



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

**ΣΧΟΛΗ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ**

**ΤΟΜΕΑΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΔΙΑΤΑΞΕΩΝ ΚΑΙ
ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΑΠΟΦΑΣΕΩΝ**

**ΜΕΛΕΤΗ ΠΡΟΒΛΕΨΗΣ ΧΡΗΜΑΤΙΣΤΗΡΙΑΚΩΝ
ΤΙΜΩΝ ΧΡΗΜΑΤΟΠΙΣΤΩΤΙΚΩΝ ΙΔΡΥΜΑΤΩΝ ΜΕ
ΧΡΗΣΗ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΩΝ ΚΑΙ ΜΗ ΓΡΑΜΜΙΚΩΝ
ΜΟΝΤΕΛΩΝ ΚΑΙ ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΕΠΙΔΡΑΣΗΣ ΤΗΣ
ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗΣ ΚΡΙΣΗΣ**

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΜΙΑΡΗΣ ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ

Επιβλέπων: Βασίλειος Ασημακόπουλος
Καθηγητής Ε.Μ.Π.

Υπεύθυνη: Χριστίνα Κωνσταντινίδου
Υποψήφια διδάκτωρ Ε.Μ.Π.

Αθήνα, Μάρτιος 2016



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

**ΣΧΟΛΗ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ**

**ΤΟΜΕΑΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΔΙΑΤΑΞΕΩΝ ΚΑΙ
ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΑΠΟΦΑΣΕΩΝ**

**ΜΕΛΕΤΗ ΠΡΟΒΛΕΨΗΣ ΧΡΗΜΑΤΙΣΤΗΡΙΑΚΩΝ
ΤΙΜΩΝ ΧΡΗΜΑΤΟΠΙΣΤΩΤΙΚΩΝ ΙΔΡΥΜΑΤΩΝ ΜΕ
ΧΡΗΣΗ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΩΝ ΚΑΙ ΜΗ ΓΡΑΜΜΙΚΩΝ
ΜΟΝΤΕΛΩΝ ΚΑΙ ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΕΠΙΔΡΑΣΗΣ ΤΗΣ
ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗΣ ΚΡΙΣΗΣ
ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

ΜΙΑΡΗΣ ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ

Επιβλέπων: Βασίλειος Ασημακόπουλος
Καθηγητής Ε.Μ.Π.

Υπεύθυνη: Χριστίνα Κωνσταντινίδου
Υποψήφια διδάκτωρ Ε.Μ.Π.

Εγκρίθηκε από την τριμελή εξεταστική επιτροπή την Παρασκευή, 18 Μαρτίου 2016

.....
Βασίλειος
Ασημακόπουλος
Καθηγητής Ε.Μ.Π

.....
Ιωάννης Ψαρράς
Καθηγητής Ε.Μ.Π

.....
Δημήτριος Ασκούνης
Αν.Καθηγητής Ε.Μ.Π

Αθήνα, Μάρτιος 2016

.....
Μίαρης Δημήτριος

Διπλωματούχος Ηλεκτρολόγος Μηχανικός και Μηχανικός Υπολογιστών Ε.Μ.Π.

Copyright © Μίαρης Δημήτριος, 2016

Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All rights reserved.

Απαγορεύεται η αντιγραφή, αποθήκευση και διανομή της παρούσας εργασίας, εξ ολοκλήρου ή τμήματος αυτής, για εμπορικό σκοπό. Επιτρέπεται η ανατύπωση, αποθήκευση και διανομή για σκοπό μη κερδοσκοπικό, εκπαιδευτικής ή ερευνητικής φύσης, υπό την προϋπόθεση να αναφέρεται η πηγή προέλευσης και να διατηρείται το παρόν μήνυμα. Ερωτήματα που αφορούν τη χρήση της εργασίας για κερδοσκοπικό σκοπό πρέπει να απευθύνονται προς τον συγγραφέα.

Οι απόψεις και τα συμπεράσματα που περιέχονται σε αυτό το έγγραφο εκφράζουν τον συγγραφέα και δεν πρέπει να ερμηνευθεί ότι αντιπροσωπεύουν τις επίσημες θέσεις του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου.

Πρόλογος

Η παρούσα διπλωματική εργασία εκπονήθηκε στο πλαίσιο των ερευνητικών δραστηριοτήτων της Μονάδας Προβλέψεων και Στρατηγικής που υπάγεται στον Τομέα Ηλεκτρικών Βιομηχανικών Διατάξεων και Συστημάτων Αποφάσεων, της Σχολής Ηλεκτρολόγων Μηχανικών & Μηχανικών Υπολογιστών του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου.

Αρχικά, θα ήθελα να εκφράσω τις θερμές και ειλικρινείς μου ευχαριστίες στον Καθηγητή της Σχολής Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Υπολογιστών του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου κ. Βασίλειο Ασημακόπουλο για την ευκαιρία που μου έδωσε αναθέτοντάς μου τη συγκεκριμένη εργασία, καθώς και τον καθηγητή κ. Ιωάννη Ψαρρά και τον αναπληρωτή καθηγητή κ. Δημήτριο Ασκούνη για τη συμμετοχή τους στην τριμελή εξεταστική επιτροπή της εργασίας.

Ιδιαίτερος, θα ήθελα να ευχαριστήσω την υποψήφια διδάκτορα κ. Χριστίνα Κωνσταντινίδου για τη διαρκή παρακολούθηση της πορείας της διπλωματικής μου εργασίας, τις εποικοδομητικές συμβουλές και τις χρήσιμες παρατηρήσεις που μου πρόσφερε καθ' όλη τη διάρκεια της πολύ ευχάριστης συνεργασίας μας.

Θα ήθελα επίσης να ευχαριστήσω θερμά τους συμφοιτητές και φίλους μου, Νίκο, Κώστα και Τάσο για την ανιδιοτελή συμπαράστασή τους καθ' όλη τη φοιτητική μας πορεία.

Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω τους γονείς μου και την αδερφή μου, που τόσα χρόνια είναι κοντά μου και με στηρίζουν σε κάθε μου βήμα, ώστε να πετυχαίνω τους στόχους μου και να κάνω τα όνειρά μου πραγματικότητα.

Δημήτριος Μίαρης
Αθήνα, Μάρτιος 2016

Περίληψη

Η ανεξέλεγκτη ανάπτυξη του παγκόσμιου χρηματοπιστωτικού συστήματος, την προηγούμενη δεκαετία, οδήγησε στην χρηματοοικονομική κρίση του 2008, η οποία επηρέασε ολόκληρο τον πλανήτη. Τις συνέπειες της κρίσης βίωσε πρώτος απ' όλους ο χρηματοπιστωτικός κλάδος, ο οποίος δέχτηκε βαρύτατο πλήγμα στην αξιοπιστία του. Ως άμεση συνέπεια αυτού οι χρηματιστηριακές τιμές των μεγαλύτερων χρηματοπιστωτικών ιδρυμάτων σημείωσαν πρωτοφανή πτώση.

Η παρούσα διπλωματική εργασία έχει ως στόχο την πρόβλεψη των τιμών κλεισίματος 10 κορυφαίων τραπεζικών μετοχών, οι περισσότερες εκ των οποίων διαπραγματεύονται στο χρηματιστήριο της Νέας Υόρκης (NYSE), το μεγαλύτερο χρηματιστήριο στον κόσμο. Παράλληλα έχει ως στόχο την εκτίμηση της επίδρασης του μικροοικονομικού και μακροοικονομικού περιβάλλοντος ενός χρηματοπιστωτικού οργανισμού στην εξέλιξη της χρηματιστηριακής τιμής του.

Η πρόβλεψη των τιμών αυτών γίνεται με χρήση τόσο στατιστικών μοντέλων πρόβλεψης υπό τη μορφή χρονοσειρών, όσο και αλγοριθμικών-ντετερμινιστικών μοντέλων.

Συγκεκριμένα, όσον αφορά στις μεθόδους πρόβλεψης με χρήση χρονοσειρών, εφαρμόζονται οι μέθοδοι: Naïve, SES, Holt, DES και Theta. Χρησιμοποιώντας ως δεδομένα τις μηνιαίες τιμές κλεισίματος των μετοχών από το 2007-2013, επιχειρείται προέκταση των μοντέλων αυτών στο μέλλον, πραγματοποιώντας μηνιαίες προβλέψεις για τις τιμές των μετοχών το έτος 2014.

Ως μη γραμμικό μοντέλο, επιλέγεται να χρησιμοποιηθεί νευρωνικό δίκτυο πρόσθιας τροφοδότησης. Το δίκτυο αυτό, δέχεται ως εισόδους μηνιαίες παραμέτρους μακροοικονομικής αλλά και μικροοικονομικής φύσεως, οι οποίες τοποθετούνται χρονικά από το 2007-2013 και εντοπίζοντας τις σχέσεις που συνδέουν τις παραμέτρους αυτές με τις τιμές των μετοχών, επιχειρείται η μηνιαία πρόβλεψή τους για το 2014 και πάλι.

Μετά από σύγκριση των σφαλμάτων όλων των μοντέλων που εφαρμόστηκαν, παρατηρείται ότι τα Τεχνητά Νευρωνικά Δίκτυα πέτυχαν την μεγαλύτερη ακρίβεια για την πρόβλεψη των περισσότερων τιμών μετοχών που εξετάστηκαν.

Οι μακροοικονομικές και μικροοικονομικές παράμετροι που χρησιμοποιήθηκαν αποδεικνύεται ότι παίζουν καθοριστικό ρόλο στην εξέλιξη της τιμής μίας τραπεζικής μετοχής.

Λέξεις κλειδιά:

Τιμή Μετοχής, Στατιστικά Μοντέλα Πρόβλεψης, Τεχνητά Νευρωνικά Δίκτυα, Μικροοικονομικές Παράμετροι, Μακροοικονομικές Παράμετροι, Χρηματοπιστωτική Κρίση

Abstract

The uncontrolled growth of the global financial system during the past decade, resulted in the financial crisis of 2008, which affected the entire planet. The financial industry was the first to experience the adverse consequences of the crisis and its credibility was seriously damaged. As a result, the stock prices of the largest financial institutions recorded an unprecedented decline.

This thesis aims to anticipate the stock prices of top 10 banking shares, which are mainly listed on the New York Stock Exchange (NYSE), i.e., the largest Stock Exchange in the world. At the same time it aims to assess the impact of the microeconomic and macroeconomic environment of a financial institution in the development of its stock price.

The forecasting of these values is performed by using both statistical forecasting models in the form of time series and algorithmic-deterministic models.

More specifically, the statistical time series methods applied are the following: Naïve, SES, Holt, DES and Theta. The data points used were based on the monthly closing share prices for the period 2007-2013. The same data attempted were used in order to forecast stock prices in 2014.

As a non-linear model, the neural feed forward network was selected. This network receives monthly input based on macroeconomic and microeconomic parameters, from the period 2007-2013 and identifies the connection between these parameters and the share prices, in order to forecast their monthly share prices in 2014.

After comparing all errors identified in the model applied, it was concluded that the Artificial Neural Networks predicted more accurately most stock prices tested.

Finally, macroeconomic and microeconomic parameters identified, have proved to play a key role in the development of banking share prices.

Keywords:

Stock Price, Statistical Time Series Methods, Artificial Neural Networks, Microeconomic Indicators, Macroeconomic Indicators, Financial Crisis

Περιεχόμενα

Κεφάλαιο 1ο: Εισαγωγή.....	15
1.1 Γενική Εισαγωγή.....	17
1.2 Η κρίση του χρηματοπιστωτικού συστήματος από μακροοικονομική σκοπιά.....	17
1.3 Η κρίση του χρηματοπιστωτικού συστήματος από χρηματιστηριακή σκοπιά.....	18
1.4 Σκοπός της παρούσας διπλωματικής εργασίας.....	20
Κεφάλαιο 2ο: Το παγκόσμιο τραπεζικό σύστημα	23
2.1 Εισαγωγικά στοιχεία	23
2.2 Τραπεζικές μετοχές υπό μελέτη.....	24
2.2.1 JPMorgan Chase	24
2.2.2 Citigroup	25
2.2.3 Deutsche Bank	25
2.2.4 ING	26
2.2.5 Credit Suisse	26
2.2.6 Banco Santander	27
2.2.7 Bank of Montreal	28
2.2.8 DBS Group.....	28
2.2.9 Εθνική Τράπεζα της Ελλάδος (NBG).....	29
2.2.10 Alpha Bank	29
2.3 Το ιστορικό χαμηλό των τραπεζικών μετοχών και η ερμηνεία του	30
Κεφάλαιο 3ο: Τεχνικές Προβλέψεων	33
3.1 Γενικά για τις προβλέψεις.....	33
3.2 Κατηγορίες Τεχνικών Προβλέψεων	33
3.2.1 Στατιστικές Προβλέψεις	33
3.2.2 Κριτικές Μέθοδοι Πρόβλεψης.....	33
3.2.3 Πρόβλεψη Στόχου.....	34
3.2.4 Τελική Πρόβλεψη	34
3.2.5 Χρονικός Ορίζοντας Πρόβλεψης.....	34
3.3 Χρονοσειρές.....	35
3.4 Μέθοδοι πρόβλεψης.....	37

3.4.1 Απλοϊκή Μέθοδος (Naive).....	37
3.4.2 Μέθοδοι εκθετικής εξομάλυνσης	37
3.4.2.1 Απλή Εκθετική Εξομάλυνση (Simple Exponential Smoothing)	38
3.4.2.2 Μοντέλο Γραμμικής Τάσης (Holt Exponential Smoothing)	38
3.4.2.3 Μοντέλο Μη Γραμμικής Τάσης	39
3.4.3 Μοντέλα Παλινδρόμησης	40
3.4.3.1 Απλή Γραμμική Παλινδρόμηση.....	41
3.4.3.2 Πολλαπλή Γραμμική Παλινδρόμηση.....	42
3.4.4 Μοντέλο Theta.....	42
3.4.5 Αυτοπαλινδρομικά μοντέλα κινητού μέσου όρου (μέθοδος ARIMA).....	44
3.5 Σφάλματα.....	44
Κεφάλαιο 4ο: Ντετερμινιστικά – Στοχαστικά Μοντέλα	47
4.1 Η έννοια του ντετερμινισμού.....	47
4.2 Νευρωνικά Δίκτυα (Artificial Neural Networks).....	48
4.2.1 Εισαγωγικά στοιχεία.....	48
4.2.2 Βιολογικά Νευρωνικά Δίκτυα	49
4.2.2 Τρόπος λειτουργίας Τεχνητών Νευρωνικών Δικτύων.....	49
4.2.3 Συνάρτηση Ενεργοποίησης.....	50
4.2.4 Είδη Τεχνητών Νευρωνικών Δικτύων	52
4.2.5 Πλεονεκτήματα των Τεχνητών Νευρωνικών Δικτύων	53
4.2.5 Μειονεκτήματα των Τεχνητών Νευρωνικών Δικτύων	55
4.2.6 Εκπαίδευση Τεχνητών Νευρωνικών Δικτύων	56
4.3 Γενετικά ασαφή συστήματα (Genetic Fuzzy Systems)	57
4.4 Μηχανές διανυσματικής υποστήριξης (Support Vector Machines)	59
4.5 Βιβλιογραφική Επισκόπηση Μεθόδων Πρόβλεψης Χρηματιστηριακών Τιμών...59	
4.6 Κατηγοριοποίηση των δεικτών πρόβλεψης.....	64
4.7 Μακροοικονομικές και Μικροοικονομικές Παράμετροι που χρησιμοποιήθηκαν στην ανάπτυξη του νευρωνικού δικτύου	65
4.7.1 Μικροοικονομικές παράμετροι.....	65
4.7.2 Μακροοικονομικές παράμετροι.....	69
Κεφάλαιο 5ο: Εφαρμογή στατιστικών μοντέλων πρόβλεψης	77
5.1 Εισαγωγικά στοιχεία.....	77

5.2 Κλασσική μέθοδος αποσύνθεσης	77
5.3 Έλεγχος σημαντικότητας εποχιακής συμπεριφοράς.....	78
5.4 Εφαρμογή των μοντέλων πρόβλεψης	80
5.4.1 Απλοϊκή Μέθοδος (Naïve).....	80
5.4.2 Μοντέλο σταθερού επιπέδου (Simple Exponential Smoothing)	82
5.4.3 Μοντέλο γραμμικής τάσης (Holt Exponential Smoothing).....	86
5.4.4 Μοντέλο μη γραμμικής τάσης	88
5.4.5 Μοντέλο Theta.....	91
Κεφάλαιο 6ο: Εφαρμογή μη γραμμικών μοντέλων πρόβλεψης	95
6.1 Εισαγωγικά στοιχεία	95
6.2 Matlab Neural Network Toolbox	95
6.3 Κατασκευή των Τεχνητών Νευρωνικών Δικτύων	95
6.4 Αποτελέσματα Τεχνητού Νευρωνικού Δικτύου συνδυαζόμενων παραμέτρων ..	101
6.5 Αποτελέσματα Τεχνητού Νευρωνικού Δικτύου μικροοικονομικών παραμέτρων 104	
6.6 Αποτελέσματα Τεχνητού Νευρωνικού Δικτύου Μακροοικονομικών Παραμέτρων 106	
Κεφάλαιο 7ο: Σχολιασμός αποτελεσμάτων– Συμπεράσματα – Μελλοντικές προεκτάσεις.....	111
7.1 Σχολιασμός αποτελεσμάτων	111
7.1.1 Σχολιασμός αποτελεσμάτων στατιστικών μοντέλων.....	111
7.1.2 Σχολιασμός αποτελεσμάτων τεχνητών νευρωνικών δικτύων.....	113
7.2 Συμπεράσματα	118
7.3 Μελλοντικές προεκτάσεις.....	119
Κεφάλαιο 8ο: Βιβλιογραφία	121
Παράρτημα 1: Ιστορικό τιμών μετοχών των εξεταζόμενων τραπεζών, μικροοικονομικών και μακροοικονομικών παραμέτρων που εξετάστηκαν	123
Παράρτημα 2: Σφάλματα Γραμμικών και Μη Γραμμικών Μοντέλων.....	153
Παράρτημα 3: Έλεγχος εποχιακότητας και εύρεση βέλτιστων συντελεστών στο Matlab, επιλογή συναρτήσεων για το Matlab NN Toolbox	163

Πίνακες και Γραφήματα:

Πίνακας 1 Έλεγχος εποχιακής συμπεριφοράς χρονοσειρών.....	84
Πίνακας 2 Πρόβλεψη με χρήση της μεθόδου Naive.....	80
Πίνακας 3 Πρόβλεψη με χρήση της μεθόδου Naive.....	80
Πίνακας 4 Σφάλματα πρόβλεψης για την τιμή της μετοχής JPMorgan.....	81
Πίνακας 5 Σφάλματα πρόβλεψης για την τιμή της μετοχής ING.....	81
Πίνακας 6 Πρόβλεψη με χρήση της μεθόδου SES.....	83
Πίνακας 7 Πρόβλεψη με χρήση της μεθόδου SES.....	83
Πίνακας 8 Σφάλματα πρόβλεψης για την τιμή της μετοχής JPMorgan.....	84
Πίνακας 9 Σφάλματα πρόβλεψης για την τιμή της μετοχής DBS.....	84
Πίνακας 10 Πρόβλεψη με χρήση της μεθόδου Holt.....	86
Πίνακας 11 Πρόβλεψη με χρήση της μεθόδου Holt.....	86
Πίνακας 12 Σφάλματα πρόβλεψης για την τιμή της μετοχής Credit Suisse.....	87
Πίνακας 13 Σφάλματα πρόβλεψης για την τιμή της μετοχής Bank Of Montreal.....	87
Πίνακας 16 Σφάλματα πρόβλεψης για την τιμή της μετοχής JPMorgan.....	90
Πίνακας 17 Σφάλματα πρόβλεψης για την τιμή της μετοχής ING.....	90
Πίνακας 18 Πρόβλεψη με χρήση της μεθόδου Theta.....	92
Πίνακας 18 Πρόβλεψη με χρήση της μεθόδου Theta.....	92
Πίνακας 19 Σφάλματα πρόβλεψης για την τιμή της μετοχής JPMorgan.....	92
Πίνακας 20 Σφάλματα πρόβλεψης για την τιμή της μετοχής Credit Suisse.....	93
Πίνακας 21 Πρόβλεψη με χρήση της μεθόδου Τεχνητών Νευρωνικών Δικτύων.....	101
Πίνακας 22 Πρόβλεψη με χρήση της μεθόδου Τεχνητών Νευρωνικών Δικτύων.....	102
Πίνακας 23 Σφάλματα πρόβλεψης για την τιμή της μετοχής Alpha Bank.....	102
Πίνακας 24 Σφάλματα πρόβλεψης για την τιμή της μετοχής DBS.....	103
Πίνακας 26 Σφάλματα πρόβλεψης για την τιμή της μετοχής Banco Santander.....	105
Πίνακας 27 Σφάλματα πρόβλεψης για την τιμή της μετοχής Citigroup.....	105

Πίνακας 28 Πρόβλεψη με χρήση της μεθόδου Τεχνητών Νευρωνικών Δικτύων (Μακροοικονομικές εισοδοι).....	107
Πίνακας 29 Πρόβλεψης με χρήση της μεθόδου τεχνητών Νευρωνικών Δικτύων (Μακροοικονομικέςείσοδοι).....	107
Πίνακας 30 Σφάλματα πρόβλεψης για την τιμή της μετοχής Credit Suisse.....	108
Πίνακας 31 Σφάλματα πρόβλεψης για την τιμή της μετοχής NBG.....	108
Πίνακας 32 Παρουσίαση των στατιστικών μοντέλων με τα μικρότερα σφάλματα ..	112
Πίνακας 33 Παρουσίαση των μοντέλων (γραμμικών και μη) με τα μικρότερα σφάλματα	113
Πίνακας 34 Μικροοικονομικά στοιχεία Citigroup '13-'14.....	114
Πίνακας 35 Μακροοικονομικά στοιχεία Credit Suisse	116
Πίνακας 36 Μικροοικονομικά στοιχεία Alpha Bank	118
Πίνακας 37 Μακροοικονομικά στοιχεία Alpha Bank	118
Σχήμα 1 Παράθυρο Κατασκευής Τεχνητών Νευρωνικών Δικτύων	97
Σχήμα 2 Παράθυρο εκπαίδευσης Τεχνητών Νευρωνικών Δικτύων.....	99
Σχήμα 3 Επίδραση αριθμού εποχών στην εκπαίδευση του δικτύου.....	100
Σχήμα 4 Παράθυρο δεδομένων και αποτελεσμάτων της προσομοίωσης.....	101
Γράφημα 1 Πρόβλεψη με χρήση της Naive για την JpMorgan	82
Γράφημα 2 Πρόβλεψη με χρήση της Naive για την ING	82
Γράφημα 3 Πρόβλεψη με χρήση της SES για την JpMorgan.....	85
Γράφημα 4 Πρόβλεψη με χρήση της SES για την DBS Group	85
Γράφημα 5 Πρόβλεψη με χρήση της Holt για την Credit Suisse.....	88
Γράφημα 6 Πρόβλεψη με χρήση της Holt για την BoM.....	88
Γράφημα 7 Πρόβλεψη με χρήση της Damped για την JpMorgan	91
Γράφημα 8 Πρόβλεψη με χρήση της Damped για την ING	91
Γράφημα 9 Πρόβλεψη με χρήση της Theta για την JpMorgan.....	93
Γράφημα 10 Πρόβλεψη με χρήση της Theta για την Credit Suisse	94
Γράφημα 11 Πρόβλεψη με χρήση Τεχνητών Νευρωνικών Δικτύων για την Alpha Bank.....	103
Γράφημα 12 Πρόβλεψη με χρήση Τεχνητών Νευρωνικών Δικτύων για την DBS Group.....	104

Γράφημα 13 Πρόβλεψη με χρήση Τεχνητών Νευρωνικών Δικτύων (Μικροοικονομικές Παράμετροι) για την Citigroup.....	106
Γράφημα 14 Πρόβλεψη με χρήση Τεχνητών Νευρωνικών Δικτύων (Μικροοικονομικές Παράμετροι) για την Banco Santander	106
Γράφημα 15 Πρόβλεψη με χρήση Τεχνητών Νευρωνικών Δικτύων (Μακροοικονομικές Παράμετροι) για την.....	109
Γράφημα 16 Πρόβλεψη με χρήση Τεχνητών Νευρωνικών Δικτύων (Μακροοικονομικές Παράμετροι) για την NBG	109
Γράφημα 17 Συγκριτικός Πίνακας για την τράπεζα Citigroup	114
Γράφημα 18 Συγκριτικός Πίνακας για την Credit Suisse	115
Γράφημα 19 Συγκριτικός Πίνακας για την Alpha Bank	117

Κεφάλαιο 1^ο: Εισαγωγή

1.1 Γενική Εισαγωγή

“The best qualification of a prophet is to have a good memory.”

Η φράση αυτή του George Savile, Πρώτου Μαρκησίου του Χάλιφαξ (1633-1695), αποτυπώνει την προσπάθεια των ανθρώπων να κάνουν εκτιμήσεις για το μέλλον εδώ και αιώνες. Ο τομέας των προβλέψεων, ειδικά τις τελευταίες δεκαετίες, έχει αποκτήσει ιδιαίτερα αυξημένο ενδιαφέρον. Πολυεθνικές εταιρείες, χρηματοπιστωτικά ιδρύματα, κυβερνήσεις κρατών καλούνται και παίρνουν καθημερινά στρατηγικής σημασίας αποφάσεις οι οποίες συσχετίζονται άμεσα με την πρόβλεψη μελλοντικών καταστάσεων. Είναι επόμενο να προκύπτει η ανάγκη για όσο το δυνατόν ασφαλέστερες προβλέψεις, οι οποίες με τη σειρά τους θα οδηγήσουν και σε όσο το δυνατόν μεγαλύτερα οφέλη για τις ίδιες και τις κοινωνίες τους.

Το χρηματοπιστωτικό σύστημα, βασικός πυλώνας κάθε οικονομίας παγκοσμίως, αποτελεί έναν από τους τομείς εκείνους στον οποίο ο κλάδος των προβλέψεων βρίσκει κορυφαία εφαρμογή.

Από την άλλη, οι οικονομικές κρίσεις του παρελθόντος, από το κραχ του 1929 και την «Μεγάλη Ύφεση» που ακολούθησε την δεκαετία του 1930 στις ΗΠΑ, μέχρι την κατάρρευση της Lehman Brothers και την κρίση του 2008, αποτέλεσαν γεγονότα που ανέτρεψαν ολοκληρωτικά την ομαλή λειτουργία του παγκόσμιου οικονομικού συστήματος. Για το λόγο αυτό, κρίνεται απαραίτητη η ολοένα εντατικότερη έρευνα γύρω από τις δυνατότητες να ερμηνευθούν οι αιτίες ώστε να προβλεφθούν και να αποτραπούν στο μέλλον αντίστοιχες κρίσεις.

1.2 Η κρίση του χρηματοπιστωτικού συστήματος από μακροοικονομική σκοπιά

Αν θέλαμε να δώσουμε έναν σύντομο ορισμό, θα λέγαμε πως χρηματοπιστωτικό σύστημα είναι το οικονομικό σύστημα εκείνο, το οποίο επιτρέπει σε δανειστές και δανειζόμενους την ανταλλαγή πόρων. Το παγκόσμιο χρηματοπιστωτικό σύστημα ουσιαστικά εμπεριέχει όλα τα χρηματοπιστωτικά ιδρύματα, οφειλέτες και δανειστές στο πλαίσιο της παγκόσμιας οικονομίας.

Η κρίση του χρηματοπιστωτικού συστήματος, η οποία εκδηλώθηκε αρχικά στις ΗΠΑ τον Αύγουστο του 2007 και επιδεινώθηκε ραγδαία το φθινόπωρο του 2008 με την κατάρρευση της επενδυτικής τράπεζας Lehman Brothers, μετεξελίχθηκε σε παγκόσμια οικονομική κρίση, στο περιβάλλον των στενά διασυνδεδεμένων οικονομιών, προκαλώντας τη μεγαλύτερη οικονομική ύφεση από τη δεκαετία του 1930 και σοβαρή δημοσιονομική επιδείνωση στις περισσότερες χώρες. Οι επιπτώσεις ήταν

δυσμενείς για όλες τις οικονομίες του πλανήτη. Το 2009 η παγκόσμια οικονομία κατέγραψε αρνητικό ρυθμό ανάπτυξης, για πρώτη φορά στη μεταπολεμική περίοδο, καθώς οι περισσότερες προηγμένες οικονομίες εισήλθαν σε βαθιά ύφεση και ο ρυθμός ανόδου του ΑΕΠ στις αναδυόμενες οικονομίες σημείωσε σημαντική επιβράδυνση. Όλες οι χώρες της ζώνης του ευρώ κατέγραψαν αρνητικούς ρυθμούς μεταβολής του ΑΕΠ, ενώ τη μεγαλύτερη ύφεση παρουσίασαν οι περισσότερο ανοικτές οικονομίες, οι οποίες επλήγησαν ιδιαίτερα από τη ραγδαία πτώση του παγκόσμιου εμπορίου (κατά 10,7%) το έτος εκείνο. Φυσικά, οι περισσότερο ανοικτές οικονομίες ήταν και οι πρώτες που ευνοήθηκαν από την ανάκαμψη της παγκόσμιας οικονομίας και του διεθνούς εμπορίου, η οποία ξεκίνησε το 2010. Αντίθετα, χώρες με σοβαρές εξωτερικές και εσωτερικές μακροοικονομικές ανισορροπίες και διαρθρωτικές αδυναμίες δεν διέθεταν την απαιτούμενη αντοχή και ευελιξία για να αντιμετωπίσουν αυτοδύναμα τις επιπτώσεις της χρηματοπιστωτικής και οικονομικής κρίσης και να επωφεληθούν από την ανάκαμψη της παγκόσμιας οικονομίας και του διεθνούς εμπορίου, που ακολούθησε μετά τη μεγάλη ύφεση του 2009. Έτσι, ενώ χώρες με υγιή βασικά οικονομικά δεδομένα κατόρθωσαν σε σχετικά σύντομο χρονικό διάστημα να βρεθούν εκ νέου σε τροχιά ανάπτυξης, χώρες με μεγάλες μακροοικονομικές ανισορροπίες και διαρθρωτικές αδυναμίες αντιμετώπισαν σημαντικές δυσκολίες και σε ορισμένες περιπτώσεις χρειάστηκαν εξωτερική οικονομική βοήθεια. Μεγάλες ήταν οι διαφορές και στον τομέα της απασχόλησης, καθώς οικονομίες με υγιή βασικά δεδομένα και ικανοποιητικό βαθμό ευελιξίας κατόρθωσαν να διατηρήσουν χαμηλά ποσοστά ανεργίας, ενώ σε οικονομίες με σοβαρές διαρθρωτικές αδυναμίες η ανεργία αυξήθηκε ραγδαία.

1.3 Η κρίση του χρηματοπιστωτικού συστήματος από χρηματιστηριακή σκοπιά

Η χρηματοοικονομική κρίση που ξέσπασε με ένταση το φθινόπωρο του 2008, μετατράπηκε σε οικονομική κρίση που επηρέασε ολόκληρο τον πλανήτη. Για την αντιμετώπισή της οι περισσότερες κυβερνήσεις πήραν πρωτοφανή μέτρα με μαζικές παρεμβάσεις, τόσο για την παροχή ρευστότητας όσο και για να διασώσουν τράπεζες και ασφαλιστικές εταιρείες που κατέρρεαν. Είναι αλήθεια ότι τα μέτρα αυτά απέτρεψαν την κατάρρευση και ήδη υπάρχουν δείγματα, έστω και δειλής, ανάκαμψης σε πολλές χώρες. Τα μεγάλα όμως δημοσιονομικά ελλείμματα και η σημαντική αύξηση του δημόσιου χρέους άρχισαν να δημιουργούν νέες πιέσεις στις διεθνείς χρηματαγορές. Επίκεντρο της δημοσιονομικής κρίσης αναδείχτηκε δυστυχώς και η Ελλάδα, η οποία με το μεγάλο δημόσιο χρέος της και το πρωτοφανές δημοσιονομικό έλλειμμα το 2009, προκάλεσε τις άνευ προηγουμένου υποβαθμίσεις των οίκων αξιολόγησης και επιπλέον χρησιμοποιήθηκε ως πεδίο δοκιμασίας για την ίδια την Ευρωζώνη. Μετά τη συμφωνία με την Ευρωπαϊκή Ένωση, την Ευρωπαϊκή Κεντρική Τράπεζα και το Διεθνές Νομισματικό Ταμείο, η ελληνική οικονομία έχει μπει σε μια πορεία επώδυνης αλλά αναγκαίας προσαρμογής. Μέσα σε αυτή τη δίνη, οι ελληνικές τράπεζες δέχτηκαν τις συνέπειες της κρίσης. Ενώ το τραπεζικό σύστημα μπόρεσε και ξεπέρασε συγκριτικά με άλλες χώρες, σχεδόν ανώδυνα, την παγκόσμια χρηματοοικονομική κρίση, στη

συνέχεια δοκιμάζεται λόγω της δημοσιονομικής κρίσης και των συνεχών υποβαθμίσεων που υφίσταται από τους οίκους αξιολόγησης το Ελληνικό Δημόσιο. Η χρηματοοικονομική κρίση που ξεκίνησε από το τραπεζικό σύστημα στις Η.Π.Α. και επεκτάθηκε στην παγκόσμια πραγματική οικονομία δεν έχει ολοκληρώσει τον κύκλο της και οι οικονομίες όλων των χωρών, όπως και η ελληνική, πληρώνουν βαρύτατο τίμημα για την ανεξέλεγκτη ανάπτυξη του χρηματοπιστωτικού συστήματος σε τομείς αδιαφανείς και χωρίς εποπτεία.

Το χρονικό της Κρίσης:

Η Παγκόσμια Χρηματοπιστωτική Κρίση ξεκίνησε το καλοκαίρι του 2007 με την BNP Paribas να αναστέλλει τον Αύγουστο την εξαργύρωση μεριδίων τριών funds που είχαν επενδύσει σε ασφάλειες πάνω σε ενυπόθηκα στεγαστικά δάνεια, ενώ λίγες μέρες μετά η American Home Investment Corp. κήρυξε πτώχευση. Οι σχετικές με τα ενυπόθηκα στεγαστικά ζημιές του χρηματοπιστωτικού κλάδου συνέχισαν και όλο το φθινόπωρο. Παρά τις τεράστιες ενέσεις ρευστότητας από την FED και την Ευρωπαϊκή Κεντρική Τράπεζα, τα χρηματοπιστωτικά ιδρύματα άρχισαν να διακρατούν μετρητά και η διατραπεζική αγορά μειώθηκε δραματικά. Η Northern Rock απέτυχε να αναχρηματοδοτήσει το πληρωτέο χρέος της, και τον Σεπτέμβριο του 2007 έγινε η πρώτη Βρετανική τράπεζα που έκλεισε σε 100 χρόνια.

Η χρεοκοπία της Bear Stearns το Μάρτιο του 2008 αποτέλεσε ίσως το σημείο χωρίς επιστροφή για την κρίση. Η τράπεζα χρηματοδοτούσε μεγάλο μέρος της λειτουργίας της με βραχυπρόθεσμο χρέος (overnight debt), καθώς αυτό είναι συνήθως το φτηνότερο χρήμα στη διατραπεζική αγορά. Όταν όμως υπέστη σημαντικές ζημιές στα επενδυτικά της οχήματα σε ενυπόθηκα στεγαστικά (mortgage backed securities) οι δανειστές της αρνήθηκαν να ανανεώσουν το χρέος της. Ταυτόχρονα πολλοί επενδυτές και πελάτες της, απέσυραν τα χρήματα και τα χαρτοφυλάκιά τους, φοβούμενοι ζημιές από χρεοκοπία της τράπεζας. Το σαββατοκύριακο της 15ης Μαρτίου 2008, η Αμερικανική Κυβέρνηση εγγυήθηκε την διάσωση - εξαγορά της από την J.P. Morgan με δάνειο σχεδόν \$30 δισ. από την FED, για να εξασφαλίσει τη ρευστότητα της εξαγοραζόμενης τράπεζας. Πολλοί λανθασμένα ήλπισαν ότι σε εκείνο το σημείο η κρίση τελείωσε.

Η κορύφωση της κρίσης ήρθε τη Δευτέρα 15 Σεπτεμβρίου 2008, όταν η Lehman Brothers, μια μεγάλη χρηματιστηριακή-επενδυτική τράπεζα με έδρα τη Νέα Υόρκη, υπέστη παρόμοια με την Bear Stearns αδυναμία ανακύκλωσης του βραχυπρόθεσμου χρέους της, ενώ ταυτόχρονα οι χρηματιστηριακοί πελάτες της έφυγαν σωρηδόν, προκαλώντας την κατάρρευσή της. Ενώ όμως η Αμερικανική κυβέρνηση έξι μήνες νωρίτερα διενέργησε τη διάσωση της Bear Stearns, αυτή τη φορά απεφάσισε να αφήσει την τράπεζα να χρεοκοπήσει. Αυτό που δεν γνώριζαν όμως ήταν πως η Lehman συμμετείχε στην αγορά των παραγώγων με συνολικές αξίες \$39 τρισεκατομμυρίων (συγκριτικά το ετήσιο ΑΕΠ των ΗΠΑ είναι περί τα \$14 τρισεκατομμύρια). Οι κλυδωνισμοί στο παγκόσμιο χρηματοπιστωτικό σύστημα ήσαν τόσο ισχυροί ώστε λίγες μόλις μέρες αργότερα η Αμερικανική κυβέρνηση ανέλαβε τη διάσωση της

ασφαλιστικής American International Group (AIG). Η AIG είχε εκδόσει CDS αξίας πολλών εκατοντάδων δισ. δολαρίων. Με βάση αυτά τα συμβόλαια, η AIG ήταν υπόχρεη να παραδώσει εγγυήσεις (post collateral) αντίστοιχες με τις πιθανές ζημιές που θα καλείτο να καλύψει βάσει των τρεχόντων στοιχείων της αγοράς. Η Goldman Sachs ήταν αντισυμβαλλόμενος σε πολλά από αυτά τα ασφαλιστήρια, και σημαντικός παράγοντας στην δύσκολη θέση που βρέθηκε η AIG. Το κόστος διάσωσης των Bear Stearns, Fannie Mae, Freddie Mac, και AIG για τους Αμερικανούς φορολογούμενους πιθανόν ξεπέρασε τα \$200 δισεκατομμύρια.

Χαρακτηριστικά, από τη Δευτέρα 6 Οκτωβρίου 2008 και καθ' όλη τη διάρκεια της εβδομάδας, ο βιομηχανικός δείκτης Dow Jones έκλεινε όλο και χαμηλότερα για πέντε συναπτές συνεδρίες. Ο όγκος των συναλλαγών σημείωσε επίσης ρεκόρ. Ο βιομηχανικός δείκτης Dow Jones υποχώρησε πάνω από 1,874 μονάδες, ή 18%, στη χειρότερη εβδομαδιαία πτώση του σε ποσοστιαία βάση. Ο S&P 500 υποχώρησε στο ίδιο διάστημα επίσης 18%. Στις 24 Οκτωβρίου, πολλά από τα χρηματιστήρια του κόσμου παρουσίασαν τις χειρότερες απώλειες στην ιστορία τους, με απώλειες περίπου 10% στους περισσότερους δείκτες. Στις ΗΠΑ, ο βιομηχανικός δείκτης Dow Jones υποχώρησε 3.6%. Αντίθετα, τόσο το δολάριο και το ιαπωνικό γεν εκτινάχθηκαν έναντι άλλων βασικών νομισμάτων, ιδίως της βρετανικής στερλίνας και του δολαρίου του Καναδά, καθώς οι επενδυτές αναζήτησαν ασφαλέστερα καταφύγια ανά τον κόσμο. Αργότερα την ίδια ημέρα, ο αναπληρωτής διοικητής της Τράπεζας της Αγγλίας, Charles Bean, πρότεινε ότι: «Αυτή είναι μια σπάνια κρίση, και ενδεχομένως η μεγαλύτερη χρηματοοικονομική κρίση στην ανθρώπινη ιστορία.» Στις 6 Μαρτίου του 2009, ο Βιομηχανικός Δείκτης Dow Jones μετρούσε πια απώλειες 54%, αφού από την μέγιστη τιμή του και τις 14,164 μονάδες στις 9 Οκτωβρίου του 2007, έπεσε στις 6,469 μονάδες. Αμέσως μετά ακολούθησε σταθερή πορεία ανάκαμψης του δείκτη, φτάνοντας τελικά στις 23 Δεκεμβρίου 2014 τις 18053 μονάδες, ξεπερνώντας ακόμη και το προηγούμενο ιστορικό υψηλό του, δίνοντας το σημάδι πως η αμερικανική οικονομία είχε αντιμετωπίσει με επιτυχία τη δίνη της κρίσης.

1.4 Σκοπός της παρούσας διπλωματικής εργασίας

Η παρούσα διπλωματική εργασία έχει ως στόχο την πρόβλεψη των τιμών κλεισίματος 10 κορυφαίων τραπεζικών μετοχών, οι περισσότερες εκ των οποίων διαπραγματεύονται στο χρηματιστήριο της Νέας Υόρκης (NYSE), το μεγαλύτερο χρηματιστήριο στον κόσμο.

Η πρόβλεψη των τιμών αυτών γίνεται με χρήση τόσο στατιστικών μοντέλων πρόβλεψης υπό τη μορφή χρονοσειρών, όσο και αλγοριθμικών-ντετερμινιστικών μοντέλων.

Συγκεκριμένα, όσον αφορά στις μεθόδους πρόβλεψης με χρήση χρονοσειρών, εφαρμόζονται οι μέθοδοι: Naïve, SES, Holt, DES και Theta. Χρησιμοποιώντας ως δεδομένα τις μηνιαίες τιμές κλεισίματος των μετοχών από το 2007-2013, επιχειρείται

προέκταση των μοντέλων αυτών στο μέλλον, πραγματοποιώντας μηνιαίες προβλέψεις για τις τιμές των μετοχών το έτος 2014.

Ως μη γραμμικό μοντέλο, επιλέγεται να χρησιμοποιηθεί νευρωνικό δίκτυο πρόσθιας τροφοδότησης. Το δίκτυο αυτό, δέχεται ως εισόδους μηνιαίες παραμέτρους μακροοικονομικής αλλά και μικροοικονομικής φύσεως, οι οποίες τοποθετούνται χρονικά από το 2007-2013 και εντοπίζοντας τις σχέσεις που συνδέουν τις παραμέτρους αυτές με τις τιμές των μετοχών, επιχειρείται η μηνιαία πρόβλεψή τους για το 2014 και πάλι.

Ακολούθως γίνεται η σύγκριση των αποτελεσμάτων των προαναφερθέντων μοντέλων και προκύπτουν ορισμένα συμπεράσματα αναφορικά με την επιτυχία και την ακρίβεια της ζητούμενης πρόβλεψης.

Σημαντικό στόχο στη περίπτωση του μη γραμμικού μοντέλου που χρησιμοποιείται, αποτελεί η αναγνώριση και ο εντοπισμός της σχέσης που υπάρχει ανάμεσα στις παραμέτρους που εξετάστηκαν και στην πορεία των τιμών των αντίστοιχων μετοχών. Σημαντικά συμπεράσματα αναμένεται να βγουν πάνω στο αν οι μακροοικονομικές ή οι μικροοικονομικές παράμετροι είναι εκείνες που παίζουν καθοριστικότερο ρόλο στην πορεία μίας μετοχής.

Κεφάλαιο 2^ο: Το παγκόσμιο τραπεζικό σύστημα

2.1 Εισαγωγικά στοιχεία

Τα αίτια της σημερινής κρίσης θα πρέπει να τα αναζητήσουμε στην μεγάλη χρηματοπιστωτική κρίση του 2000-2002, όπου σημειώθηκε μετακίνηση κεφαλαίων από τις μετοχικές επενδύσεις. Τα κεφάλαια αυτά βρήκαν πρόσφορο έδαφος στα προϊόντα εγγυημένου κεφαλαίου, σε σύνθετα χρηματοοικονομικά προϊόντα και στην αγορά ακινήτων, καθώς στις Η.Π.Α. υπήρχε ένα είδος πολιτικής βούλησης η ικανοποίηση των στεγαστικών αναγκών των οικονομικά ασθενέστερων στρωμάτων να υλοποιηθεί μέσω του τραπεζικού συστήματος, χρησιμοποιήθηκε δηλαδή η αγορά για την κάλυψη μια κοινωνικής ανάγκης. Διαμορφώθηκε ένα περιβάλλον χαμηλών επιτοκίων, στο οποίο οι τράπεζες χορήγησαν αφειδώς δάνεια μειωμένης εξασφάλισης, φθηνά δηλαδή στεγαστικά δάνεια σε φτωχότερες ομάδες, με εχέγγυο την αξία του ακινήτου. Επιπλέον προχώρησαν στην έκδοση ομολόγων που αφενός η πώληση τους έφερνε ρευστότητα για τη χορήγηση νέων δανείων και αφετέρου αφαιρούσε τον κίνδυνο από τα στοιχεία του ισολογισμού τους. Τα ομόλογα, που ξεκίνησαν ως μια απλή μορφή τιτλοποίησης εξελίχθηκαν σε πολύπλοκα και σύνθετα προϊόντα, που χαρακτηρίστηκαν από αδιαφάνεια και υψηλότερη επιτήδευση. Τα γνωρίσαμε όλοι πρόσφατα με την ονομασία που τους προσδόθηκε μετά την κρίση ως τοξικά ομόλογα.

