murphy, John, “*Guide for technical analysis of the Financial Markets*”.
- [8] Θεοδωρόπουλος Θεόδωρος, “*Επενδυτική στρατηγική και Χρηματιστήριο*”, Εκδόσεις Σταμούλης, 2000.