Η διαπραγματεύση τους σε ένα παγκοσμιοποιημένο περιβάλλον, είχε ως αποτέλεσμα τα ομόλογα αυτά να φύγουν από τα σύνορα των Η.Π.Α και να βρεθούν στα χαρτοφυλάκια αρκετών ευρωπαϊκών τραπεζών αλλά και στα χέρια ιδιωτών σε πάρα πολλές χώρες. Κοινή πεποίθηση ήταν ότι τα προϊόντα αυτά αξιολογήθηκαν ορθά από τους οίκους αξιολόγησης πιστοληπτικής ικανότητας, τις εταιρείες που δημοσιοποιούν εκθέσεις και για τα ελληνικά ομόλογα- πεποίθηση που διαψεύστηκε από τα γεγονότα και επέφερε βαρύ πλήγμα στην αξιοπιστία τους. Η αγορά των τοξικών ομολόγων δημιουργήθηκε κατά κύριο λόγο από τις επενδυτικές τράπεζες, που έχουν σημαντική συμμετοχή στην δημιουργία της κρίσης, καθώς ξέφυγαν από τις παραδοσιακές εργασίες τους-την παροχή συμβουλών- και προχώρησαν στην δημιουργία και απόκτηση των τοξικών ομολόγων. Η διοχέτευση ρευστότητας από την Κίνα και η αναζήτηση κερδών από τις τράπεζες στις Η.Π.Α., καθώς η οργανική κερδοφορία τους είχε κορεσθεί, οδήγησαν στην αναζήτηση κερδών και στην αγορά αυτή. Δημιουργήθηκε λοιπόν μια ευφορία, καθώς ήταν διάχυτη η αντίληψη ότι το σύστημα λειτουργούσε σωστά, η αξία των ακινήτων αλλά και τα περίπλοκα προϊόντα μείωναν τους κινδύνους, ενώ ιδιαίτερα ελκυστικά ήταν και τα κέρδη που καταγραφότανε. Να σημειωθεί ότι κυρίως οι επενδυτικές τράπεζες και τα hedge funds χρησιμοποιούσαν κατά κύριο λόγο δανειακά κεφάλαια, με αποτέλεσμα την υψηλή μόχλευση (δανεισμό σε μια ελεύθερη απόδοση του αγγλικού όρου leverage) του συστήματος.

Δημιουργήθηκε ένα οικοδόμημα, που χτίστηκε στις Η.Π.Α αλλά λόγω της παγκοσμιοποίησης του χρηματοπιστωτικού συστήματος, επεκτάθηκε διεθνώς. Σημαντικό κομμάτι των δραστηριοτήτων του όπως ήταν οι επενδυτικές τράπεζες, οι οίκοι αξιολόγησης πιστοληπτικής ικανότητας, και οι συναλλαγές τμήματος του τραπεζικού τομέα σε off shore centers, βρισκόταν εκτός θεσμικού ελέγχου και εποπτείας, με αποτέλεσμα να σημειωθεί μια ασυμμετρία ανάπτυξης του χρηματοπιστωτικού συστήματος και της εποπτείας του. Η αδυναμία αποπληρωμής των στεγαστικών δανείων υπήρξε ο καταλύτης για να ξεσπάσει η κρίση και να αναδείξει μια μορφή κινδύνου που είχε υποτιμηθεί, αυτή του συστημικού κινδύνου. Πρόκειται για τον κίνδυνο που διαχέεται στη δομή του συστήματος και ο οποίος μπορεί να οδηγήσει σε φαινόμενα ντόμινο. Όπως γίνεται αντιληπτό, η περαιτέρω εμβάθυνση και μελέτη της λειτουργίας των χρηματοπιστωτικών ιδρυμάτων κρίνεται ολοένα πιο αναγκαία και χρήσιμη για να καταλάβουμε και, αν είναι δυνατόν, να αποφύγουμε στο μέλλον παρόμοιες κρίσεις.

2.2 Τραπεζικές μετοχές υπό μελέτη

Στην παρούσα διπλωματική εργασία τέθηκαν υπό μελέτη οι τιμές των μετοχών δέκα εκ των μεγαλύτερων τραπεζικών ιδρυμάτων σε παγκόσμια κλίμακα. Η τιμή μίας τραπεζικής μετοχής είναι παράλληλα και ένας από τους σημαντικότερους χρηματιστηριακούς δείκτες, μιας και αποτελεί καθρέπτη για τον χρηματοπιστωτικό οργανισμό, αφού μέσω της τιμής της αποτιμάται η αξία της από την πλευρά των επενδυτών. Έχοντας ως στόχο την διερεύνηση συσχετισμών ανάμεσα στα ιδρύματα αυτά και το μακροοικονομικό περιβάλλον τους, επιλέχθηκαν οι μετοχές ιδρυμάτων με προέλευση τόσο από Ευρώπη και Αμερική, όσο και από την Ασία. Οι περισσότερες από τις μετοχές αυτές διαπραγματεύονται στο Χρηματιστήριο της Νέας Υόρκης, το μεγαλύτερο χρηματιστήριο στον κόσμο. Ειδικότερα στοιχεία για τους τραπεζικούς χρηματιστηριακούς δείκτες θα δούμε παρακάτω και συγκεκριμένα στο κεφάλαιο τέσσερα.

2.2.1 JPMorgan Chase

Η JPMorgan Chase, είναι ένα από τα παλαιότερα χρηματοπιστωτικά ιδρύματα στις Ηνωμένες Πολιτείες, με ιστορία που χρονολογείται εδώ και περισσότερα από 200 χρόνια. Αποτελεί μία εκ των κορυφαίων παγκοσμίως εταιρειών χρηματοοικονομικών υπηρεσιών με περιουσιακά στοιχεία αξίας \$2.400 δισεκατομμυρίων δολαρίων. Δραστηριοποιείται σε περισσότερες από 60 χώρες και έχει πάνω από 240.000 υπαλλήλους. Παρέχει υπηρεσίες σε εκατομμύρια πελάτες, μικρές και μεγάλες επιχειρήσεις, σε διεθνείς οργανισμούς αλλά και σε κυβερνήσεις κρατών. Κατέχει ηγετική θέση στην επενδυτική τραπεζική, στις χρηματοοικονομικές υπηρεσίες, στις χρηματοπιστωτικές συναλλαγές και τη διαχείριση περιουσιακών στοιχείων.

Η μετοχή της JPMorgan Chase συμμετέχει στον κορυφαίο Αμερικανικό χρηματιστηριακό δείκτη Dow Jones Industrial Average. Σύμφωνα με το επίσημο αρχείο της ιστοσελίδας του χρηματιστηρίου της Νέας Υόρκης, η μετοχή της JPMorgan

ξεκίνησε να διαπραγματεύεται στις 30 Ιουνίου του 1972, με τιμή κλεισίματος στα \$10.99. Στο χρονικό διάστημα που αφορά τη μελέτη μας, συγκεκριμένα την επταετία 2007-13, η τιμή της μετοχής κυμάνθηκε από \$15.90-\$62.58, με την χαμηλότερη τιμή να παρατηρείται την 09.03.2009, λίγους μήνες μετά την κορύφωση της Αμερικάνικης τραπεζικής κρίσης.

2.2.2 Citigroup

Η Citigroup αποτελεί μία κορυφαία τράπεζα παγκοσμίως. Αριθμεί περίπου 200 εκατομμύρια λογαριασμούς πελατών και δραστηριοποιείται σε περισσότερες από 160 χώρες. Προσφέρει σε καταναλωτές, επιχειρήσεις, οργανισμούς και κυβερνήσεις ένα μεγάλο εύρος χρηματοοικονομικών προϊόντων και υπηρεσιών, συμπεριλαμβανομένων τραπεζικών καταναλωτικών και πιστωτικών προϊόντων, προϊόντων επενδυτικής τραπεζικής, υπηρεσίες συναλλαγών και διαχείρισης κεφαλαίων. Η Citigroup σήμερα λειτουργεί για διαχειριστικούς λόγους μέσω δύο κύριων επιχειρηματικών τμημάτων: την Citicorp, η οποία αντιπροσωπεύει το κύριο κομμάτι δραστηριοτήτων της εταιρείας και το οποίο αφορά την παροχή κορυφαίων προϊόντων και υπηρεσιών στους πελάτες της και την Citi Holdings, η οποία κατέχει επιχειρήσεις και περιουσιακά στοιχεία δευτερεύουσας σημασίας για τον όμιλο.

Η μετοχή της Citigroup, σύμφωνα με το επίσημο αρχείο της ιστοσελίδας του χρηματιστηρίου της Νέας Υόρκης, διαπραγματεύεται από τις 31 Οκτωβρίου του 1986, με πρώτη τιμή κλεισίματος \$24.86. Στο χρονικό διάστημα που αφορά τη μελέτη μας, η τιμή της μετοχής κυμάνθηκε από \$1.02-\$55.13, με την χαμηλότερη τιμή να παρατηρείται την 05.03.2009, λίγους μήνες μετά την κορύφωση της Αμερικάνικης τραπεζικής κρίσης. Η Citigroup υπέστη τεράστιες απώλειες κατά τη διάρκεια της παγκόσμιας οικονομικής κρίσης του 2008 και διασώθηκε το Νοέμβριο του 2008, μέσω ενός πακέτου μαμούθ ύψους \$300 δις χρηματοδοτούμενο από την κυβέρνηση των ΗΠΑ. Στις 27 Φεβρουαρίου 2009, η Citigroup ανακοίνωσε ότι η αμερικανική κυβέρνηση θα πάρει μερίδιο της τάξης του 36% των ιδίων κεφαλαίων της εταιρείας. Η κυβέρνηση των ΗΠΑ απέκτησε επίσης τον έλεγχο των μισών εδρών στο Διοικητικό Συμβούλιο. Τελικά τον Δεκέμβριο του 2010, η Citigroup κατόρθωσε να επιστρέψει την επείγουσα βοήθεια στο αμερικανικό κράτος και η κυβέρνηση των ΗΠΑ έλαβε επιπλέον \$12 δισεκατομμύρια κέρδη από την πώληση των μετοχών της.

2.2.3 Deutsche Bank

Η Deutsche Bank είναι μια κορυφαία διεθνής επενδυτική τράπεζα. Αποτελεί ηγέτη στη Γερμανία και την Ευρώπη, ενώ επεκτείνεται στη Βόρεια Αμερική, την Ασία και τις κυριότερες αναδυόμενες αγορές. Με περισσότερους από 78.000 εργαζόμενους σε περισσότερες από 70 χώρες σε όλο τον κόσμο, η Deutsche Bank προσφέρει σε παγκόσμια κλίμακα ξεχωριστές χρηματοπιστωτικές υπηρεσίες. Η Τράπεζα στοχεύει στο να είναι ο κορυφαίος παγκόσμιος πάροχος χρηματοοικονομικών λύσεων για απαιτητικούς πελάτες πετυχαίνοντας ξεχωριστό κέρδος για τους μετόχους και τους ανθρώπους της.

Σύμφωνα με το επίσημο αρχείο της ιστοσελίδας του χρηματιστηρίου της Νέας Υόρκης, η μετοχή της JPMorgan ξεκίνησε να διαπραγματεύεται στο NYSE στις 30 Οκτωβρίου του 1998, με τιμή κλεισίματος \$62.75. Στο χρονικό διάστημα που αφορά τη μελέτη μας, συγκεκριμένα την επταετία 2007-13, η τιμή της μετοχής κυμάνθηκε από \$21.20-\$166.98, με την χαμηλότερη τιμή να παρατηρείται την 23.02.2009, λίγους μήνες δηλαδή μετά την κορύφωση της Αμερικάνικης τραπεζικής κρίσης. Η Deutsche Bank ειδικότερα αποτέλεσε έναν από τους βασικούς συντελεστές στη δημιουργία των τοξικών στεγαστικών δανείων αφού κατείχε το αστρονομικό ποσό των \$32 δις σε ασφάλιστρα κινδύνου που αφορούσαν ενυπόθηκα στεγαστικά δάνεια (CDO).

2.2.4 ING

Η ING αποτελεί ένα παγκόσμιο χρηματοπιστωτικό ίδρυμα με ισχυρή ευρωπαϊκή βάση που προσφέρει τραπεζικές υπηρεσίες. Καλύπτει τις ανάγκες μιας ευρείας πελατειακής βάσης που περιλαμβάνει από οικογένειες και μικρές επιχειρήσεις μέχρι μεγάλες εταιρείες, ιδρύματα και κυβερνήσεις. Διαθέτει περισσότερους από 53.000 εργαζόμενους που προσφέρουν τραπεζικές υπηρεσίες λιανικής και εμπορικής στους πελάτες της σε περισσότερες από 40 χώρες. Δύναμή της το γνωστό, ισχυρό brand name που διαθέτει, η ισχυρή οικονομική της θέση και το διεθνές της δίκτυο.

Επιπλέον, η ING είναι επί του παρόντος μεταξύ των ηγέτιδων εταιρειών στον αμερικανικό χρηματιστηριακό δείκτη Dow Jones Sustainability. Σύμφωνα με το επίσημο αρχείο της ιστοσελίδας του χρηματιστηρίου της Νέας Υόρκης, η μετοχή της ING ξεκίνησε να διαπραγματεύεται στο NYSE στις 30 Ιουνίου του 1997, με τιμή κλεισίματος \$46.38. Στο χρονικό διάστημα που αφορά τη μελέτη μας, συγκεκριμένα την επταετία 2007-13, η τιμή της μετοχής κυμάνθηκε από \$3.03-\$49.60, με την χαμηλότερη τιμή να παρατηρείται και την 05.03.2009. Στις 19 Οκτωβρίου του 2008, έχοντας ως στόχο την αύξηση του δείκτη κεφαλαιακής επάρκειας Tier 1, ο όμιλος ING αποδέχθηκε το σχέδιο της οικονομικής ενίσχυσής της από την ολλανδική κυβέρνηση. Το σχέδιο περιελάμβανε ενίσχυση \$10 δις για την εταιρεία, παραχωρώντας σε αντάλλαγμα τίτλους αλλά και το δικαίωμα παρέμβασης στη διοίκηση του ομίλου. Τον Νοέμβριο του 2014, η ING ολοκλήρωσε την αποπληρωμή του δανείου αυτού επιστρέφοντας συνολικά \$13.5 δις στην Ολλανδική κυβέρνηση.

2.2.5 Credit Suisse

Ιδρύθηκε το 1856 με έδρα τη Ζυρίχη της Ελβετίας. Η Credit Suisse δραστηριοποιείται σε περισσότερες από 50 χώρες και απασχολεί 45.800 άτομα από περίπου 150 διαφορετικά έθνη. Εξυπηρετεί τους πελάτες της μέσα από τρία περιφερειακά τμήματα: την ελβετική Universal Bank, το διεθνές τμήμα Διαχείρισης Πλούτου και το τμήμα Ασίας-Ειρηνικού. Αυτές οι περιφερειακές επιχειρήσεις υποστηρίζονται από δύο τμήματα που ειδικεύονται στην επενδυτική τραπεζική: το τμήμα Διεθνών Αγορών και αυτό της Επενδυτικής Τραπεζικής & Κεφαλαιαγορών. Τα τμήματα αυτά συνεργάζονται στενά για να παρέχουν οικονομικές λύσεις, καινοτόμα

προϊόντα και ειδικά προσαρμοσμένες συμβουλές. Η Swiss Universal Bank προσφέρει ολοκληρωμένες συμβουλές και ένα ευρύ φάσμα χρηματοοικονομικών λύσεων σε ιδιώτες, επιχειρήσεις και θεσμικούς πελάτες που εδρεύουν στην αγορά της Ελβετίας. Το διεθνές τμήμα Διαχείρισης Περιουσίας προσφέρει προσαρμοσμένες χρηματοοικονομικές λύσεις για πλούσιους ιδιώτες πελάτες και εξωτερικούς διαχειριστές περιουσιακών στοιχείων στην Ευρώπη, τη Λατινική Αμερική, τη Μέση Ανατολή και την Αφρική. Το τμήμα Ασίας-Ειρηνικού προσφέρει ολοκληρωμένες ιδιωτική τραπεζική και επενδυτική τραπεζική οικονομικές λύσεις σε εύπορους ιδιώτες, θεσμικούς επενδυτές και εταιρικούς πελάτες στην περιοχή της Ασίας και του Ειρηνικού.

Η μετοχή της Credit Suisse συμμετέχει τόσο στο SIX Swiss Exchange, όσο και στο χρηματιστήριο της Νέας Υόρκης. Στο NYSE διαπραγματεύεται από τις 31 Μαΐου 1995 όπου η συνεδρίαση έκλεισε με τιμή \$21.75. Στο χρονικό διάστημα που αφορά τη μελέτη μας, συγκεκριμένα την επταετία 2007-13, η τιμή της μετοχής κυμάνθηκε από \$16.94-\$77.98, με την χαμηλότερη τιμή να παρατηρείται και την 01.07.2012.

2.2.6 Banco Santander

Η Banco Santander αποτελεί μέλος του ομίλου Santander Group και παράλληλα τη μεγαλύτερη σε κεφαλαιοποίηση τράπεζα στην ευρωζώνη και μία από τις μεγαλύτερες στον κόσμο. Έδρα της εταιρείας είναι το Σανταντέρ στην Ισπανία. Τον Απρίλιο του 2013, η Banco Santander ταξινομήθηκε ως 43^η στη λίστα του Forbes με τις 2000 μεγαλύτερες εταιρείες του κόσμου.

Η εταιρεία συμμετέχει στο χρηματιστηριακό δείκτη Euro Stoxx 50. Η μετοχή της Banco Santander είναι στη λίστα του χρηματιστηρίου της Νέας Υόρκης από τις 31 Οκτωβρίου 1987, οπότε πέτυχε τιμή \$4.42. Στο χρονικό διάστημα που εξετάστηκε, την επταετία 2007-13, η τιμή της μετοχής κυμάνθηκε από \$4.90-\$23.61, με την χαμηλότερη τιμή να παρατηρείται και την 09.03.2012. Την τριετία 2007-09 και παρά την σφοδρή οικονομική κρίση στον κλάδο των τραπεζών, η Banco Santander εκμεταλλεύτηκε τις ευκαιρίες που παρουσιάστηκαν προχωρώντας σε πολυάριθμες εξαγορές μικρών αλλά και μεγαλύτερων τραπεζών, ισχυροποιώντας τη θέση της στην Ευρωζώνη. Τον Οκτώβριο του 2007, η Banco Santander σε κοινοπραξία με την Royal Bank of Scotland πλειδότησαν της Barclays σε διαγωνισμό εξαγοράς και απέκτησαν την ολλανδική τράπεζα ABN AMRO. Τον Οκτώβριο του 2008 ο όμιλος εξαγόρασε τη βρετανική τράπεζα Alliance & Leicester, η οποία κατείχε £24δισ σε καταθέσεις και είχε 254 καταστήματα. Τον Οκτώβριο του 2008, ο Όμιλος ανακοίνωσε την απόκτηση του 75,65% της Sovereign Bancorp με αντάλλαγμα \$1,9 δισ. Λόγω της οικονομικής κρίσης του 2008, η τιμή ανά μετοχή της Sovereign είχε μειωθεί σημαντικά: Αντί για \$40 που ήταν η αξία της μετοχής το 2006, η Banco Santander κατέληξε να πληρώσει λιγότερο από \$3 ανά μετοχή. Με την κίνηση αυτή, η Banco Santander επέκτεινε τις δραστηριότητές της στις Ηνωμένες Πολιτείες.

2.2.7 Bank of Montreal

Η Bank of Montreal, αποτελεί την πρώτη τράπεζα του Καναδά, αφού ξεκίνησε τη δραστηριότητά της στις 3 Νοεμβρίου 1817. Παρείχε πρώτη ευρέως στην κυκλοφορία το αναγνωρισμένο νόμισμα του Καναδά, και έχει διαδραματίσει σημαντικό και συνεχή ρόλο στην ανάπτυξη της χώρας. Σήμερα, είναι ένα από τα σημαντικότερα χρηματοπιστωτικά ιδρύματα του Καναδά και έχει δυναμική παρουσία στις Ηνωμένες Πολιτείες και παγκοσμίως. Τον Απρίλιο του 2013, η τράπεζα ταξινομήθηκε στην 131^η θέση στη λίστα του Forbes με τις 2000 μεγαλύτερες τράπεζες. Η Bank of Montreal καταβάλλει ανελλιπώς μερίσματα στους πελάτες της από το 1829, παραμένοντας συνεπής ακόμη και σε περιόδους παγκόσμιας κρίσης, όπως στον Α' Παγκόσμιο Πόλεμο, στη Μεγάλη Ύφεση του 1930, στον Β' Παγκόσμιο Πόλεμο και στην οικονομική κρίση του 2008. Το γεγονός αυτό καθιστά το ιστορικό πληρωμών των μερισμάτων της ένα από τα μεγαλύτερα σε διάρκεια στον κόσμο.

Η μετοχή της Bank of Montreal συμμετέχει τόσο στο χρηματιστήριο του Τορόντο, όσο και στο χρηματιστήριο της Νέας Υόρκης. Στο NYSE διαπραγματεύεται από τις 31 Οκτωβρίου 1994, οπότε πέτυχε τιμή κλεισίματος \$18.50. Στο χρονικό διάστημα που εξετάστηκε η τιμή της, την επταετία 2007-13, η τιμή της μετοχής κυμάνθηκε από \$19.51-\$76.96, με την χαμηλότερη τιμή να παίρνει την 23.02.2009, σαφώς επηρεαζόμενη από την αμερικανική τραπεζική κρίση.

2.2.8 DBS Group

Η DBS είναι μια κορυφαία εταιρεία παροχής χρηματοοικονομικών υπηρεσιών στην Ασία, με πάνω από 280 καταστήματα σε 18 αγορές. Εδρεύει στη Σιγκαπούρη, με αναπτυσσόμενη παρουσία στην ευρύτερη περιοχή της Κίνας, τη Νοτιοανατολική Ασία και τη Νότια Ασία. Η τράπεζα ιδρύθηκε από την κυβέρνηση της Σιγκαπούρης τον Ιούνιο του 1968 με στόχο να αναλάβει την χρηματοδότηση βιομηχανικών της δραστηριοτήτων. Σήμερα, τα υποκαταστήματά της αριθμούν περισσότερα από 100 και βρίσκονται σε όλο το νησί. Η DBS Bank είναι η μεγαλύτερη τράπεζα στη Νοτιοανατολική Ασία από πλευράς περιουσιακών στοιχείων και από τις μεγαλύτερες τράπεζες στην Ασία. Διαθέτει στην αγορά δεσπόζουσα θέση στον τομέα της καταναλωτικής τραπεζικής, της διαχείρισης διαθεσίμων, στη διαχείριση περιουσιακών στοιχείων και χρηματιστηριακών τίτλων στη Σιγκαπούρη και το Χονγκ Κονγκ. Η DBS έχει κερδίσει το βραβείο Global Finance για την "Ασφαλέστερη Τράπεζα στην Ασία" για έξι συναπτά έτη, από το 2009 έως 2014, στοιχείο που την καθιστά από τις ισχυρότερες κεφαλαικά τράπεζες στην περιοχή της Ασίας.

Η μετοχή της DBS διαπραγματεύεται στο χρηματιστήριο της Σιγκαπούρης. Την επταετία 2007-13, η τιμή της μετοχής κυμάνθηκε από \$6.45-\$16.63, με την χαμηλότερη τιμή να παίρνει την 09.03.2009, στοιχείο που δείχνει ότι το αντίκτυπο της αμερικανικής τραπεζικής κρίσης στις χρηματαγορές ήταν παγκόσμιο.

2.2.9 Εθνική Τράπεζα της Ελλάδος (NBG)

Η Εθνική Τράπεζα ιδρύθηκε το 1841 και αποτέλεσε την πρώτη τράπεζα του νεοελληνικού κράτους, με καθοριστική συνεισφορά στην οικονομική ζωή του τόπου σε αυτά τα 170 χρόνια ιστορίας της. Σήμερα η Εθνική ηγείται ενός από τους μεγαλύτερους και ισχυρότερους Ομίλους χρηματοοικονομικών υπηρεσιών στην Ελλάδα, με δυναμική παρουσία στη Νοτιοανατολική Ευρώπη και την Ανατολική Μεσόγειο. Η Εθνική προσφέρει ευρύ φάσμα χρηματοοικονομικών προϊόντων και υπηρεσιών που ανταποκρίνονται στις συνεχώς μεταβαλλόμενες ανάγκες επιχειρήσεων και ιδιωτών. Με 528 καταστήματα και 1.432 ΑΤΜ, διαθέτει ευρύτατο δίκτυο εξυπηρέτησης, καλύπτοντας ολόκληρη τη γεωγραφική έκταση της Ελλάδας, ενώ παράλληλα αναπτύσσει εναλλακτικά δίκτυα πώλησης των προϊόντων της, όπως οι υπηρεσίες Mobile και Internet Banking. Σήμερα, το Δίκτυο της Τράπεζας στο εξωτερικό περιλαμβάνει 1.204 μονάδες, ενώ ο Όμιλος συνολικά απασχολεί 34.554 εργαζόμενους, εξυπηρετώντας μια αγορά 125 εκατομμυρίων κατοίκων (στοιχεία 30.09.2015).

Η μετοχή της Εθνικής Τράπεζας διαπραγματεύεται στο χρηματιστήριο της Αθήνας από τις 22 Φεβρουαρίου του 1905. Από το 1999 η τιμή της διαπραγματευόταν επίσης στο χρηματιστήριο της Νέας Υόρκης, το μεγαλύτερο χρηματιστήριο στον κόσμο. Στις 26 Νοεμβρίου 2015 ανακοινώθηκε η διαγραφή της από τις λίστες του NYSE, καθώς αποτελεί προϋπόθεση για κάθε μετοχή, η τιμή της να υπερβαίνει ένα συγκεκριμένο όριο, κάτι που η τωρινή τραπεζική πραγματικότητα κατέστησε αδύνατο. Στο χρονικό διάστημα που μελετήθηκε η τιμή της μετοχής της Εθνικής Τράπεζας κυμάνθηκε από \$0.69-\$44.91, με την χαμηλότερη τιμή να λαμβάνει την 01.04.2013. Ο ελληνικός τραπεζικός τομέας δέχθηκε μετά το 2009 ισχυρό πλήγμα από τη συνδυαστική επίδραση της αναδιάρθρωσης του ελληνικού δημόσιου χρέους και των αντίξοων οικονομικών συνθηκών στα στοιχεία ενεργητικού των τραπεζών και στην καταθετική τους βάση. Αυτό είχε ως αποτέλεσμα η ελληνική κυβέρνηση να προχωρήσει σε ανακεφαλαιοποίηση των τεσσάρων συστημικών τραπεζών, όπου στην περίπτωση της Εθνικής διαμορφώθηκε στα €9,756 δις. Η ανακοίνωσή τους από την κυβέρνηση προκάλεσε κύμα ρευστοποιήσεων στο ελληνικό χρηματιστήριο και ιδιαίτερα στις τραπεζικές μετοχές. Η πτώση των τιμών τους ενόψει της διαδικασίας της ανακεφαλαιοποίησης ήταν αναμενόμενη. Βασικό ρόλο στη διαμόρφωση των αναγκών αυτών βέβαια έπαιξαν οι ζημιές από το κούρεμα των ελληνικών ομολόγων (PSI) (€11,735δις) και οι ακαθάριστες αναμενόμενες ζημιές πιστωτικού κινδύνου (€8,366 δις).

2.2.10 Alpha Bank

Ο Όμιλος Alpha Bank είναι ένας από τους μεγαλύτερους Ομίλους του χρηματοοικονομικού τομέα στην Ελλάδα, με ισχυρή παρουσία στην εγχώρια και τη διεθνή τραπεζική αγορά. Προσφέρει ένα ευρύ φάσμα υψηλής ποιότητας χρηματοοικονομικών προϊόντων και υπηρεσιών, συμπεριλαμβανομένων της λιανικής τραπεζικής, της τραπεζικής μεσαίων και μεγάλων επιχειρήσεων, της διαχείρισης κεφαλαίων και private banking, της διανομής ασφαλιστικών προϊόντων, της

επενδυτικής τραπεζικής, των χρηματιστηριακών εργασιών και της διαχείρισης ακίνητης περιουσίας. Μητρική Εταιρία και βασική Τράπεζα του Ομίλου είναι η Alpha Bank, η οποία ιδρύθηκε το 1879 από τον Ιωάννη Φ. Κωστόπουλο. Η Alpha Bank, Τράπεζα εμπιστοσύνης και σταθερό σημείο αναφοράς στο ελληνικό τραπεζικό σύστημα, είναι μία από τις μεγαλύτερες ιδιωτικές τράπεζες, με ευρύτατο Δίκτυο άνω των 1.000 σημείων εξυπηρέτησης στην Ελλάδα κι έναν από τους υψηλότερους δείκτες κεφαλαιακής επάρκειας στην Ευρώπη. Σημαντικοί πρόσφατοι σταθμοί στη μακρά και επιτυχή διαδρομή του Ομίλου, είναι:

- Η επιτυχής ανακεφαλαιοποίηση της Τράπεζας κατά €2.563εκατ., την 24.11.2015, με σημαντική υπερκάλυψη της αιτούμενης ιδιωτικής συμμετοχής, είχε ως αποτέλεσμα οι ιδιώτες μέτοχοι να αποτελούν πλέον τη συντριπτική πλειοψηφία της μετοχικής βάσεως της Alpha Bank.
- Η ολοκλήρωση της εξαγοράς των εργασιών Λιανικής Τραπεζικής της Citibank, την 30.9.2014.
- Η εξαγορά του συνόλου των προνομιούχων μετοχών του Ελληνικού Δημοσίου από την Τράπεζα, η οποία πρώτη από τις συστημικές τράπεζες προέβη στην αποπληρωμή της συμμετοχής του.
- Η επιτυχής ολοκλήρωση της Αυξήσεως του Μετοχικού Κεφαλαίου της Τραπεζής ύψους €1,2δισ., την 31.3.2014.
- Η ολοκλήρωση της νομικής συγχωνεύσεως δι' απορροφήσεως της Εμπορικής Τραπεζής, την 28.6.2013.
- Η επιτυχής ανακεφαλαιοποίηση της Τραπεζής, την 31.5.2013, με υπερκάλυψη της απαιτούμενης ιδιωτικής συμμετοχής, η οποία είχε ως αποτέλεσμα τη διατήρηση του ιδιωτικού χαρακτήρα της Alpha Bank.
- Η απόκτηση του συνόλου των μετοχών της Εμπορικής Τραπεζής την 1.2.2013.

Η μετοχή της Alpha Bank είναι εισηγμένη στο Χρηματιστήριο Αθηνών από τις 02.11.1925 αλλά και στο Χρηματιστήριο του Λονδίνου. Η μετοχή συμμετέχει σε διεθνείς δείκτες όπως ο MSCI Emerging Markets Index και ο FTSE All-World Index. Στο χρονικό διάστημα που μελετήθηκε η τιμή της μετοχής της Alpha Bank κυμάνθηκε από \$0.47-\$25.27, με την χαμηλότερη τιμή να λαμβάνει την 03.06.2013, σαφώς επηρεαζόμενη όπως και στην περίπτωση της Εθνικής Τράπεζας από το κούρεμα των ελληνικών ομόλογων (PSI) που ολοκληρώθηκε στις 09.03.2012 στο πλαίσιο του 2^{ου} Μνημονίου συνεννόησης μεταξύ της Ελληνικής Δημοκρατίας, της Ευρωπαϊκής Επιτροπής και της Τράπεζας της Ελλάδος για τη μείωση του δημοσίου χρέους και τη διάσωση της εθνικής οικονομίας.

2.3 Το ιστορικό χαμηλό των τραπεζικών μετοχών και η ερμηνεία του

Στις 9 Μαρτίου του 2009 οι σημαντικότεροι χρηματιστηριακοί δείκτες βυθίστηκαν σε ιστορικά χαμηλές τιμές και οι τραπεζικές μετοχές δεν θα μπορούσαν να αποτελούν εξαίρεση. Χαρακτηριστικά σε πρωτοσέλιδό της η Wall Street Journal την ίδια ημέρα αναρωτιόταν "Πόσο πιο χαμηλά μπορούν να πάνε οι μετοχές;». Αυτό ήταν το δυσόϊονο ερώτημα όμως είχε σίγουρα βάση. Ο Dow Jones μετρούσε απώλειες για

τέταρτη συνεχόμενη εβδομάδα, ενώ ο δείκτης S&P 500 ήταν κάτω από τις 700 μονάδες για πρώτη φορά μετά από 13 χρόνια. Ο τραπεζικός κολοσσός της Goldman Sachs δημοσίευσε μια έκθεση που προειδοποίησε ότι ο δείκτης S&P θα μπορούσε να πέσει τόσο χαμηλά φτάνοντας ακόμη και τις 400. Ένα χρόνο αργότερα, ξέρουμε ότι η 9η Μαρτίου 2009 ήταν το ιστορικό χαμηλό και το αποτέλεσμα ενός πολύμηνου οικονομικού πανικού όπου εξαυλώθηκαν περιουσιακά στοιχεία τρισεκατομμυρίων δολλαρίων. Αλλά από ό,τι φαίνεται τώρα ήταν και μία καταπληκτική αγοραστική ευκαιρία, όταν πολλοί αναρωτιόντουσαν πόσο πιο χαμηλά θα πέσουν οι αγορές. Η οικονομία τις μέρες εκείνες φαινόταν να είναι σε δυσχερή κατάσταση. Ο δισεκατομμυριούχος T. Boone Pickens είχε μόλις ανακοινώσει ότι ανέβαλε τα σχέδιά του για την οικοδόμηση ενός τεράστιου αιολικού πάρκου στο Τέξας λόγω της έλλειψης επενδυτικού ενδιαφέροντος. Ένας διευθύνων σύμβουλος σε μεγάλο hedge fund, σε συνέντευξή του στους New York Times, συμβούλευε τους εύπορους πελάτες του να αγοράσουν καραμπίνες ώστε να προστατεύσουν τον εαυτό τους από την κοινωνική αναταραχή αν η αγορά υποχωρούσε ακόμη περισσότερο. Η Maureen Dowd, βασική αρθρογράφος της New York Times υποστήριζε σε άρθρο της ότι η General Motors ήταν ένα βήμα πριν την πτώχευση ασκώντας παράλληλα αρνητική κριτική στον Πρόεδρο Ομπάμα. Οικονομικές αυθεντίες έλεγαν ότι οι μακροπρόθεσμοι επενδυτές δεν είχαν καμία τύχη και ότι ο μόνος πραγματικός τρόπος για να βγάλουν λεφτά στο μέλλον θα ήταν να εκτελούν στρατηγικές συναλλαγές παίρνοντας τα κέρδη τους το συντομότερο δυνατόν.

Παρ' όλα αυτά, υπήρχαν και ορισμένα θετικά σημεία για τον χρηματοπιστωτικό τομέα, στα οποία αξίζει να γίνει αναφορά. Χαρακτηριστικά, ο δισεκατομμυριούχος Warren Buffett προέβλεψε ότι τα κεφάλαιά του στην Wells Fargo και την US Bancorp θα έχουν ξεπεράσει κάθε προηγούμενο ως το 2012. Επιπλέον, ο επικεφαλής στρατηγικός αναλυτής της Citigroup δήλωσε στην Wall Street Journal ότι ο δείκτης S&P θα έφτανε τις 1.000 μονάδες μέχρι το τέλος του 2009 και ο ομόλογός του της JPMorgan Chase προέβλεψε ότι θα φτάσει τις 1.100 μονάδες. Και οι δύο κάθε άλλο έπεσαν έξω, αφού ο S&P έκλεισε τη χρονιά στις 1120 μονάδες σημειώνοντας ετήσια άνοδο της τάξης του 60%. Τέλος, δεν πρέπει να παραλείψουμε να αναφέρουμε πως η ομοσπονδιακή κυβέρνηση είχε θέσει σε εφαρμογή το πρόγραμμα ποσοτικής χαλάρωσης και μέχρι τον Μάρτιο του 2009 είχε ήδη αγοράσει \$1.75 τρισεκατομμύρια σε τραπεζικό χρέος, αμερικανικά ομόλογα του δημοσίου και ασφάλιστρα επί ενυπόθηκων δανείων, παίζοντας καταλυτικό ρόλο στην αναστροφή του αρνητικού κλίματος και στην επιστροφή της αμερικανικής οικονομίας στην ανάπτυξη.

Κεφάλαιο 3^ο: Τεχνικές Προβλέψεων

3.1 Γενικά για τις προβλέψεις

Αναμφίβολα τις τελευταίες δεκαετίες το ενδιαφέρον γύρω από τις προβλέψεις έχει ενισχυθεί ιδιαίτερα. Ο κλάδος των προβλέψεων υπάγεται στο ευρύτερο πεδίο της επιχειρησιακής έρευνας. Έτσι, τόσο ο ακαδημαϊκός όσο και ο επιχειρηματικός κόσμος καταβάλλουν προσπάθειες να αντιμετωπίσουν την αβεβαιότητα του μέλλοντος. Η αντίληψη της σημασίας της αβεβαιότητας γίνεται ολοένα και εντονότερη και έχει επιβάλει μια πιο συστηματική και προσεκτική έρευνα του μέλλοντος. Αξίζει από την άλλη να αναφερθεί ότι ο τομέας της πρόβλεψης έχει δεχτεί δυσμενείς κριτικές και είχε αντιμετωπίσει μεγάλη δυσaráεσκεια σχετικά με την ανικανότητα των μεθόδων να προειδοποιήσουν έγκαιρα για επερχόμενες αλλαγές καθώς και για μεγάλα σφάλματα στις προβλέψεις. Μέχρι σήμερα έχουν διατυπωθεί πολλές διαφορετικές μέθοδοι προβλέψεων από ακαδημαϊκούς και μη, μερικές από αυτές μπορεί να βασίζονται μόνο σε θεωρητικό υπόβαθρο, ενώ άλλες, μπορεί να απαιτούν και την συμβολή της τεχνολογίας και μάλιστα με μεγάλη υπολογιστική ισχύ.

Πεδία εφαρμογής βρίσκουν οι προβλέψεις σε πολλούς τομείς, όπως: στην Οικονομία και στα Χρηματοοικονομικά, στο Περιβάλλον, στις Μεταφορές, στον Τουρισμό και αλλού.

3.2 Κατηγορίες Τεχνικών Προβλέψεων

Οι μέθοδοι πρόβλεψης χωρίζονται σε τρεις μεγάλες κατηγορίες: τις ποσοτικές, τις κριτικές και τις τεχνολογικές μεθόδους. Παρακάτω εξετάζονται η κάθε μια ξεχωριστά.

3.2.1 Στατιστικές Προβλέψεις

Οι στατιστικές προβλέψεις αφορούν την εφαρμογή στατιστικών μοντέλων χρονοσειρών επί μιας σειράς δεδομένων με στόχο την αυτοματοποιημένη παραγωγή προβλέψεων. Οι στατιστικές προβλέψεις μπορούν να εφαρμοσθούν μαζικά σε μεγάλο πλήθος χρονοσειρών, απαιτώντας πολύ λίγο χρόνο και υπολογιστικούς πόρους. Ένα από τα προβλήματα που μπορούν να προκύψουν στην εφαρμογή τους αφορά στην προϋπόθεση ότι η συμπεριφορά της εκάστοτε χρονοσειράς που μελετάται θα συνεχιστεί στο μέλλον, κάτι που δεν είναι βέβαιο. Ακόμη οι στατιστικές μέθοδοι δε λαμβάνουν υπόψη ειδικά γεγονότα που πιθανόν να πραγματοποιηθούν στο άμεσο μέλλον, τα λεγόμενα special events. Οι κυριότερες στατιστικές μέθοδοι πρόβλεψης αναπτύσσονται αναλυτικά σε επόμενη παράγραφο.

3.2.2 Κριτικές Μέθοδοι Πρόβλεψης

Οι κριτικές μέθοδοι πρόβλεψης βασίζονται στην εμπειρία, τη διαίσθηση και τις γνώσεις των ατόμων που την εκτελούν. Οι μέθοδοι αυτές είναι ευρέως διαδεδομένες σε οργανισμούς και επιχειρήσεις και δεν απαιτούν μεγάλο όγκο δεδομένων. Η πρόβλεψη μπορεί να βασίζεται είτε στις γνώσεις και την κρίση ενός ατόμου (ατομικές μέθοδοι) είτε στο συνδυασμό απόψεων των μελών κάποιας επιτροπής. Ένα βασικό πλεονέκτημα των κριτικών μεθόδων πρόβλεψης είναι πως ειδικά γεγονότα και ενέργειες μπορούν να ληφθούν υπόψη σε αντίθεση με τις μεθόδους χρονοσειρών. Το μεγάλο, όμως, πρόβλημα αυτής της μεθόδου είναι η τυχόν προκατάληψη που μπορεί να υπάρχει κατά την παραγωγή μιας πρόβλεψης.

3.2.3 Πρόβλεψη Στόχου

Η πρόβλεψη στόχου ή προϋπολογισμού αναφέρεται σε μία επιθυμητή μελλοντική αναπτυξιακή κατάσταση της επιχείρησης. Τα ιστορικά δεδομένα πωλήσεων αναλύονται και υπολογίζεται ο ρυθμός ανάπτυξης για κάθε έτος του παρελθόντος. Η στατιστική πρόβλεψη, μέσω της προέκτασης του παρατηρούμενου προτύπου, δίνει μία εκτίμηση του ρυθμού ανάπτυξης για το ζητούμενο ορίζοντα πρόβλεψης. Η πρόβλεψη στόχου συνήθως περιέχει αρκετή αισιοδοξία και μεροληψία και ως εκ τούτου μεγάλα σφάλματα. Ο ρόλος της είναι ο καθορισμός των στόχων της επιχείρησης και η ώθησή της προς την επιθυμητή κατεύθυνση.

3.2.4 Τελική Πρόβλεψη

Είναι η τελική ή επιχειρησιακή πρόβλεψη που θα επιλεγθεί ώστε να πραγματοποιηθεί στην συνέχεια ο στρατηγικός σχεδιασμός της επιχείρησης και ο σχεδιασμός της παραγωγής και των αποθεμάτων σε πρώτες ύλες για το ζητούμενο ορίζοντα πρόβλεψης. Η τελική πρόβλεψη καθορίζεται από τη διοίκηση της κάθε μονάδας της επιχείρησης ως συνάρτηση των υπόλοιπων κατηγοριών πρόβλεψης (στατιστική, κριτική, στόχου). Η τελική πρόβλεψη έχει χαρακτηριστικά κριτικής πρόβλεψης, αφού επί της τελικής επιλογής μπορούν να πραγματοποιηθούν παρεμβάσεις συναρτήσσει πληροφοριών που τυχόν κατέχει η επιχείρηση και οι οποίες θα οδηγήσουν σε ασφαλέστερες προβλέψεις.

3.2.5 Χρονικός Ορίζοντας Πρόβλεψης

Ανάλογα με τον χρονικό ορίζοντα της πρόβλεψης, οι μέθοδοι πρόβλεψης διακρίνονται σε:

- Βραχυπρόθεσμες προβλέψεις, με μικρό ορίζοντα πρόβλεψης, ο οποίος δεν ξεπερνά συνήθως τις τρεις περιόδους.

- Μεσοπρόθεσμες προβλέψεις, την συνηθέστερη κατηγορία πρόβλεψης, η οποία συνήθως έχει ορίζοντα πρόβλεψης ένα οικονομικό έτος.
- Μακροπρόθεσμες προβλέψεις, οι οποίες αφορούν συνήθως στο μακροχρόνιο σχεδιασμό επενδύσεων ή στρατηγικής των επιχειρήσεων, με χρονικό ορίζοντα μεγαλύτερο των τριών ετών.

3.3 Χρονοσειρές

Ποιοτικά χαρακτηριστικά χρονοσειρών

Με τον όρο χρονοσειρά, εννοούμε μια σειρά από παρατηρήσεις που λαμβάνονται σε ορισμένες χρονικές στιγμές ή περιόδους που ισαπέχουν μεταξύ τους. Η συστηματική μελέτη μιας χρονοσειράς ξεκινάει με την επισκόπηση του γραφήματός της στο πεδίο του χρόνου. Οι παραδοσιακές μέθοδοι ανάλυσης των χρονοσειρών ασχολούνται με την ανάλυση της διακύμανσης της χρονοσειράς σε τέσσερα βασικά συστατικά: την τάση, την κυκλικότητα, την εποχιακότητα και τις μη κανονικές διακυμάνσεις:

Τάση

Η τάση αντικατοπτρίζει τη μακροπρόθεσμη μεταβολή του μέσου επιπέδου τιμών της χρονοσειράς και αντιπροσωπεύει την γενική εικόνα της χρονοσειράς που μπορεί να είναι ανοδική, πτωτική ή στατική. Η τάση εκτιμάται κυρίως με μια ευθεία γραμμή ή μια εκθετική καμπύλη και είναι απαραίτητο μεγάλο εύρος δεδομένων έτσι ώστε να εκτιμηθεί ένα κατάλληλο μήκος περιόδων στο οποίο θα αναζητηθεί η ύπαρξη τάσης. Αυτό συμβαίνει ώστε να εξαιρεθεί η πιθανότητα να λάβουμε λανθασμένα την υπάρχουσα κυκλικότητα της σειράς ως τάση. Είναι αρκετά συχνό φαινόμενο η σύγχυση της τάσης με την κυκλικότητα.

Κυκλικότητα

Η κυκλικότητα ορίζεται ως μια «κυματοειδή» μεταβολή που οφείλεται σε ειδικές εξωγενείς συνθήκες και εμφανίζεται κατά περιόδους. Αντιπροσωπεύει τις ανόδους ή τις πτώσεις λόγω ειδικών οικονομικών συνθηκών και παρουσιάζεται κατά περιόδους. Οι περίοδοι αυτοί, συνήθως, δεν είναι σταθερές και το μήκος τους είναι μεγαλύτερο του έτους. Οι γραφικές παραστάσεις της κυκλικότητας είναι μια κυματοειδής γραμμή κινούμενη μεταξύ χαμηλότερης και μεγαλύτερης τιμής. Συχνά χαρακτηρίζεται ως «επιχειρηματικός κύκλος» (business cycle) καθώς είναι αποτέλεσμα των διαδοχικών ανόδων - καθόδων των οικονομικών συνθηκών γενικότερα.

Εποχιακότητα

Η εποχιακότητα ορίζεται σαν μια περιοδική διακύμανση που έχει σταθερό και μικρότερο του έτος μήκος. Η εποχιακότητα είναι εύκολα αντιληπτή και μπορεί με διάφορες μεθόδους να απομονωθεί. Εμφανίζεται σε χρονοσειρές μεγεθών άμεσα συνυφασμένες με την εποχή, όπως λόγω χάρη η χρήση αντηλιακών και η κατανάλωση παγωτών το καλοκαίρι ή καύση καυσόξυλων και πετρελαίου θέρμανσης το χειμώνα. Η διαφορά της με την κυκλικότητα έγκειται στη σταθερή και μικρότερη του έτους διάρκειά της.

Ασυνέχεια

Ασυνεχείς ονομάζονται οι απομονωμένες παρατηρήσεις που εμφανίζονται στη γραφική παράσταση μιας χρονοσειράς ως απότομες αλλαγές στο πρότυπο συμπεριφοράς της και δε θα μπορούσαν να έχουν προβλεφθεί από την ιστορία της. Ανάλογα με τη χρονική διάρκεια των μεταβολών αυτών, χωρίζονται σε δύο κατηγορίες, τις ασυνήθιστες τιμές (outliers) και τις αλλαγές επιπέδου (levelshifts). Η πρώτη είναι αυτή των ασυνήθιστων τιμών, της οποίας το χαρακτηριστικό είναι η μικρή διάρκεια και η δεύτερη είναι αυτή των αλλαγών επιπέδου, η οποία σε μεγάλο χρονικό διάστημα και σε μεγάλο βαθμό είναι η υπαίτιος για την αλλαγή επιπέδου της χρονοσειράς.

Μη κανονικές Διακυμάνσεις ή Τυχειότητα

Οι μη κανονικές διακυμάνσεις είναι οι απρόβλεπτοι παράγοντες κάθε χρονοσειράς αποτελώντας το στοιχείο σφάλματος και είναι η εναπομένουσα συνιστώσα μετά την διαδικασία της αφαίρεσης των συνιστωσών της τάσης, της κυκλικότητας και της εποχικότητας. Οι διακυμάνσεις αυτές μπορεί να αντιπροσωπεύουν μια εντελώς τυχαία μεταβλητή που εκφράζει τον τυχαίο παράγοντα μιας στοχαστικής διαδικασίας ή ακόμα κάποια ασυνέχεια που συνδέεται με κάποιο γεγονός.

Διαχείριση κενών και μηδενικών τιμών

Αρκετές φορές, κατά τη συλλογή και διαχείριση των δεδομένων που αποτελούν τις χρονοσειρές, υπάρχει το ενδεχόμενο ελλειψουσών ή μηδενικών τιμών, οι οποίες όπως αντιλαμβάνεται κανείς δημιουργούν προβλήματα στην εφαρμογή των περισσότερων στατιστικών μεθόδων πρόβλεψης. Οι κενές τιμές αφορούν περιπτώσεις όπου η τιμή κάποιων περιόδων δεν είχε καταγραφεί και αποθηκευτεί στη βάση δεδομένων. Ο λόγος μπορεί να οφείλεται σε στοιχεία του πληροφοριακού συστήματος ή σε λάθος χειρισμό του υπεύθυνου χρήστη. Ανεξαρτήτως αιτίας, ακολουθείται μία από τις παρακάτω διαδικασίες εκτίμησης της ελλείπουσας τιμής, ανάλογα, με την περίπτωση:

- Εύρεσης της κενής τιμής από άλλες πηγές ή απευθείας ορισμός αυτής, αν υπάρχει ασφαλής κριτική εκτίμηση για το ύψος στο οποίο κυμάνθηκε.

- Η κενή τιμή ορίζεται ως το ημίθροισμα της προηγούμενης και της επόμενης παρατήρησης, όταν η χρονοσειρά χαρακτηρίζεται από στασιμότητα και δεν παρατηρείται εποχιακή συμπεριφορά.

- Αν η χρονοσειρά παρουσιάζει σαφή εποχιακή συμπεριφορά, τότε η κενή τιμή ορίζεται ως ο μέσος όρος των τιμών των αντίστοιχων περιόδων. Για παράδειγμα, αν τα δεδομένα αποτελούνται από μηνιαίες παρατηρήσεις και παρατηρηθεί κενή τιμή στον Ιούνιο κάποιου έτους, τότε η κενή τιμή ορίζεται ως ο μέσος όρος των Ιουνίων.

3.4 Μέθοδοι πρόβλεψης

3.4.1 Απλοϊκή Μέθοδος (Naive)

Η απλοϊκή μέθοδος (Naive) αποτελεί την πιο απλή στατιστική μέθοδο πρόβλεψης. Η Naive δεν παράγει ακριβείς προβλέψεις, αλλά πολλές φορές χρησιμοποιείται ως σημείο αναφοράς για πολυπλοκότερες μεθόδους. Η πρόβλεψή της για κάθε χρονική περίοδο t είναι απλά η παρατηρούμενη τιμή της προηγούμενης περιόδου $t-1$, δηλαδή:

$$F_t = Y_{(t-1)}$$

Λόγω της απλοποιημένης φύσης της μεθόδου μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την πρόβλεψη έως και μιας περιόδου στο μέλλον και επομένως δεν συνίσταται για μακροπρόθεσμες προβλέψεις.

Να σημειωθεί πως όταν πραγματοποιούνται προβλέψεις σε αποεποχικοποιημένες χρονοσειρές η μέθοδος αυτή ονομάζεται «Naive 2» καθώς δεν πραγματοποιείται στα αρχικά δεδομένα.

3.4.2 Μέθοδοι εκθετικής εξομάλυνσης

Οι μέθοδοι εκθετικής εξομάλυνσης αναπτύχθηκαν στις αρχές της δεκαετίας του 1950. Από τότε έγιναν από τις πιο δημοφιλείς μεθόδους προβλέψεων μεταξύ των επιχειρηματιών, κυρίως λόγω της ευκολίας τους, της μικρής απαίτησης σε υπολογιστικό χρόνο και της απαίτησης λίγων παρατηρήσεων για την παραγωγή προβλέψεων.

Η εκθετική εξομάλυνση είναι μια μέθοδος πρόβλεψης η οποία προεκτείνει στοιχεία του προτύπου των ιστορικών δεδομένων, όπως τάσεις και εποχιακούς κύκλους, στο μέλλον. Οι προβλέψεις υπολογίζονται μετά από εξομάλυνση των δεδομένων, προκειμένου να απομονωθούν τα πραγματικά πρότυπα από τις τυχαίες διακυμάνσεις. Η δημοτικότητα των μεθόδων αυτών οφείλεται στην απλότητα των μοντέλων που υιοθετούν, τις περιορισμένες απαιτήσεις τους σε αποθήκευση δεδομένων και τον μειωμένο υπολογιστικό φόρτο. Εμπειρικές μελέτες αποδεικνύουν ότι οι μέθοδοι εκθετικής εξομάλυνσης παρουσιάζουν ικανοποιητικά ποσοστά ακρίβειας σε σχέση με πιο πολύπλοκες μεθόδους πρόβλεψης. Το γεγονός αυτό οφείλεται στο ότι οι μέθοδοι εκθετικής εξομάλυνσης δεν επηρεάζονται από τις ιδιομορφίες των προτύπων των δεδομένων ή από περιστασιακά εμφανιζόμενες ακραίες τιμές, οι οποίες παρατηρούνται σε επιχειρησιακά δεδομένα.

3.4.2.1 Απλή Εκθετική Εξομάλυνση (Simple Exponential Smoothing)

Το μοντέλο σταθερού επιπέδου, που αναφέρεται και ως απλή εκθετική εξομάλυνση (SES) περιγράφεται μαθηματικά από τις παρακάτω εξισώσεις:

$$e_t = Y_t - F_t$$

$$S_t = S_{(t-1)} + \alpha \cdot e_t$$

$$F_{(t+1)} = S_t$$

Όπου, t η χρονική περίοδος, Y_t η πραγματική τιμή των δεδομένων, F_t η πρόβλεψη τη χρονική στιγμή t , e_t το σφάλμα (απόκλιση πραγματικής τιμής από πρόβλεψη), S_t το επίπεδο της χρονοσειρές και α ο συντελεστής εξομάλυνσης, που λαμβάνει τιμές στο διάστημα $[0, 1]$.

Προκειμένου να ξεκινήσει η διαδικασία υπολογισμού του μοντέλου πρόβλεψης, πρέπει να οριστεί ένα αρχικό επίπεδο (S_0). Ως αρχικό επίπεδο, συνήθως, χρησιμοποιείται:

- ο μέσος όρος όλων των παρατηρήσεων
- ο μέσος όρος των n πρώτων παρατηρήσεων
- η πρώτη παρατήρηση
- το σταθερό επίπεδο από το μοντέλο της απλής γραμμικής παλινδρόμησης.

Η επιλογή του βέλτιστου συντελεστή εξομάλυνσης (α) προκύπτει από δύο παράγοντες οι οποίοι αλληλεξαρτώνται. Αφενός όσο περισσότερος είναι ο θόρυβος στα δεδομένα της χρονοσειράς, τόσο μικρότερη θα πρέπει να είναι η τιμή του συντελεστή εξομάλυνσης προκειμένου να αποφευχθεί η υπερβολική αντίδραση στο θόρυβο, αφετέρου αν ο μέσος όρος μεταβάλλεται, ο συντελεστής εξομάλυνσης (α) θα πρέπει να είναι μεγάλος ώστε οι προβλέψεις να παρακολουθούν τις μεταβολές που παρουσιάζουν τα δεδομένα. Η γραμμική αναζήτηση αποτελεί την πιο διαδεδομένη μέθοδο υπολογισμού, η οποία ελαχιστοποιώντας το μέσο τετραγωνικό σφάλμα (MSE) δίνει ως έξοδο την βέλτιστη τιμή του συντελεστή εξομάλυνσης (α).

3.4.2.2 Μοντέλο Γραμμικής Τάσης (Holt Exponential Smoothing)

Το μοντέλο εξομάλυνσης για γραμμική τάση είναι μια επέκταση της απλής εκθετικής εξομάλυνσης η οποία μπορεί επιπρόσθετα να διαχειριστεί τη συνιστώσα της τάσης η οποία συχνά παρατηρείται στα επιχειρησιακά δεδομένα. Το μοντέλο εξομάλυνσης γραμμικής τάσης περιγράφεται από τις εξισώσεις:

$$e_t = Y_t - F_t$$

$$S_t = S_{(t-1)} + T_{(t-1)} + \alpha \cdot e_t$$

$$T_t = T_{(t-1)} + \beta \cdot e_t$$

$$F_{(t+1)} = S_t + m \cdot T_t$$

Όπου, t η χρονική περίοδος, Y_t η πραγματική τιμή των δεδομένων, F_t η πρόβλεψη τη χρονική στιγμή t , e_t το σφάλμα (απόκλιση πραγματικής τιμής από πρόβλεψη), S_t το επίπεδο της χρονοσειρές, T_t η τάση της χρονοσειρές, α ο συντελεστής εξομάλυνσης επιπέδου, λαμβάνει τιμές στο διάστημα $[0,1]$, β ο συντελεστής εξομάλυνσης της τάσης, λαμβάνει τιμές στο διάστημα $[0,1]$ και m χρονικός ορίζοντας της πρόβλεψης.

Προκειμένου να ξεκινήσει η διαδικασία υπολογισμού του μοντέλου πρόβλεψης, πρέπει να οριστεί ένα αρχικό επίπεδο (S_0) και μια αρχική τάση (T_0). Το αρχικό επίπεδο υπολογίζεται όπως και στην απλή εκθετική εξομάλυνση. Επιπρόσθετα, ως αρχική τάση, συνήθως, χρησιμοποιείται:

- η διαφορά δεύτερης και πρώτης παρατήρησης: $Y_2 - Y_1$
- η διαφορά n -οστής και πρώτης παρατήρησης, διαιρεμένης με $n-1$
- η σταθερά της κλίσης από το μοντέλο της απλής γραμμικής παλινδρόμησης

Η επιλογή των βέλτιστων συντελεστών εξομάλυνσης (α , β) προκύπτει από την εφαρμογή της μεθόδου της γραμμικής αναζήτησης, ελαχιστοποιώντας το μέσο τετραγωνικό σφάλμα (MSE).

3.4.2.3 Μοντέλο Μη Γραμμικής Τάσης

Το μοντέλο φθίνουσας γραμμικής τάσης είναι μία υποπερίπτωση του μοντέλου μη γραμμικής τάσης. Το μοντέλο μη γραμμικής τάσης έχει τη δυνατότητα μεταβολής της μορφής της χρονοσειράς και της προσαρμογής της σε μη γραμμικές τάσεις. Η προσαρμογή αυτή γίνεται μέσω μιας μεταβλητής που ονομάζεται παράμετρος διόρθωσης της τάσης ϕ . Το μοντέλο μη γραμμικής τάσης περιγράφεται μαθηματικά από τις παρακάτω εξισώσεις:

$$e_t = Y_t - F_t$$

$$S_t = S_{(t-1)} + T_{(t-1)} + \alpha \cdot e_t$$

$$T_t = T_{(t-1)} + \beta \cdot e_t$$

$$F_{(t+1)} = S_t \sum_{i=1}^m \phi^i T_t$$

Όπου, t η χρονική περίοδος, Y_t η πραγματική τιμή των δεδομένων, F_t η πρόβλεψη τη χρονική στιγμή t , e_t το σφάλμα (απόκλιση πραγματικής τιμής από πρόβλεψη), S_t το επίπεδο της χρονοσειρές, T_t η τάση της χρονοσειρές, α ο συντελεστής εξομάλυνσης επιπέδου, λαμβάνει τιμές στο διάστημα $[0,1]$, β ο συντελεστής εξομάλυνσης της τάσης, λαμβάνει τιμές στο διάστημα $[0,1]$, ϕ ο συντελεστής διόρθωσης της τάσης, λαμβάνει τιμές στο διάστημα $(0,1)$, m χρονικός ορίζοντας της πρόβλεψης.

Εύκολα γίνεται αντιληπτό, ότι οι εξισώσεις είναι πανομοιότυπες με αυτές του γραμμικού μοντέλου πλην της τελευταίας, όπου αντί υπολογισμού μιας γραμμικής αύξησης μέσω του συντελεστή m , πραγματοποιείται ένας μη γραμμικός υπολογισμός αυτής, γεγονός που οφείλεται στην παράμετρο εξομάλυνσης ϕ . Η παράμετρος ϕ , σε αντίθεση με τις παραμέτρους α και β , δύναται να λάβει τιμές μεγαλύτερες του μηδενός, χωρίς κάποιο άνω όριο αλλά είναι πολύ σημαντική η επιβολή άνω και κάτω ορίων ανάλογα με την εκάστοτε περίπτωση. Όπως αναφέρεται και παραπάνω για $0 < \phi < 1$ προκύπτει το μοντέλο της φθίνουσας τάσης (Damped Exponential Smoothing). Ανάλογα την τιμή που παίρνει η παράμετρος ϕ , το μοντέλο της μη γραμμικής τάσης μπορεί να πάρει περεταίρω τις μορφές:

- Για $\phi=0$ προκύπτει το μοντέλο της απλής εκθετικής εξομάλυνσης (Simple Exponential Smoothing), αφού η τάση δεν συμμετέχει στην παραγωγή προβλέψεων.
- Για $\phi=1$ προκύπτει το μοντέλο της γραμμικής τάσης (Holt Exponential Smoothing), καθώς στην εξίσωση υπολογισμού της πρόβλεψης, τη θέση του αθροίσματος παίρνει το γινόμενο της μεταβλητής χρονικού ορίζοντα m και της προηγούμενης τάσης T_t .
- Για $\phi > 1$ προκύπτει το μοντέλο της εκθετικής τάσης, το οποίο χαρακτηρίζεται από μεγάλη προκατάληψη.

Σχετικά με την επιλογή του αρχικού επιπέδου (S_0), της αρχικής τάσης (T_0) και την βελτιστοποίηση των παραμέτρων εξομάλυνσης, ισχύουν τα ίδια που αναφέρθηκαν παραπάνω για την περίπτωση του μοντέλου γραμμικής τάσης. Συγκεκριμένα για την μη γραμμική τάση προτείνεται ωστόσο η εφαρμογή της γραμμικής παλινδρόμησης με ανεξάρτητη μεταβλητή το χρόνο t για τον προσδιορισμό των S_0 και T_0 . Για την εύρεση των βέλτιστων συνδυασμών των παραμέτρων α , β , ϕ εφαρμόζεται και πάλι η διαδικασία της γραμμικής αναζήτησης, ελαχιστοποιώντας το μέσο τετραγωνικό σφάλμα (MSE).

Λόγω της θετικής προκατάληψης που περιέχει το μοντέλο εκθετικής τάσης χρησιμοποιείται σε ορισμένες μόνο ειδικές περιπτώσεις, όπως η εισαγωγή ενός προϊόντος στην αγορά. Θετική προκατάληψη εντοπίζεται και στα μοντέλα γραμμικής τάσης. Γι' αυτό το λόγο τα μοντέλα φθίνουσας τάσης τυγχάνουν μεγάλης αποδοχής ιδιαίτερα για προβλέψεις μεγάλου χρονικού ορίζοντα.

3.4.3 Μοντέλα Παλινδρόμησης

Η παλινδρόμηση περιλαμβάνει διαδικασίες και τεχνικές μοντελοποίησης και ανάλυσης διαφόρων μεταβλητών, όπου το ζητούμενο είναι η εύρεση συσχετίσεων μεταξύ μιας εξαρτημένης και μίας ή και περισσότερων ανεξάρτητων μεταβλητών. Οι μέθοδοι παλινδρόμησης χρησιμοποιούνται κυρίως για την εκτίμηση της εξαρτημένης μεταβλητής, δεδομένου ότι γνωρίζουμε τις τιμές των ανεξάρτητων μεταβλητών. Η εκτίμηση αυτή αποτελεί ουσιαστικά τη μέση τιμή της προσδοκώμενης εξαρτημένης μεταβλητής, εφόσον οι ανεξάρτητες μεταβλητές διατηρηθούν σταθερές. Σημαντικό

ρόλο παίζει επίσης η διακύμανση της εξαρτημένης τιμής γύρω από την εξίσωση της παλινδρόμησης, η οποία μπορεί να περιγραφεί από μια πιθανοτική κατανομή.

Τα μοντέλα παλινδρόμησης χρησιμοποιούνται ευρέως σε θέματα που αφορούν προβλέψεις, αν και ο κύριος ρόλος χρησιμοποίησής τους είναι η εύρεση συσχετίσεων μεταξύ διαφόρων μεγεθών αλλά και η εύρεση ενός είδους συσχέτισης αυτών. Παρακάτω γίνεται μια συνοπτική αναφορά της απλής γραμμικής και της πολλαπλής γραμμικής παλινδρόμησης. Για τις ανάγκες της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας γίνεται χρήση μόνο της απλής γραμμικής παλινδρόμησης.

3.4.3.1 Απλή Γραμμική Παλινδρόμηση

Στη μέθοδο της απλής παλινδρόμησης εξετάζεται η σχέση μεταξύ δύο μεγεθών, αυτού της μεταβλητής πρόβλεψης (εξαρτημένη μεταβλητή) και μίας ανεξάρτητης μεταβλητής, που είναι γραμμική. Η χρήση του χρόνου ως ανεξάρτητη μεταβλητή είναι συνηθισμένη στην πρόβλεψη χρονοσειρών και το συγκεκριμένο μοντέλο είναι γνωστό ως Linear Regression Line (LRL). Στόχος της απλής γραμμικής παλινδρόμησης είναι η εκτίμηση των παραμέτρων a και b έτσι ώστε η ευθεία:

$$\hat{Y}_i = a + b \cdot X_i$$

να αποτελεί τη βέλτιστη, δηλαδή να προσαρμόζεται όσο το δυνατόν καλύτερα στα δεδομένα, όπου:

$$b = \frac{\frac{\sum_{i=1}^n X_i Y_i}{n} - \bar{Y}\bar{X}}{\frac{\sum_{i=1}^n X_i^2}{n} - \bar{X}^2}$$

$$a = \bar{Y} - b \cdot \bar{X}$$

όπου:

i η χρονική περίοδος

X_i οι τιμές της ανεξάρτητης μεταβλητής

Y_i οι τιμές της εξαρτημένης μεταβλητής

\hat{Y}_i οι παραγόμενες από το μοντέλο τιμές της εξαρτημένης μεταβλητής

\bar{X} η μέση τιμή των n ανεξάρτητων μεταβλητών

\bar{Y} η μέση τιμή των n εξαρτημένων μεταβλητών

a η τεταγμένη του σημείου τομής της ευθείας με τον άξονα των εξαρτημένων μεταβλητών

b η κλίση της ευθείας

n ο αριθμός των γνωστών παρατηρήσεων

Πρέπει να σημειωθεί ότι το πραγματικό μοντέλο της απλής γραμμικής παλινδρόμησης δίνεται από τη μαθηματική σχέση:

$$Y_i = a + b \cdot X_i + e$$

όπου, e το σφάλμα, δηλαδή η απόκλιση της παρατήρησης από την ευθεία που παριστάνεται από την παραπάνω σχέση.

3.4.3.2 Πολλαπλή Γραμμική Παλινδρόμηση

Στην περίπτωση που απαιτούνται απαιτούνται περισσότερες από μια ανεξάρτητες μεταβλητές, το μοντέλο απλής παλινδρόμησης μπορεί να γενικευτεί μέσω της τεχνικής της πολλαπλής παλινδρόμησης ώστε να συμπεριλάβει όλες τις μεταβλητές οι οποίες επηρεάζουν την τιμή της μεταβλητής πρόβλεψης. Σκοπός είναι να συμπεριλάβει όλες τις μεταβλητές που επηρεάζουν το προς πρόβλεψη μέγεθος. Η μαθηματική εξίσωση της πολλαπλής γραμμικής παλινδρόμησης είναι η παρακάτω:

$$Y = b_0 + b_1 \cdot X_1 + b_2 \cdot X_2 + \dots + b_k \cdot X_k + e$$

όπου:

η μεταβλητή Y εκφράζει την εξαρτημένη μεταβλητή ενώ οι μεταβλητές X_1 έως X_k εκφράζουν τις ανεξάρτητες μεταβλητές. Οι συντελεστές b_0 έως b_k αποτελούν σταθερές παραμέτρους, ενώ το e δηλώνει τον τυχαίο παράγοντα, που θεωρείται κανονικά κατανομημένος γύρω από το μηδέν.

Προϋπόθεση κατά την παραγωγή ενός μοντέλου πολλαπλής παλινδρόμησης είναι οι ανεξάρτητες μεταβλητές να μην έχουν συσχέτιση μεταξύ τους.

3.4.4 Μοντέλο Theta

Η μέθοδος Theta (Assimakopoulos και Nikolopoulos, 2000; Nikolopoulos, 2002) είναι μία μονοδιάστατη μέθοδος πρόβλεψης. Η μέθοδος βασίζεται στην μεταβολή των τοπικών καμπυλοτήτων μιας χρονοσειράς, η οποία επιτυγχάνεται μέσω της παραμέτρου θ , και εφαρμόζεται άμεσα στις διαφορές δεύτερης τάξης των δεδομένων:

$$Y_t^\theta = \theta * Yt''$$

$$\text{όπου: } Yt'' = Y(t-2) \cdot Y(t-1) + Y(t-2)$$

Σύμφωνα με τους Ασημακόπουλο και Νικολόπουλο (2000), εάν οι τοπικές καμπυλότητες υποβαθμιστούν σταδιακά, τότε η χρονοσειρά που προκύπτει είναι «ξεφουσκωμένη». Όσο μικρότερη είναι η τιμή της παραμέτρου θ , τόσο μεγαλύτερος είναι ο βαθμός μείωσης των καμπυλοτήτων. Η παράμετρος θ μπορεί επίσης να πάρει αρνητικές τιμές.

Διακρίνουμε έτσι τις εξής περιπτώσεις:

- Η γραμμή Theta με $\theta = 0$ ισοδυναμεί με την ευθεία της απλής γραμμικής παλινδρόμησης.
- Η γραμμή Theta με $\theta = -1$ αντιστοιχεί με τη συμμετρική της αρχικής χρονοσειράς ως προς την ευθεία της γραμμικής παλινδρόμησης.
- Αν $\theta > 1$ οι τοπικές καμπυλότητες ενισχύονται και η χρονοσειρά προκύπτει διογκωμένη. Όσο μεγαλύτερος είναι ο βαθμός διογκωσης, τόσο περισσότερο ενισχύεται η βραχυπρόθεσμη συμπεριφορά της χρονοσειράς.

Το μοντέλο πρόβλεψης Theta υπαγορεύει την αποσύνθεση της αρχικής χρονοσειράς σε δύο ή περισσότερες γραμμές Theta, οι οποίες με τη σειρά τους προεκτείνονται ξεχωριστά. Στο τέλος, γίνεται συνδυασμός των προβλέψεών τους με ανάλογα βάρη. Το μοντέλο πρόβλεψης Theta που αποσυνθέτει την αρχική χρονοσειρά σε δύο γραμμές Theta με παραμέτρους $\theta = 0$ και $\theta = 2$ ονομάζεται κλασσική μέθοδος Theta (Theta Classic) και έχει δώσει εντυπωσιακά αποτελέσματα στον Διαγωνισμό Προβλέψεων M3. Η μαθηματική έκφραση δίνεται από τη σχέση:

$$Y_t = \frac{1}{2} * (Y_t^{\theta=0} + Y_t^{\theta=2})$$

όπου:

$Y_t^{\theta=0}$ είναι η τιμή για την περίοδο t της γραμμής Theta με παράμετρο $\theta=0$ και $Y_t^{\theta=2}$ η τιμή για την περίοδο της γραμμής Theta με παράμετρο $\theta=2$.

Η πρώτη συνήθως προεκτείνεται μέσω της απλής γραμμικής παλινδρόμησης, ενώ η δεύτερη μέσω της απλής εκθετικής εξομάλυνσης. Ο απλός συνδυασμός των δύο παραγόμενων προβλέψεων μας δίνει την τελική πρόβλεψη της Μεθόδου Theta.

Τα βήματα της διαδικασίας που ακολουθούνται προκειμένου να παραχθούν οι προβλέψεις με τη Μέθοδο Theta είναι συνοπτικά:

1. Έλεγχος Εποχιακότητας

Κάθε χρονοσειρά ελέγχεται για στατιστικά εποχιακή συμπεριφορά.

2. Αποεποχικοποίηση

Η χρονοσειρά αποεποχικοποιείται με την κλασσική μέθοδο αποσύνθεσης.

3. Αποσύνθεση

Κάθε χρονοσειρά αποσυντίθεται σε δύο γραμμές Θ , για τιμές $\theta=0$ και $\theta=2$.

4. Πρόβλεψη

Η γραμμή Theta με παράμετρο $\theta=0$ προεκτείνεται με απλή γραμμική παλινδρόμηση ενώ η γραμμή Theta με παράμετρο $\theta=2$ με εκθετική εξομάλυνση σταθερού επιπέδου.

5. Συνδυασμός

Οι προηγούμενες προβλέψεις συνδυάζονται με ίσα βάρη.

6. Εποχικοποίηση

Οι τελικές προβλέψεις εποχικοποιούνται με τους δείκτες εποχικότητας.

3.4.5 Αυτοπαλινδρομικά μοντέλα κινητού μέσου όρου (μέθοδος ARIMA)

Τα αυτοπαλινδρομικά μοντέλα κινητού μέσου όρου, ανήκουν στην κατηγορία των στοχαστικών μαθηματικών μοντέλων. Με τη χρήση τους μπορούμε να περιγράψουμε την διαχρονική εξέλιξη φυσικών μεγεθών, που εξαρτώνται από μη ντετερμινιστικούς παράγοντες. Είναι αρκετά διαδεδομένα, και ειδικά σε περιπτώσεις που εμπεριέχονται φυσικά μεγέθη, τα οποία δεν τα γνωρίζουμε απόλυτα, και επιπλέον όταν δεν γνωρίζουμε τους παράγοντες οι οποίοι τα επηρεάζουν. Τα στοχαστικά αυτά μοντέλα περιέχουν τον τυχαίο παράγοντα, τις τιμές του μεγέθους οι οποίες εμφανίστηκαν σε παρελθοντικές χρονικές στιγμές και πιθανόν κάποιους επιπλέον στοχαστικούς παράγοντες. Πιο συγκεκριμένα, με την χρήση αυτών των μοντέλων, μπορούμε να υπολογίσουμε την πιθανότητα ή την τιμή το μέγεθος που εξετάζουμε να βρίσκεται σε ένα συγκεκριμένο διάστημα. Γίνεται αντιληπτό ότι τα Αυτοπαλινδρομικά μοντέλα κινητού μέσου όρου είναι αρκετά αποτελεσματικά κυρίως σε βραχυπρόθεσμες προβλέψεις, εφόσον δίνουν μεγαλύτερη έμφαση στις πιο πρόσφατες παρελθοντικές παρατηρήσεις. Βασική προϋπόθεση για καλύτερα αποτελέσματα στα εξής μοντέλα είναι να εφαρμόζονται σε χρονοσειρές οι οποίες είναι στάσιμες και διακριτές. Διακριτές είναι οι χρονοσειρές που όλες οι παρατηρήσεις τους έχουν ληφθεί σε χρονικές στιγμές που ισαπέχουν μεταξύ τους, ενώ στάσιμες θεωρούνται αυτές που η μέση τιμή, η διακύμανσή τους και η συνάρτηση αυτοσυσχέτισής τους είναι σταθερές σε όλη την διάρκεια του χρόνου.

3.5 Σφάλματα

Η αξιολόγηση μιας μεθόδου πρόβλεψης επιτυγχάνεται μέσω της μέτρησης της ακρίβειας των προβλέψεων που παράγει. Επιθυμητό είναι τα σφάλματα να τείνουν στο μηδέν, διότι όσο πιο μικρό το σφάλμα που προκύπτει, τόσο πιο αμερόληπτη η παραγόμενη πρόβλεψη. Τα σφάλματα υπολογίζονται από διάφορες μαθηματικές σχέσεις, καθένα από τα οποία παρέχει διαφορετική πληροφορία. Θεωρώντας ως Y_i την πραγματική τιμή, F_i την παραγόμενη πρόβλεψη την χρονική στιγμή i και n τον αριθμό των προς πρόβλεψη παρατηρήσεων, έχουμε τα εξής σφάλματα:

- **Μέσο σφάλμα (Mean Error)**

Υπολογίζεται από τον απλό προσημασμένο μέσο όρο των σφαλμάτων και εκφράζει ένα μέτρο συστηματικότητας του σφάλματος. Όταν αυτός ο δείκτης παίρνει τιμή κοντά στο μηδέν, τότε τα σφάλματα είναι τυχαία και όχι συστηματικά. Αν ο δείκτης παίρνει θετικές τιμές, δηλώνει απαισιοδοξία στις προβλέψεις, μιας και οι προβλέψεις ήταν κατά μέσο όρο μικρότερες των πραγματικών τιμών. Από την άλλη αρνητικές τιμές του δείκτη δηλώνουν αισιοδοξία. Ο δείκτης αναφέρεται και ως bias και υπολογίζεται από τον ακόλουθο τύπο:

$$ME = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (Y_i - F_i)$$

- **Μέσο απόλυτο σφάλμα (Mean Absolute Error)**

Αποτελεί ένα μέτρο της ακρίβειας της πρόβλεψης έναντι των πραγματικών τιμών διατηρώντας τις μονάδες μέτρησης της αρχικής χρονοσειράς. Το κύριο χαρακτηριστικό του είναι ότι δηλώνει ένα μέσο μέτρο της αστοχίας της πρόβλεψης, χωρίς όμως να δίνεται έμφαση στην κατεύθυνση της πρόβλεψης. Όσο μεγαλύτερη είναι η τιμή του δείκτη, τόσο μικρότερη η ακρίβεια της εφαρμοζόμενης μεθόδου. Υπολογίζεται από τον παρακάτω τύπο:

$$MAE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |Y_i - F_i|$$

- **Μέσο τετραγωνικό σφάλμα (Mean Squared Error)**

Αποτελεί μέτρο ακρίβειας της πρόβλεψης, όπως και το μέσο απόλυτο σφάλμα, το οποίο όμως δίνει πολύ μεγαλύτερο βάρος στα μεγάλα σφάλματα και μικρότερο στα μικρά. Η χρήση του είναι εκτενής στον υπολογισμό των βέλτιστων παραμέτρων εξομάλυνσης. Υπολογίζεται από τον παρακάτω τύπο:

$$MSE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (Y_i - F_i)^2$$

- **Ρίζα μέσου τετραγωνικού σφάλματος (Root Mean Squared Error)**

Ο υπολογισμός του γίνεται από την τετραγωνική ρίζα του μέσου τετραγωνικού σφάλματος. Έχει τις ίδιες ιδιότητες, αλλά είναι εκφρασμένο στις μονάδες της αρχικής χρονοσειράς:

$$RMSE = \sqrt{MSE} = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (Y_i - F_i)^2}$$

- **Μέσο απόλυτο ποσοστιαίο σφάλμα (Mean Absolute Percentage Error)**

Ο υπολογισμός της ακρίβειας της πρόβλεψης είναι πιο χρήσιμος σε πολλές περιπτώσεις όταν ο δείκτης πάρει ποσοστιαία μορφή. Ένα παράδειγμα είναι όταν απαιτείται η εκτίμηση της ακρίβειας μίας μεθόδου, η οποία έχει εφαρμοσθεί σε περισσότερες από μία χρονοσειρές. Το μέσο απόλυτο ποσοστιαίο σφάλμα είναι εκφρασμένο επί τοις εκατό και λαμβάνει τιμές μεγαλύτερες ή ίσες του μηδενός, με τις μικρότερες τιμές να υποδηλώνουν και καλύτερη απόδοση της εφαρμοσθείσας μεθόδου πρόβλεψης.

Υπολογίζεται από τον παρακάτω τύπο:

$$\text{MAPE} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left| \frac{Y_i - F_i}{Y_i} \right| * 100(\%)$$

Μειονέκτημα του συγκεκριμένου δείκτη αποτελεί ότι δεν μπορεί να εφαρμοσθεί σε χρονοσειρές διακοπτόμενης ζήτησης, αφού καταλήγει σε απροσδιοριστία.

- **Συμμετρικό μέσο απόλυτο ποσοστιαίο σφάλμα (Symmetric Mean Absolute Percentage Error)**

$$\text{sMAPE} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left| \frac{Y_i - F_i}{\left(\frac{Y_i + F_i}{2}\right)} \right| * 100 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left| \frac{2 * (Y_i - F_i)}{Y_i + F_i} \right| * 100(\%)$$

Στην περίπτωση αυτή, η διαφορά με τον δείκτη MAPE είναι ότι το σφάλμα δε διαιρείται με την πραγματική τιμή, αλλά με το ημίθροισμα της πραγματικής τιμής και της πρόβλεψης. Έτσι ο δείκτης sMAPE αποκτά ανώτατο όριο και παίρνει τιμές στο διάστημα [0%, 200%].

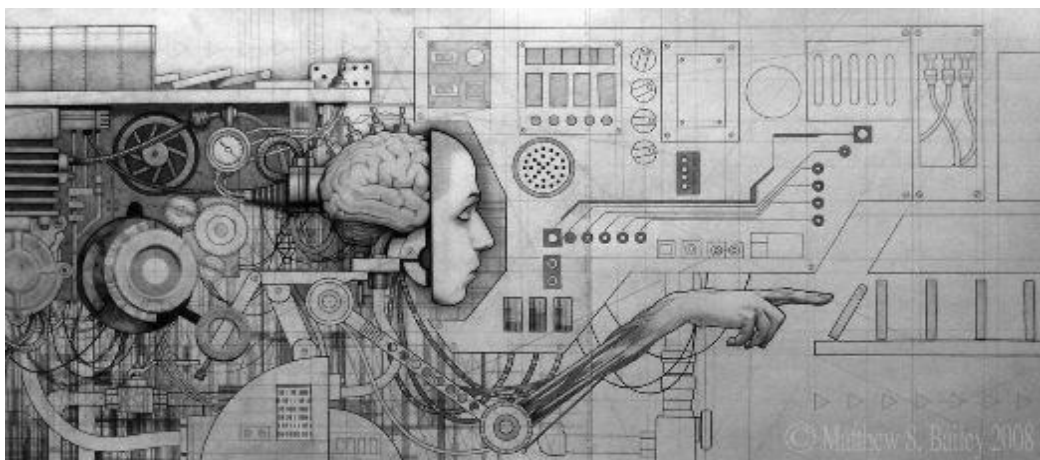
Για τις ανάγκες της παρούσας διπλωματικής εργασίας και για τη σύγκριση των διαφόρων μεθόδων πρόβλεψης, χρησιμοποιούνται οι εξής δείκτες: το μέσο απόλυτο σφάλμα (MAE), το μέσο τετραγωνικό σφάλμα (MSE), το μέσο απόλυτο ποσοστιαίο σφάλμα (MAPE) και το συμμετρικό μέσο απόλυτο ποσοστιαίο σφάλμα (sMAPE).

Κεφάλαιο 4^ο: Ντετερμινιστικά – Στοχαστικά Μοντέλα

4.1 Η έννοια του ντετερμινισμού

Ο Ντετερμινισμός συνοψίζει εννοιολογικά την άποψη ότι η κατάσταση του κόσμου σε κάθε στιγμή καθορίζει ένα μοναδικό μέλλον και ότι η γνώση όλων των θέσεων των πραγμάτων και των κυρίαρχων φυσικών δυνάμεων θα επέτρεπε σε κάποια διάνοια να προβλέψει τη μελλοντική κατάσταση του κόσμου. Οι σύγχρονοι ντετερμινιστές πιστεύουν πως για κάθε γεγονός, με όση ακρίβεια και αν το περιγράψουμε, υπάρχει κάποια θεωρία ή σύστημα νόμων τέτοιο ώστε το ότι συνέβη το συγκεκριμένο γεγονός με αυτή την περιγραφή προκύπτει από αυτούς τους νόμους μαζί με πληροφορίες για την προηγούμενη κατάσταση του συστήματος. Μια εναλλακτική παρουσίαση του παραπάνω αξιώματος συνοψίζεται στα εξής :

Κάθε γεγονός έχει ένα προηγούμενο αίτιο σε κάθε δεδομένη στιγμή με δεδομένο το παρελθόν, μόνο ένα μέλλον είναι δυνατόν και έχοντας γνώση όλων των προηγούμενων συνθηκών και όλων των φυσικών νόμων, κάποιος θα μπορούσε να προβλέψει, σε οποιαδήποτε δεδομένη στιγμή, με απόλυτη ακρίβεια τη μελλοντική ιστορία του σύμπαντος.



Ντετερμινιστικά μοντέλα:

Αφού έγινε κατανοητή η έννοια του ντετερμινισμού, ένα ντετερμινιστικό μοντέλο μπορεί να οριστεί ως το σύστημα εκείνο για το οποίο σε κάθε μεταβλητή και παράμετρο μπορεί να εκχωρηθεί ένας συγκεκριμένος αριθμός ή μία σειρά αριθμών πάντοτε υπό συνθήκες αιτίου-αποτελέσματος. Επομένως ντετερμινιστικό σύστημα είναι το σύστημα εκείνο το οποίο χρησιμοποιώντας συγκεκριμένους αριθμούς ως εισόδους, παράγει επίσης συγκεκριμένους αριθμούς ως εξόδους του συστήματος.

Μη Ντετερμινιστικά μοντέλα:

Για να οριστεί με επιτυχία ένα μη ντετερμινιστικό ή αλλιώς στοχαστικό μοντέλο είναι καλό πρώτα να γίνει μία αναφορά στην αρχή της αβεβαιότητας, η οποία διατυπώθηκε το 1927 από τον Heisenberg. Σύμφωνα με την αρχή, όσο πιο ακριβής είναι η μέτρηση της θέσης ενός σωματιδίου τόσο λιγότερο ακριβής είναι η μέτρηση της ταχύτητάς του και αντιστρόφως.

Κατ' αναλογία ένα μη ντετερμινιστικό μοντέλο είναι ένα σύστημα στο οποίο οι μεταβλητές ή οι παράμετροι που χρησιμοποιούνται για να περιγραφούν οι σχέσεις εισόδου-εξόδου του συστήματος δεν είναι γνωστές με απόλυτη ακρίβεια. Ένα στοχαστικό μοντέλο, σε αντίθεση με ένα ντετερμινιστικό, χρησιμοποιεί μια κατανομή ως μία από τις εισόδους του και δίνει αντίστοιχα μια κατανομή για την έξοδο. Αυτές οι κατανομές αντανακλούν είτε την αβεβαιότητα στο ποια είναι η είσοδος του συστήματος (ντετερμινιστική είσοδος συν το θόρυβο), ή την τυχαιότητα της διαδικασίας (στοχαστική διαδικασία).

4.2 Νευρωνικά Δίκτυα (Artificial Neural Networks)

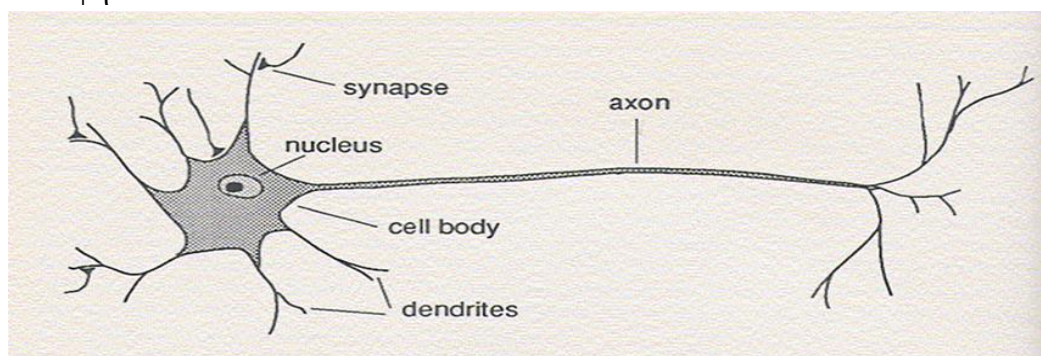
4.2.1 Εισαγωγικά στοιχεία

Τα Νευρωνικά Δίκτυα είναι κυκλώματα αποτελούμενα από απλούς υπολογιστικούς κόμβους (νευρώνες) διασυνδεδεμένους μεταξύ τους. Την έμπνευσή τους την οφείλουν στο Κεντρικό Νευρικό Σύστημα του ανθρώπου, στο οποίο προσπαθούν να προσομοιάσουν.

Ο ανθρώπινος εγκέφαλος μπορεί να θεωρηθεί ως ένας αρκετά πολύπλοκος, μη γραμμικός, παράλληλος υπολογιστής, που έχει τη δυνατότητα να οργανώνει τα δομικά του στοιχεία, τους νευρώνες, με τέτοιο τρόπο ώστε να εκτελούν συγκεκριμένους υπολογισμούς, με ταχύτητα μεγαλύτερη από εκείνη του ψηφιακού υπολογιστή. Από τη στιγμή της γέννησης ο εγκέφαλος έχει τη δυνατότητα να κατασκευάζει δικούς του κανόνες συμπεριφοράς, κάτι που είναι γνωστό ως "εμπειρία". Ο ανθρώπινος εγκέφαλος, έτσι, εξελίσσεται διαρκώς, κάτι που του δίνει τη δυνατότητα να προσαρμόζεται στις συνθήκες του περιβάλλοντός του. Αυτό επιτυγχάνεται στα Νευρωνικά Δίκτυα με την χρήση κατάλληλου αλγορίθμου εκμάθησης. Τα συνήθη Τεχνητά Νευρωνικά Δίκτυα χρησιμοποιούν πολύ απλοποιημένα μοντέλα νευρώνων τέτοια ώστε να διατηρούν τα πιο εμφανή χαρακτηριστικά των μοντέλων που χρησιμοποιούνται στη νευρολογία. Τα τεχνητά νευρωνικά δίκτυα έχουν επομένως μικρή σχέση με τα βιολογικά νευρωνικά δίκτυα. Παρ' όλα αυτά ακόμη και τα απλά αυτά μοντέλα μπορούν να δώσουν εξαιρετικά σημαντικά αποτελέσματα, αρκεί να πληρούν δύο βασικές προϋποθέσεις, πρώτον οι νευρώνες να έχουν ρυθμιζόμενες παραμέτρους ώστε να διευκολύνεται η διαδικασία εκμάθησής τους και δεύτερον το δίκτυο να αποτελείται από πολλούς νευρώνες ώστε να επιτυγχάνεται επεξεργασία και κατανομή της πληροφορίας που να προσομοιάζει στη λειτουργία των βιολογικών νευρωνικών δικτύων.

4.2.2 Βιολογικά Νευρωνικά Δίκτυα

Η σχέση αναλογίας που υπάρχει ανάμεσα στην ανθρώπινη νευροφυσιολογία και στα Τεχνητά Νευρωνικά Δίκτυα είναι πολύ σημαντική για την κατανόηση των μοντέλων αυτών. Όταν αναφερόμαστε στους νευρώνες, πρέπει να γνωρίζουμε πως πρόκειται για έναν ιδιαίτερα εξειδικευμένο τύπο κυττάρου που αποτελεί τη βασική μονάδα επεξεργασίας πληροφοριών και είναι βασικό δομικό στοιχείο του ανθρώπινου εγκεφάλου. Ο εγκέφαλος του ανθρώπου αποτελείται από περίπου 100 δισεκατομμύρια νευρώνες κάθε ένας από τους οποίους συνδέεται με περίπου 1000 άλλους νευρώνες. Αυτό γίνεται εφικτό μέσω του άξονα κάθε νευρώνα στον οποίο καταλήγουν ισάριθμοι δενδρίτες άλλων νευρώνων. Ανατομικά, όπως φαίνεται και στο παρακάτω σχήμα, ο νευρώνας αποτελείται από το κύριο σώμα του κυττάρου που αποτελεί τον πυρήνα του, τους δενδρίτες μέσω των οποίων λαμβάνει σήματα από τους γειτονικούς νευρώνες και τον άξονα που είναι η έξοδος του νευρώνα και το μέσο σύνδεσής του με άλλους νευρώνες. Τέλος σε κάθε δενδρίτη υπάρχει ένα απειροελάχιστο κενό που ονομάζεται σύναψη.



4.2.2 Τρόπος λειτουργίας Τεχνητών Νευρωνικών Δικτύων

Τα Τεχνητά Νευρωνικά Δίκτυα είναι υπολογιστικά μοντέλα τα οποία αποτελούνται από τεχνητούς νευρώνες στενά διασυνδεδεμένους μεταξύ τους. Οι νευρώνες αυτοί έχουν δομή ίδια με αυτή των βιολογικών νευρώνων. Κάθε ένας κόμβος του Νευρωνικού Δικτύου δέχεται ένα σύνολο αριθμητικών δεδομένων ως εισόδους από διαφορετικές πηγές, επιτελεί έναν υπολογισμό με βάση αυτές και παράγει μία έξοδο. Αν X_i , η i -οστή είσοδος του j νευρώνα και w_{ij} , το i -οστό βάρος του j νευρώνα, τότε η έξοδος O_j του j νευρώνα θα δίνεται από την ακόλουθη σχέση:

$$O_j = \varphi(\sum_{i=0}^N x_{ij} * w_{ij})$$

Η τιμή βάρους μπορεί να είναι θετική ή αρνητική σε αντιστοιχία με την επιταχυντική ή επιβραδυντική λειτουργία του βάρους του νευρώνα. Το σώμα του τεχνητού νευρώνα χωρίζεται σε δύο μέρη, τον αθροιστή, ο οποίος προσθέτει τα επηρεασμένα από τα βάρη σήματα εισόδου και τη συνάρτηση ενεργοποίησης, ένα είδος φίλτρου το οποίο διαμορφώνει την τελική τιμή του σήματος εξόδου O_j .

Ειδικότερα αναφορικά με τη δομή των Τεχνητών Νευρωνικών Δικτύων αναφέρουμε:

1) **Τα δεδομένα εισόδου** είναι συνήθως ερεθίσματα από το εξωτερικό περιβάλλον. Σπανιότερα μπορεί να είναι και έξοδοι ενός άλλου Νευρωνικού Δικτύου. Μπορεί να είναι πολλών μορφών όπως για παράδειγμα ακέραιοι ή πραγματικοί αριθμοί.

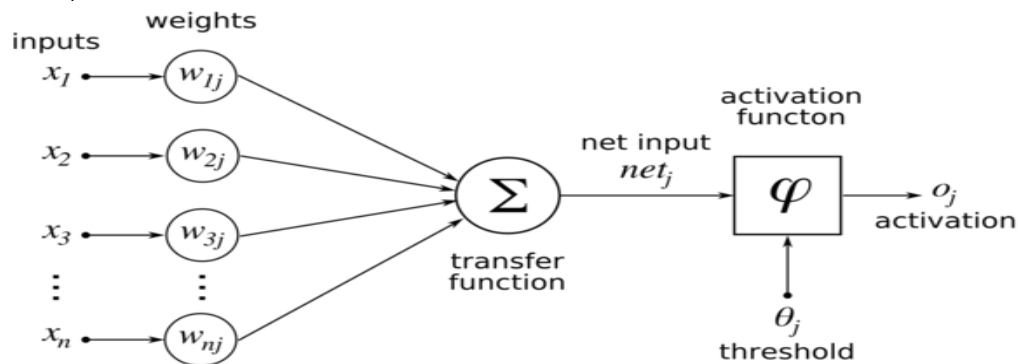
2) **Τα συναπτικά βάρη**, τα οποία είναι θετικοί πραγματικοί αριθμοί για τις ενισχυτικές συνάψεις και αρνητικοί για τις ανασταλτικές συνάψεις. Συγκεκριμένα ένα σήμα x_i στην είσοδο της συνάψης i που συνδέεται με τον νευρώνα j , πολλαπλασιάζεται με το συναπτικό βάρος w_{ij} .

3) **Ο αθροιστής**, είναι το στοιχείο αυτό το οποίο στην έξοδό του δίνει το άθροισμα των σταθμισμένων εισόδων.

4) **Το κατώφλι θ_j** αποτελεί δευτερεύουσα παράμετρο του συστήματος, η οποία συνήθως επιλέγεται με στόχο την καλύτερη ευελιξία του και αφαιρείται από το άθροισμα το οποίο παίρνουμε από την έξοδο του αθροιστή.

5) **Η συνάρτηση ενεργοποίησης Φ** , είναι η συνάρτηση από την οποία περνά η έξοδος του αθροιστή και δίνει αποτέλεσμα είτε στο διάστημα $[0,1]$ είτε στο $[-1,1]$ ανάλογα με τον τύπο της επιλεγθείσας συνάρτησης. Παρακάτω γίνεται εκτενής αναφορά στη συνάρτηση ενεργοποίησης, μιας και η επιλογή της είναι καθοριστικής σημασίας για την απόδοση του Νευρωνικού Δικτύου.

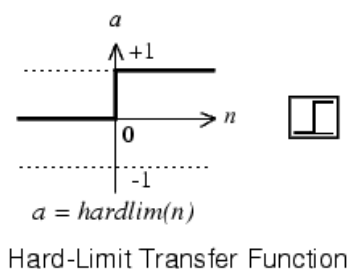
6) **Η έξοδος O_j** αποτελεί το τελικό προϊόν του νευρώνα και είναι το αποτέλεσμα της εφαρμογής της συνάρτησης ενεργοποίησης στο σταθμισμένο άθροισμα των δεδομένων εισόδου αφού έχουμε αφαιρέσει την παράμετρο του κατωφλίου.



4.2.3 Συνάρτηση Ενεργοποίησης

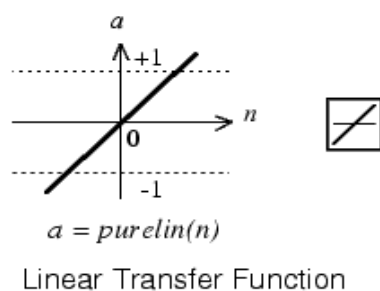
Οι συναρτήσεις ενεργοποίησης ορίζουν την έξοδο ενός νευρώνα βάσει του τοπικού επιπέδου n . Οι βασικότεροι τύποι συναρτήσεων ενεργοποίησης είναι οι ακόλουθοι:

1. Βηματική συνάρτηση



Σε αυτό το μοντέλο η έξοδος του νευρώνα λαμβάνει τιμή 1 αν το τοπικό πεδίο του συγκεκριμένου νευρώνα είναι μη αρνητικό και 0 σε κάθε άλλη περίπτωση.

2. Γραμμική συνάρτηση ($\text{purelin}(n) = n$)

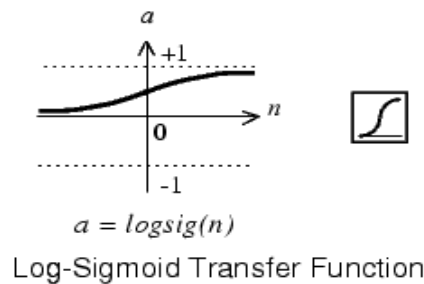


Η γραμμική συνάρτηση ενεργοποίησης πλεονεκτεί έναντι της βηματικής στο γεγονός ότι είναι διαφορίσιμη, κάτι που είναι ιδιαίτερα σημαντικό για το σχεδιασμό ενός νευρωνικού δικτύου. Η παράγωγος της συνάρτησης αυτής είναι για κάθε τιμή ίση με τη μονάδα.

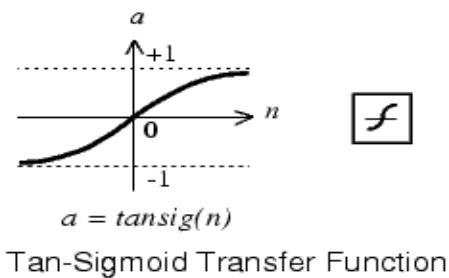
3. Σιγμοειδής συνάρτηση

Η σιγμοειδής συνάρτηση είναι η πλέον κοινή συνάρτηση ενεργοποίησης που χρησιμοποιείται στην κατασκευή νευρωνικών δικτύων. Ορίζεται ως αυστηρά αύξουσα συνάρτηση που επιδεικνύει κομψή ισορροπία μεταξύ γραμμικής και μη γραμμικής συνάρτησης. Είναι - όπως και η γραμμική συνάρτηση - διαφορίσιμη. Εφόσον το ποσό της μεταβολής ενός συναπτικού βάρους του δικτύου είναι ανάλογο με την παράγωγο, για μια σιγμοειδή συνάρτηση ενεργοποίησης τα συναπτικά βάρη αλλάζουν περισσότερο για εκείνους τους νευρώνες του δικτύου όπου τα λειτουργικά σήματα βρίσκονται στο μέσο του πεδίου τιμών τους και ελάχιστα για εκείνα που βρίσκονται κοντά στα άκρα του πεδίου τιμών τους. Οι δύο βασικότεροι τύποι της σιγμοειδούς συνάρτησης που χρησιμοποιούνται ευρέως για το σχεδιασμό νευρωνικών δικτύων είναι οι εξής:

Λογιστική σιγμοειδής συνάρτηση: $(\text{logsig}(n) = \frac{1}{1+e^{-n}})$



Σιγμοειδής συνάρτηση υπερβολικής εφαπτομένης: $(\text{tansig}(n) = \frac{2}{1+e^{-2n}} - 1)$



Τα Νευρωνικά Δίκτυα βρίσκουν εφαρμογή σχεδόν σε όλους τους επιστημονικούς κλάδους και γενικότερα οπουδήποτε τίθεται θέμα πρόβλεψης ή ελέγχου. Στον κλάδο των χρηματοοικονομικών, οι διακυμάνσεις των τιμών των μετοχών και των χρηματιστηριακών δεικτών είναι αναμφίβολα ένα περίπλοκο πρόβλημα. Τα ΝΔ χρησιμοποιούνται στον κλάδο ώστε να κάνουν προβλέψεις σχετικά με τις τιμές των μετοχών βασιζόμενοι σε δεδομένα όπως οι προηγούμενες τιμές των προς πρόβλεψη μετοχών, άλλοι χρηματοοικονομικοί δείκτες και μεγέθη που σχετίζονται με αυτά.

4.2.4 Είδη Τεχνητών Νευρωνικών Δικτύων

- **Δίκτυα πρόσθιας τροφοδότησης (Feed-forward Neural Networks)**

Τα δίκτυα πρόσθιας τροφοδότησης αποτελούν τον απλούστερο τύπο Τεχνητών Νευρωνικών Δικτύων. Η πληροφορία σε αυτού του είδους τα δίκτυα κινείται μόνο προς τη μία κατεύθυνση. Από τους νευρώνες εισόδου κατευθύνεται προς τους κρυφούς νευρώνες καταλήγοντας στους νευρώνες εξόδου. Μπορούν να κατασκευασθούν από διαφορετικούς τύπους δεδομένων. Το perceptron, ενός ή πολλαπλών επιπέδων, το οποίο χρησιμοποιείται στα πλαίσια της παρούσας διπλωματικής εργασίας, είναι δίκτυο πρόσθιας τροφοδότησης.

- **Αναδρομικά δίκτυα (Recurrent Neural Networks)**

Ένα αναδρομικό νευρωνικό δίκτυο διαφέρει από το αντίστοιχο δίκτυο πρόσθιας τροφοδότησης καθώς περιλαμβάνει τουλάχιστον ένα βρόχο ανάδρασης, ο οποίος ανακυκλώνει την πληροφορία μέσω του ιδίου ή προηγούμενων στρωμάτων. Οι συνδέσεις ανατροφοδότησης μπορούν να ξεκινούν τόσο από τους κρυμμένους νευρώνες, όσο και από 63 τους νευρώνες εξόδου. Οι βρόχοι ανατροφοδότησης έχουν ευεργετική επίδραση στη μάθηση και τη συνολική συμπεριφορά του δικτύου, το κάνουν ωστόσο πιο πολύπλοκο.

Ένα αναδρομικό δίκτυο μπορεί να αποτελείται, για παράδειγμα, από ένα μεμονωμένο επίπεδο νευρώνων, με κάθε νευρώνα να τροφοδοτεί το σήμα εξόδου του προς τα πίσω, δηλαδή στις εισόδους νευρώνων προηγούμενου επιπέδου.

- **Αυτο-οργανούμενοι χάρτες (Self-Organizing Map)**

Αυτός ο τύπος δικτύου αποτελεί μια μορφή δικτύου μη-επιβλεπόμενης μάθησης. Τα δίκτυα αυτής της μορφής βασίζονται στην ανταγωνιστική μάθηση (competitive learning). Οι νευρώνες εξόδου του δικτύου ανταγωνίζονται μεταξύ τους για το δικαίωμα ενεργοποίησης. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να είναι ενεργός μόνο ένας νευρώνας εξόδου ανά πάσα στιγμή, ο οποίος καλείται νευρώνας "νικητής". Η εκπαίδευση του δικτύου γίνεται ανανεώνοντας τα βάρη του νευρώνα-νικητή και των γειτονικών νευρώνων έτσι ώστε οι εξοδοί του να πλησιάζουν τις τιμές των προτύπων.

4.2.5 Πλεονεκτήματα των Τεχνητών Νευρωνικών Δικτύων

Ένα νευρωνικό δίκτυο οφείλει την υπολογιστική του ισχύ του κατά πρώτον στην παράλληλη, κατανεμημένη δομή του και κατά δεύτερον στην ικανότητά του να μαθαίνει και, ως εκ τούτου, να γενικεύει. Ο όρος γενίκευση αναφέρεται στην παραγωγή, από το Νευρωνικό Δίκτυο, λογικών εξόδων για εισόδους τις οποίες δεν έχει συναντήσει κατά τη διάρκεια της εκπαίδευσής του. Αυτές οι δύο δυνατότητες δίνουν στα νευρωνικά δίκτυα τη δυνατότητα να βρίσκουν καλές προσεγγιστικές λύσεις σε πολύπλοκα προβλήματα, τα οποία είναι μη επιδεκτικά σε λύσεις. Τα νευρωνικά δίκτυα προσφέρουν τις ακόλουθες χρήσιμες ιδιότητες:

- **Μη γραμμικότητα.** Ένας τεχνητός νευρώνας μπορεί να είναι είτε γραμμικός, είτε μη γραμμικός. Ένα νευρωνικό δίκτυο αποτελούμενο από διασυνδεδεμένους μη γραμμικούς νευρώνες είναι, από τη φύση του, μη γραμμικό. Επιπλέον, αυτή η μη γραμμικότητα είναι «ειδικού τύπου», υπό την έννοια ότι είναι κατανεμημένη σε όλη την έκταση του δικτύου. Η μη γραμμικότητα είναι μια εξαιρετικά σημαντική ιδιότητα, κυρίως εάν ο υποκείμενος φυσικός μηχανισμός που είναι υπεύθυνος για την παραγωγή του σήματος εισόδου (π.χ. ομιλία) είναι εκ φύσεως μη γραμμικός.

- **Αντιστοίχιση Εισόδου-Εξόδου.** Ένα δημοφιλές παράδειγμα μάθησης, η αποκαλούμενη μάθηση με εκπαιδευτή, ή επιβλεπόμενη μάθηση, συνίσταται στην τροποποίηση των συναπτικών βαρών ενός νευρωνικού δικτύου εφαρμόζοντας ένα σύνολο χαρακτηρισμένων παραδειγμάτων εκπαίδευσης, ή παραδειγμάτων εργασιών. Κάθε παράδειγμα αποτελείται από ένα μοναδικό σήμα εισόδου και μια αντίστοιχη επιθυμητή απόκριση (στόχος). Στο δίκτυο παρουσιάζεται ένα παράδειγμα επιλεγμένο τυχαία από το σύνολο και τα συν απτικά βάρη (ελεύθερες παράμετροι) του δικτύου τροποποιούνται ώστε να ελαχιστοποιηθεί η διαφορά μεταξύ της επιθυμητής απόκρισης και της πραγματικής απόκρισης του δικτύου που παράγεται από το σήμα εισόδου, σύμφωνα με ένα κατάλληλο στατιστικό κριτήριο. Η εκπαίδευση του δικτύου επαναλαμβάνεται για πολλά παραδείγματα του συνόλου εκπαίδευσης, έως ότου το δίκτυο φτάσει σε μια ευσταθή κατάσταση, όπου δεν υπάρχουν περαιτέρω σημαντικές μεταβολές στα συν απτικά βάρη. Τα προηγούμενα εφαρμοσθέντα παραδείγματα εκπαίδευσης θα μπορούσαν να εφαρμοστούν εκ νέου κατά τη διάρκεια της εκπαίδευσης, αλλά με διαφορετική σειρά. Έτσι, το δίκτυο μαθαίνει από τα παραδείγματα, κατασκευάζοντας μια αντιστοίχιση εισόδου-εξόδου για το δοθέν πρόβλημα. Συγκεκριμένα, ένα νευρωνικό δίκτυο εκπαιδευμένο να λειτουργεί σε συγκεκριμένο περιβάλλον, μπορεί εύκολα να επανεκπαιδευτεί ώστε να μπορεί να χειρίζεται ήσσονος σημασίας μεταβολές στις συνθήκες του περιβάλλοντος λειτουργίας του. Επιπλέον, όταν λειτουργεί σ' ένα μη στατικό περιβάλλον (δηλ., ένα περιβάλλον του οποίου τα στατιστικά στοιχεία μεταβάλλονται με το χρόνο), ένα νευρωνικό δίκτυο μπορεί να σχεδιαστεί ώστε να μεταβάλλει τα συν απτικά βάρη του σε πραγματικό χρόνο. Η φυσική αρχιτεκτονική ενός νευρωνικού δικτύου για ταξινόμηση προτύπων, επεξεργασία σήματος και εφαρμογές ελέγχου, σε συνδυασμό με την προσαρμοστική δυνατότητα του δικτύου, το καθιστά χρήσιμο εργαλείο για την προσαρμοστική ταξινόμηση προτύπων, την προσαρμοστική επεξεργασία σήματος και τον προσαρμοστικό έλεγχο συστημάτων.

- **Ομοιομορφία Ανάλυσης και Σχεδίασης.** Ουσιαστικά, τα νευρωνικά δίκτυα απολαμβάνουν καθολικής αποδοχής ως επεξεργαστές πληροφοριών, υπό την έννοια ότι χρησιμοποιείται η ίδια σημειογραφία σε όλα τα πεδία εφαρμογής των νευρωνικών δικτύων. Αυτό το χαρακτηριστικό εκδηλώνεται με διάφορους τρόπους: Οι νευρώνες, σε οποιαδήποτε μορφή, αντιπροσωπεύουν ένα συστατικό κοινό σε όλα τα νευρωνικά δίκτυα. Αυτός ο «κοινός» χαρακτήρας καθιστά εφικτή τη χρήση των ίδιων θεωριών και αλγόριθμων μάθησης σε διαφορετικές εφαρμογές των νευρωνικών δικτύων.

- **Παράλληλος τρόπος λειτουργίας.** Τα Νευρωνικά Δίκτυα λειτουργούν με παράλληλο τρόπο γιατί μία εργασία μοιράζεται στα διάφορα τμήματα του δικτύου, δηλαδή σε όλους τους επιμέρους νευρώνες. Έτσι τα Νευρωνικά Δίκτυα είναι συστήματα «παράλληλων κατανεμημένων διεργασιών». Αυτό παρέχει μεγάλες ταχύτητες γιατί είναι σαν να έχουμε ταυτόχρονα πολλούς επεξεργαστές.

- **Ανοχή σε Βλάβες.** Ένα νευρωνικό δίκτυο, υλοποιημένο σε μορφή hardware, έχει την εγγενή δυνατότητα να είναι ανεκτικό σε βλάβες, ή εύρωστο, υπό την έννοια ότι η απόδοσή του μειώνεται βαθμιαία και ομαλά υπό αντίξοες συνθήκες λειτουργίας. Για παράδειγμα, εάν ένας νευρώνας ή οι συνδέσεις του καταστραφούν, η ποιότητα της ανάκλησης ενός αποθηκευμένου εκεί προτύπου μειώνεται. Ωστόσο, λόγω της κατανεμημένης φύσης της πληροφορίας που αποθηκεύεται στο δίκτυο, μια τέτοια βλάβη θα πρέπει να λάβει μεγάλη έκταση πριν αρχίσει να μειώνεται σοβαρά η συνολική απόκριση του δικτύου. Έτσι, σε επίπεδο αρχών, ένα νευρωνικό δίκτυο επιδεικνύει ομαλή μείωση στην απόδοση και όχι καταστροφική αποτυχία. Υπάρχουν ορισμένα εμπειρικά στοιχεία για την εκτίμηση της ευρωστίας, αλλά συνήθως δεν είναι ελέγξιμη. Για να διασφαλιστεί ότι ένα νευρωνικό δίκτυο είναι πράγματι ανεκτικό σε βλάβες, μπορεί να χρειαστεί να ληφθούν διορθωτικά μέτρα στη σχεδίαση του αλγόριθμου που χρησιμοποιείται για την εκπαίδευση του δικτύου (Kerlirzin και Vallet, 1993).

- **Αναλογία με τη νευροφυσιολογία του εγκεφάλου.** Η σχεδίαση ενός νευρωνικού δικτύου δανείζεται στοιχεία από τη λειτουργία του ανθρώπινου εγκεφάλου, ο οποίος είναι η ζωντανή απόδειξη ότι η εύρωστη, παράλληλη επεξεργασία δεν είναι μόνο φυσικά εφικτή, αλλά επίσης γρήγορη και ισχυρή. Οι νευροβιολόγοι αντιμετωπίζουν τα (τεχνητά) νευρωνικά δίκτυα ως ένα ερευνητικό εργαλείο για την ερμηνεία νευροβιολογικών φαινομένων. Από την άλλη, οι μηχανικοί αναζητούν στον τομέα της νευροβιολογίας νέες ιδέες για την επίλυση προβλημάτων που είναι πολύ πιο πολύπλοκα από αυτά που βασίζονται στις συμβατικές τεχνικές σχεδίασης.

4.2.5 Μειονεκτήματα των Τεχνητών Νευρωνικών Δικτύων

Παρά τα πολυάριθμα πλεονεκτήματα της εφαρμογής των Τεχνητών Νευρωνικών Δικτύων στον κλάδο των προβλέψεων, είναι χρήσιμο να αναφερθούμε και σε ορισμένα μειονεκτήματά τους.

- Αποτελούν τεχνολογία μαύρου κουτιού (black box). Υπό την έννοια ότι γνωρίζουμε τα δεδομένα εισόδου και εξόδου, αλλά όχι τις διεργασίες που γίνονται ενδιάμεσα. Πιο συγκεκριμένα για τα νευρωνικά δίκτυα έχει δημιουργηθεί ο όρος «άσπρο κουτί», γιατί ενώ ο χρήστης μπορεί να έρθει σε επαφή με τα περιεχόμενα του προγράμματος, ο κώδικας είναι τόσο περίπλοκος που ουσιαστικά είναι άγνωστος.

- Δεν επιτρέπουν ασφαλή εξαγωγή συμπερασμάτων για την λειτουργία τους. Αυτό συμβαίνει γιατί ο τρόπος με τον οποίο διαμορφώνονται τα νευρωνικά δίκτυα μας είναι άγνωστος.

- Κακή γενίκευση της εκπαίδευσης τους. Συγκεκριμένα είναι πιθανό ένα νευρωνικό δίκτυο να ανταποκρίνεται πολύ καλά σε μια ομάδα δεδομένων «κοντινών» με τα δεδομένα εκπαίδευσης του αλλά να αποτυγχάνει να προσεγγίσει ικανοποιητικά το μοντέλο για δεδομένα εισαγωγής που διαφέρουν από αυτά με τα οποία εκπαιδεύτηκε.

Είναι άγνωστο ποιος είναι ο βέλτιστος αριθμός νευρώνων και κρυφών επιπέδων για το κάθε πρόβλημα και έτσι τα αποτελέσματα μπορεί να διαφέρουν πολύ και να απέχουν από το επιθυμητό αποτέλεσμα.

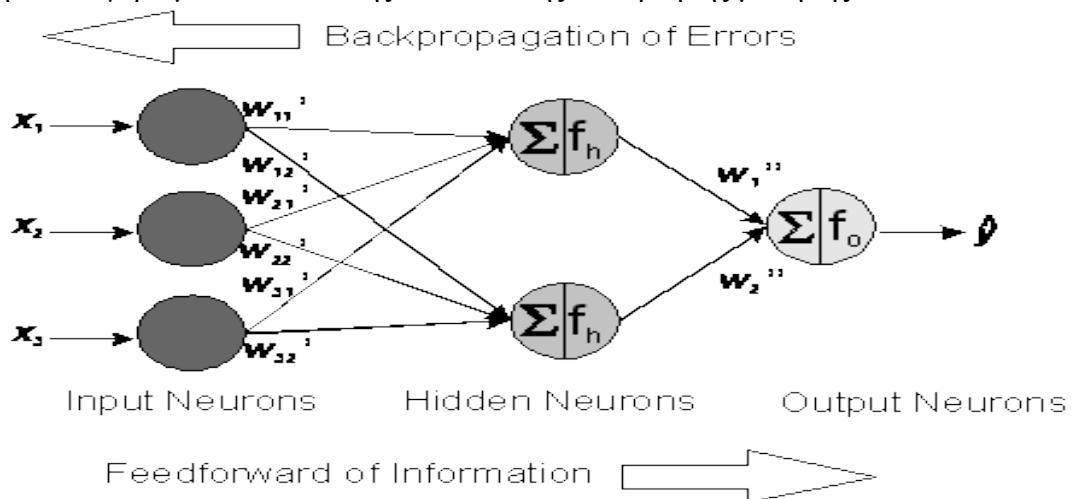
4.2.6 Εκπαίδευση Τεχνητών Νευρωνικών Δικτύων

Τα πρότυπα νευρωνικά δίκτυα περιέχουν κανόνες εκμάθησης οι οποίοι τροποποιούν τα βάρη των συνδέσεων σύμφωνα με τα πρότυπα εισόδου. Γενικά, έχουν την ικανότητα να μαθαίνουν, να απομνημονεύουν και να εντοπίζουν συσχετίσεις ανάμεσα στα δεδομένα. Για να μπορεί να γίνει αυτό όμως, πρώτα πρέπει το δίκτυο να έχει εκπαιδευτεί κατάλληλα. Τα Τεχνητά Νευρωνικά Δίκτυα πραγματοποιούν δύο βασικές λειτουργίες: την ανάκληση και τη μάθηση.

- **Ανάκληση** ονομάζεται η διαδικασία υπολογισμού ενός διάνυσματος εξόδου για συγκεκριμένο διάνυσμα εισόδου και τιμές βαρών.
- **Μάθηση** ονομάζεται η διαδικασία της τροποποίησης της τιμής των βαρών του δικτύου, ώστε να παραχθεί συγκεκριμένο διάνυσμα εξόδου δίνοντάς του συγκεκριμένο διάνυσμα ως είσοδο. Η μάθηση γίνεται με τη χρήση ενός αλγορίθμου εκπαίδευσης. Ο αλγόριθμος αυτός αποτελεί μία επαναληπτική διαδικασία κατά την οποία οι παράμετροι του Τεχνητού Νευρωνικού Δικτύου προσαρμόζονται έτσι ώστε να μειωθεί το σφάλμα μεταξύ της επιθυμητής και της πραγματικής εξόδου του δικτύου.

4.2.6.1 Ο αλγόριθμος εκπαίδευσης πίσω διάδοσης (Back Propagation)

Στην εκπαίδευση των Νευρωνικών Δικτύων, καθοριστικό ρόλο παίζει η επιλογή του αλγορίθμου εκπαίδευσης αλλά και της συνάρτησης μάθησης.



Στην περίπτωση των Νευρωνικών Δικτύων Πρόσθιας Τροφοδότησης, ο αλγόριθμος που χρησιμοποιείται κυρίως για την εκπαίδευσή τους είναι ο αλγόριθμος πίσω διάδοσης του λάθους (Back Propagation Error Algorithm). Ο αλγόριθμος αυτός βασίζεται στον κανόνα μάθησης διόρθωσης του λάθους. Η διαδικασία εκπαίδευσης αποτελείται από δύο περάσματα διαμέσου των επιπέδων του δικτύου: ένα πέρασμα προς τα εμπρός και ένα πέρασμα προς τα πίσω. Στο εμπρός πέρασμα ένα διάνυσμα εισόδου εφαρμόζεται στους νευρώνες εισόδου του δικτύου και η επίδρασή του διαδίδεται μέσα στο δίκτυο από επίπεδο σε επίπεδο. Στο τέλος παράγονται οι έξοδοι που είναι η πραγματική απόκριση του δικτύου. Σε αυτό το πέρασμα τα βάρη του δικτύου είναι σταθερά. Στο πίσω πέρασμα τα βάρη μεταβάλλονται σύμφωνα με τον κανόνα διόρθωσης του λάθους. Ειδικότερα η πραγματική απόκριση του δικτύου αφαιρείται από την επιθυμητή έξοδο και έτσι η διαφορά που προκύπτει διαδίδεται προς τα πίσω στο δίκτυο. Ως αποτέλεσμα αυτού τα συναπτικά βάρη διαμορφώνονται έτσι ώστε η πραγματική έξοδος να πλησιάσει την επιθυμητή.

4.3 Γενετικά ασαφή συστήματα (Genetic Fuzzy Systems)

Τα Γενετικά ασαφή συστήματα είναι μοντέλα ασαφούς λογικής τα οποία κατασκευάζονται με τη χρήση Γενετικών Αλγορίθμων (Genetic Algorithms) ή Γενετικού Προγραμματισμού (Genetic Programming). Οι αλγόριθμοι αυτοί προσδιορίζουν τη δομή και τις παραμέτρους του συστήματος, προσπαθώντας να μιμηθούν τη διαδικασία της φυσικής εξέλιξης. Η εφαρμογή των παραδοσιακών εργαλείων γραμμικής βελτιστοποίησης δεν είναι ιδιαίτερα αποδοτική στα συστήματα αυτά, καθώς παρουσιάζουν έντονη μη γραμμικότητα.

Τι είναι όμως ένα μοντέλο ασαφούς λογικής και ποια τα χαρακτηριστικά των γενετικών αλγορίθμων;

- **Μοντέλα ασαφούς λογικής (Fuzzy logic models)**

Η Ασαφής Λογική είναι μια επέκταση της κλασικής-παραδοσιακής Αριστοτέλειας δίτιμης λογικής, που μας εφοδιάζει με έναν αποτελεσματικό εννοιολογικό σκελετό, για την έκφραση λογικών-γλωσσικών εννοιών και για την αναπαράσταση γνώσης και πληροφοριών σε περιβάλλον αβεβαιότητας και ασάφειας.

Η Ασαφής Λογική βασίζεται στην επέκταση της έννοιας του κλασικού συνόλου που ορίζεται στο δίτιμο σύνολο $\{0,1\}$, δηλαδή στην έννοια του ασαφούς συνόλου που ορίζεται στο πλειότιμο κλειστό διάστημα $[0,1]$. Η Ασαφής Συνολοθεωρία στηρίζεται στη γενίκευση της γνωστής κλασικής έννοιας της χαρακτηριστικής συνάρτησης όπου αντί το x να παίρνει μόνον δύο τιμές 0 και 1, παίρνει άπειρες τιμές στο κλειστό διάστημα $[0,1]$.

- **Γενετικοί αλγόριθμοι (Genetic Algorithms)**

Τα τελευταία τριάντα χρόνια, έχει παρατηρηθεί ένα συνεχώς αυξανόμενο ενδιαφέρον για ανάπτυξη μεθόδων επίλυσης προβλημάτων βασισμένων στις αρχές της Γενετικής Εξέλιξης και της Κληρονομικότητας. Τα μειονεκτήματα των κλασικών μεθόδων αναζήτησης και βελτιστοποίησης, καθώς και η συνεχώς αυξανόμενη ανάγκη για παραγωγή λογισμικού που να μπορεί να εκμεταλλεύεται πιο αποδοτικά τις τεράστιες δυνατότητες του υλικού, ήταν η βασική αιτία που ώθησε τους επιστήμονες σ' αυτήν την αναζήτηση. Αυτού του είδους οι μέθοδοι λειτουργούν διατηρώντας έναν πληθυσμό κωδικοποιημένων πιθανών λύσεων και εφαρμόζοντας πάνω σε αυτόν διάφορες διαδικασίες επιλογής του καλύτερου ατόμου, καθώς και διάφορους γενετικούς τελεστές. Οι τελεστές αυτοί αντιγράφουν τον τρόπο με τον οποίο αναπαράγονται και μεταλλάσσονται τα χρωμοσώματα των κυττάρων των ζωντανών οργανισμών. Έτσι, περνώντας από γενιά σε γενιά, τα συστήματα αυτά δημιουργούν συνεχώς νέους πληθυσμούς πιθανών λύσεων χρησιμοποιώντας, τόσο κομμάτια και στοιχεία από την προηγούμενη γενιά, όσο και εντελώς καινούρια κομμάτια που δοκιμάζονται για τυχόν καλή απόδοσή τους. Επανεπιλημμένες δοκιμές και πειράματα έχουν δείξει ότι μια «φυσική» αναπαράσταση των πιθανών λύσεων για ένα δεδομένο πρόβλημα, σε συνδυασμό με την εφαρμογή σε αυτή μιας οικογένειας γενετικών τελεστών, αποτελεί πολύ χρήσιμο εργαλείο στην προσπάθεια προσέγγισης των πραγματικών λύσεων σε μια πολύ μεγάλη ποικιλία προβλημάτων και εφαρμογών. Αυτό το γεγονός μετατρέπει αυτή την προσέγγιση «φυσικού μοντέλου» σε μια πολλά υποσχόμενη κατεύθυνση, όσον αφορά την επίλυση προβλημάτων γενικότερα.

Οι Γενετικοί Αλγόριθμοι (ΓΑ) πλεονεκτούν αισθητά στη λύση προβλημάτων αναζήτησης και βελτιστοποίησης από τις παραδοσιακές μεθόδους. Αυτό συμβαίνει, διότι διαφέρουν θεμελιωδώς από αυτές. Τα κυριότερα νέα χαρακτηριστικά που τους διαφοροποιούν, αλλά και τους δίνουν υπεροχή είναι τα εξής:

1). Οι ΓΑ δουλεύουν με μια κωδικοποίηση ενός συνόλου τιμών που μπορούν να λάβουν οι μεταβλητές και όχι με τις ίδιες τις μεταβλητές του προβλήματος: Οι ΓΑ απαιτούν το σύνολο των φυσικών παραμέτρων της βελτιστοποίησης, να κωδικοποιηθεί σε συμβολοσειρές πεπερασμένου μήκους, κάνοντας χρήση ενός πεπερασμένου αλφάβητου.

2). Οι ΓΑ κάνουν αναζήτηση σε πολλά σημεία ταυτόχρονα και όχι μόνο σε ένα: Σε πολλές μεθόδους βελτιστοποίησης, η επεξεργασία γίνεται βήμα προς βήμα, πηγαίνοντας προσεκτικά από σημείο σε σημείο του πεδίου ορισμού του προβλήματος. Αυτό, το βήμα προς βήμα, ενέχει αρκετούς κινδύνους, ο κυριότερος από τους οποίους είναι να περιοριστεί η αναζήτηση σε μια περιοχή τοπικού ακρότατου, που δεν είναι ολικό. Οι ΓΑ εξαλείφουν αυτόν τον κίνδυνο ενεργώντας ταυτόχρονα πάνω σε ένα ευρύ σύνολο σημείων.

3). Οι ΓΑ χρησιμοποιούν μόνο την αντικειμενική συνάρτηση και καμία επιπρόσθετη πληροφορία: Πολλές μέθοδοι αναζήτησης απαιτούν αρκετές βοηθητικές πληροφορίες για τη συνάρτηση που επεξεργάζονται. Τέτοιου είδους πληροφορίες δεν προαπαιτούνται από τους ΓΑ. Το ψάξιμό τους είναι κατά κάποιον τρόπο «τυφλό», με την έννοια ότι αξιοποιούν μόνο όση πληροφορία περιέχεται στην αντικειμενική συνάρτηση.

4). Οι ΓΑ χρησιμοποιούν πιθανοθεωρητικούς κανόνες αναζήτησης και όχι ντετερμινιστικούς: Η χρήση πιθανοθεωρητικών κανόνων αναζήτησης είναι κυρίαρχο γνώρισμα των ΓΑ, χωρίς αυτό να σημαίνει ότι η όλη διαδικασία βαδίζει στην τύχη. Δηλαδή, δεν λαμβάνονται αποφάσεις με το «στρίψιμο ενός νομίσματος». Το στοιχείο της τύχης, που εφαρμόζεται μέσω των γενετικών τελεστών, χρησιμοποιείται ως οδηγός για αναζήτηση σε περιοχές που αναμένεται να δώσουν καλά αποτελέσματα.

4.4 Μηχανές διανυσματικής υποστήριξης (Support Vector Machines)

Η εκπαίδευση υπολογιστικών μηχανών για την παραγωγή προβλέψεων είναι μια διαδικασία η οποία μελετάται εδώ και χρόνια. Έχει αποδειχτεί ότι οι υπολογιστικές μηχανές μπορούν να επιδείξουν σημαντική ικανότητα εκμάθησης. Η ύπαρξη υπολογιστικών συστημάτων που εμφανίζουν αξιόπιστη δυνατότητα μηχανικής εκμάθησης είναι σημαντική για την επίλυση προβλημάτων στα οποία τα υπάρχοντα μαθηματικά μοντέλα αδυνατούν να δώσουν λύση. Όταν το μαθηματικό μοντέλο είναι γνωστό, τότε αρκεί να προγραμματίσουμε τον υπολογιστή ώστε να αποκρίνεται με ντετερμινιστικό τρόπο. Στην αντίθετη περίπτωση όμως ζητάμε από τον υπολογιστή να “μάθει” το μοντέλο του προβλήματος μέσα από ένα σύνολο δεδομένων που διαθέτουμε. Η διαδικασία αυτή της μηχανικής εκμάθησης (machine learning) έγκειται στο να συνάγει ο υπολογιστής την απεικόνιση της εισόδου στην έξοδο μέσα από ένα σύνολο παραδειγμάτων με το οποίο τον τροφοδοτούμε. Απώτερος στόχος είναι ο υπολογιστής -αφού “εκπαιδευτεί”- να είναι σε θέση με βάση όσα “έμαθε”, με βάση δηλαδή τη συναρτησιακή σχέση εισόδου-εξόδου που εξήγαγε, να αποκρίνεται με ορθότητα, συνέπεια, υψηλή αξιοπιστία και καλή ακρίβεια σε μη γνωστές εισόδους. Η ικανότητα αυτή ενός υπολογιστικού συστήματος να ανταποκρίνεται ορθά σε διεγέρσεις που δεν ανήκουν στα δεδομένα εκπαίδευσής του ονομάζεται γενίκευση (generalisation) και είναι ζητούμενο της διαδικασίας μηχανικής εκμάθησης.

4.5 Βιβλιογραφική Επισκόπηση Μεθόδων Πρόβλεψης Χρηματιστηριακών Τιμών

Τα μοντέλα και οι μέθοδοι που αναπτύχθηκαν ανωτέρω εφαρμόζονται πάνω σε χρηματιστηριακά δεδομένα με πολύ καλά αποτελέσματα.

Ακολουθεί βιβλιογραφική επισκόπηση όπου παρουσιάζονται αναλυτικά μελέτες που έχουν δημοσιευθεί σε κορυφαία επιστημονικά περιοδικά και συνέδρια και άφησαν πολύ καλές εντυπώσεις:

- Σε μελέτη που δημοσιεύθηκε τον Οκτώβριο του 2013 στο περιοδικό International Journal of Intelligence Information Systems από τους S.O Olatunji et al, ερευνήθηκε το κατά πόσο μπορούν να αποτελέσουν αντικείμενο πρόβλεψης οι τιμές κλεισίματος για τις μετοχές τριών εκ των μεγαλύτερων εταιρειών της Σαουδικής Αραβίας, τις: Saudi Basic Industries Corporation, Al Rajhi Banks και Saudi Telecoms. Τα δεδομένα που συλλέχθηκαν χωρίστηκαν ανά εταιρεία σε ένα σετ εκπαίδευσης και ένα σετ δοκιμών. Χρησιμοποιήθηκαν οι ημερήσιες τιμές των μετοχών της SABIC, της STC και Alrajhi Bank για χρονική περίοδο 17 ετών, δηλαδή από τον Ιανουάριο του 1993 μέχρι και το Δεκέμβριο του 2010. Χρησιμοποιώντας δειγματοληπτική προσέγγιση, το 70% των δεδομένων χρησιμοποιήθηκε για την εκμάθηση του μοντέλου και το υπόλοιπο 30% για τον έλεγχο ώστε να διαπιστωθεί η προβλεπτική του ικανότητα. Σε αυτό το σημείο πρέπει να σημειώσουμε ότι η κεντρική ιδέα για επιτυχείς προβλέψεις στις αγορές μετοχών είναι να πετυχαίνεις τα καλύτερα αποτελέσματα χρησιμοποιώντας τα λιγότερο πολύπλοκα μοντέλα και τα λιγότερα δυνατά δεδομένα ως εισόδους.

Αφού έγινε κατάλληλη χρήση των δεδομένων, αρχικά βρέθηκε ο καταλληλότερος αριθμός διαδοχικών ημερών που χρειάζονται ώστε να παραχθεί μία πρόβλεψη (οι οποίες στην συγκεκριμένη περίπτωση βρέθηκαν 5). Μετά την ανάπτυξη του σχετικού αλγορίθμου, παρήχθησαν οι ζητούμενες προβλέψεις και κατόπιν υπολογίστηκαν οι δείκτες συσχέτισης R^2 και σφαλμάτων RMSE, MAD και MAPE. Οι δείκτες συσχέτισης έδειξαν για την SABIC 99,9% , για την STC 99,8% και για την Al Rajh Bank 99,9%. Τα σφάλματα που παρουσίασε η εφαρμογή του συγκεκριμένου μοντέλου ήταν ικανοποιητικά. Χαρακτηριστικά υπολογίστηκε μέσο απόλυτο ποσοστιαίο σφάλμα 1.8676 για την μετοχή της STC και 2.4188 για αυτή της Alrajhi Bank, ενώ δεν ήταν και τόσο καλά τα αποτελέσματα για την μετοχή της SABIC όπου το υπολογίστηκε το αντίστοιχο σφάλμα 8.3578.

- Οι Esmail Hadamandi et al, σε ερευνητικό έργο τους που παρουσίασαν στο 7ο International Conference on Fuzzy Systems and Knowledge Discovery (2010), με τίτλο: “A Genetic Fuzzy Expert System for stock Price Forecasting” πραγματοποίησαν μία πολύ καλή απόπειρα να προβλέψουν τις τιμές κλεισίματος της μετοχής της γνωστής εταιρείας IBM.

Συγκεκριμένα οι προβλέψεις πραγματοποιήθηκαν με τη χρήση ασαφών μοντέλων βασιζόμενων στην ιδέα της ασαφούς λογικής (Fuzzy Logic). Το νέο αυτό μοντέλο χρησιμοποιεί την ασαφή λογική ώστε να δημιουργήσει τους κατάλληλους κανόνες για να παράξει τις επιθυμητές προβλέψεις.

Η ασαφής λογική είναι ένα ευρύ επιστημονικό πεδίο που δημιουργήθηκε από την ανάγκη για παράκαμψη της αυστηρής παραδοσιακής δυαδικής λογικής, στην οποία υπάρχουν μόνο οι καταστάσεις του αληθούς ή του ψευδούς. Μέσω της χρήσης ασαφούς λογικής είναι δυνατός ο ορισμός βαθμών αληθείας, οι οποίοι μετρούν το κατά πόσο κάποιο στοιχείο συμμετέχει σε ένα ασαφές σύνολο. Οι συναρτήσεις συμμετοχής ορίζουν την κατανομή των τιμών του βαθμού αληθείας (κατά πόσο συμμετέχει ένα

στοιχείο σε ένα ασαφές σύνολο), που μπορεί να πάρει κάποιο στοιχείο του συνόλου, όπου το πεδίο τιμών τους είναι το $[0,1]$. Στην ασαφή λογική συνήθως τα ασαφή σύνολα χρησιμοποιούν λεκτικές μεταβλητές που υπάρχουν και στην ανθρώπινη γλώσσα. Κατά αυτόν τον τρόπο επιτυγχάνεται η απευθείας κωδικοποίηση έμπειρης γνώσης σε διάφορες εφαρμογές. Τα δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν είναι οι τιμές των μετοχών από την 10η Φεβρουαρίου 2003 έως την 10η Σεπτεμβρίου 2004 για την εκπαίδευση του μοντέλου και από την 13η Σεπτεμβρίου 2004 έως την 21η Ιανουαρίου 2005 για τον έλεγχο του μοντέλου.

Κατασκευή έμπειρου συστήματος για την πρόβλεψη των τιμών των μετοχών της IBM:

Στο πρώτο στάδιο, χρησιμοποιήθηκε βηματική παλινδρόμηση για την εξάλειψη των συντελεστών που είχαν χαμηλές επιπτώσεις και επιλέχθηκαν παράλληλα οι σημαντικότεροι από τους παράγοντες που είχαν επισημανθεί.

Στο δεύτερο στάδιο, χτίστηκε το GFS μοντέλο ασαφούς λογικής με τη χρήση των σχετικών δεδομένων εκπαίδευσής του. Τέλος, έγινε η πρόβλεψη της τιμής της μετοχής με τη βοήθεια των δεδομένων που προέκυψαν από τις δοκιμές στο εκπαιδευμένο πια μοντέλο.

Το τελικό μοντέλο που χρησιμοποιήθηκε για να προβλέψει τις τιμές των μετοχών έδειξε ότι η προβλεπτική ικανότητα του συνδυαστικού αυτού μοντέλου είναι η καλύτερη από όσες προηγούμενες απόπειρες έγιναν πάνω στο συγκεκριμένο θέμα και δεν συμπεριελάμβαναν τη χρήση ασαφούς λογικής. Χαρακτηριστικά το συγκεκριμένο μοντέλο παρουσίασε το μικρότερο ποσοστιαίο σφάλμα (MAPE) 0.65, ενώ μοντέλα όπως ARIMA, ANN και μοντέλο Markov είχαν αντίστοιχα σφάλματα με τιμές 0.972, 0.972, 1.219.

- Στην μελέτη των Kuo-Cheng Tseng et al με τίτλο: “Time Series and Neural Network Forecast of daily stock prices”, εξετάστηκαν 50 τυχαία επιλεγμένες μετοχές εταιρειών από την 1η Σεπτεμβρίου 1998 έως την 31η Δεκεμβρίου 2010, αντλώντας 3105 παρατηρήσεις για τιμή κλεισίματος για κάθε εταιρεία(ημερήσια δεδομένα).

Το Νευρωνικό Δίκτυο που επιλέχθηκε στην συγκεκριμένη περίπτωση ήταν το Alyunda Neurointelligence Software. Αναλυτικά, ως είσοδοι προς επεξεργασία στο ΝΔ, εκτός από τις τιμές κλεισίματος των μετοχών χρησιμοποιήθηκαν και επιπρόσθετες μεταβλητές πρόβλεψης, όπως βασικοί χρημαστηριακοί δείκτες, ισοτιμίες μεταξύ νομισμάτων κ.α. Το ΝΔ αυτό εκπαιδεύτηκε τόσο με τη χρήση κανονικοποιημένων όσο και μη κανονικοποιημένων δεδομένων. Για την εκμάθησή του χρησιμοποιήθηκε ο αλγόριθμος της Ανάστροφης Διάδοσης (Backpropagation), ένας από τους πιο δημοφιλείς αλγορίθμους εκμάθησης νευρωνικών δικτύων. Είναι μια μέθοδος εκπαίδευσης τεχνητών νευρωνικών δικτύων που χρησιμοποιείται σε συνδυασμό με μια μέθοδο βελτιστοποίησης, όπως είναι ο αλγόριθμος gradient descent. Η μέθοδος αυτή υπολογίζει την κλίση της συνάρτησης απωλειών λαμβάνοντας υπόψιν το σύνολο των

βαρών στο δίκτυο. Η κλίση αυτή τροφοδοτείται μέσω της μεθόδου βελτιστοποίησης που με τη σειρά της την χρησιμοποιεί για να ενημερώσει τα βάρη του δικτύου, σε μια προσπάθεια να ελαχιστοποιήσει την συνάρτηση απωλειών.

Η Ανάστροφη Διάδοση απαιτεί να είναι γνωστό το επιθυμητό αποτέλεσμα για κάθε τιμή εισόδου για τον υπολογισμό της κλίσης της συνάρτησης απώλειας. Ως εκ τούτου, συνήθως θεωρείται ότι είναι μια επιβλεπόμενη μέθοδος εκμάθησης. Η Ανάστροφη Διάδοση προϋποθέτει ότι η συνάρτηση ενεργοποίησης που χρησιμοποιείται από τους τεχνητούς νευρώνες είναι διαφορίσιμη. Ο αλγόριθμος αυτός έχει ως στόχο να ελαχιστοποιεί τα σφάλματα ανάμεσα στην προβλεπόμενη έξοδο και στην πραγματική τιμή, χρησιμοποιώντας τον ακόλουθο τύπο:

$$E = 0.5 \sum_i \left(\sum_k tik - oik \right)^2$$

Όπου tik: προβλεπόμενη τιμή της εξόδου του νευρώνα k για την είσοδο I, oik: πραγματική τιμή της εξόδου του νευρώνα k για είσοδο .

Χρησιμοποιώντας δειγματοληπτική προσέγγιση, το 80% των δεδομένων χρησιμοποιήθηκε για την εκμάθηση του μοντέλου και το υπόλοιπο 20% για τον έλεγχο ώστε να διαπιστωθεί η προβλεπτική του ικανότητα. Εκτός των νευρωνικών δικτύων πραγματοποιήθηκαν προβλέψεις με τη χρήση συμβατικών μεθόδων, όπως: Time Series Decomposition, Holt/Winters models, Box-Jenkins Methodology.

Ο υπολογισμός του σφάλματος MAPE για καθεμία από τις 50 τυχαία επιλεγμένες εταιρείες έδειξε ότι η μέθοδος κανονικοποιημένων ΝΔ είχε αρκετά καλά αποτελέσματα, σε αντίθεση με την αντίστοιχη μη κανονικοποιημένων ΝΔ, όπου τα σφάλματα ήταν τεράστια. Αυτό μας δείχνει πόσο μεγάλη σημασία έχει η κανονικοποίηση των δεδομένων στην εκπαίδευση των ΝΔ. Συγκεκριμένα όμως τα χαμηλότερα σφάλματα MAPE δόθηκαν σε σειρά από τις εξής μεθόδους: 1) B/J, 2 H/W, 3)NormalizedNN , 4)TSD, 5)Non NormalizedNN.

- Οι George S.Atsalakis et al από το Τμήμα Παραγωγής και Διοίκησης του Πολυτεχνείου Κρήτης και Kimon P. Valavanis et al από το Τμήμα Μηχανικών Η/Υ του Πανεπιστημίου της Φλόριντα δημοσίευσαν στο περιοδικό: «Expert Systems with Applications» το 2008 την έρευνά τους με τίτλο: «Surveying stock market forecasting techniques Part II: Soft computing methods». Η συμβολή της συγκεκριμένης έρευνας ήταν η παρουσίαση και η ταξινόμηση των τεχνικών και των μεθόδων που εφαρμόστηκαν σε 100 σχετικές μελέτες πρόβλεψης χρηματοοικονομικών δεικτών καθώς και συγκριτικές μελέτες μεταξύ τους. Οι μελέτες αυτές αφορούν σε ημερήσια δεδομένα και οι μέθοδοι που χρησιμοποιούν είναι οι: Artificial Neural Networks, Linear Regressions, MultiLinear Regressions, ARMA, ARIMA, Genetic Algorithms, Random Walk, Buy and Hold Strategy etc. Τα αποτελέσματα των συγκριτικών μελετών

της έρευνας αυτής έδειξαν ότι τα ANN και Neuro Fuzzy systems έδωσαν καλύτερα αποτελέσματα από τις συμβατικές μεθόδους πρόβλεψης.

- Οι Kara & Acar Boyacioglu σε έρευνά τους το 2010 με θέμα την πρόβλεψη της κατεύθυνσης του δείκτη του Istanbul Stock Exchange, National 100 Index, ανέπτυξαν 2 μοντέλα χρησιμοποιώντας ως βάση τα Artificial Neural Networks και Support Vector Machines. Αφού επιλέχθηκαν 10 δείκτες ως είσοδοι και στα 2 μοντέλα, έγιναν 2 πειράματα ρύθμισης των παραμέτρων, τα οποία έδειξαν ότι η μέση απόδοση του ANN ήταν 75,74% ενώ του SVM 71,52%. Τα δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν ήταν ημερήσια από τις 2/1/1997 έως τις 31/12/2007.

Γενικώς για τα υβριδικά μοντέλα εξάγεται το συμπέρασμα ότι παρουσιάζουν μεγαλύτερη ευελιξία καθώς είναι ικανά να υπολογίζουν μη γραμμικές συσχετίσεις ανάμεσα στα δεδομένα σε αντίθεση με τα συνήθη μοντέλα.

- Επιπλέον, οι Chih-Fong και Yu-Chieh, στη δημοσίευσή τους το 2010, προσπάθησαν να συνδυάσουν πολλά μοντέλα με στόχο να αναγνωρίσουν πιο αντιπροσωπευτικές μεταβλητές για καλύτερες προβλέψεις και να προβλέψουν αποτελεσματικότερα τις τιμές των μετοχών για τους επενδυτές.

Συγκεκριμένα, επιλέχθηκαν τρεις γνωστές μέθοδοι επιλογής χαρακτηριστικών, οι: Ανάλυση Κύριων Συνιστωσών (PCA), Γενετικοί Αλγόριθμοι (ΓΑ) και τα δέντρα απόφασης (CART). Οι μέθοδοι αυτές συνδυάστηκαν με διάφορους τρόπους για να φιλτράρουν τις μη αντιπροσωπευτικές μεταβλητές. Για το μοντέλο πρόβλεψης, αναπτύχθηκε το νευρωνικό δίκτυο της ανάστροφης διάδοσης. Το συμπέρασμα ήταν με βάση τα πειραματικά αποτελέσματα ότι ο συνδυασμός των PCA και GA εν πρώτοις αλλά και ο συνδυασμός των PCA, GA, και CART ακολούθως, πέτυχαν τις καλύτερες αποδόσεις, οι οποίες έδωσαν ποσοστά πρόβλεψης 79% και 78,98% αντίστοιχα. Επιπλέον, αυτές οι δύο συνδυασμένες μέθοδοι επιλογής χαρακτηριστικών φίλτραραν κατά 80% τα αντιπροσωπευτικότερα χαρακτηριστικά από 85 αρχικές μεταβλητές, οδηγώντας σε 14 και 17 αντίστοιχα σημαντικά χαρακτηριστικά.

Τέλος, εξέφρασαν την άποψη ότι αυτές οι μεταβλητές είναι οι σημαντικότεροι παράγοντες για την πρόβλεψη μετοχών και επομένως μπορούν να χρησιμοποιηθούν για μελλοντικές επενδυτικές αποφάσεις.

- Η Selene Yue Xu (UC Berkeley) σε άρθρο της με τίτλο:

“Stock Price Forecasting Using Information from Yahoo Finance and Google Trend” προσπάθησε να συνδυάσει τις συμβατικές μεθόδους πρόβλεψης με χρήση χρονοσειρών, με μέθοδο πρόβλεψης ενός αλγορίθμου, ο οποίος έχοντας ως βάση την πλατφόρμα Google Trend αναλύει και αξιολογεί την επίδραση σημαντικών οικονομικών γεγονότων στην πορεία της οικονομίας και στην εξέλιξη των τιμών των μετοχών σημαντικών εταιρειών.

Η έρευνα πραγματοποιήθηκε πάνω σε δεδομένα της εταιρείας υψηλής τεχνολογίας Apple, χρησιμοποιώντας εβδομαδιαία δεδομένα (κάθε Δευτέρα) από την πρώτη εβδομάδα του Σεπτεμβρίου 2007 έως την τελευταία βδομάδα του Αυγούστου του 2012. Από τις συμβατικές μεθόδους πρόβλεψης χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος πρόβλεψης ARIMA, ενώ ο αλγόριθμος που αναπτύχθηκε είχε την ακόλουθη λογική:

Αξιολογώντας μέσω του Yahoo Finance και των Key Developments που αυτό προσφέρει την ύπαρξη θετικής ή αρνητικής ή μη σημαντικής είδησης που αφορά την ενδιαφερόμενη εταιρεία (Apple), και μέσω του Google Trend την ένταση με την οποία μία είδηση αναζητήθηκε και συζητήθηκε από την κοινή γνώμη, βαθμολογήθηκε με 1,- 1 ή 0 η είδηση αυτή και έπειτα η επίδραση αυτή φθίνει εκθετικά με κατάλληλο συντελεστή τέτοιο ώστε η επιρροή της είδησης να έχει πλήρως μηδενιστεί με την πάροδο 2 εβδομάδων από την ανακοίνωσή της. Τα 2 μοντέλα συνδυάστηκαν κατάλληλα ώστε ο αλγόριθμος να επιδρά ως βάρος πάνω στα αντίστοιχα δεδομένα .

Τα συμπεράσματα που προέκυψαν από την συνδυαστική μέθοδο ήταν ότι παρουσιάστηκε μεγάλη συσχέτιση ανάμεσα στα σημαντικά νέα που αντλήθηκαν από το Google Trend και στην πορεία της μετοχής της εταιρείας. Παρ' όλ' αυτά χρειάζεται μεγάλη προσοχή καθώς στο διαδίκτυο υπάρχει πληθώρα ειδήσεων που μπορεί να επηρεάσουν τα δεδομένα μας ενώ η πραγματική τους αξία αποκκλίνει της πραγματικής τάσης.

Από τις παραπάνω μελέτες γίνεται αντιληπτό ότι τα Τεχνικά Νευρωνικά Δίκτυα αποτελούν ιδιαίτερα χρήσιμο εργαλείο πρόβλεψης στον τομέα των Χρηματοοικονομικών. Παρουσιάζουν ικανοποιητικά χαμηλά ποσοστά σφαλμάτων στις υπάρχουσες μελέτες και αποτελούν σίγουρα ένα αντικείμενο που χρήζει ακόμη περαιτέρω διερεύνησης και εμβάθυνσης.

4.6 Κατηγοριοποίηση των δεικτών πρόβλεψης

Ένας δείκτης μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να προβλέψει μία μελλοντική οικονομική τάση. Για παράδειγμα, οι οικονομικές στατιστικές που δημοσιεύονται από διαπιστευμένες πηγές, όπως οι κυβερνητικές υπηρεσίες των ΗΠΑ, θεωρούνται δείκτες. Δημοφιλείς δείκτες είναι το ποσοστό ανεργίας, ο δείκτης πληθωρισμού, η εμπιστοσύνη των καταναλωτών κλπ. Οι δείκτες πρέπει να πληρούν ορισμένα κριτήρια ώστε να είναι έγκυροι. Συνολικά, οι επίσημοι δείκτες χωρίζονται σε τρεις κατηγορίες, και κατατάσσονται ανάλογα με το είδος των προβλέψεων που κάνουν.

- **Δείκτες οδηγοί (Leading indicators).** Αυτοί οι τύποι των δεικτών σηματοδοτούν μελλοντικά γεγονότα. Ένα παράδειγμα για να κατανοήσουμε τη χρήση τους είναι η λειτουργία του φωτεινού σηματοδότη. Όταν το φως γίνει πορτοκαλί, σηματοδοτείται η έλευση του κόκκινου και κατά συνέπεια η εντολή στα οχήματα να σταματήσουν. Στον κόσμο των χρηματοοικονομικών, οι δείκτες οδηγοί λειτουργούν με τον ίδιο τρόπο, αλλά δεν είναι το ίδιο ακριβείς όπως το φως του δρόμου. Οι αποδόσεις των ομολόγων για παράδειγμα πιστεύεται ότι είναι ένας καλός προγνωστικός δείκτης

του χρηματιστηρίου, διότι οι έμποροι ομολόγων προβλέπουν τις τάσεις στην οικονομία έχοντας ως σκοπό τους το κέρδος(ακόμη και αν δεν έχουν πάντα δίκιο).

- **Δείκτες με καθυστέρηση (Lagging indicators).** Ένας δείκτης με καθυστέρηση είναι εκείνος που ακολουθεί ένα συμβάν. Στο προηγούμενο παράδειγμα με τον φωτεινό σηματοδότη, το πορτοκαλί φως είναι ένας δείκτης με καθυστέρηση για το πράσινο φως, επειδή το πορτοκαλί προηγείται του πρασίνου. Η αξία ενός δείκτη με καθυστέρηση είναι η ικανότητά του να επιβεβαιώσει ότι ένα μοτίβο συμβαίνει ή πρόκειται να συμβεί. Η ανεργία είναι ένας από τους πιο δημοφιλείς δείκτες με καθυστέρηση. Εάν το ποσοστό ανεργίας αυξάνεται, αυτό δείχνει ότι η οικονομία έχει λειτουργήσει λάθος.

- **Συμπίπτοντες δείκτες (Coincident indicators).** Οι δείκτες αυτοί συμβαίνουν περίπου την ίδια περίοδο με την κατάσταση που σηματοδοτούν. Στο προηγούμενο παράδειγμα, το πράσινο φως του σηματοδότη αποτελεί έναν συμπίπτων δείκτη για τον φωτεινό σηματοδότη των πεζών. Αντίνα προβλέπουν μελλοντικά γεγονότα, αυτά τα είδη δεικτών αλλάζουν ταυτόχρονα με την οικονομία ή με την αγορά μετοχών. Για παράδειγμα το ατομικό εισόδημα είναι ένας συμπίπτων δείκτης για την οικονομία: τα υψηλά ποσοστά εισοδήματος φυσικών προσώπων θα συμπέσουν με μια ισχυρή οικονομία.

4.7 Μακροοικονομικές και Μικροοικονομικές Παράμετροι που χρησιμοποιήθηκαν στην ανάπτυξη του νευρωνικού δικτύου

Όπως ειπώθηκε και στην εισαγωγή, ως μοντέλο για την πρόβλεψη των χρονοσειρών της παρούσας μελέτης επιλέχθηκε να χρησιμοποιηθεί νευρωνικό δίκτυο πρόσθιας τροφοδότησης. Το δίκτυο δέχθηκε ως εισόδους τις τιμές μηνιαίων παραμέτρων μακροοικονομικής αλλά και μικροοικονομικής φύσεως, καλύπτοντας την χρονική περίοδο 2007-2013, και αφού εντοπίστηκε η αλληλεπίδραση και η συσχέτιση των παραμέτρων αυτών με τις τιμές των μετοχών, επιχειρήθηκε η μηνιαία πρόβλεψή τους για το έτος 2014.

Παρακάτω ακολουθεί κατηγοριοποίηση των δεδομένων αυτών καθώς επίσης και ανάλυση της ρόλου και της σημασίας τους.

4.7.1 Μικροοικονομικές παράμετροι

- **Τιμή μετοχής (Stock Price)**

Η τιμή μίας μετοχής αποτελεί τον χρηματιστηριακό δείκτη που σηματοδοτεί την ιδιοκτησία μιας εταιρείας και αντιπροσωπεύει την κυριότητα τμήματος των περιουσιακών στοιχείων και των κερδών της εταιρείας.

Υπάρχουν δύο βασικοί τύποι μετοχών: οι κοινές και προνομιούχες μετοχές. Οι κοινές μετοχές συνήθως δίνουν το δικαίωμα στον ιδιοκτήτη να ψηφίζει στη συνέλευση των μετόχων και να λαμβάνει μερίσματα από αυτές. Οι προνομιούχες μετοχές, γενικά, δεν συνοδεύονται από δικαίωμα ψήφου, αλλά προσδίδουν στον κάτοχό τους περισσότερα δικαιώματα κυριότητας για τα περιουσιακά στοιχεία και τα κέρδη από τις κοινές μετοχές. Για παράδειγμα, οι ιδιοκτήτες των προνομιούχων μετοχών λαμβάνουν μερίσματα πριν από τους κοινούς μετόχους και έχουν προτεραιότητα σε περίπτωση που μια εταιρεία χρεοκοπήσει ή υπεισέλθει σε διαδικασία εκκαθάρισης.

Ο μέτοχος επομένως έχει αξιώσεις επί των στοιχείων του ενεργητικού και των κερδών της εταιρείας. Με άλλα λόγια, ο μέτοχος είναι ιδιοκτήτης μιας εταιρείας. Το ποσοστό της ιδιοκτησίας του καθορίζεται από τον αριθμό των μετοχών που κατέχει σε σχέση με τον συνολικό αριθμό των μετοχών. Για παράδειγμα, εάν μια εταιρεία έχει εκδώσει συνολικά 1.000 μετοχές και ένας μέτοχος κατέχει 100 μετοχές, το πρόσωπο αυτό θα κατέχει το 10% των περιουσιακών στοιχείων της εταιρείας. Οι μετοχές αποτελούν τη βάση των περισσότερων επενδυτικών χαρτοφυλακίων. Ιστορικά, σε μακροπρόθεσμη βάση, έχουν πολύ καλύτερες επιδόσεις από τις περισσότερες επενδύσεις.

- **Κέρδη ανά μετοχή (Earnings per share)**

Τα κέρδη ανά μετοχή, στο εξής EPS, χρησιμεύουν ως μέτρο της κερδοφορίας της εταιρείας. Σύμφωνα με το συγκεκριμένο δείκτη, το ποσοστό των κερδών μιας επιχείρησης κατανέμεται ισόποσα σε κάθε μία από τις μετοχές του μετοχικού κεφαλαίου.

Υπολογίζεται από την παρακάτω σχέση:

$$\text{EPS} = \frac{\text{Net income} - \text{Dividends on Preferred Stock}}{\text{Average Outstanding Shares}}$$

Όπου:

Net income: τα καθαρά έσοδα της επιχείρησης,

Dividends on Preferred Stock: μερίσματα προνομιούχων μετοχών

Average Outstanding Shares: μέσος αριθμός μετοχών σε κυκλοφορία

Κατά τον υπολογισμό του δείκτη είναι πιο ακριβές να χρησιμοποιείται ένας μεσοσταθμικός αριθμός μετοχών σε κυκλοφορία, επειδή ο αριθμός των μετοχών μπορεί να αλλάξει με την πάροδο του χρόνου. Ωστόσο, μερικές φορές για απλοποίηση του υπολογισμού χρησιμοποιείται ο αριθμός των μετοχών που ήταν σε κυκλοφορία κατά το τέλος της τρέχουσας οικονομικής περιόδου.

Τα κέρδη ανά μετοχή θεωρούνται η πιο σημαντική μεταβλητή για τον καθορισμό της τιμής μιας μετοχής. Χρησιμεύει επίσης στον υπολογισμό του λόγου τιμής προς κέρδη ανά μετοχή (P/E ratio).

Για παράδειγμα, ας υποθέσουμε ότι μια εταιρεία έχει ένα καθαρό εισόδημα της τάξης των \$25 εκατομμυρίων. Εάν η εταιρεία πληρώνει \$1 εκατομμύριο σε προνομιούχα μερίσματα και έχει 10 εκατομμύρια μετοχές για το ήμισυ του έτους και 15 εκατομμύρια μετοχές για το άλλο μισό, τότε το EPS θα είναι \$1.92 εκατομμύρια (24/12.5). Πρώτον, το \$1 εκατομμύριο αφαιρείται από το καθαρό εισόδημα και προκύπτουν \$24 εκατομμύρια, και ο σταθμισμένος μέσος όρος λαμβάνεται υπόψιν για να βρεθεί ο αριθμός των μετοχών σε κυκλοφορία ($0,5 \times 10M + 0,5 \times 15M = 12,5M$).

Μια σημαντική πτυχή του EPS που συχνά αγνοείται είναι το κεφάλαιο που απαιτείται για τη δημιουργία των κερδών (καθαρό εισόδημα) στον υπολογισμό. Δύο εταιρείες θα μπορούσαν να έχουν τον ίδιο δείκτη EPS, αλλά μία εξ αυτών ενδέχεται να έχει χρησιμοποιήσει λιγότερα ίδια κεφάλαια (επενδύσεις). Η τελευταία θεωρείται και πιο επιτυχημένη, μιας και ήταν αποτελεσματικότερη καθώς δέσμευσε λιγότερο διαθέσιμο κεφάλαιο για τη δημιουργία εισοδήματος. Φυσικά οι αναλυτές και οι επενδυτές είναι σημαντικό να μην στηρίζονται σε έναν μόνο οικονομικό δείκτη για τη λήψη αποφάσεων, αλλά σε έναν συνδυασμό παραμέτρων, μιας και οι τιμές ενός μόνο δείκτη δεν είναι πάντοτε απολύτως αντιπροσωπευτικές.

- **Δείκτης Κεφαλαιακής Επάρκειας (Tier 1 Capital Ratio)**

Ο συγκεκριμένος δείκτης πραγματοποιεί σύγκριση ανάμεσα στο συνολικό μετοχικό κεφάλαιο ενός χρηματοπιστωτικού ιδρύματος και στο σύνολο των δανείων που το ίδιο έχει χορηγήσει. Ο δείκτης είναι γνωστός ως Tier 1 Capital και αποτελεί μέτρο της οικονομικής ευρωστίας μιας τράπεζας.

Υπολογίζεται από την παρακάτω σχέση:

$$\text{Tier 1 Capital ratio} = \frac{\text{Total equity} - \text{Revaluation Reserves}}{\text{Risk Based Assets}}$$

Όπου:

Total equity: Συνολικό Μετοχικό Κεφάλαιο

Revaluation Reserves: Ανατίμηση Στοιχείων Ενεργητικού

Risk Based Assets: Στοιχεία Ενεργητικού Σταθμισμένου Κινδύνου

Το μετοχικό κεφάλαιο ορισμένες φορές περιλαμβάνει και μη εξαγοράσιμες, μη σωρευτικές προνομιούχες μετοχές στη σύνθεσή του. Στον παρονομαστή περιλαμβάνονται όλα τα περιουσιακά στοιχεία που κατέχει η εταιρεία και τα οποία είναι σταθμισμένα για πιστωτικό κίνδυνο. Οι κεντρικές τράπεζες συνήθως αναπτύσσουν την κλίμακα στάθμισης για διαφορετικές κατηγορίες περιουσιακών στοιχείων, όπως τα μετρητά και τα κέρματα, τα οποία έχουν μηδενικό κίνδυνο, σε σχέση με μία επιταγή ή ένα γραμματίο, τα οποία φέρουν μεγαλύτερο κίνδυνο. Οι ρυθμιστικές αρχές χρησιμοποιούν τον δείκτη Tier 1 για να αξιολογήσουν την

κεφαλαιακή επάρκεια ενός χρηματοπιστωτικού οργανισμού σε μία από τις ακόλουθες κατηγορίες: καλά κεφαλαιοποιημένες, επαρκώς κεφαλαιοποιημένες, ανεπαρκώς κεφαλαιοποιημένες, σημαντική ανεπάρκεια κεφαλαιοποίησης και χρίζοντας άμεσης κεφαλαιοποίησης. Ένα χρηματοπιστωτικό ίδρυμα πρέπει να έχει δείκτη κεφαλαιακής επάρκειας Tier 1 από 6% και πάνω, χωρίς παράλληλα να πληρώνει μερίσματα που θα μπορούσαν να επηρεάσουν το κεφάλαιό της, ώστε να χαρακτηριστεί ως καλά κεφαλαιοποιημένη. Οι επιχειρήσεις που χαρακτηρίζονται ως ανεπαρκώς κεφαλαιοποιημένες ή χειρότερα απαγορεύεται να καταβάλουν μερίσματα ενώ επιπλέον οφείλουν να υποβάλουν σχέδιο αποκατάστασης του κεφαλαίου τους.

- **Τραπεζικές Καταθέσεις (Bank Deposits)**

Τα χρήματα τοποθετούνται στα τραπεζικά ιδρύματα προς φύλαξη. Η κατάθεση των χρημάτων γίνεται σε καταθετικούς λογαριασμούς τραπεζικών ιδρυμάτων, όπως είναι οι λογαριασμοί ταμειευτηρίου και όψεως. Ο κάτοχος του λογαριασμού έχει το δικαίωμα να αποσύρει τα χρήματα που έχει καταθέσει, όπως ορίζεται στους όρους και τις προϋποθέσεις του λογαριασμού του. Η "κατάθεση" από μόνη της αποτελεί ευθύνη της τράπεζας προς τον καταθέτη (φυσικό ή νομικό πρόσωπο που έκανε την κατάθεση). Όταν κάποιος ανοίγει έναν τραπεζικό λογαριασμό και κάνει μία κατάθεση \$500 σε μετρητά, ο κάτοχος του λογαριασμού αποκτά νόμιμο τίτλο για \$500 σε μετρητά. Αυτόματα τα χρήματα αυτά γίνονται περιουσιακό στοιχείο της τράπεζας και ο λογαριασμός αυτός μία υποχρέωση του ιδρύματος απέναντι στον κάτοχό του. Στις Ηνωμένες Πολιτείες, η Ομοσπονδιακή Εταιρεία Ασφάλισης Καταθέσεων (FDIC) παρέχει ασφάλεια των καταθέσεων που εγγυάται τις καταθέσεις των τραπεζών μελών της μέχρι το ποσό των \$250.000 ανά καταθέτη, ανά τράπεζα. Οι τράπεζες που ανήκουν στην συγκεκριμένη εταιρεία υποχρεούνται να τοποθετούν μήνυμα ορατό στο κοινό δηλώνοντας ότι "οι καταθέσεις εξασφαλίζονται από την πλήρη πίστη και πίστωση της κυβέρνησης των Ηνωμένων Πολιτειών".

- **Κεφαλαιοποίηση αγοράς (Market Capitalization)**

Η συνολική αξία αγοράς όλων των μετοχών της εταιρείας. Η τιμή κεφαλαιοποίησης υπολογίζεται πολλαπλασιάζοντας όλες τις μετοχές μιας εταιρείας με την τρέχουσα τιμή αγοράς μίας μετοχής. Η επενδυτική κοινότητα χρησιμοποιεί το ποσό αυτό για να καθορίσει το μέγεθος της εταιρείας. Συχνά αναφέρεται ως "Market Cap". Εάν μια εταιρεία έχει 35 εκατομμύρια μετοχές σε κυκλοφορία, καθεμία από τις οποίες με αξία αγοράς \$100, η κεφαλαιοποίηση της εταιρείας είναι \$3,5 δις (35.000.000 x \$100 ανά μετοχή). Το μέγεθος της εταιρείας αποτελεί καθοριστικό παράγοντα για τις επιλογές των πιθανών επενδυτών. Ο όρος δεν πρέπει να συγχέεται με τον όρο «κεφαλαιοποίηση» μιας εταιρείας ο οποίος είναι όρος οικονομικής κατάστασης που αναφέρεται στο άθροισμα των ιδίων κεφαλαίων και του μακροπρόθεσμου χρέους των μετόχων της εταιρείας.

Τα μετοχικά κεφάλαια των μεγάλων, μεσαίων και μικρών εταιρειών αναφέρονται ως μεγάλης κεφαλαιοποίησης, μεσαίας κεφαλαιοποίησης, και μικρής κεφαλαιοποίησης αντίστοιχα. Οι επαγγελματίες επενδυτές μπορεί να διαφέρουν ως προς την ακρίβεια των ορισμών τους, αλλά οι τρέχουσες κατά προσέγγιση κατηγορίες κεφαλαιοποίησης της αγοράς είναι οι εξής:

Μεγάλης Κεφαλαιοποίησης: \$10 δις και άνω και περιλαμβάνουν τις εταιρείες με τη μεγαλύτερη κεφαλαιοποίηση της αγοράς.

Μεσαίας Κεφαλαιοποίησης: \$2 δις - \$10 δις

Μικρής Κεφαλαιοποίησης: Μικρότερη από \$2 δις

- **Όγκος συναλλαγών (Transaction Volume)**

Ο αριθμός των μετοχών ή άλλων συμβολαίων που διαπραγματεύτηκαν σε μια ολόκληρη αγορά κατά τη διάρκεια μιας συγκεκριμένης χρονικής περιόδου. Είναι το ποσό των μετοχών που μεταβιβάστηκε από τους πωλητές στους αγοραστές και αποτελεί μέτρο υπολογισμού της χρηματιστηριακής δραστηριότητας. Όταν ένας αγοραστής αγοράζει 100 μετοχές από τον αντισυμβαλλόμενο, τότε ο όγκος για την εν λόγω περίοδο αυξάνεται κατά 100 μετοχές με βάση την εν λόγω συναλλαγή.

Ο Όγκος των συναλλαγών είναι ένας σημαντικός δείκτης στην τεχνική ανάλυση, δεδομένου ότι χρησιμοποιείται για να μετρήσει την αξία μίας χρηματιστηριακής κίνησης. Το αν οι τιμές των μετοχών κινούνται δυναμικά είτε προς τα πάνω ή προς τα κάτω, εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από τον όγκο των συναλλαγών την εν λόγω περίοδο. Όσο υψηλότερος είναι ο όγκος των συναλλαγών κατά τη διάρκεια της κίνησης της τιμής μιας μετοχής, τόσο μεγαλύτερη η σημασία της για την πορεία της μετοχής.

4.7.2 Μακροοικονομικές παράμετροι

- **Ρυθμός Αύξησης του ΑΕΠ (Economic Growth Rate)**

Αποτελεί μέτρο της οικονομικής ανάπτυξης από μία χρονική περίοδο στην επόμενη σε ποσοστιαίες μονάδες. Το μέτρο αυτό δεν λαμβάνει υπόψιν στον υπολογισμό του τον πληθωρισμό και εκφράζεται σε ονομαστικούς όρους. Στην πράξη, είναι ένα μέτρο του ρυθμού μεταβολής του ακαθάριστου εγχώριου προϊόντος ενός έθνους από το ένα έτος στο άλλο. Το ακαθάριστο εθνικό προϊόν μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί στην περίπτωση που η οικονομία μιας χώρας εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από κέρδη προερχόμενα από εξωχώριες δραστηριότητες. Ο ρυθμός οικονομικής ανάπτυξης προσφέρει μια εικόνα για τη γενική κατεύθυνση και την ανάπτυξη του συνόλου της οικονομίας. Στις Ηνωμένες Πολιτείες, για παράδειγμα, ο μακροπρόθεσμος ρυθμός οικονομικής ανάπτυξης είναι περίπου 2-5%. Ο χαμηλός αυτός συντελεστής παρατηρείται στις υψηλά βιομηχανοποιημένες χώρες. Σε ταχέως αναπτυσσόμενες οικονομίες, από την άλλη πλευρά, παρατηρούνται υψηλότερα

ποσοστά, της τάξης του 10%, αν και ένας τέτοιος ρυθμός ανάπτυξης δεν είναι πιθανό να είναι βιώσιμος μακροπρόθεσμα .

- **Επιτόκιο Δανεισμού (Interest Rate)**

Είναι το ποσό το οποίο, εκφραζόμενο ως ποσοστό επί του κεφαλαίου, χρεώνεται από ένα δανειστή σε ένα δανειζόμενο για τη χρήση στοιχείων ενεργητικού. Το επιτόκιο συνήθως υπολογίζεται σε ετήσια βάση και είναι γνωστό ως συνολικό ετήσιο πραγματικό επιτόκιο (ΣΕΠΕ). Τα περιουσιακά στοιχεία δανεισμού θα μπορούσαν να περιλαμβάνουν μετρητά, καταναλωτικά αγαθά και μεγάλα περιουσιακά στοιχεία, όπως ένα όχημα ή κτίριο. Οι τόκοι είναι ουσιαστικά ένα ενοίκιο για τον δανειολήπτη, για τη χρήση του περιουσιακού στοιχείου του. Στην περίπτωση ενός μεγάλου περιουσιακού στοιχείου, όπως ένα όχημα ή κτίριο, το επιτόκιο είναι μερικές φορές γνωστό ως «μίσθωμα». Όταν ο οφειλέτης θεωρείται αντισυμβαλλόμενος χαμηλού επενδυτικού ρίσκου, συνήθως επιβαρύνεται με χαμηλό επιτόκιο, ενώ εάν ο οφειλέτης θεωρείται υψηλού ρίσκου, το επιτόκιο που χρεώνεται θα είναι υψηλότερο.

Ο τόκος χρεώνεται από τους δανειστές ως αποζημίωση για την απώλεια χρήσης του περιουσιακού τους στοιχείου. Στην περίπτωση του δανεισμού χρήματος, ο δανειστής θα μπορούσε να επενδύσει τα κεφάλαια, αντί του δανεισμού τους.

Για τον υπολογισμό του απλού επιτοκίου χρησιμοποιείται ο παρακάτω τύπος:

$$\text{Απλός τόκος} = P * r * t$$

Όπου: P το αρχικό κεφάλαιο

r το ετήσιο επιτόκιο

t τα έτη δανεισμού

Ο δανεισμός \$ 1.000 με ετήσιο επιτόκιο 6% για 8 μήνες σημαίνει ότι θα χρωστάμε \$40 σε τόκο ($1000 \times 6\% \times 8/12$).

Ενώ για τον υπολογισμό του επιτοκίου σε περίπτωση ανατοκισμού χρησιμοποιείται ο παρακάτω τύπος:

$$\text{Σύνθετος Τόκος} = P \left(1 + \frac{r}{n}\right)^{nt} - P$$

Όπου: P το αρχικό κεφάλαιο

r το ετήσιο επιτόκιο

n ανατοκισμοί σε ένα έτος

t τα έτη δανεισμού

Ο δανεισμός \$1.000 με ετήσιο επιτόκιο 6% για 8 μήνες σημαίνει ότι θα χρωστάμε \$40,70 σε τόκους.

Οι οφειλόμενοι τόκοι όταν επιβάλλεται ανατοκισμός είναι υψηλότεροι επειδή το επιτόκιο προστίθεται στο κεφάλαιο σε κάθε περίοδο ανατοκισμού. Για σύντομο

χρονικό διάστημα ο υπολογισμός των τόκων είναι παρόμοιος και για τις δύο μεθόδους. Καθώς ο χρόνος δανεισμού αυξάνει όμως, η διαφορά μεταξύ των δύο τύπων υπολογισμού του τόκου μεγαλώνει σημαντικά.

- **Νομισματικές Ισοτιμίες (Exchange Rates)**

Η τιμή ενός εθνικού νομίσματος εκφρασμένη ως προς την τιμή ενός άλλου νομίσματος. Έτσι, μια συναλλαγματική ισοτιμία έχει δύο συνιστώσες, τη μία εκφρασμένη σε εγχώριο νόμισμα και την άλλη σε ξένο νόμισμα. Μια συναλλαγματική ισοτιμία που δεν έχει το εγχώριο νόμισμα ως ένα από τα δύο συστατικά στοιχεία του νομίσματος που είναι γνωστή ως cross currency ή cross rate.

Κάθε συναλλαγματική ισοτιμία έχει ένα νόμισμα ως νόμισμα βάσης και ένα ως νόμισμα-μετρητή. Όταν η τιμή ενός ξένου νομίσματος εκφράζεται συναρτήσει του εγχώριου νομίσματος, τότε το ξένο νόμισμα είναι το νόμισμα βάσης ενώ το εγχώριο νόμισμα είναι το νόμισμα μετρητής. Στην αντίθετη περίπτωση, το εγχώριο νόμισμα είναι το νόμισμα βάσης ενώ το ξένο νόμισμα είναι το νόμισμα μετρητής. Οι περισσότερες συναλλαγματικές ισοτιμίες χρησιμοποιούν το δολάριο ΗΠΑ ως νόμισμα βάσης. Ωστόσο, υπάρχουν μερικές εξαιρέσεις στον κανόνα αυτό, όπως το Ευρώ και τα νομίσματα της Κοινοπολιτείας, όπως η Βρετανική λίρα, το δολάριο Αυστραλίας και το δολάριο Νέας Ζηλανδίας. Οι συναλλαγματικές ισοτιμίες για τα περισσότερα κύρια νομίσματα εκφράζονται γενικά ως δεκαδικοί αριθμοί με τέσσερα ψηφία μετά την υποδιαστολή, εκτός από τις τιμές συναλλάγματος που περιλαμβάνουν το ιαπωνικό γεν, που διαθέτουν δύο μόλις ψηφία μετά την υποδιαστολή.

Ας εξετάσουμε μερικά παραδείγματα των συναλλαγματικών ισοτιμιών για την καλύτερη κατανόηση αυτών των εννοιών.

$US \$1 = \$1,1050$. Εδώ το νόμισμα βάσης είναι το δολάριο ΗΠΑ και το νόμισμα μετρητής είναι το δολάριο Καναδά. Αυτό είναι εύκολο να το καταλάβει κανείς διαισθητικά, δεδομένου ότι οι τιμές των αγαθών και υπηρεσιών στον Καναδά εκφράζονται σε δολάρια Καναδά.

$C \$1 = US \$0,9050 = 90,50$ σεντς ΗΠΑ. Εδώ, το νόμισμα βάσης είναι το δολάριο Καναδά και το νόμισμα μετρητής είναι το δολάριο ΗΠΑ.

Αν $US \$1 = JPY 105$ και $US \$1 = \$ 1,1050$, προκύπτει ότι $C\$ 1,1050 = JPY 105$, ή $C 1\$ = 95.02 JPY$. Για έναν επενδυτή που βασίζεται στην Ευρώπη, το καναδικό δολάριο στην ισοτιμία με το γιεν αποτελεί cross currency rate, αφού κανένα από τα δύο νομίσματα δεν είναι εγχώριο νόμισμα.

Οι συναλλαγματικές ισοτιμίες μπορεί να είναι είτε κυμαινόμενες ή σταθερές. Ενώ οι κυμαινόμενες συναλλαγματικές ισοτιμίες - στις οποίες οι συναλλαγματικές ισοτιμίες καθορίζονται από τη δύναμη της αγοράς - είναι ο κανόνας για τα περισσότερα μεγάλα κράτη, ορισμένα κράτη προτιμούν τον καθορισμό ή την πρόσδεση των εθνικών νομισμάτων τους σε ένα ευρέως αποδεκτό νόμισμα, όπως το δολάριο ΗΠΑ.

- **Δείκτης Ανεργίας (Unemployment rate)**

Η ανεργία ορίζεται ουσιαστικά ως το ποσοστό του συνολικού εργατικού δυναμικού που είναι άνεργο αλλά αναζητά ενεργά εργασία και είναι πρόθυμο να εργαστεί.

Όπως ορίζεται από τη Διεθνή Οργάνωση Εργασίας (ΔΟΕ), άνεργος είναι κάποιος που ψάχνει ενεργά για δουλειά, αλλά δεν έχει δουλειά. Το ποσοστό ανεργίας είναι ένα μέτρο υπολογισμού του αριθμού των ανθρώπων που είναι άνεργοι και ταυτόχρονα αναζητούν εργασία. Το ποσοστό ανεργίας αποτελεί έναν δείκτη που στην ορολογία των χρηματοοικονομικών λέγεται *lagging indicator*, λόγω της ιδιότητάς του να επιβεβαιώνει την τάση της αγοράς, αλλά χωρίς παράλληλα να μπορεί να προβλέψει την μακροπρόθεσμη συμπεριφορά της. Για να θεωρηθεί ένα πρόσωπο ότι αναζητά εργασία πρέπει να έχει έρθει σε επαφή με εργοδότες, να έχει περάσει από συνεντεύξεις, να έχει απευθυνθεί στις κρατικές υπηρεσίες εύρεσης εργασίας, ή απλά να έχει υποβάλλει αίτηση για εργασία τέσσερις εβδομάδες πριν τη δημοσκόπηση. Οι οικονομολόγοι προτιμούν αυτόν τον τρόπο μέτρησης της ανεργίας γιατί ελέγχει για τυχόν αυξήσεις ή μειώσεις στον πληθυσμό. Ωστόσο, το ποσοστό ανεργίας δεν θα πρέπει να θεωρείται ως το μοναδικό κριτήριο υπολογισμού του αριθμού των ανέργων.

Η ανεργία μετράται με διάφορους τρόπους στις ΗΠΑ: δειγματοληπτικές έρευνες εργατικού δυναμικού, στατιστικά στοιχεία κοινωνικής ασφάλισης, τα οποία είναι στοιχεία που βασίζονται στον αριθμό των ατόμων που λαμβάνει παροχές ανεργίας ή άλλα προγράμματα κοινωνικής πρόνοιας, και στατιστικά στοιχεία του γραφείου απασχόλησης που μετρούν τον αριθμό των ανθρώπων που προσέρχονται σε γραφεία ανεργίας ψάχνοντας για δουλειά. Για τον υπολογισμό του επίσημου ποσοστού ανεργίας, η αρμόδια υπηρεσία εξετάζει όλες τις πληροφορίες που συλλέγονται από τις παραπάνω μεθόδους αποσκοπώντας στο να παρέχει μια ολιστική εικόνα της αγοράς εργασίας και των προκλήσεων που αντιμετωπίζουν οι εργαζόμενοι.

Σε ιδιαίτερα δύσκολες οικονομικά περιόδους, το ποσοστό ανεργίας μπορεί να είναι μικρότερο από το πραγματικό ποσοστό των ανθρώπων που δεν έχουν εργασία, διότι το ποσοστό αυτό περιλαμβάνει μόνο όσους αναζητούν ενεργά εργασία. Οι εργαζόμενοι που έχουν αποθαρρυνθεί από την μη εύρεση εργασίας και δεν αναζητούν πλέον δεν υπολογίζονται στις στατιστικές μελέτες της ανεργίας. Για τον ίδιο λόγο, οι άνδρες ή οι γυναίκες που δεν εργάζονται για κάποιον εργοδότη, αλλά ασχολούνται με τα οικιακά ή την ανατροφή των παιδιών δεν συνυπολογίζονται στον επίσημο αριθμό ανεργίας. Στις Ηνωμένες Πολιτείες, η στατιστική Υπηρεσία Εργασίας διεξάγει μια μηνιαία έρευνα σε περίπου 50.000 νοικοκυριά που ονομάζεται Έρευνα Τωρινού Πληθυσμού, και χρησιμοποιεί τα αποτελέσματα της έρευνας αυτής για να υπολογίσει το ποσοστό ανεργίας. Εκφρασμένο ως ποσοστό, το ποσοστό ανεργίας βρίσκεται διαιρώντας τον αριθμό των ανέργων δια του συνόλου του εργατικού δυναμικού, και πολλαπλασιάζοντας το επί 100%.

Από το 1948 έως το 2004, το μηνιαίο ποσοστό ανεργίας των ΗΠΑ κυμάνθηκε μεταξύ 2,5% έως 10,8%, κατά μέσο όρο περίπου 5,6%. Αυτός ο μέσος όρος δεν αποτελεί σημάδι οικονομικών προβλήματων για τις ΗΠΑ, αφού κάποιος βαθμός

ανεργίας, ακόμη και στις ανεπτυγμένες χώρες πρέπει να αναμένεται. Η ανεργία μπορεί επίσης να διαιρεθεί σε κατηγορίες όπως: ανεργία τριβής, διαρθρωτική ανεργία και εποχιακή ανεργία. Στις γεωργικές εργασίες για παράδειγμα εμφανίζεται έντονη εποχιακή ανεργία κατά τους χειμερινούς μήνες. Η ανεργία τριβής αναφέρεται στο χρόνο και την ενέργεια που χρειάζεται ένα άτομο μέχρι να βρει εργασία σε περίπτωση που είναι άνεργο για ένα μέτριο χρονικό διάστημα, ενώ η διαρθρωτική ανεργία αναφέρεται σε μια αναντιστοιχία της προσφοράς και της ζήτησης εργασίας, για παράδειγμα, όταν απλά δεν υπάρχει μεγάλη ζήτηση για μία συγκεκριμένη εργασία ή όταν υπάρχει έλλειψη εξειδικευμένου εργατικού δυναμικού.

Οι οικονομολόγοι και οι φορείς χάραξης πολιτικής ανησυχούν όταν η ανεργία αυξάνεται πάνω από εκείνη του «φυσιολογικού» ποσοστού ανεργίας, όπου μια εκτίμηση του ποιο θεωρείται «φυσιολογικό» ποσοστό ανεργίας θα λέγαμε πως είναι το μέσο ποσοστό ανεργίας γύρω από το οποίο κυμαίνεται μία οικονομία, όταν αυτό μετράται σε μακροπρόθεσμη βάση.

- **Δείκτης πληθωρισμού (Inflation rate)**

Ο πληθωρισμός είναι ο ρυθμός με τον οποίο αυξάνεται το γενικό επίπεδο των τιμών αγαθών και υπηρεσιών και, ως εκ τούτου, η αγοραστική δύναμη του νομίσματος πέφτει. Οι κεντρικές τράπεζες προσπαθούν αφενός να περιορίσουν τον πληθωρισμό, και αφετέρου να αποφύγουν τον αποπληθωρισμό, προκειμένου να διατηρηθεί η ομαλή λειτουργία της οικονομίας. Ως αποτέλεσμα του πληθωρισμού, η αγοραστική δύναμη μιας νομισματικής μονάδας πέφτει. Για παράδειγμα, εάν ο ρυθμός πληθωρισμού είναι 2%, τότε ένα πακέτο τσιγάρες που κοστίζει \$1 σε ένα δεδομένο έτος θα κοστίζει \$1.02 το επόμενο έτος. Από τη στιγμή που αγαθά και υπηρεσίες απαιτούν περισσότερα χρήματα για την αγορά τους, η αξία των χρημάτων πέφτει.

Η θεωρία του μονεταρισμού υποθέτει ότι ο πληθωρισμός σχετίζεται με την προσφορά χρήματος σε μία οικονομία. Για παράδειγμα, μετά την κατάκτηση των Αζτέκων και των Ίνκας από τους Ισπανούς, τεράστιες ποσότητες από χρυσό και ασήμι άρχισαν να ρέουν στην ισπανική αλλά και στις υπόλοιπες ευρωπαϊκές οικονομίες. Δεδομένου ότι η προσφορά χρήματος είχε αυξηθεί γρήγορα, οι τιμές αυξήθηκαν και η αξία του χρήματος υποχώρησε, συμβάλλοντας στην οικονομική κατάρρευση.

Ιστορικά παραδείγματα πληθωρισμού και υπερπληθωρισμού:

Σήμερα, λίγα νομίσματα αποτελούνται εξ ολοκλήρου από χρυσό ή ασήμι. Δεδομένου ότι τα περισσότερα νομίσματα στον κόσμο είναι χαρτονομίσματα, η προσφορά χρήματος θα μπορούσε να αυξηθεί με ταχείς ρυθμούς για πολιτικούς λόγους, με αποτέλεσμα την αύξηση του πληθωρισμού. Το πιο γνωστό παράδειγμα είναι ο υπερπληθωρισμός που έπληξε την Δημοκρατία της Βαϊμάρης της Γερμανίας στις αρχές της δεκαετίας του 1920. Οι χώρες που κέρδισαν τον Α΄ Παγκόσμιο Πόλεμο απαίτησαν αποζημιώσεις από τη Γερμανία, οι οποίες όμως δεν μπορούσαν να καταβληθούν σε γερμανικό νόμισμα, καθώς η αξία του υποτιμήατο διαρκώς λόγω του δανεισμού του γερμανικού δημοσίου. Η Γερμανία προσπάθησε να εκτυπώσει χρεόγραφα, να αγοράσει

ξένο νόμισμα με αυτά, και να τα χρησιμοποιήσει για να πληρώσει τα χρέη της. Αυτή η πολιτική οδήγησε στην ταχεία υποτίμηση του γερμανικού μάρκου, και μαζί με αυτό σε υπερπληθωρισμό. Οι γερμανοί καταναλωτές επιδείνωσαν όλο και περισσότερο την κατάσταση προσπαθώντας να ξοδεύουν τα χρήματά τους όσο το δυνατόν γρηγορότερα, προσδοκώντας ότι θα άξιζαν όλο και λιγότερο όσο πιο πολύ περίμεναν. Το αποτέλεσμα ήταν ότι όλο και περισσότερα χρήματα πλημμυρίσαν την οικονομία και η αξία τους έπεσε κατακόρυφα σε σημείο όπου δεν διέφεραν σε τίποτα από ένα κομμάτι χαρτί. Παρόμοιες καταστάσεις συνέβησαν στο Περού το 1990 και στη Ζιμπάμπουε την περίοδο 2007-2008.

Ο πληθωρισμός και η παγκόσμια ύφεση το 2008

Οι κεντρικές τράπεζες έχουν καταβάλει σημαντικές προσπάθειες να μάθουν από αυτά τα επεισόδια χρησιμοποιώντας τα εργαλεία της νομισματικής πολιτικής για να κρατήσουν τον πληθωρισμό υπό έλεγχο. Κατά τη διάρκεια της οικονομικής κρίσης του 2008, η Ομοσπονδιακή Τράπεζα των ΗΠΑ είχε διατηρήσει τα επιτόκια κοντά στο μηδέν και ακολούθως εφάρμοσε το πρόγραμμα αγοράς ομολόγων γνωστό ως ποσοτική χαλάρωση. Ορισμένοι επικριτές του προγράμματος υποστήριξαν ότι θα προκαλέσει μια απότομη αύξηση του πληθωρισμού στο δολάριο των ΗΠΑ, αλλά ο πληθωρισμός, μετά την κορύφωσή του το 2007, μειωνόταν σταθερά κατά τα επόμενα οκτώ χρόνια. Υπάρχουν πολλοί λόγοι για τους οποίους η ποσοτική χαλάρωση δεν οδήγησε σε πληθωρισμό ή υπερπληθωρισμό. Η απλούστερη είναι ότι η ύφεση οδηγούσε την οικονομία σε ένα ισχυρό περιβάλλον αποπληθωρισμού, και η ποσοτική χαλάρωση ανέκοψε αυτήν της την πορεία.

Ενώ ο υπερβολικός πληθωρισμός και υπερπληθωρισμός επιφέρει αρνητικές συνέπειες στην οικονομία, οι συνέπειες του αποπληθωρισμού για την οικονομία μπορεί να είναι εξίσου αρνητικές ή και χειρότερα. Κατά συνέπεια, οι φορείς χάραξης πολιτικής από το τέλος του 20ου αιώνα έχουν προσπαθήσει να διατηρήσουν τον πληθωρισμό σταθερό στο 2% ετησίως. Η Ευρωπαϊκή Κεντρική Τράπεζα έχει ακολουθήσει επίσης επιθετική ποσοτική χαλάρωση για την αντιμετώπιση του αποπληθωρισμού στην Ευρωζώνη, και σε μερικές περιπτώσεις απαντώνται ακόμη και αρνητικά επιτόκια, λόγω των φόβων ότι ο αποπληθωρισμός θα μπορούσε να οδηγήσει την ευρωζώνη σε οικονομική στασιμότητα. Επιπλέον, οι χώρες που αντιμετωπίζουν υψηλότερα ποσοστά ανάπτυξης μπορούν να απορροφήσουν και υψηλότερα ποσοστά πληθωρισμού. Στόχος της Ινδίας για παράδειγμα είναι περίπου το 4%, της Βραζιλίας το 4,5%.

Ο πληθωρισμός γενικά μετριέται σε όρους δείκτη τιμών καταναλωτή (ΔΤΚ), ο οποίος παρακολουθεί τις τιμές ενός καλάθιού βασικών αγαθών και υπηρεσιών στην πάροδο του χρόνου. Αυτό το εργαλείο μετρά την «πραγματική» -δηλαδή, προσαρμοσμένη για τον πληθωρισμό- αξία των χρημάτων στην πάροδο του χρόνου. Είναι σημαντικό να σημειωθεί ότι η τιμή των αγαθών που αποτελούν τον ΔΤΚ δεν αλλάζουν με τον ίδιο ρυθμό ούτε αναγκαστικά κινούνται προς την ίδια κατεύθυνση. Για παράδειγμα, οι τιμές της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης και της στέγασης ενδέχεται να έχουν αυξηθεί πολύ πιο γρήγορα από τις τιμές των άλλων αγαθών και υπηρεσιών.

Εν τω μεταξύ, οι τιμές των καυσίμων ενδέχεται να έχουν υποστεί πολλαπλές αυξομειώσεις μέσα σε μία χρονική περίοδο.

Ο πληθωρισμός είναι ένας από τους κύριους λόγους που οι άνθρωποι επενδύουν. Ακριβώς όπως το πακέτο τσίχλες που κοστίζει 1 δολάριο θα κοστίζει \$1.02 σε ένα χρόνο, υποθέτοντας 2% πληθωρισμό, ένας λογαριασμός ταμειυτηρίου που άξιζε \$1000 θα άξιζει \$903,92 μετά από 5 χρόνια, και \$817,07 μετά από 10 χρόνια, με την προϋπόθεση ότι δεν θα κερδίζουν κανένα τόκο από την κατάθεση. Το να αποταμιεύουν τα χρήματά τους σε ένα στρώμα, ή το να αγοράσουν ένα από περιουσιακό στοιχείο, όπως ο χρυσός, μπορεί να έχει νόημα για ανθρώπους που ζουν σε ασταθείς οικονομίες ή σε περιβάλλοντα που στερούνται νομικής κάλυψης. Ωστόσο, για εκείνους που μπορούν να είναι βέβαιοι ότι τα χρήματά τους θα είναι αρκετά ασφαλή πραγματοποιώντας συνετές χρηματιστηριακές επενδύσεις, αυτή σίγουρα είναι η καλύτερη εναλλακτική. Φυσικά ο κίνδυνος δεν παύει να υπάρχει: οι εκδότες των ομολόγων μπορεί να πτωχεύσουν, και οι εταιρείες που εκδίδουν μετοχές μπορεί να υποτιμηθούν. Για το λόγο αυτό είναι σημαντικό οι επενδυτές να κάνουν ενδελεχή έρευνα δημιουργώντας το δικό τους διαφοροποιημένο χαρτοφυλάκιο. Αλλά για να αντισταθμίσουν τον πληθωρισμό, είναι σημαντικό να επενδύσουν σε περιουσιακά στοιχεία που αναμένεται να αποδώσουν κέρδη μεγαλύτερα του πληθωρισμού.

Κεφάλαιο 5^ο: Εφαρμογή στατιστικών μοντέλων πρόβλεψης

5.1 Εισαγωγικά στοιχεία

Στο κεφάλαιο αυτό εφαρμόζονται τα στατιστικά μοντέλα πρόβλεψης στις προς μελέτη χρονοσειρές. Αναλυτικά εφαρμόζονται οι μέθοδοι: Naïve, SES, Holt, Damped και Theta. Αναλυτική παρουσίαση των μοντέλων που θα εφαρμοστούν αμέσως μετά έγινε στο κεφάλαιο τρία. Σκοπός του κεφαλαίου αυτού είναι η πρόβλεψη των τιμών των τραπεζικών μετοχών για το έτος 2014 χρησιμοποιώντας ως δείγμα τις μηνιαίες παρατηρήσεις που αφορούν στα έτη 2007-2013. Μετά τον έλεγχο της ύπαρξης εποχιακής συμπεριφοράς στις χρονοσειρές, ακολούθως παρατίθενται συγκριτικοί πίνακες των σφαλμάτων που παρουσίασαν οι εφαρμοσθείσες μέθοδοι και οι σχετικές διαγραμματικές απεικονίσεις.

5.2 Κλασική μέθοδος αποσύνθεσης

Σε αρκετές περιπτώσεις οι χρονοσειρές εμφανίζουν σημαντική εποχιακότητα, δηλαδή ανά συγκεκριμένα χρονικά διαστήματα μίας περιόδου παρατηρείται επαναλαμβανόμενη συμπεριφορά που συνιστά ένα μοτίβο. Έτσι στην περίπτωση μηνιαίων παρατηρήσεων, παρατηρείται ότι συγκεκριμένους μήνες του έτους παρουσιάζονται σταθερά υψηλότερες ή χαμηλότερες τιμές σε σχέση με τους υπόλοιπους μήνες στο ίδιο έτος. Τυπικό παράδειγμα τέτοιας συμπεριφοράς αποτελούν οι μηνιαίες πωλήσεις ενός καταστήματος εποχιακών ειδών, όπου υψηλός αριθμός πωλήσεων εμφανίζεται τους καλοκαιρινούς ή τους χειμερινούς μήνες αντίστοιχα.

Στις περιπτώσεις αυτές η μεθοδολογία που πρέπει να ακολουθείται για την ορθή επεξεργασία των χρονοσειρών είναι η εφαρμογή της κλασικής μεθόδου αποσύνθεσης. Η μέθοδος αυτή αποτελεί την απλούστερη διαδικασία με την οποία μία χρονοσειρά απομονώνεται στις 4 συνιστώσες της, δηλαδή τις: 1) Τάση, 2) Κυκλικότητα, 3) Εποχιακότητα και 4) Τυχειότητα. Έτσι είναι δυνατή η αφαίρεση της συνιστώσας της εποχιακότητας από τις προς εξέταση χρονοσειρές ώστε να μπορούν τα δεδομένα να χρησιμοποιηθούν για πρόβλεψη πριν επανεποχικοποιηθούν ξανά για την παραγωγή της τελικής πρόβλεψης.

Τα πέντε βασικά μεθοδολογικά βήματα που πρέπει να συντελεστούν είναι τα εξής:

Βήμα 1^ο :

Σε πρώτη φάση υπολογίζεται κινητός μέσος όρος (ΚΜΟ) μήκους (k) ίσος με το μήκος εποχιακότητας της χρονοσειράς. ($k=12$, για μηνιαία δεδομένα). Οι παραγόμενοι κινητοί μέσοι όροι έχουν πλέον αμελητέα εποχιακότητα και τυχειότητα και συνεπώς ισχύει:

$$KMO(n) = T * C$$

Βήμα 2^ο :

Διαίρεση των πραγματικών δεδομένων με τους αντίστοιχους κινητούς μέσους όρους που υπολογίστηκαν στο πρώτο βήμα, ώστε να προκύψει η χρονοσειρά, απαλλαγμένη από την τάση και τον κύκλο. Ισχύει επομένως:

$$\frac{Y}{KMO(n)} = \frac{T * C * S * R}{T * C} = S * R$$

Βήμα 3^ο :

Απαλοιφή της τυχαιότητας από τους λόγους εποχιακότητας του δευτέρου βήματος. Η διαδικασία επιτυγχάνεται με εύρεση της μέσης τιμής των αντίστοιχων λόγων εποχιακότητας, δηλαδή των λόγων που αναφέρονται σε αντίστοιχες χρονικές περιόδους.

Βήμα 4^ο :

Γίνεται διαίρεση των πραγματικών δεδομένων με τους αντίστοιχους δείκτες εποχιακότητας για να βρεθεί η αποεποχικοποιημένη σειρά. Τελικά προκύπτει χρονοσειρά που περιέχει μόνο τάση, κύκλο και τυχαιότητα, οπότε και η διαδικασία της αποεποχικοποίησης έχει ολοκληρωθεί.

Ισχύει πλέον ότι:

$$\frac{Y}{S} = \frac{T * C * S * R}{S} = T * C * R$$

5.3 Έλεγχος σημαντικότητας εποχιακής συμπεριφοράς

Ο έλεγχος σημαντικότητας της εποχιακής συμπεριφοράς μιας σειράς δεδομένων εφαρμόζεται μέσω ελέγχου αυτοσυσχέτισης δεδομένων με περίοδο καθυστέρησης (k) ίση με τον αριθμό των περιόδων ενός κύκλου εποχιακότητας (pos) σε σύγκριση με τις αυτοσυσχετίσεις περιόδου καθυστέρησης έως και μιας μονάδας μικρότερης από τον αριθμό των περιόδων ενός κύκλου εποχιακότητας. Μία χρονοσειρά επομένως θεωρείται εποχιακή αν και μόνο αν ισχύει:

$$|ACF_{pos}| > \text{Limit}$$

Όπου:

$$ACF_k = \frac{\sum_{i=1+k}^n [(Y_i - \bar{Y}) * (Y_{i-k} - \bar{Y})]}{\sum_{i=1}^n (Y_i - \bar{Y})^2}$$

και

$$Limit = t_{critical} * \sqrt{\frac{1 + 2 * (ACF_1 + \sum_{i=2}^{pos-1} ACF_i^2)}{n}}$$

Όπου το Y δηλώνει το διάνυσμα των αρχικών παρατηρήσεων, το \bar{Y} δηλώνει τη μέση τιμή και το n το πλήθων των δεδομένων, που στην συγκεκριμένη περίπτωση ήταν ίσο με 84(μηνιαίες παρατηρήσεις για τα έτη 2007-2013). Τέλος, η τιμή του $t_{critical}$ καθορίζεται από το επίπεδο εμπιστοσύνης που επιθυμούμε για τον έλεγχο σημαντικότητας εποχιακής συμπεριφοράς. Ως επί το πλείστον, όπως και στο πλαίσιο της παρούσας διπλωματικής εργασίας επιλέχθηκε επίπεδο εμπιστοσύνης 90%, όποτε η ανίστοιχη τιμή για το $t_{critical}$ ελήφθη υπόψιν ίση με 1.645. Επίσης δεδομένων των μηνιαίων παρατηρήσεων των χρονοσειρών μας, ο αριθμός των περιόδων σε ένα κύκλο εποχιακότητας τέθηκε ίσος με: (pos) = (k) = 12.

Ακολουθεί ο πίνακας ελέγχου της εποχιακής συμπεριφοράς των χρονοσειρών που μελετήθηκαν:

Τραπεζική Μετοχή	ACF_{12}	Limit	Ύπαρξη εποχιακής συμπεριφοράς
JPMorgan Chase	0.2788	1.7106	OXI
Citigroup	0.6039	1.7743	OXI
Deutsche Bank	0.5808	1.7733	OXI
ING	0.6457	1.7845	OXI
Credit Suisse	0.5705	1.7696	OXI
Banco Santander	0.5663	1.7703	OXI
Bank of Montreal	0.5044	1.7611	OXI
DBS Group	0.4463	1.7500	OXI
National Bank of Greece	0.7225	1.7997	OXI
Alpha Bank	0.7136	1.7964	OXI

Πίνακας 1 Έλεγχος εποχιακής συμπεριφοράς χρονοσειρών

Καμία από τις χρονοσειρές που μελετώνται δεν παρουσιάζει σημαντική εποχιακή συμπεριφορά, επομένως δεν κρίνεται αναγκαία η αποεποχικοποίηση των δεδομένων. Η πορεία της αξίας μιας μετοχής και ειδικότερα τραπεζικής είναι όπως φαίνεται σπάνιο να παρουσιάσει στοιχεία εποχιακότητας.

5.4 Εφαρμογή των μοντέλων πρόβλεψης

5.4.1 Απλοϊκή Μέθοδος (Naïve)

Η μέθοδος πρόβλεψης Naïve είναι η απλούστερη μέθοδος πρόβλεψης, καθώς η πρόβλεψη προκύπτει λαμβάνοντας την τιμή της ακριβώς προηγούμενης παρατήρησης. Επεκτείνοντας την πρόβλεψη στο χρόνο και για μηνιαίες παρατηρήσεις, όλες οι παρατηρήσεις (δώδεκα παρατηρήσεις για το έτος 2014) θα έχουν τιμή ίση με την μηνιαία παρατήρηση του Δεκεμβρίου του 2013. Έτσι προκύπτουν οι παρακάτω προβλέψεις για τις τιμές των τραπεζικών μετοχών που μελετώνται:

Date	Data	JPM	Data	Citigroup Inc	Data	ING	Data	Credit Suisse	Data	Deutsche Bank
02/01/14	55.36	58.48	47.43	52.11	13.21	14.01	30.15	31.04	48.18	48.24
03/02/14	56.82	58.48	48.63	52.11	14.52	14.01	31.37	31.04	48.34	48.24
03/03/14	60.71	58.48	47.60	52.11	14.25	14.01	32.38	31.04	44.83	48.24
01/04/14	55.98	58.48	47.91	52.11	14.30	14.01	31.67	31.04	44.03	48.24
01/05/14	55.57	58.48	47.57	52.11	14.04	14.01	29.70	31.04	40.53	48.24
02/06/14	57.62	58.48	47.10	52.11	14.02	14.01	28.37	31.04	35.18	48.24
01/07/14	57.67	58.48	48.91	52.11	12.97	14.01	27.10	31.04	34.16	48.24
01/08/14	59.45	58.48	51.65	52.11	13.77	14.01	28.24	31.04	34.31	48.24
02/09/14	60.24	58.48	51.82	52.11	14.19	14.01	27.64	31.04	34.86	48.24
01/10/14	60.48	58.48	53.53	52.11	14.32	14.01	26.64	31.04	31.32	48.24
03/11/14	60.16	58.48	53.97	52.11	14.60	14.01	26.67	31.04	32.65	48.24
01/12/14	62.58	58.48	54.11	52.11	12.97	14.01	25.08	31.04	30.02	48.24

Πίνακας 1 Πρόβλεψη με χρήση της μεθόδου Naive

Date	Data	Bank of Montreal	Data	Dbs Group	Data	Banco Santander	Data	NBG	Data	Alpha Bank
02/01/14	61.08	66.66	16.47	17.10	8.64	9.07	3.29	3.92	0.67	0.63
03/02/14	65.97	66.66	16.52	17.10	9.05	9.07	3.56	3.92	0.73	0.63
03/03/14	67.01	66.66	16.17	17.10	9.58	9.07	3.94	3.92	0.72	0.63
01/04/14	68.94	66.66	16.94	17.10	9.96	9.07	2.80	3.92	0.70	0.63
01/05/14	70.30	66.66	16.90	17.10	10.22	9.07	2.62	3.92	0.69	0.63
02/06/14	73.59	66.66	16.75	17.10	10.42	9.07	2.67	3.92	0.68	0.63
01/07/14	74.57	66.66	18.22	17.10	9.97	9.07	2.41	3.92	0.60	0.63
01/08/14	76.96	66.66	17.92	17.10	9.92	9.07	2.61	3.92	0.67	0.63
02/09/14	73.62	66.66	18.42	17.10	9.50	9.07	2.32	3.92	0.61	0.63
01/10/14	72.60	66.66	18.48	17.10	8.77	9.07	1.92	3.92	0.52	0.63
03/11/14	73.69	66.66	19.83	17.10	8.90	9.07	1.92	3.92	0.52	0.63
01/12/14	70.73	66.66	20.60	17.10	8.33	9.07	1.47	3.92	0.47	0.63

Πίνακας 2 Πρόβλεψη με χρήση της μεθόδου Naive

Η χρήση της μεθόδου Naïve απεδείχθη ιδιαίτερα αποτελεσματική στην πρόβλεψη της τραπεζικής τιμής μετοχής των JPMorgan και ING, παρουσιάζοντας τα ακόλουθα σφάλματα:

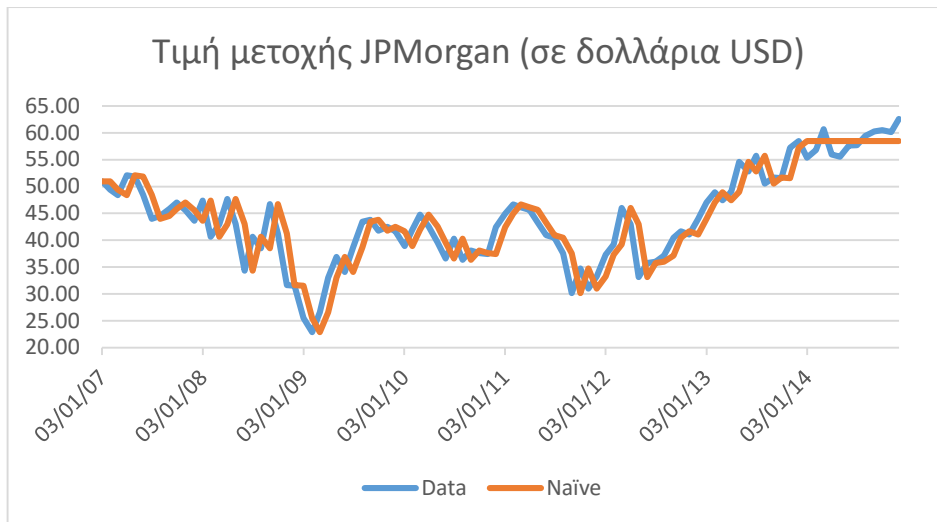
Naïve Forecasting Method	MAPE	MAE	MSE	Smape
Date				
01/12/14	6.5516	3.1200	16.8100	6.7735
03/11/14	2.7926	1.6600	2.8224	2.8321
01/10/14	3.3069	2.2300	4.0000	3.3625
02/09/14	2.9216	2.5000	3.0976	2.9650
01/08/14	1.6316	2.9100	0.9409	1.6450
01/07/14	1.4045	0.8600	0.6561	1.3948
02/06/14	1.4925	0.8100	0.7396	1.4815
01/05/14	5.2366	0.9700	8.4681	5.1030
01/04/14	4.4659	1.7600	6.2500	4.3683
03/03/14	3.6732	2.0000	4.9729	3.7419
03/02/14	2.9215	1.6800	2.7556	2.8794
02/01/14	5.6358	4.1000	9.7344	5.4814
Annual Error	3.5029	2.0500	5.1040	3.5024

Πίνακας 3 Σφάλματα πρόβλεψης για την τιμή της μετοχής JPMorgan

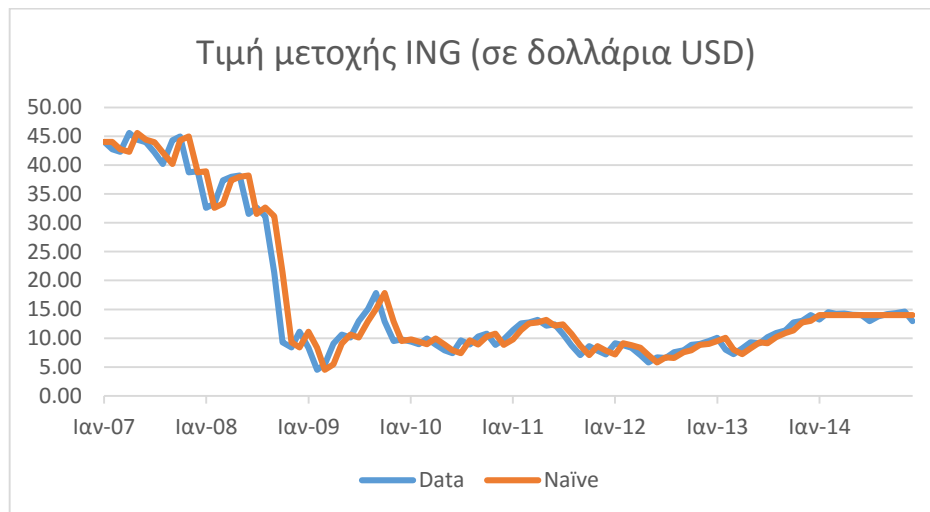
Naïve Forecasting Method	MAPE	MAE	MSE	Smape
Date				
01/12/14	8.0185	1.0400	1.0816	7.7094
03/11/14	4.0411	0.5900	0.3481	4.1244
01/10/14	2.1648	0.3100	0.0961	2.1885
02/09/14	1.2685	0.1800	0.0324	1.2766
01/08/14	1.7429	0.2400	0.0576	1.7279
01/07/14	8.0185	1.0400	1.0816	7.7094
02/06/14	0.0713	0.0100	0.0001	0.0714
01/05/14	0.2137	0.0300	0.0009	0.2139
01/04/14	2.0280	0.2900	0.0841	2.0487
03/03/14	1.6842	0.2400	0.0576	1.6985
03/02/14	3.5124	0.5100	0.2601	3.5752
02/01/14	6.0560	0.8000	0.6400	5.8780
Annual Error	3.2350	0.4400	0.3117	3.1852

Πίνακας 4 Σφάλματα πρόβλεψης για την τιμή της μετοχής ING

Η αποτελεσματικότητα της μεθόδου Naïve φαίνεται ακόμα καλύτερα στα διαγράμματα που ακολουθούν:



Γράφημα 1 Πρόβλεψη με χρήση της Naïve για την JpMorgan



Γράφημα 2 Πρόβλεψη με χρήση της Naïve για την ING

Στα παραπάνω διαγράμματα ουσιαστικά βλέπουμε την πορτοκαλί γραμμή να ακολουθεί την αντίστοιχη μπλε. Αυτό είναι και το βασικό χαρακτηριστικό της μεθόδου Naïve, που στην συγκεκριμένη περίπτωση πέτυχε πολύ καλή ακρίβεια πρόβλεψης.

5.4.2 Μοντέλο σταθερού επιπέδου (Simple Exponential Smoothing)

Εφαρμόζοντας την μεθοδολογία της παραγράφου 3.4.2.1 για το μοντέλο σταθερού επιπέδου, προκύπτουν οι παρακάτω προβλέψεις για τις τιμές των δέκα τραπεζικών μετοχών που μελετώνται. Σημειώνουμε ότι ο υπολογισμός του κατάλληλου συντελεστή εξομάλυνσης α έγινε σε περιβάλλον Matlab με ακρίβεια 0.001 (βλέπε παράρτημα 1). Η διαδικασία εξηγείται αναλυτικά στο παράρτημα.

Date	Data	JPM	Data	Citigroup Inc	Data	ING	Data	Credit Suisse	Data	Deutsche Bank
02/01/14	55.36	58.39	47.43	52.11	13.21	14.01	30.15	31.04	48.18	48.24
03/02/14	56.82	58.39	48.63	52.11	14.52	14.01	31.37	31.04	48.34	48.24
03/03/14	60.71	58.39	47.60	52.11	14.25	14.01	32.38	31.04	44.83	48.24
01/04/14	55.98	58.39	47.91	52.11	14.30	14.01	31.67	31.04	44.03	48.24
01/05/14	55.57	58.39	47.57	52.11	14.04	14.01	29.70	31.04	40.53	48.24
02/06/14	57.62	58.39	47.10	52.11	14.02	14.01	28.37	31.04	35.18	48.24
01/07/14	57.67	58.39	48.91	52.11	12.97	14.01	27.10	31.04	34.16	48.24
01/08/14	59.45	58.39	51.65	52.11	13.77	14.01	28.24	31.04	34.31	48.24
02/09/14	60.24	58.39	51.82	52.11	14.19	14.01	27.64	31.04	34.86	48.24
01/10/14	60.48	58.39	53.53	52.11	14.32	14.01	26.64	31.04	31.32	48.24
03/11/14	60.16	58.39	53.97	52.11	14.60	14.01	26.67	31.04	32.65	48.24
01/12/14	62.58	58.39	54.11	52.11	12.97	14.01	25.08	31.04	30.02	48.24

Πίνακας 5 Πρόβλεψη με χρήση της μεθόδου SES

Date	Data	Bank of Montreal	Data	DBS Group	Data	Banco Santander	Data	NBG	Data	Alpha Bank
02/01/14	61.08	66.66	16.47	17.10	8.64	9.07	3.29	3.92	0.67	0.63
03/02/14	65.97	66.66	16.52	17.10	9.05	9.07	3.56	3.92	0.73	0.63
03/03/14	67.01	66.66	16.17	17.10	9.58	9.07	3.94	3.92	0.72	0.63
01/04/14	68.94	66.66	16.94	17.10	9.96	9.07	2.80	3.92	0.70	0.63
01/05/14	70.30	66.66	16.90	17.10	10.22	9.07	2.62	3.92	0.69	0.63
02/06/14	73.59	66.66	16.75	17.10	10.42	9.07	2.67	3.92	0.68	0.63
01/07/14	74.57	66.66	18.22	17.10	9.97	9.07	2.41	3.92	0.60	0.63
01/08/14	76.96	66.66	17.92	17.10	9.92	9.07	2.61	3.92	0.67	0.63
02/09/14	73.62	66.66	18.42	17.10	9.50	9.07	2.32	3.92	0.61	0.63
01/10/14	72.60	66.66	18.48	17.10	8.77	9.07	1.92	3.92	0.52	0.63
03/11/14	73.69	66.66	19.83	17.10	8.90	9.07	1.92	3.92	0.52	0.63
01/12/14	70.73	66.66	20.60	17.10	8.33	9.07	1.47	3.92	0.47	0.63

Πίνακας 6 Πρόβλεψη με χρήση της μεθόδου SES

Το μοντέλο σταθερού επιπέδου (SES), απεδείχθη ιδιαίτερα αποτελεσματικό στον υπολογισμό της τιμής της μετοχής των JPMorgan και DBS, κάτι φαίνεται από τα σφάλματα όπως υπολογίστηκαν παρακάτω:

SES Forecasting Method	MAPE	MAE	MSE	Smape
Date				
01/12/14	6.7020	4.1941	17.5905	6.9344
03/11/14	2.9490	1.7741	3.1474	2.9931
01/10/14	3.4625	2.0941	4.3853	3.5235

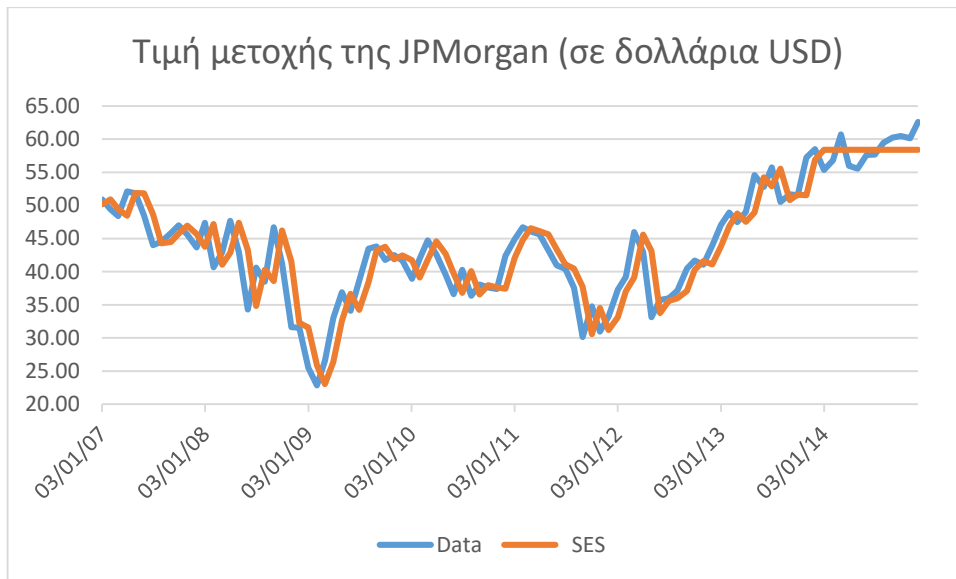
02/09/14	3.0779	1.8541	3.4377	3.1260
01/08/14	1.7899	1.0641	1.1323	1.8061
01/07/14	1.2414	0.7159	0.5125	1.2337
02/06/14	1.3292	0.7659	0.5866	1.3205
01/05/14	5.0673	2.8159	7.9293	4.9421
01/04/14	4.2978	2.4059	5.7884	4.2074
03/03/14	3.8282	2.3241	5.4014	3.9029
03/02/14	2.7559	1.5659	2.4520	2.7184
02/01/14	5.4659	3.0259	9.1561	5.3205
Annual Error	3.4972	2.0500	5.1266	3.5024

Πίνακας 7 Σφάλματα πρόβλεψης για την τιμή της μετοχής JPMorgan

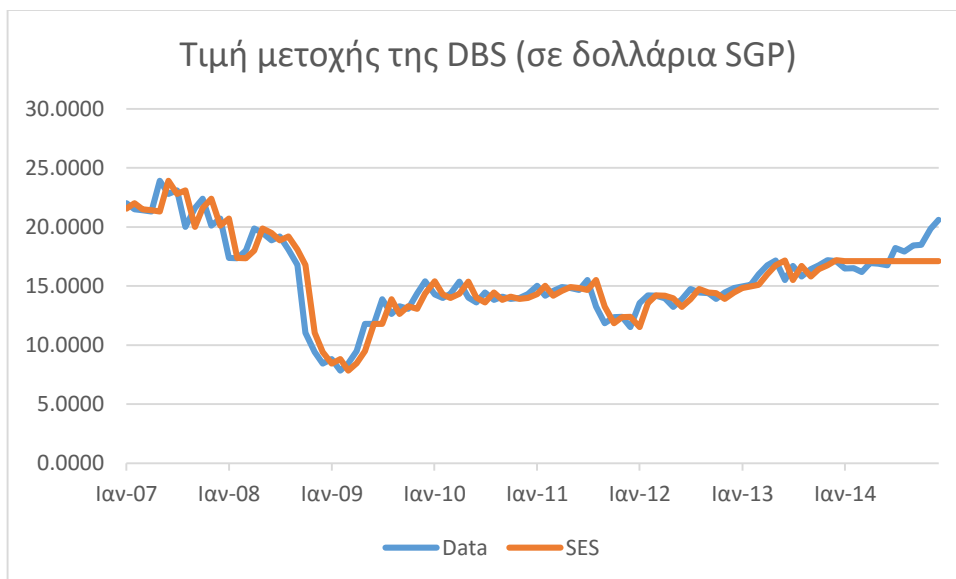
SES Forecasting Method	MAPE	MAE	MSE	Smape
Date				
01/12/14	16.9898	3.4999	12.2493	18.5671
03/11/14	13.7665	2.7299	7.4524	14.7841
01/10/14	7.4670	1.3799	1.9041	7.7566
02/09/14	7.1656	1.3199	1.7421	7.4318
01/08/14	4.5753	0.8199	0.6722	4.6825
01/07/14	6.1465	1.1199	1.2542	6.3414
02/06/14	2.0901	0.3501	0.1226	2.0685
01/05/14	1.1840	0.2001	0.0400	1.1771
01/04/14	0.9451	0.1601	0.0256	0.9407
03/03/14	5.7520	0.9301	0.8651	5.5912
03/02/14	3.5115	0.5801	0.3365	3.4509
02/01/14	3.8257	0.6301	0.3970	3.7539
Annual Error	6.1183	1.1433	2.2551	6.3788

Πίνακας 8 Σφάλματα πρόβλεψης για την τιμή της μετοχής DBS

Τα διαγράμματα που ακολουθούν αφορούν στη χρήση της μεθόδου SES στις παραπάνω τράπεζες, JPMorgan και DBS:



Γράφημα 3 Πρόβλεψη με χρήση της SES για την JpMorgan



Γράφημα 4 Πρόβλεψη με χρήση της SES για την DBS Group

Στα παραπάνω διαγράμματα μετά τον υπολογισμό των βέλτιστων συντελεστών εξομάλυνσης για τις χρονοσειρές έγινε η προέκτασή τους στο 2014. Αυτοί υπολογίστηκαν $\alpha=0.941$ για την JPMorgan και $\alpha=0.999$ για την DBS. Το συγκεκριμένο μοντέλο έχει σταθερό το επίπεδό του, γι' αυτό και οι μηνιαίες προβλέψεις για το 2014 είναι όλες ίσες μεταξύ τους.

5.4.3 Μοντέλο γραμμικής τάσης (Holt Exponential Smoothing)

Η εφαρμογή του μοντέλου γραμμικής τάσης στα αρχικά μας δεδομένα, έδωσε τις παρακάτω προβλέψεις για τις χρονοσειρές μας. Πρέπει να σημειωθεί ότι ο υπολογισμός της βέλτιστης τιμής για τις παραμέτρους α, β έγινε με χρήση του προγράμματος Matlab ελαχιστοποιώντας το μέσο τετραγωνικό σφάλμα MSE και η διαδικασία εξηγείται στο παράρτημα. Τελικά, σύμφωνα με τη θεωρία όπως διατυπώθηκε στην παράγραφο 3.4.2.2 έχουμε:

Date	Data	JPM	Data	Citigroup Inc	Data	ING	Data	Credit Suisse	Data	Deutsche Bank
02/01/14	55.36	58.98	47.43	53.06	13.21	13.22	30.15	29.24	48.18	48.56
03/02/14	56.82	59.52	48.63	54.01	14.52	13.37	31.37	28.93	48.34	48.86
03/03/14	60.71	60.07	47.60	54.96	14.25	13.51	32.38	28.62	44.83	49.15
01/04/14	55.98	60.62	47.91	55.91	14.30	13.65	31.67	28.31	44.03	49.45
01/05/14	55.57	61.17	47.57	56.86	14.04	13.80	29.70	28.01	40.53	49.75
02/06/14	57.62	61.72	47.10	57.81	14.02	13.94	28.37	27.70	35.18	50.05
01/07/14	57.67	62.27	48.91	58.75	12.97	14.08	27.10	27.39	34.16	50.35
01/08/14	59.45	62.82	51.65	59.70	13.77	14.23	28.24	27.08	34.31	50.65
02/09/14	60.24	63.37	51.82	60.65	14.19	14.37	27.64	26.77	34.86	50.94
01/10/14	60.48	63.92	53.53	61.60	14.32	14.52	26.64	26.46	31.32	51.24
03/11/14	60.16	64.47	53.97	62.55	14.60	14.66	26.67	26.16	32.65	51.54
01/12/14	62.58	65.02	54.11	63.50	12.97	14.80	25.08	25.85	30.02	51.84

Πίνακας 9 Πρόβλεψη με χρήση της μεθόδου Holt

Date	Data	Bank of Montreal	Data	Dbs Group	Data	Banco Santander	Data	NBG	Data	Alpha Bank
02/01/14	61.08	67.01	16.47	17.16	8.64	8.55	3.29	3.40	0.67	0.61
03/02/14	65.97	67.37	16.52	17.23	9.05	8.35	3.56	2.89	0.73	0.58
03/03/14	67.01	67.72	16.17	17.29	9.58	8.16	3.94	2.37	0.72	0.56
01/04/14	68.94	68.07	16.94	17.35	9.96	7.97	2.80	1.85	0.70	0.54
01/05/14	70.30	68.42	16.90	17.41	10.22	7.77	2.62	1.34	0.69	0.52
02/06/14	73.59	68.78	16.75	17.47	10.42	7.58	2.67	0.82	0.68	0.50
01/07/14	74.57	69.13	18.22	17.53	9.97	7.38	2.41	0.30	0.60	0.47
01/08/14	76.96	69.48	17.92	17.60	9.92	7.19	2.61	0.01	0.67	0.45
02/09/14	73.62	69.83	18.42	17.66	9.50	7.00	2.32	0.01	0.61	0.43
01/10/14	72.60	70.19	18.48	17.72	8.77	6.80	1.92	0.01	0.52	0.41
03/11/14	73.69	70.54	19.83	17.78	8.90	6.61	1.92	0.01	0.52	0.39
01/12/14	70.73	70.89	20.60	17.84	8.33	6.41	1.47	0.01	0.47	0.37

Πίνακας 10 Πρόβλεψη με χρήση της μεθόδου Holt

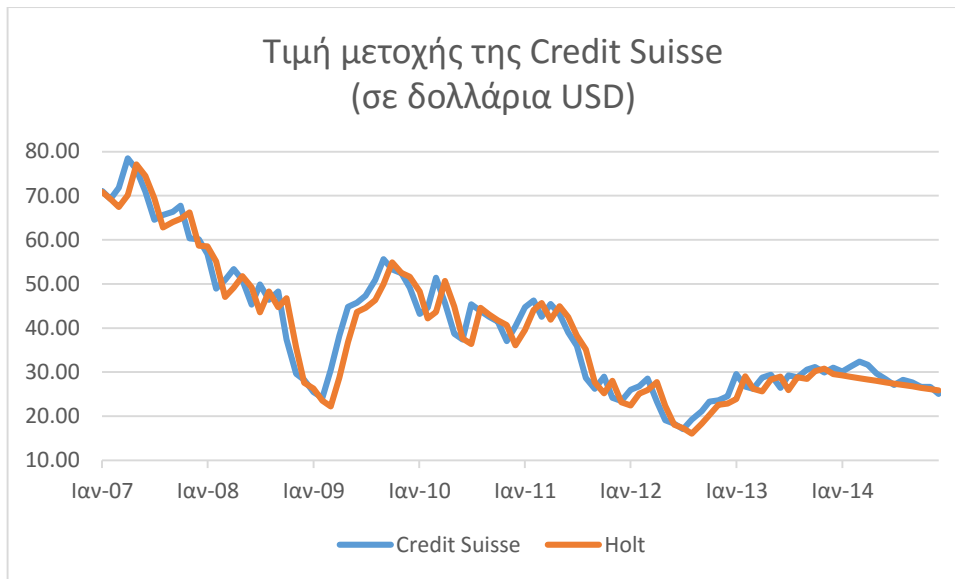
Το μοντέλο γραμμικής τάσης έδωσε τα εξής σφάλματα για τις τιμές των μετοχών των Credit Suisse και Bank of Montreal:

Holt Forecasting Method	MAPE	MAE	MSE	Smape
Date				
01/12/14	3.0594	0.7673	0.5887	3.0133
03/11/14	1.9288	0.5144	0.2646	1.9475
01/10/14	0.6610	0.1761	0.0310	0.6632
02/09/14	3.1397	0.8678	0.7531	3.1897
01/08/14	4.1059	1.1595	1.3444	4.1919
01/07/14	1.0657	0.2888	0.0834	1.0600
02/06/14	2.3719	0.6729	0.4528	2.4003
01/05/14	5.7057	1.6946	2.8717	5.8733
01/04/14	10.5977	3.3563	11.2647	11.1907
03/03/14	11.6059	3.7580	14.1226	12.3209
03/02/14	7.7772	2.4397	5.9521	8.0918
02/01/14	3.0229	0.9114	0.8306	3.0693
Annual Error	4.5868	1.3839	3.2133	4.7510

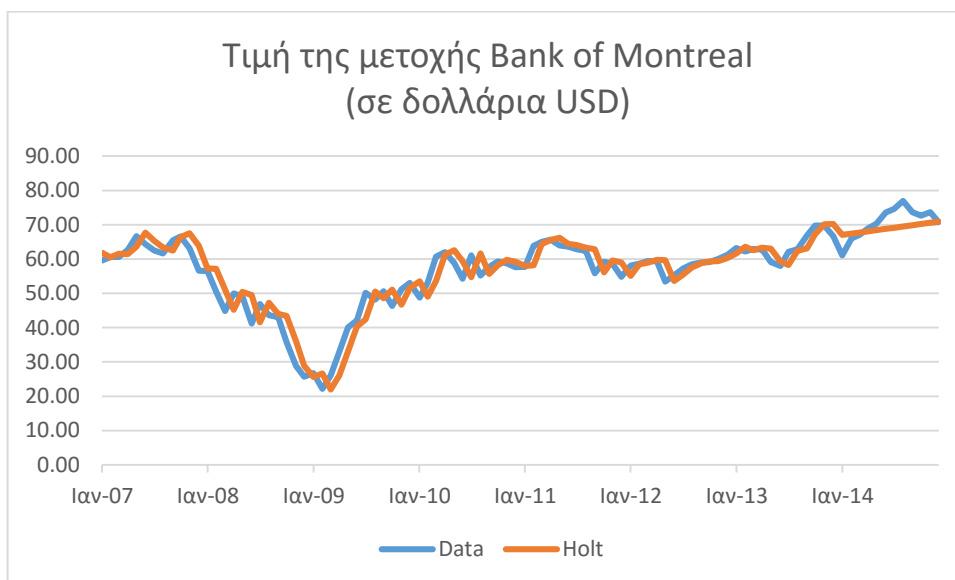
Πίνακας 11 Σφάλματα πρόβλεψης για την τιμή της μετοχής Credit Suisse

Holt Forecasting Method	MAPE	MAE	MSE	Smape
Date				
01/12/14	0.2296	0.1624	0.0264	0.2293
03/11/14	4.2751	3.1503	9.9244	4.3684
01/10/14	3.3237	2.4130	5.8226	3.3799
02/09/14	5.1422	3.7857	14.3315	5.2779
01/08/14	9.7173	7.4784	55.9265	10.2135
01/07/14	7.2966	5.4411	29.6056	7.5729
02/06/14	6.5414	4.8138	23.1727	6.7626
01/05/14	2.6693	1.8765	3.5213	2.7054
01/04/14	1.2608	0.8692	0.7555	1.2688
03/03/14	1.0567	0.7081	0.5014	1.0512
03/02/14	2.1152	1.3954	1.9471	2.0931
02/01/14	9.7130	5.9327	35.1969	9.2631
Annual Error	4.4451	3.1689	15.0610	4.5155

Πίνακας 12 Σφάλματα πρόβλεψης για την τιμή της μετοχής Bank Of Montreal



Γράφημα 5 Πρόβλεψη με χρήση της Holt για την Credit Suisse



Γράφημα 6 Πρόβλεψη με χρήση της Holt για την BoM

Παρατηρούμε στα παραπάνω γραφήματα πως το μοντέλο γραμμικής τάσης(πορτοκαλί γραμμή) έχει αποκρυπτογραφήσει με ακρίβεια την τάση των χρονοσειρών της μελέτης μας, προβλέποντας με επιτυχία την πορεία της μετοχής για το 2014, πράγμα που την καθιστά επιτυχή.

5.4.4 Μοντέλο μη γραμμικής τάσης

Το μοντέλο μη γραμμικής τάσης αποτελεί γενίκευση των μοντέλων εξομάλυνσης που εφαρμόστηκαν παραπάνω. Σύμφωνα με την παράγραφο θεωρίας 3.4.2.3, η εφαρμογή του έδωσε τα ακόλουθα αποτελέσματα:

Date	Data	JPM	Data	Citigroup Inc	Data	ING	Data	Credit Suisse	Data	Deutsche Bank
02/01/14	55.36	58.98	47.43	54.23	13.21	13.22	30.15	29.24	48.18	48.56
03/02/14	56.82	58.98	48.63	54.60	14.52	13.37	31.37	28.93	48.34	48.86
03/03/14	60.71	58.98	47.60	54.98	14.25	13.51	32.38	28.62	44.83	49.15
01/04/14	55.98	58.98	47.91	55.36	14.30	13.65	31.67	28.31	44.03	49.45
01/05/14	55.57	58.98	47.57	55.74	14.04	13.80	29.70	28.01	40.53	49.75
02/06/14	57.62	58.98	47.10	56.12	14.02	13.94	28.37	27.70	35.18	50.05
01/07/14	57.67	58.98	48.91	56.49	12.97	14.08	27.10	27.39	34.16	50.35
01/08/14	59.45	58.98	51.65	56.87	13.77	14.23	28.24	27.08	34.31	50.65
02/09/14	60.24	58.98	51.82	57.25	14.19	14.37	27.64	26.77	34.86	50.94
01/10/14	60.48	58.98	53.53	57.63	14.32	14.52	26.64	26.46	31.32	51.24
03/11/14	60.16	58.98	53.97	58.01	14.60	14.66	26.67	26.16	32.65	51.54
01/12/14	62.58	58.98	54.11	58.38	12.97	14.80	25.08	25.85	30.02	51.84

Πίνακας 14 Πρόβλεψη με χρήση της μεθόδου μη γραμμικής τάσης

Date	Data	Bank of Montreal	Data	Dbs Group	Data	Banco Santander	Data	NBG	Data	Alpha Bank
02/01/14	61.08	70.35	16.47	17.25	8.64	8.55	3.29	3.86	0.67	0.61
03/02/14	65.97	70.53	16.52	17.26	9.05	8.35	3.56	3.65	0.73	0.58
03/03/14	67.01	70.71	16.17	17.28	9.58	8.16	3.94	3.44	0.72	0.56
01/04/14	68.94	70.89	16.94	17.29	9.96	7.97	2.80	3.24	0.70	0.54
01/05/14	70.30	71.06	16.90	17.30	10.22	7.77	2.62	3.03	0.69	0.52
02/06/14	73.59	71.24	16.75	17.32	10.42	7.58	2.67	2.82	0.68	0.50
01/07/14	74.57	71.42	18.22	17.33	9.97	7.38	2.41	2.62	0.60	0.47
01/08/14	76.96	71.59	17.92	17.34	9.92	7.19	2.61	2.41	0.67	0.45
02/09/14	73.62	71.77	18.42	17.35	9.50	7.00	2.32	2.20	0.61	0.43
01/10/14	72.60	71.95	18.48	17.37	8.77	6.80	1.92	2.00	0.52	0.41
03/11/14	73.69	72.12	19.83	17.38	8.90	6.61	1.92	1.79	0.52	0.39
01/12/14	70.73	72.30	20.60	17.39	8.33	6.41	1.47	1.58	0.47	0.37

Πίνακας 15 Πρόβλεψη με χρήση της μεθόδου μη γραμμικής τάσης

Στην περίπτωση των JPMorgan και ING είχαμε ιδιαίτερα αξιόλογα αποτελέσματα, όπως φαίνεται από τον πίνακα σφαλμάτων και τα γραφήματα που ακολουθούν:

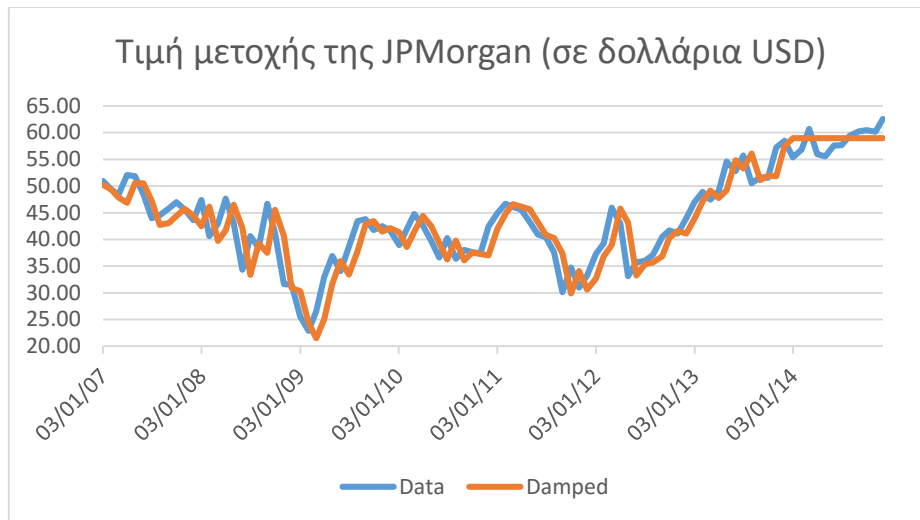
Non linear trend Forecasting Method	MAPE	MAE	MSE	Smape
-------------------------------------	------	-----	-----	-------

Date				
01/12/14	6.5347	3.6024	13.0870	6.3279
03/11/14	3.7973	1.1824	4.6552	3.7265
01/10/14	2.8536	1.5024	3.0012	2.8949
02/09/14	5.3548	1.2624	8.9856	5.2151
01/08/14	6.1321	0.4724	11.6117	5.9497
01/07/14	2.3561	1.3076	1.8431	2.3287
02/06/14	2.2674	1.3576	1.7098	2.2420
01/05/14	0.7946	3.4076	0.2232	0.7978
01/04/14	2.0956	2.9976	1.5937	2.1178
03/03/14	2.4841	1.7324	2.2572	2.5154
03/02/14	1.9654	2.1576	1.3981	1.9849
02/01/14	5.7565	3.6176	12.9773	5.9271
Annual Error	3.5327	2.0500	5.2786	3.5023

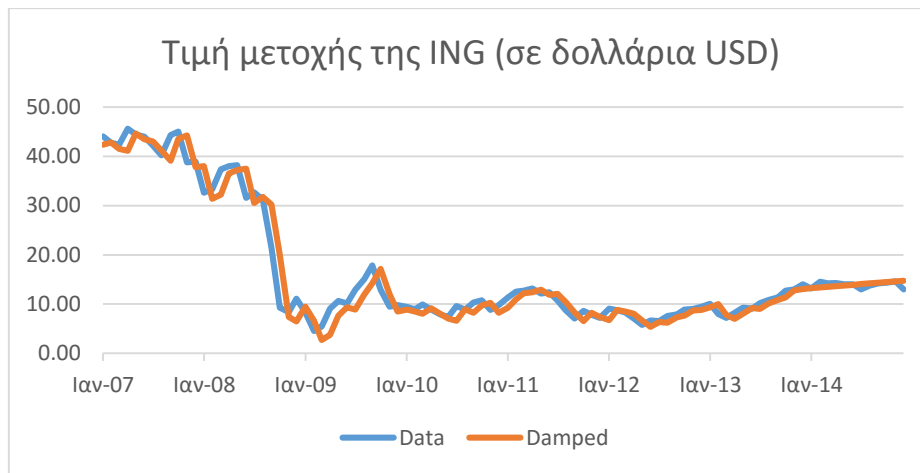
Πίνακας 13 Σφάλματα πρόβλεψης για την τιμή της μετοχής JPMorgan

	MAPE	MAE	MSE	Smape
Date				
01/12/14	14.1403	1.8340	3.3636	13.2066
03/11/14	0.4116	0.0601	0.0036	0.4108
01/10/14	1.3701	0.1962	0.0385	1.3608
02/09/14	1.2847	0.1823	0.0332	1.2765
01/08/14	3.3290	0.4584	0.2101	3.2745
01/07/14	8.5929	1.1145	1.2421	8.2389
02/06/14	0.5663	0.0794	0.0063	0.5679
01/05/14	1.7329	0.2433	0.0592	1.7481
01/04/14	4.5259	0.6472	0.4189	4.6307
03/03/14	5.2007	0.7411	0.5492	5.3395
03/02/14	7.9545	1.1550	1.3340	8.2840
02/01/14	0.0840	0.0111	0.0001	0.0840
Annual Error	4.0994	0.5602	0.6049	4.0352

Πίνακας 14 Σφάλματα πρόβλεψης για την τιμή της μετοχής ING



Γράφημα 7 Πρόβλεψη με χρήση της Damped για την JpMorgan



Γράφημα 8 Πρόβλεψη με χρήση της Damped για την ING

5.4.5 Μοντέλο Theta

Η εφαρμογή της παραγράφου 3.4.4 της θεωρίας για το μοντέλο πρόβλεψης Theta Classic, έδωσε τα ακόλουθα αποτελέσματα για τις χρονοσειρές που μελετήθηκαν:

Date	Data	JPM	Data	Citigroup Inc	Data	ING	Data	Credit Suisse	Data	Deutsche Bank
02/01/14	55.36	58.70	47.43	52.20	13.21	13.81	30.15	29.69	48.18	47.71
03/02/14	56.82	58.67	48.63	52.29	14.52	13.62	31.37	30.15	48.34	47.17
03/03/14	60.71	58.64	47.60	52.39	14.25	13.42	32.38	30.50	44.83	46.64
01/04/14	55.98	58.62	47.91	52.48	14.30	13.22	31.67	29.99	44.03	46.10
01/05/14	55.57	58.59	47.57	52.57	14.04	13.03	29.70	28.85	40.53	45.57
02/06/14	57.62	58.57	47.10	52.66	14.02	12.83	28.37	28.03	35.18	45.03
01/07/14	57.67	58.54	48.91	52.75	12.97	12.64	27.10	27.24	34.16	44.50
01/08/14	59.45	58.51	51.65	52.84	13.77	12.44	28.24	27.66	34.31	43.96
02/09/14	60.24	58.49	51.82	52.94	14.19	12.24	27.64	27.21	34.86	43.43

01/10/14	60.48	58.46	53.53	53.03	14.32	12.05	26.64	26.55	31.32	42.89
03/11/14	60.16	58.44	53.97	53.12	14.60	11.85	26.67	26.41	32.65	42.36
01/12/14	62.58	58.41	54.11	53.21	12.97	11.65	25.08	25.46	30.02	41.82

Πίνακας 15 Πρόβλεψη με χρήση της μεθόδου Theta

Date	Data	Bank of Montreal	Data	DbS Group	Data	Banco Santander	Data	NBG	Data	Alpha Bank
02/01/14	61.08	66.75	16.47	17.07	8.64	8.99	3.29	3.68	0.67	0.49
03/02/14	65.97	66.83	16.52	17.05	9.05	8.91	3.56	3.44	0.73	0.34
03/03/14	67.01	66.92	16.17	17.02	9.58	8.83	3.94	3.21	0.72	0.20
01/04/14	68.94	67.01	16.94	17.00	9.96	8.75	2.80	2.97	0.70	0.06
01/05/14	70.30	67.09	16.90	16.97	10.22	8.67	2.62	2.73	0.69	0.01
02/06/14	73.59	67.18	16.75	16.95	10.42	8.59	2.67	2.49	0.68	0.01
01/07/14	74.57	67.27	18.22	16.92	9.97	8.51	2.41	2.26	0.60	0.01
01/08/14	76.96	67.35	17.92	16.90	9.92	8.43	2.61	2.02	0.67	0.01
02/09/14	73.62	67.44	18.42	16.87	9.50	8.35	2.32	1.78	0.61	0.01
01/10/14	72.60	67.53	18.48	16.85	8.77	8.27	1.92	1.54	0.52	0.01
03/11/14	73.69	67.61	19.83	16.82	8.90	8.19	1.92	1.31	0.52	0.01
01/12/14	70.73	67.70	20.60	16.79	8.33	8.11	1.47	1.07	0.47	0.01

Πίνακας 16 Πρόβλεψη με χρήση της μεθόδου Theta

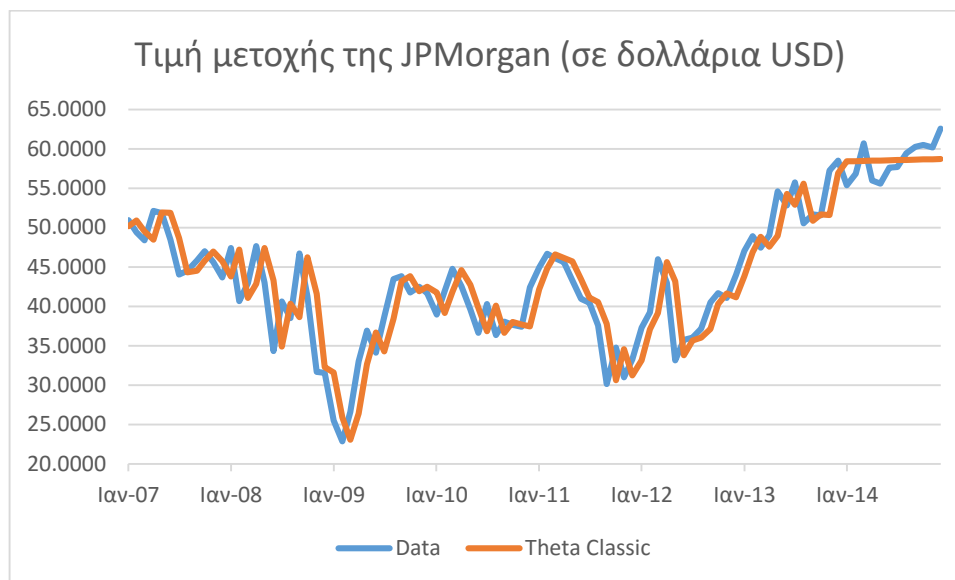
Η μέθοδος Theta παρουσίασε τα καλύτερα αποτελέσματα από όλες τις εφαρμοζόμενες μεθόδους για τις τιμές μετοχών των JPMorgan και Credit Suisse πετυχαίνοντας τα ακόλουθα σφάλματα:

Theta Forecasting Method	MAPE	MAE	MSE	Smape
Date				
01/12/14	6.2071	3.0515	15.0886	6.4059
03/11/14	2.4771	1.6173	2.2208	2.5082
01/10/14	3.0358	2.2469	3.3711	3.0826
02/09/14	2.6924	2.5089	2.6305	2.7291
01/08/14	1.4428	2.9448	0.7357	1.4533
01/07/14	1.5544	0.9206	0.8036	1.5424
02/06/14	1.5977	0.8964	0.8475	1.5851
01/05/14	5.2992	0.8577	8.6717	5.1624
01/04/14	4.4819	1.6219	6.2948	4.3836
03/03/14	3.7010	1.8361	5.0485	3.7708
03/02/14	2.8463	1.4902	2.6156	2.8064
02/01/14	5.5120	3.8844	9.3114	5.3642
Annual Error	3.4040	1.7354	4.8033	3.3995

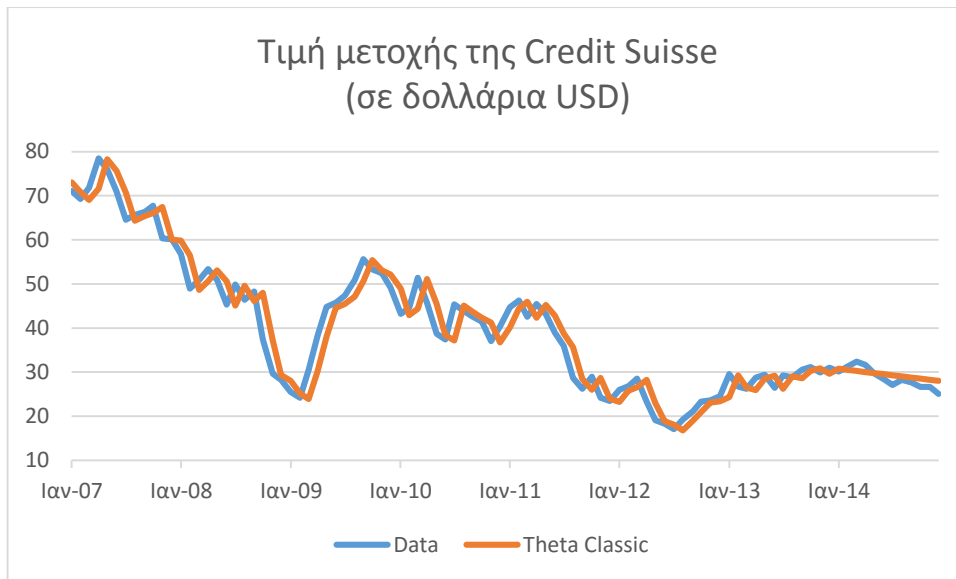
Πίνακας 17 Σφάλματα πρόβλεψης για την τιμή της μετοχής JPMorgan

Theta Forecasting Method	MAPE	MAE	MSE	Smape
Date				
01/12/14	11.7259	0.6384	8.6486	11.0765
03/11/14	6.0084	0.8332	2.5678	5.8332
01/10/14	7.0722	2.0948	3.5496	6.8307
02/09/14	4.1087	1.6364	1.2897	4.0260
01/08/14	2.7876	0.0820	0.6197	2.7493
01/07/14	8.0400	1.1604	4.7473	7.7292
02/06/14	4.0903	2.1788	1.3466	4.0083
01/05/14	0.2762	0.7872	0.0067	0.2758
01/04/14	5.1670	1.1356	2.6778	5.3040
03/03/14	6.4694	1.8840	4.3882	6.6857
03/02/14	2.6560	1.6024	0.6942	2.6918
02/01/14	2.1174	2.9409	0.4076	2.0952
Annual Error	5.0433	1.4145	2.5786	4.9421

Πίνακας 18 Σφάλματα πρόβλεψης για την τιμή της μετοχής Credit Suisse



Γράφημα 9 Πρόβλεψη με χρήση της Theta για την JpMorgan



Γράφημα 10 Πρόβλεψη με χρήση της Theta για την Credit Suisse

Όπως φαίνεται από τα παραπάνω γραφήματα, η μέθοδος Theta την οποία αναπαριστά η πορτοκαλί γραμμή πετυχαίνει πολύ καλή πρόβλεψη για τις τιμές των μετοχών που μελετήθηκαν. Ιδιαίτερα στην περίπτωση της ελβετικής Credit Suisse, τα σφάλματα που παρουσίασε είναι εξαιρετικά μικρά.

Κεφάλαιο 6^ο: Εφαρμογή μη γραμμικών μοντέλων πρόβλεψης

6.1 Εισαγωγικά στοιχεία

Η βιβλιογραφική επισκόπηση που πραγματοποιήθηκε στο 4^ο κεφάλαιο μας έδωσε μία αρκετά καλή εικόνα των μη γραμμικών μοντέλων πρόβλεψης και των εφαρμογών που αυτά βρίσκουν στον τομέα των χρηματοοικονομικών. Τα περισσότερα από αυτά βρίσκονται ακόμη σε ερευνητικό στάδιο και εδώ καλούμαστε να συμβάλλουμε στο πλαίσιο της παρούσας διπλωματικής εργασίας.

Για τον σκοπό της παρούσας εργασίας επιλέχθηκαν ως μη γραμμικά μοντέλα πρόβλεψης Τεχνητά Νευρωνικά Δίκτυα πρόσθιας τροφοδότησης (feed forward) και ως αλγόριθμος εκπαίδευσής τους ο αλγόριθμος Backpropagation. Ως εργαλείο για την εκπαίδευση και την προσομοίωση των νευρωνικών δικτύων χρησιμοποιήθηκε το Neural Network Toolbox (NNToolbox) του προγράμματος Matlab.

6.2 Matlab Neural Network Toolbox

Το MATLAB είναι ένα πρόγραμμα υπολογιστών για ανθρώπους που χρησιμοποιούν αριθμητικούς υπολογισμούς, με ιδιαίτερη εφαρμογή στη γραμμική άλγεβρα. Ξεκίνησε ως ένα πρόγραμμα "Εργαστηρίου Πινάκων" ("MATrixLABoratory") που είχε ως σκοπό να παρέχει αλληλεπιδρούσα προσπέλαση στις βιβλιοθήκες Linpack και Eispack. Από τότε έχει αναπτυχθεί αρκετά, για να γίνει ένα ισχυρότατο εργαλείο στην οπτικοποίηση, στον προγραμματισμό, στην έρευνα, στην επιστήμη των μηχανικών, και στις επικοινωνίες. Στο δυναμικό του Matlab συμπεριλαμβάνονται μοντέρνοι αλγόριθμοι, δυνατότητες χειρισμού τεράστιων ποσοτήτων δεδομένων, και ισχυρά προγραμματιστικά εργαλεία. Η επιφάνεια αλληλεπίδρασης βασίζεται κυρίως σε κείμενο, γεγονός που μπορεί να συγχύσει μερικούς χρήστες. Το Matlab εκτός του βασικού προγράμματος, υποστηρίζει επίσης πολλές "εργαλειοθήκες", μία εκ των οποίων είναι και η εργαλειοθήκη για την κατασκευή Τεχνητών Νευρωνικών Δικτύων (Matlab Neural Network Toolbox).

Το Neural Network Toolbox παρέχει τη δυνατότητα δημιουργίας μεγάλης ποικιλίας τεχνητών νευρωνικών δικτύων, δίνοντας στο χρήστη τη δυνατότητα να ορίζει ο ίδιος τόσο τον τύπο του δικτύου, όσο και τα επιμέρους χαρακτηριστικά του. Αυτό γίνεται μέσα από το περιβάλλον και τη γραμμή εντολών του Matlab.

6.3 Κατασκευή των Τεχνητών Νευρωνικών Δικτύων

Στο πλαίσιο της παρούσας διπλωματικής εργασίας και για τις ανάγκες της παρούσας μελέτης κατασκευάστηκαν τρία ξεχωριστά Νευρωνικά Δίκτυα. Το βασικό

γνώρισμα που διαφοροποιεί τα δίκτυα αυτά μεταξύ τους είναι η διαφορετική φύση των κρυφών εισόδων που δόθηκαν σε αυτά.

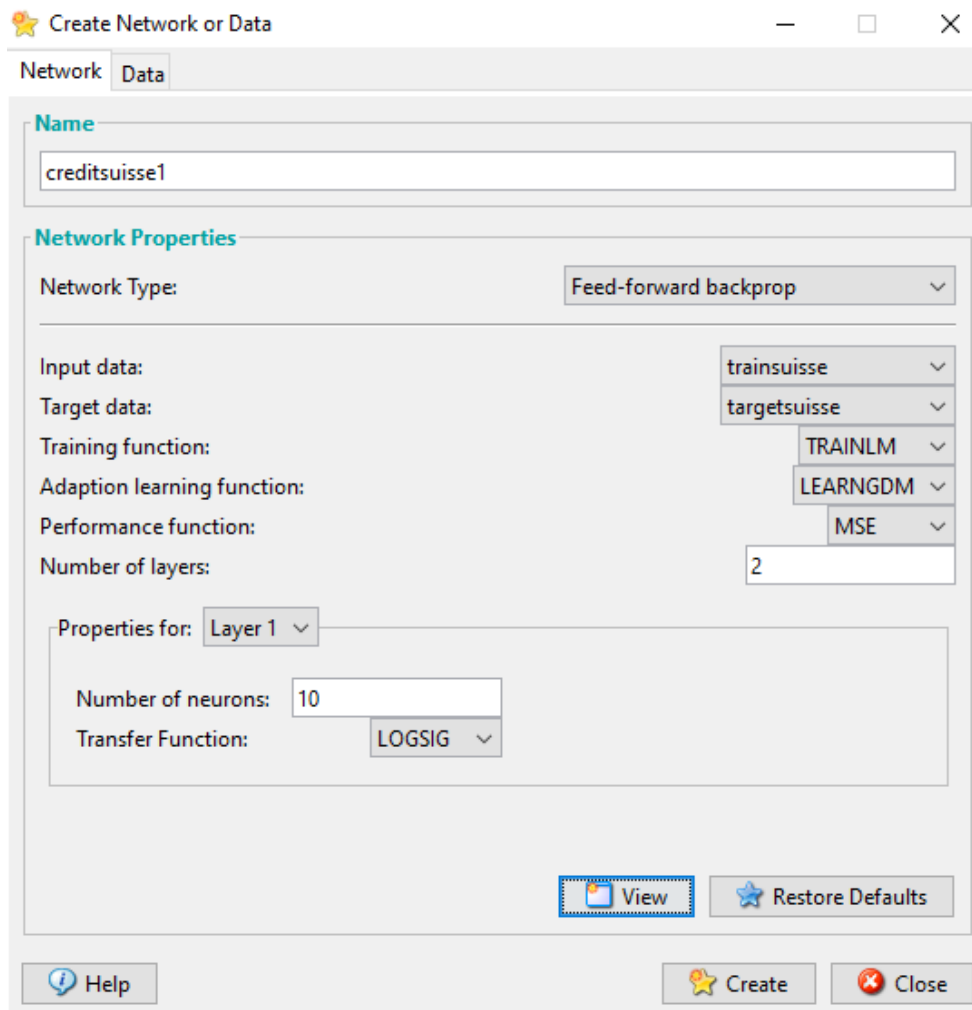
Όπως ειπώθηκε αναλυτικά στην εισαγωγή αλλά και στο τέταρτο κεφάλαιο, σκοπός της εργασίας είναι να διαπιστωθεί αν υπάρχει συσχέτιση μεταξύ μικροοικονομικών-μακροοικονομικών παραμέτρων και των τιμών των προς πρόβλεψη μετοχών. Για το σκοπό αυτό, στο πρώτο νευρωνικό δίκτυο χρησιμοποιήθηκαν συνδυαστικά όλες οι παράμετροι (μικροοικονομικές και μακροοικονομικές), στο δεύτερο χρησιμοποιήθηκαν αμιγώς μικροοικονομικές παράμετροι ενώ αντίστοιχα στο τρίτο νευρωνικό δίκτυο μόνο οι μακροοικονομικές παράμετροι.

Αναλυτικά η χρήση του NNToolbox έγινε ως εξής:

Βήμα 1^ο: Κατασκευή Δικτύου

Όπως προείπαμε, ο τύπος των νευρωνικών δικτύων που κατασκευάστηκαν είναι πρόσθιας τροφοδότησης και ως αλγόριθμος χρησιμοποιήθηκε ο αλγόριθμος διάδοσης του σφάλματος προς τα πίσω ή αλλιώς back propagation algorithm. Στον παρακάτω πίνακα βλέπουμε τις απαραίτητες παραμέτρους που χρειάστηκε να ελέγξουμε για την υλοποίηση του δικτύου.

Ως συνάρτηση εκπαίδευσης επιλέχθηκε μετά από κατάλληλες δοκιμές η συνάρτηση TRAINLM και ως συνάρτηση μάθησης η συνάρτηση LEARNNGDM. Σε κάθε επανάληψη το δίκτυο ανανεώνει τα συναπτικά βάρη και επανυπολογίζει εκ νέου το σφάλμα ανάμεσα στην τιμή-στόχο και στην παραγόμενη πρόβλεψη. Ο τύπος σφάλματος που επιλέχθηκε στην περίπτωση μας είναι, όπως φαίνεται στο ακόλουθο σχήμα, το μέσο τετραγωνικό σφάλμα (MSE). Επίσης το δίκτυο οργανώθηκε σε 2 επίπεδα (1 κρυφό επίπεδο και 1 επίπεδο εξόδου). Το κρυφό επίπεδο φάνηκε μετά από δοκιμές ότι λειτουργεί βέλτιστα με 10 κρυφούς νευρώνες. Ως συνάρτηση ενεργοποίησης επιλέχθηκε είτε η προεπιλεγμένη συνάρτηση tansig είτε η συνάρτηση logsig, κάθε φορά επιλέχθηκε αυτή που έδωσε το βέλτιστο αποτέλεσμα. Η βέλτιστη συνάρτηση ενεργοποίησης για κάθε νευρωνικό δίκτυο δίνεται αναλυτικά στο παράρτημα 2.



Σχήμα 1 Παράθυρο Κατασκευής Τεχνητών Νευρωνικών Δικτύων

Βήμα 2^ο: Εισαγωγή παραμέτρων

Το βήμα δύο αφορά στην εισαγωγή των μακροοικονομικών και μικροοικονομικών παραμέτρων που αποτελούν τις κρυφές εισόδους του δικτύου αλλά και των πραγματικών τιμών των μετοχών που αποτελούν τις εξόδους-στόχους για το νευρωνικό δίκτυο. Τα δεδομένα αυτά αποτελούν μηνιαίες παρατηρήσεις της επταετίας 2007-2013. Τα στοιχεία αυτά θα εκπαιδεύσουν το νευρωνικό δίκτυο ώστε να παράξει μηνιαίες προβλέψεις για το έτος 2014. Συγκεκριμένα, για την εκπαίδευση του δικτύου εισάγονται ως εισόδοι οι μηνιαίες παράμετροι 2007-2012 με στόχο την πρόβλεψη των μηνιαίων τιμών των μετοχών της χρονικής περιόδου 2008-2013. Ακολούθως, για την προσομοίωση του δικτύου χρησιμοποιούνται οι παράμετροι του 2013 για την πρόβλεψη των μηνιαίων τιμών μετοχών του 2014.

Υπενθυμίζεται ότι οι παράμετροι που χρησιμοποιήθηκαν για την εκπαίδευση των νευρωνικών δικτύων είναι:

Μικροοικονομικές:

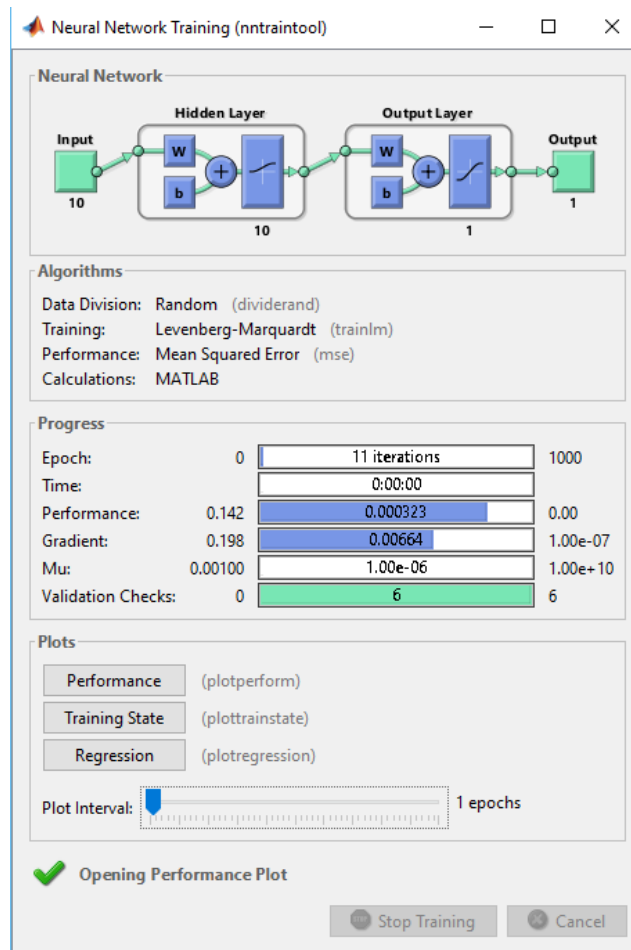
- α) Κέρδη ανά μετοχή
- β) Καταθέσεις πελατών
- γ) Κεφαλαιοποίηση αγοράς
- δ) Δείκτης κεφαλαιακής επάρκειας (Tier ratio1)
- ε) Όγκος χρηματιστηριακών συναλλαγών

Μακροοικονομικές:

- α) Ρυθμός αύξησης του ΑΕΠ
- β) Επιτόκιο Δανεισμού
- γ) Ισοτιμίες νομισμάτων
- δ) Δείκτης ανεργίας
- ε) Δείκτης πληθωρισμού

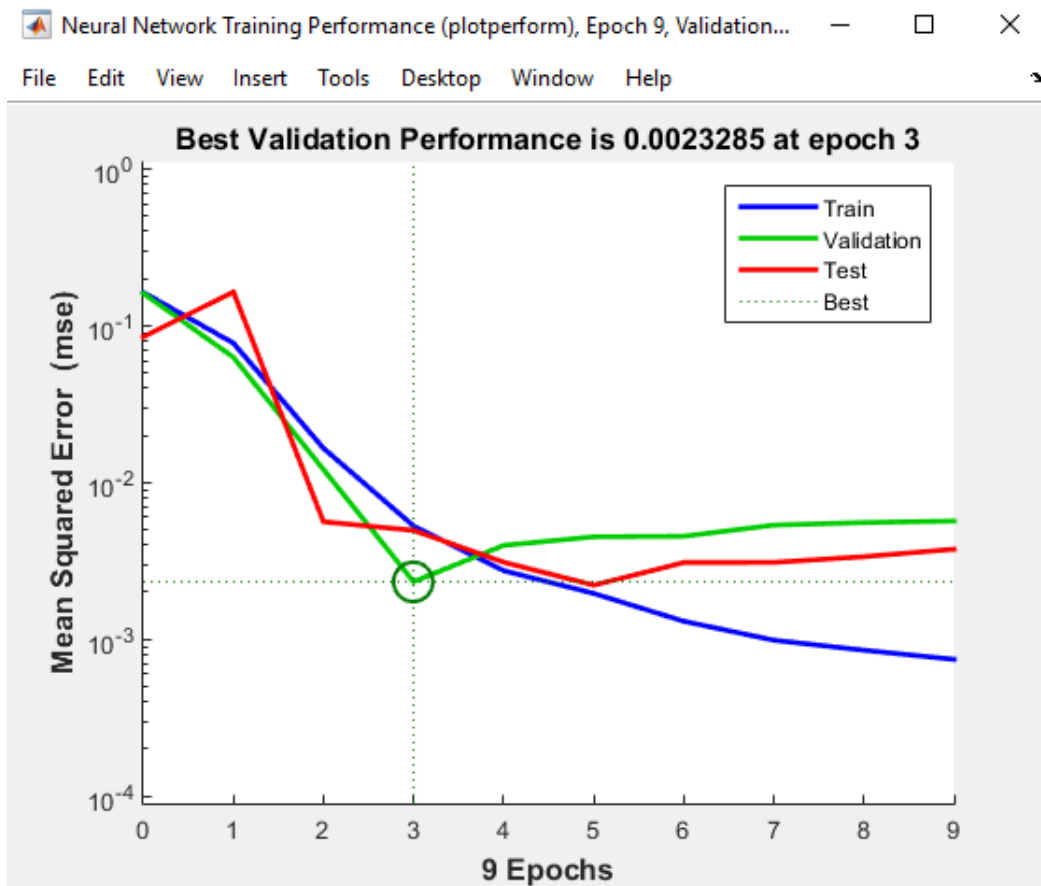
Βήμα 3^ο: Εκπαίδευση και προσομοίωση του δικτύου

Ακολουθεί η εκπαίδευση και η προσομοίωση του δικτύου. Ενδεικτικά βλέπουμε στα παρακάτω σχήματα λεπτομέρειες αναφορικά με τον χρόνο εκπαίδευσης, τον αριθμό των επαναλήψεων και τις επιδόσεις που αφορούν στην εκπαίδευση του δικτύου.



Σχήμα 2 Παράθυρο εκπαίδευσης Τεχνητών Νευρωνικών Δικτύων

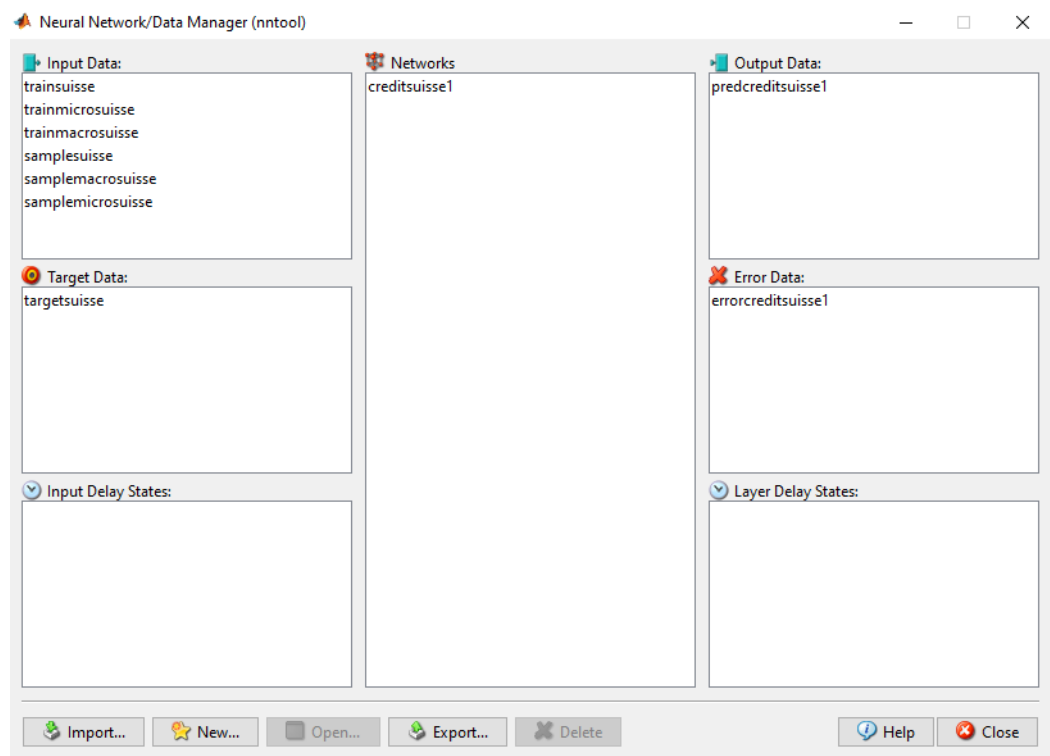
Στο παρακάτω σχήμα γίνεται περισσότερο κατανοητή η διαδικασία της εκπαίδευσης του δικτύου. Με μπλε χρώμα απεικονίζεται η τεθλασμένη γραμμή η οποία δίνει το μέσο τετραγωνικό σφάλμα που αφορά στα δεδομένα που χρησιμοποιούνται για εκπαίδευση. Με κόκκινο χρώμα δίνεται το σφάλμα των δεδομένων ελέγχου και με πράσινο των δεδομένων επαλήθευσης. Οι τρεις γραμμές δίνονται ως συνάρτηση των εποχών, δηλαδή των ολοκληρωμένων επαναλήψεων κατά την εκπαίδευση του δικτύου. Το σημείο τομής των διακεκομένων γραμμών δίνει τη χρονική στιγμή που παρουσιάζεται το βέλτιστο σφάλμα κατά την εκπαίδευση του δικτύου. Μετά την χρονική στιγμή αυτή, η επίδοση του δικτύου αρχίζει να μειώνεται.



Σχήμα 3 Επίδραση αριθμού εποχών στην εκπαίδευση του δικτύου

Βήμα 4^ο: Αποτελέσματα προσομοιώσεων

Η διαδικασία της προσομοίωσης ολοκληρώνεται με εξαγωγή των αποτελεσμάτων της προσομοίωσης που βρίσκονται στο πεδίο Output Data του παρακάτω σχήματος στο κυρίως πρόγραμμα του Matlab.



Σχήμα 4 Παράθυρο δεδομένων και αποτελεσμάτων της προσομοίωσης

6.4 Αποτελέσματα Τεχνητού Νευρωνικού Δικτύου συνδυαζόμενων παραμέτρων

Στο πρώτο Τεχνητό Νευρωνικό δίκτυο που αναπτύχθηκε για τις ανάγκες της παρούσας διπλωματικής εργασίας συμπεριελήφθησαν όλες οι παράμετροι που συζητήθηκαν εκτενώς στην παράγραφο 4.6 με τα ακόλουθα αποτελέσματα:

Date	Data	JPM	Data	Citigroup Inc	Data	ING	Data	Credit Suisse	Data	Deutsche Bank
02/01/14	55.36	57.21	47.43	48.70	13.21	14.81	30.15	30.71	48.18	45.94
03/02/14	56.82	56.92	48.63	47.34	14.52	14.40	31.37	29.80	48.34	45.95
03/03/14	60.71	56.90	47.60	47.64	14.25	14.33	32.38	29.69	44.83	47.04
01/04/14	55.98	55.09	47.91	54.57	14.30	12.31	31.67	31.75	44.03	44.80
01/05/14	55.57	54.71	47.57	54.77	14.04	13.82	29.70	27.66	40.53	44.63
02/06/14	57.62	55.04	47.10	54.87	14.02	14.39	28.37	31.38	35.18	44.74
01/07/14	57.67	55.41	48.91	54.87	12.97	16.44	27.10	30.88	34.16	44.68
01/08/14	59.45	55.76	51.65	54.95	13.77	13.33	28.24	31.30	34.31	44.17
02/09/14	60.24	55.95	51.82	55.03	14.19	16.50	27.64	31.00	34.86	42.91
01/10/14	60.48	56.76	53.53	54.12	14.32	14.01	26.64	25.74	31.32	42.71
03/11/14	60.16	56.81	53.97	54.33	14.60	14.47	26.67	26.06	32.65	42.13
01/12/14	62.58	57.55	54.11	53.69	12.97	16.71	25.08	25.06	30.02	39.42

Πίνακας 19 Πρόβλεψη με χρήση της μεθόδου Τεχνητών Νευρωνικών Δικτύων

Date	Data	Bank of Montreal	Data	Dbs Group	Data	Banco Santander	Data	NBG	Data	Alpha Bank
02/01/14	61.08	60.70	16.47	19.69	8.64	11.30	3.29	2.76	0.67	0.68
03/02/14	65.97	60.03	16.52	20.53	9.05	11.24	3.56	2.65	0.73	0.67
03/03/14	67.01	61.81	16.17	20.01	9.58	11.41	3.94	2.89	0.72	0.59
01/04/14	68.94	63.60	16.94	18.16	9.96	12.92	2.80	0.76	0.70	0.60
01/05/14	70.30	65.06	16.90	17.85	10.22	12.83	2.62	4.59	0.69	0.60
02/06/14	73.59	64.89	16.75	18.68	10.42	12.62	2.67	3.92	0.68	0.59
01/07/14	74.57	64.65	18.22	20.37	9.97	11.90	2.41	1.38	0.60	0.50
01/08/14	76.96	63.43	17.92	20.17	9.92	11.16	2.61	1.58	0.67	0.54
02/09/14	73.62	63.12	18.42	20.23	9.50	10.34	2.32	1.70	0.61	0.57
01/10/14	72.60	64.19	18.48	20.86	8.77	9.37	1.92	3.52	0.52	0.45
03/11/14	73.69	62.85	19.83	20.89	8.90	9.00	1.92	1.91	0.52	0.54
01/12/14	70.73	62.84	20.60	20.47	8.33	8.81	1.47	2.12	0.47	0.50

Πίνακας 20 Πρόβλεψη με χρήση της μεθόδου Τεχνητών Νευρωνικών Δικτύων

Οι τιμές μετοχών των Alpha Bank και DBS Group, δύο εκ των τραπεζών που έδωσαν πολύ καλές προβλέψεις παρουσίασαν τα ακόλουθα σφάλματα:

ANN	MAPE	MAE	MSE	Smape
Forecasting Method				
Date				
02/01/14	6.4966	0.0304	0.0009	6.2922
03/02/14	4.0919	0.0214	0.0005	4.0099
03/03/14	14.1695	0.0737	0.0054	15.2499
01/04/14	6.9418	0.0426	0.0018	7.1914
01/05/14	18.3570	0.1223	0.0149	20.2121
02/06/14	17.1106	0.1027	0.0105	18.7115
01/07/14	13.1979	0.0897	0.0081	14.1303
01/08/14	13.3791	0.0923	0.0085	14.3383
02/09/14	13.1996	0.0920	0.0085	14.1323
01/10/14	16.9788	0.1214	0.0147	18.5539
03/11/14	8.6601	0.0635	0.0040	9.0521
01/12/14	1.7007	0.0114	0.0001	1.6864
Annual Error	11.1903	0.0719	0.0065	11.9634

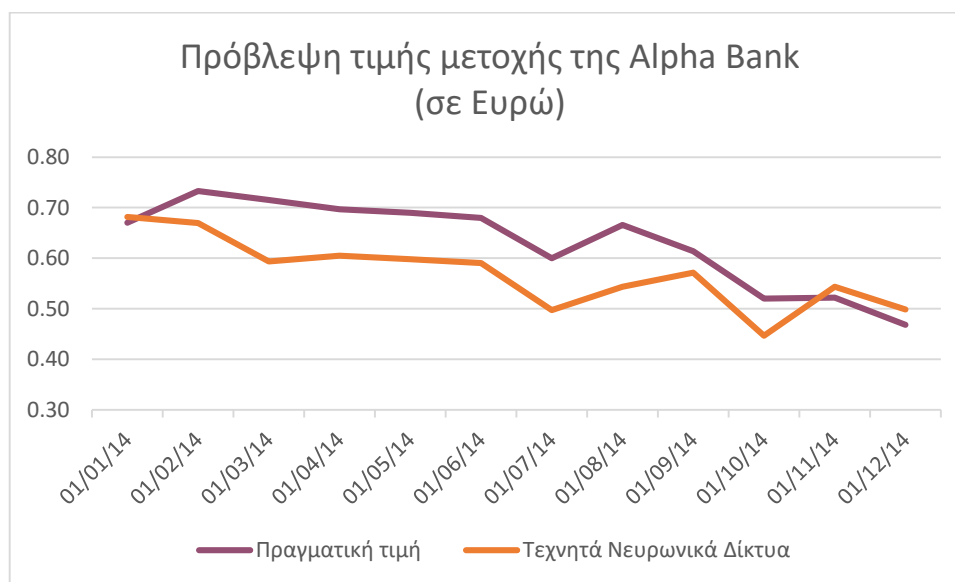
Πίνακας 21 Σφάλματα πρόβλεψης για την τιμή της μετοχής Alpha Bank

ANN	MAPE	MAE	MSE	Smape
Forecasting Method				
Date				
02/01/14	0.611180821	0.1259	0.0159	0.6131
03/02/14	5.329398536	1.0568	1.1169	5.1911

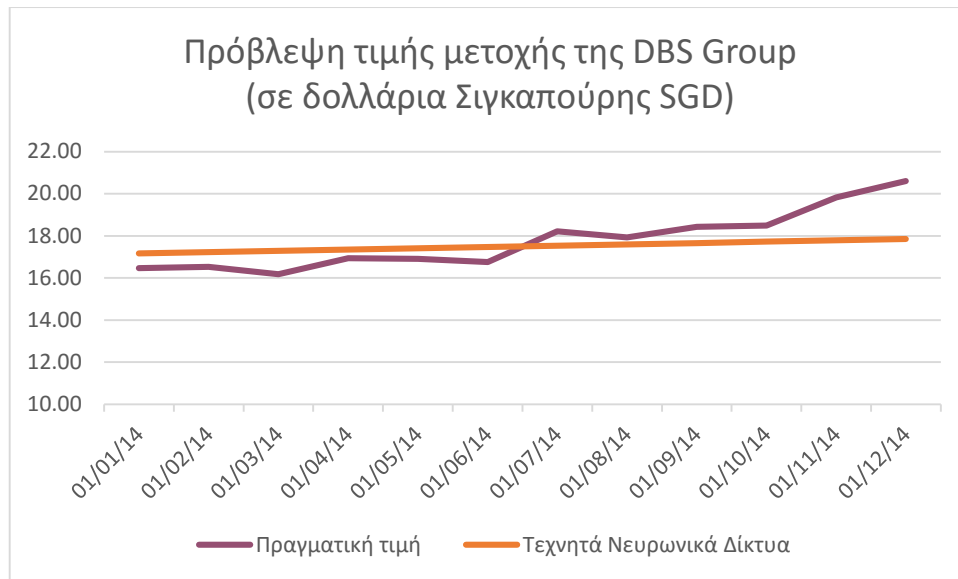
03/03/14	12.86134778	2.3768	5.6491	12.0842
01/04/14	9.804649658	1.8060	3.2617	9.3465
01/05/14	12.53619756	2.2465	5.0467	11.7968
02/06/14	11.813551	2.1524	4.6330	11.1547
01/07/14	11.53908771	1.9328	3.7357	10.9097
01/08/14	5.593766161	0.9453	0.8937	5.4416
02/09/14	7.18825011	1.2177	1.4828	6.9389
01/10/14	23.7456098	3.8397	14.7430	21.2255
03/11/14	24.25517914	4.0070	16.0557	21.6318
01/12/14	19.54954562	3.2198	10.3672	17.8088
Annual Error	12.06898033	2.0772	5.5834	11.1785

Πίνακας 22 Σφάλματα πρόβλεψης για την τιμή της μετοχής DBS

Πιο παραστατικά βλέπουμε τα αποτελέσματα της μεθόδου στα ακόλουθα γραφήματα:



Γράφημα 11 Πρόβλεψη με χρήση Τεχνητών Νευρωνικών Δικτύων για την Alpha Bank



Γράφημα 12 Πρόβλεψη με χρήση Τεχνητών Νευρωνικών Δικτύων για την DBS Group

6.5 Αποτελέσματα Τεχνητού Νευρωνικού Δικτύου μικροοικονομικών παραμέτρων

Στο δεύτερο Νευρωνικό Δίκτυο που αναπτύχθηκε χρησιμοποιήθηκαν ως κρυφές είσοδοι μόνο οι μικροοικονομικές παράμετροι που συζητήθηκαν στην παράγραφο 4.6 με τα ακόλουθα αποτελέσματα:

Date	Data	JPM	Data	Citigroup Inc	Data	ING	Data	Credit Suisse	Data	Deutsche Bank
02/01/14	55.36	57.07	47.43	50.95	13.21	12.94	30.15	33.78	48.18	55.56
03/02/14	56.82	57.17	48.63	51.42	14.52	14.61	31.37	34.17	48.34	57.06
03/03/14	60.71	57.00	47.60	51.03	14.25	11.35	32.38	33.86	44.83	55.45
01/04/14	55.98	54.97	47.91	40.03	14.30	11.47	31.67	28.83	44.03	53.35
01/05/14	55.57	55.47	47.57	48.82	14.04	12.59	29.70	30.97	40.53	52.30
02/06/14	57.62	55.32	47.10	48.02	14.02	13.12	28.37	28.87	35.18	48.40
01/07/14	57.67	56.55	48.91	49.24	12.97	10.74	27.10	55.47	34.16	46.62
01/08/14	59.45	56.39	51.65	49.82	13.77	10.20	28.24	55.38	34.31	47.04
02/09/14	60.24	56.55	51.82	49.42	14.19	9.48	27.64	55.68	34.86	49.23
01/10/14	60.48	57.02	53.53	51.03	14.32	11.13	26.64	62.53	31.32	40.67
03/11/14	60.16	56.92	53.97	53.26	14.60	12.47	26.67	64.53	32.65	44.97
01/12/14	62.58	57.75	54.11	51.46	12.97	11.38	25.08	64.94	30.02	42.14

Οι τράπεζες Banco Santander και Citigroup απέδωσαν πολύ καλά παρουσιάζονται ενδεικτικά τα ακόλουθα σφάλματα:

ANN	MAPE	MAE	MSE	Smape
Forecasting Method				
Date				
02/01/14	6.2831	0.5234	0.2739	6.4868

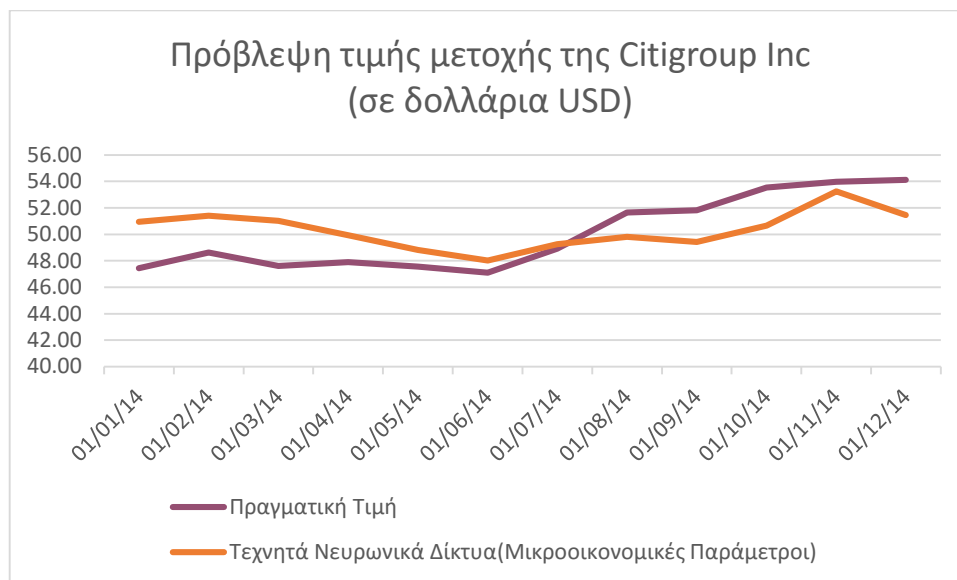
03/02/14	16.1905	1.4410	2.0764	17.6167
03/03/14	16.8537	1.4781	2.1847	18.4046
01/04/14	1.9881	0.1889	0.0357	1.9685
01/05/14	7.8360	0.7773	0.6042	7.5406
02/06/14	3.8565	0.3845	0.1478	3.7835
01/07/14	4.4787	0.4667	0.2178	4.5813
01/08/14	5.0749	0.5187	0.2690	4.9493
02/09/14	11.1183	1.1074	1.2263	10.5328
01/10/14	12.3690	1.1850	1.4041	11.6486
03/11/14	20.5983	1.8641	3.4751	18.6750
01/12/14	20.9315	1.8085	3.2706	18.9484
Annual Error	10.6316	0.9786	1.2655	10.4280

Πίνακας 23 Σφάλματα πρόβλεψης για την τιμή της μετοχής Banco Santander

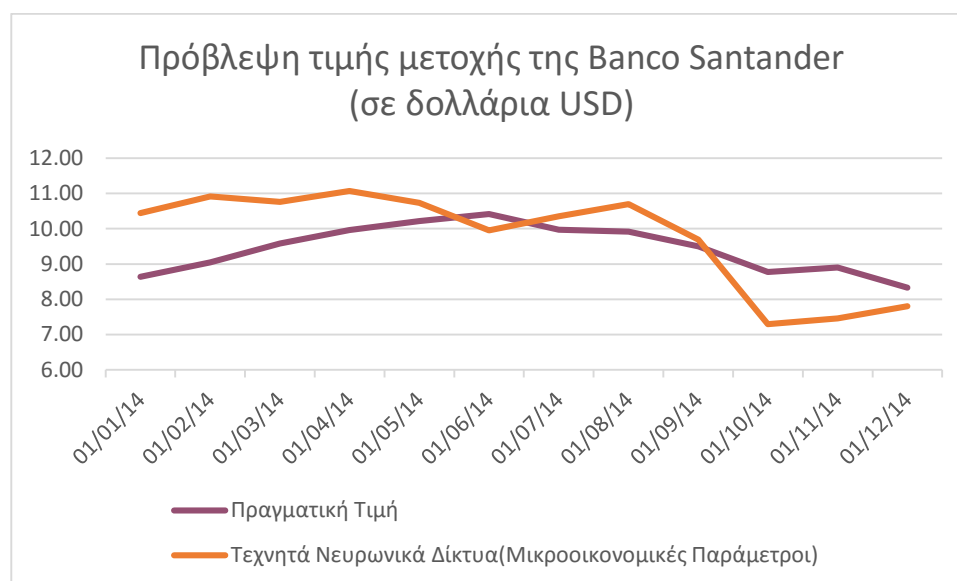
Forecasting Method	ANN	MAPE	MAE	MSE	Smape
Date					
02/01/14	4.8972	2.6499	7.0220	5.0202	
03/02/14	1.3177	0.7112	0.5057	1.3264	
03/03/14	5.3766	2.8781	8.2835	5.5252	
01/04/14	4.6241	2.3962	5.7419	4.7336	
01/05/14	3.5481	1.8326	3.3584	3.6122	
02/06/14	0.6831	0.3341	0.1116	0.6808	
01/07/14	1.9482	0.9176	0.8420	1.9294	
01/08/14	2.6320	1.2520	1.5676	2.5978	
02/09/14	16.4476	7.8801	62.0954	17.9215	
01/10/14	7.2104	3.4321	6.3356	6.9595	
03/11/14	5.7336	2.7883	7.7744	5.5738	
01/12/14	7.4205	3.5195	12.3872	7.1550	
Annual Error	5.1533	2.5493	5.4758	5.2529	

Πίνακας 24 Σφάλματα πρόβλεψης για την τιμή της μετοχής Citigroup

Η πολύ καλή απόδοση του Νευρωνικού Δικτύου φαίνεται καλύτερα με τη βοήθεια των παρακάτω διαγραμμάτων:



Γράφημα 13 Πρόβλεψη με χρήση Τεχνητών Νευρωνικών Δικτύων (Μικροοικονομικές Παράμετροι) για την Citigroup



Γράφημα 14 Πρόβλεψη με χρήση Τεχνητών Νευρωνικών Δικτύων (Μικροοικονομικές Παράμετροι) για την Banco Santander

6.6 Αποτελέσματα Τεχνητού Νευρωνικού Δικτύου Μακροοικονομικών Παραμέτρων

Στο τρίτο Νευρωνικό Δίκτυο που αναπτύχθηκε χρησιμοποιήθηκαν αντίστοιχα μόνο οι μακροοικονομικές παράμετροι που αναπτύχθηκαν στην θεωρητική παράγραφο 4.6 και το δίκτυο έδωσε τα εξής αποτελέσματα:

Date	Data	JPM	Data	Citigroup Inc	Data	ING	Data	Credit Suisse	Data	Deutsche Bank
02/01/14	55.36	47.76	47.43	41.53	13.21	10.39	30.15	31.03	48.18	57.24
03/02/14	56.82	46.50	48.63	41.36	14.52	16.75	31.37	31.10	48.34	55.84
03/03/14	60.71	47.63	47.60	40.85	14.25	26.69	32.38	30.15	44.83	57.99
01/04/14	55.98	56.57	47.91	52.77	14.30	21.34	31.67	29.69	44.03	50.19
01/05/14	55.57	56.60	47.57	52.79	14.04	27.71	29.70	29.39	40.53	48.67
02/06/14	57.62	56.96	47.10	53.34	14.02	19.66	28.37	27.37	35.18	45.54
01/07/14	57.67	57.05	48.91	53.48	12.97	19.61	27.10	26.15	34.16	44.13
01/08/14	59.45	57.31	51.65	53.80	13.77	11.88	28.24	27.32	34.31	40.42
02/09/14	60.24	57.52	51.82	53.79	14.19	16.04	27.64	26.12	34.86	34.99
01/10/14	60.48	55.96	53.53	52.66	14.32	11.37	26.64	27.80	31.32	33.67
03/11/14	60.16	55.40	53.97	52.04	14.60	11.61	26.67	27.90	32.65	30.86
01/12/14	62.58	55.93	54.11	52.29	12.97	20.51	25.08	25.75	30.02	29.99

Πίνακας 25 Πρόβλεψη με χρήση της μεθόδου Τεχνητών Νευρωνικών Δικτύων (Μακροοικονομικές εισοδοί)

Date	Data	Bank of Montreal	Data	DbS Group	Data	Banco Santander	Data	NBG	Data	Alpha Bank
02/01/14	61.08	58.68	16.47	15.44	8.64	8.82	3.29	3.27	0.67	0.79
03/02/14	65.97	57.51	16.52	16.02	9.05	9.16	3.56	3.20	0.73	0.66
03/03/14	67.01	58.04	16.17	15.95	9.58	9.79	3.94	3.13	0.72	0.48
01/04/14	68.94	60.32	16.94	15.46	9.96	9.18	2.80	2.66	0.70	0.48
01/05/14	70.30	60.10	16.90	15.37	10.22	9.01	2.62	2.27	0.69	0.50
02/06/14	73.59	60.07	16.75	16.14	10.42	8.55	2.67	2.14	0.68	0.47
01/07/14	74.57	60.74	18.22	16.57	9.97	8.69	2.41	2.17	0.60	0.45
01/08/14	76.96	60.10	17.92	16.67	9.92	7.99	2.61	2.36	0.67	0.53
02/09/14	73.62	60.22	18.42	16.55	9.50	6.96	2.32	2.76	0.61	0.65
01/10/14	72.60	58.49	18.48	16.15	8.77	6.86	1.92	2.47	0.52	0.48
03/11/14	73.69	58.80	19.83	16.94	8.90	6.72	1.92	3.09	0.52	0.46
01/12/14	70.73	58.96	20.60	16.41	8.33	6.68	1.47	2.36	0.47	0.59

Πίνακας 26 Πρόβλεψης με χρήση της μεθόδου τεχνητών Νευρωνικών Δικτύων (Μακροοικονομικές εισοδοί)

Η ελβετική τράπεζα Credit Suisse και η ελληνική NBG(Εθνική Τράπεζα της Ελλάδος) σημείωσαν πολύ καλά αποτελέσματα παρουσιάζοντας τα ακόλουθα σφάλματα:

ANN	MAPE	MAE	MSE	Smape
Forecasting Method				
Date				
02/01/14	12.4904	3.1326	0.4540	11.7562
03/02/14	4.6045	1.2280	1.5080	4.5009
03/03/14	4.3717	1.1646	1.3564	4.2782

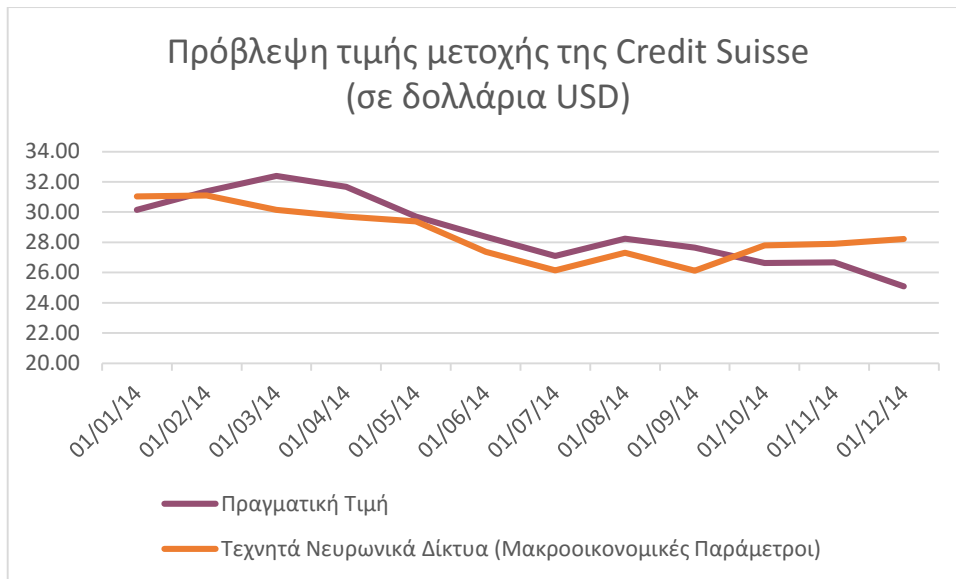
01/04/14	5.5017	1.5207	2.3124	5.6573
01/05/14	3.2648	0.9220	0.8500	3.3190
02/06/14	3.5144	0.9524	0.9071	3.5773
01/07/14	3.5391	1.0041	1.0081	3.6029
01/08/14	1.0321	0.3065	0.0940	1.0375
02/09/14	6.2377	1.9755	3.9025	6.4385
01/10/14	6.8933	2.2321	4.9821	7.1394
03/11/14	0.8657	0.2716	0.0738	0.8695
01/12/14	2.9154	0.8790	0.7726	2.8735
Annual Error	4.6026	1.2991	2.2983	4.5875

Πίνακας 27 Σφάλματα πρόβλεψης για την τιμή της μετοχής Credit Suisse

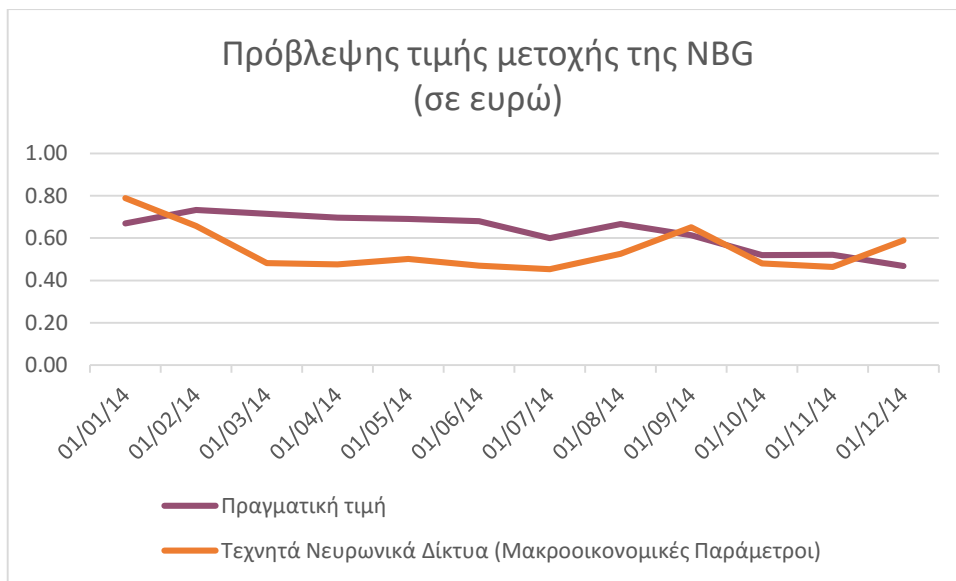
ANN Forecasting Method	MAPE	MAE	MSE	Smape
Date				
02/01/14	60.7432	0.8929	0.7973	46.5924
03/02/14	60.7850	1.1671	1.3621	46.6169
03/03/14	28.3902	0.5451	0.2971	24.8611
01/04/14	18.8708	0.4378	0.1917	17.2438
01/05/14	9.5253	0.2486	0.0618	10.0016
02/06/14	9.9882	0.2407	0.0579	10.5132
01/07/14	20.0039	0.5341	0.2853	22.2271
01/08/14	13.5378	0.3547	0.1258	14.5207
02/09/14	4.9781	0.1394	0.0194	5.1052
01/10/14	20.5922	0.8113	0.6583	22.9557
03/11/14	10.2521	0.3650	0.1332	10.8060
01/12/14	0.6268	0.0206	0.0004	0.6287
Annual Error	21.5245	0.4798	0.3325	19.3394

Πίνακας 28 Σφάλματα πρόβλεψης για την τιμή της μετοχής NBG

Η απόδοσή τους φαίνεται ακόμη καλύτερα παρατηρώντας τα παρακάτω διαγράμματα που αφορούν στην πρόβλεψη της τιμής της μετοχής για τις Credit Suisse και NBG για το έτος 2014:



Γράφημα 15 Πρόβλεψη με χρήση Τεχνητών Νευρωνικών Δικτύων (Μακροοικονομικές Παράμετροι) για την Credit Suisse



Γράφημα 16 Πρόβλεψη με χρήση Τεχνητών Νευρωνικών Δικτύων (Μακροοικονομικές Παράμετροι) για την NBG

Κεφάλαιο 7ο: Σχολιασμός αποτελεσμάτων– Συμπεράσματα – Μελλοντικές προεκτάσεις

7.1 Σχολιασμός αποτελεσμάτων

Στα δύο προηγούμενα κεφάλαια παρατέθηκαν αναλυτικά οι προβλέψεις των μοντέλων που εφαρμόστηκαν για τα χρηματοπιστωτικά ιδρύματα που εξετάστηκαν. Είδαμε επίσης ορισμένα από τα σφάλματα που τα μοντέλα αυτά παρουσίασαν αλλά και τη γραφική απεικόνισή τους.

Στο κεφάλαιο αυτό, αφού συγκρίνουμε τα μοντέλα αυτά μεταξύ τους, εξετάζουμε την απόδοση συνδυαστικών μοντέλων γραμμικής και μη γραμμικής φύσεως και έπειτα ακολουθεί η καταγραφή συμπερασμάτων και οι μελλοντικές προεκτάσεις της παρούσας έρευνας.

7.1.1 Σχολιασμός αποτελεσμάτων στατιστικών μοντέλων

Συγκρίνοντας τις τιμές που προβλέφθηκαν μέσω των προαναφερόμενων στατιστικών μοντέλων με τις πραγματικές τους, καταλήγουμε στο ότι τα μικρότερα σφάλματα με βάση το δείκτη MSE προέκυψαν για τις ακόλουθες μεθόδους (πίνακας 21). Σημειώνεται ότι ο δείκτης MSE είναι ιδιαίτερα δημοφιλής στον υπολογισμό των σφαλμάτων καθώς δίνει μεγαλύτερη βαρύτητα στα μεγάλα σφάλματα και μικρότερη στα μικρά, πράγμα πολύ σημαντικό για τη μελέτη μας όπου προβλέπονται τιμές μετοχών και οι μεγάλες αποκλίσεις δεν μπορούν να είναι αποδεκτές ακόμα και σε μεμονωμένες περιπτώσεις.

Για να είναι ακριβής η σύγκριση μεταξύ των σφαλμάτων, γίνεται πρώτα μετατροπή όλων των σφαλμάτων σε μία κοινή βάση, δεδομένου ότι τα σφάλματα MSE και MAE υπολογίζονται σε τετραγωνικές χρηματικές μονάδες. Πραγματοποιώντας αναγωγή όλων των σφαλμάτων σε τετραγωνικά δολλάρια, αναλύονται και σχολιάζονται παρακάτω οι επιδόσεις των μοντέλων σε σχέση με τα σφάλματα αυτά. Η μετατροπή αυτή αφορά στις τιμές των τραπεζικών μετοχών των DBS, NBG και Alpha Bank οι οποίες διαπραγματεύονται στο εθνικό τους νόμισμα. Υπολογίζονται φυσικά και τα σφάλματα MAPE και SMAPE, τα οποία ως καθαροί αριθμοί δεν υπόκεινται στην παραπάνω διαδικασία. Οι τιμές σφαλμάτων για κάθε μέθοδο ανά τραπεζική μετοχή παρουσιάζονται αναλυτικά στο παράρτημα.

Μετοχές	JPMorgan	Citigroup Inc	ING	Credit Suisse	Deutsche Bank
Καλύτερη Μέθοδος	<i>Theta Classic</i>	<i>Naïve-SES</i>	<i>Naïve-SES</i>	<i>Theta Classic</i>	<i>Theta Classic</i>
	<i>Mse=4.0274 21% μικρότερο σφάλμα από τις 2^{ες} Naive-Ses</i>	<i>Mse=11.4764 11% μικρότερο σφάλμα από τη 2^η Theta Classic</i>	<i>Mse=0.3117 48% μικρότερο σφάλμα από τη 2^η Damped</i>	<i>Mse=2.5786 20% μικρότερο σφάλμα από τις 2^{ες} Holt-Damped</i>	<i>Mse=64.3659 54% μικρότερο σφάλμα από τις 2^{ες} Naïve-Ses</i>
Μετοχές	Bank of Montreal	DBS Group	Banco Santander	NBG	Alpha Bank
Καλύτερη Μέθοδος	<i>Damped Exponential Smoothing</i>	<i>Holt Exponential Smoothing</i>	<i>Naïve-SES</i>	<i>Damped Exponential Smoothing</i>	<i>Naïve-SES</i>
	<i>Mse=14.8266 1.5% μικρότερο σφάλμα από τη 2^η Holt</i>	<i>Mse=0.8306 27% μικρότερο σφάλμα από τη 2^η Damped</i>	<i>Mse=0.5639 53% μικρότερο σφάλμα από τη 2^η Theta Classic</i>	<i>Mse=0.4552 35% μικρότερο σφάλμα από τις 2^{ες} Naïve-SES</i>	<i>Mse=0.0320 57% μικρότερο σφάλμα από τις 2^{ες} Holt-Damped</i>

Πίνακας 29 Παρουσίαση των στατιστικών μοντέλων με τα μικρότερα σφάλματα

Όπως βλέπουμε από τον παραπάνω πίνακα, σε τέσσερις περιπτώσεις βέλτιστη μέθοδος πρόβλεψης αποδεικνύεται η μέθοδος απλής εκθετικής εξομάλυνσης SES, η οποία ταυτίζεται στις περιπτώσεις αυτές με την απλοϊκή μέθοδο Naïve, σε τρεις περιπτώσεις βέλτιστη μέθοδος αποδεικνύεται η μέθοδος Theta, σε δύο περιπτώσεις αποδεικνύεται βέλτιστη η μέθοδος εξομάλυνσης Damped και σε μία περίπτωση η μέθοδος εξομάλυνσης Holt. Σημειώνεται οι μέθοδοι Naïve και SES ταυτίζονται αφού ο υπολογισμός του βέλτιστου συντελεστή εξομάλυνσης για τη μέθοδο SES υπολογίστηκε σε κάθε περίπτωση ίσος με τη μονάδα.

Σχετικά με τα υπόλοιπα σφάλματα, σε τέσσερις περιπτώσεις οι δείκτες σφάλματος Mare, Mae και sMare ήταν μικρότεροι για τις μεθόδους Naïve και Ses, σε τρεις περιπτώσεις για τη μέθοδο Holt, σε δύο για τη μέθοδο Theta Classic και σε μία για τη μέθοδο Damped.

7.1.2 Σχολιασμός αποτελεσμάτων τεχνητών νευρωνικών δικτύων

Θέλοντας να ελέγξουμε κατά πόσο η εφαρμογή των νευρωνικών δικτύων, ως μη γραμμικό ντετερμινιστικό μοντέλο, βελτιώνει τα σφάλματα που παρουσίασαν τα στατιστικά μοντέλα που αναλύθηκαν παραπάνω, προκύπτει ο παρακάτω συγκριτικός πίνακας που αφορά στα σφάλματα όλων των μοντέλων που τέθηκαν σε εφαρμογή. Ο ακόλουθος πίνακας συμπληρώθηκε με βάση το δείκτη MSE (πίνακας 33).

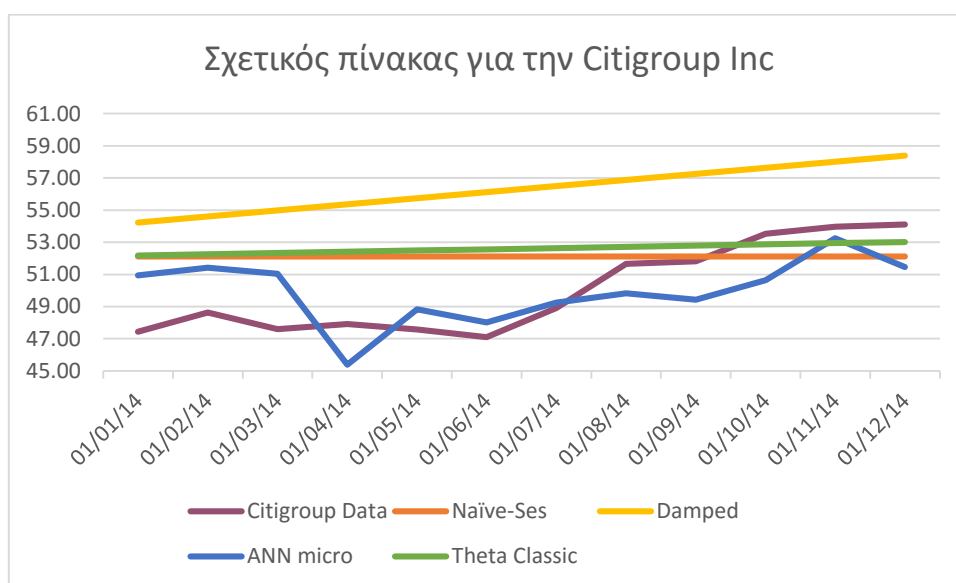
Μετοχές	JPMorgan	Citigroup Inc	ING	Credit Suisse	Deutsche Bank
Καλύτερη Μέθοδος	<i>Theta Classic</i>	<i>Τεχνητά Νευρωνικά Δίκτυα (Μικροοικονομικές παράμετροι)</i>	<i>Naïve-SES</i>	<i>Τεχνητά Νευρωνικά Δίκτυα (Μακροοικονομικές παράμετροι)</i>	<i>Τεχνητά Νευρωνικά Δίκτυα (Μακροοικονομικές παράμετροι)</i>
	<i>Mse=4.0274</i> <i>21%</i> <i>μικρότερο σφάλμα από τις 2^{ες} Naive-Ses</i>	<i>Mse=5,4758</i> <i>62%</i> <i>μικρότερο σφάλμα από τις 2^{ες} Naïve-Ses</i>	<i>Mse=0.3117</i> <i>48%</i> <i>μικρότερο σφάλμα από τη 2^η Damped</i>	<i>Mse=2.2983</i> <i>11%</i> <i>μικρότερο σφάλμα από τη 2^η Theta Classic</i>	<i>Mse=55.7107</i> <i>5%</i> <i>μικρότερο σφάλμα από τη 2^η Τεχνητά Νευρωνικά Δίκτυα</i>
Μετοχές	Bank of Montreal	DBS Group	Banco Santander	NBG	Alpha Bank
Καλύτερη Μέθοδος	<i>Damped Exponential Smoothing</i>	<i>Holt Exponential Smoothing</i>	<i>Naïve-SES</i>	<i>Damped Exponential Smoothing</i>	<i>Τεχνητά Νευρωνικά Δίκτυα</i>
	<i>Mse=14.8266</i> <i>1.5%</i> <i>μικρότερο σφάλμα από τη 2^η Holt</i>	<i>Mse=0.8306</i> <i>27%</i> <i>μικρότερο σφάλμα από τη 2^η Damped</i>	<i>Mse=0.5639</i> <i>53%</i> <i>μικρότερο σφάλμα από τη 2^η Theta Classic</i>	<i>Mse=0.4553</i> <i>35%</i> <i>μικρότερο σφάλμα από τις 2^{ες} Naïve-SES</i>	<i>Mse=0.0320</i> <i>9%</i> <i>μικρότερ σφάλμα από τις 2^{ες} Naïve-Ses</i>

Πίνακας 30 Παρουσίαση των μοντέλων (γραμμικών και μη) με τα μικρότερα σφάλματα

Όπως βλέπουμε από τον παραπάνω πίνακα, σε τέσσερις περιπτώσεις αποδεικνύεται ότι τα νευρωνικά δίκτυα έδωσαν τα μικρότερα σφάλματα, σε δύο περιπτώσεις βέλτιστη μέθοδος αποδεικνύεται η μέθοδος Damped, σε δύο περιπτώσεις αποδεικνύονται βέλτιστες οι μέθοδοι εξομάλυνσης Naïve και Ses και σε μία περίπτωση οι μέθοδοι εξομάλυνσης Theta και Holt. Σημειώνεται οι μέθοδοι Naïve και SES ταυτίζονται στις παραπάνω περιπτώσεις αφού ο υπολογισμός του βέλτιστου συντελεστή εξομάλυνσης για τη μέθοδο SES υπολογίστηκε σε κάθε περίπτωση ίσος με τη μονάδα.

Σχετικά με τα υπόλοιπα σφάλματα, σε τρεις περιπτώσεις ο δείκτης σφάλματος Mape ήταν μικρότερος για τις μεθόδους Holt και Naïve-Ses, σε δύο περιπτώσεις ήταν μικρότερος για τα νευρωνικά δίκτυα και σε μία για τις μεθόδους Theta και Damped. Αναφορικά με τα σφάλματα Mae και sMape, ήταν μικρότερα για τις μεθόδους των νευρωνικών δικτύων αλλά και για τις Naïve-Ses σε τρεις περιπτώσεις, σε δύο περιπτώσεις για τη μέθοδο Holt και σε μία για τις Theta Classic και Damped.

Στα διαγράμματα φαίνεται ιδιαίτερα παραστατικά η αποτελεσματική λειτουργία των νευρωνικών δικτύων.



Γράφημα 17 Συγκριτικός Πίνακας για την τράπεζα Citigroup

Ερμηνεία:

Το ανωτέρω διάγραμμα μας δείχνει ότι η χρήση των νευρωνικών δικτύων με εισόδους τα μικροοικονομικά δεδομένα της τράπεζας πετυχαίνει την καλύτερη πρόβλεψη από κάθε άλλο στατιστικό μοντέλο πρόβλεψης. Τα μικροοικονομικά

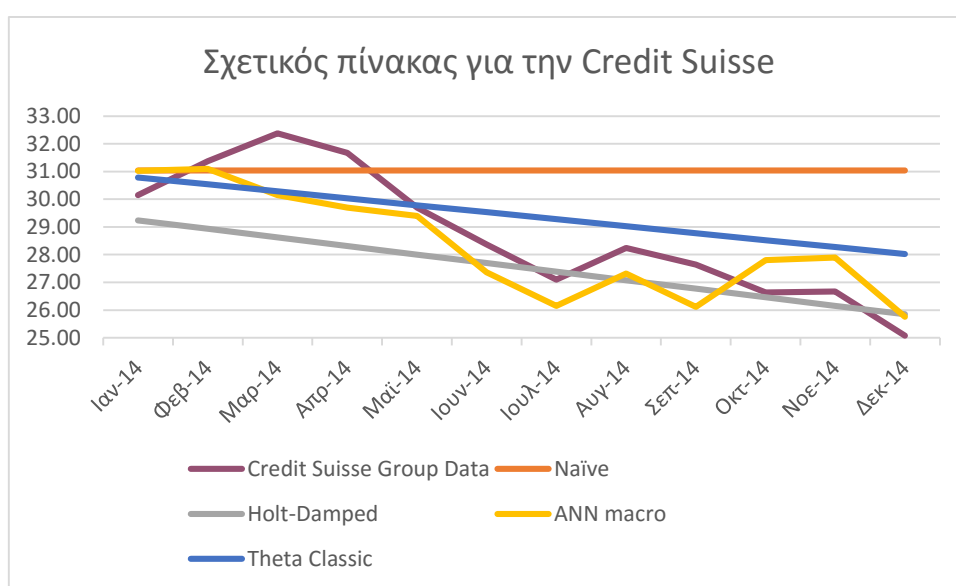
Τρίμηνο έτους	Tier 1 ratio (%)	EPS ratio
Q1 2013	7.78	0.40
Q2 2013	7.86	0.28
Q3 2013	8.13	0.06
Q4 2013	8.21	0.56
Q1 2014	5.71	0.70
Q2 2014	5.83	0.88
Q3 2014	5.99	1.00
Q4 2014	6.00	1.24

στοιχεία της Citigroup Inc φαίνεται να παίζουν καθοριστικό ρόλο στην πρόβλεψη της πορείας της μετοχής της.

Χαρακτηριστικά, παρατηρούμε ότι το νευρωνικό δίκτυο ξεκινάει την μηνιαία πρόβλεψή του από

Πίνακας 31 Μικροοικονομικά στοιχεία Citigroup '13-'14

καλύτερο αρχικό σημείο σε σχέση με κάθε άλλο στατιστικό μοντέλο συγκρινόμενο με την πραγματική τιμή της μετοχής. Αν και με καθυστέρηση ενός τριμήνου, προβλέπει την επικείμενη πτώση της τιμής της μετοχής και την προσεγγίζει με χαρακτηριστική ακρίβεια μέχρι το τέλος του έτους. Η πτώση αυτή οφείλεται σχεδόν αποκλειστικά στην πτώση του δείκτη κεφαλαιακής επάρκειας της τράπεζας, οποίος από το 8.2% το τελευταίο τρίμηνο του 2013 βρέθηκε στο 5.7% και 5.8% στα πρώτα δύο τρίμηνα του 2014. Η δημοσιοποίηση των στοιχείων αυτών, μετά και την αδυναμία της Citigroup Inc να περάσει με επιτυχία τα stress tests της Ομοσπονδιακής Τράπεζας της Αμερικής. Παράλληλα η Fed απαγόρευσε στην Citigroup να υλοποιήσει την ως τότε ειλημμένη απόφασή της να προχωρήσει σε αύξηση διανομής των μερισμάτων και σε πρόγραμμα επαναγοράς μέρους του μετοχικού της κεφαλαίου. Το γεγονός αυτό απογοήτευσε τους επενδυτές. Έτσι ακολούθησε αρνητική πορεία για την μετοχή της τράπεζας το πρώτο εξάμηνο του 2014 η οποία σημείωσε πτώση 10% στο διάστημα αυτό. Μετά την λήψη μέτρων εκ μέρους της τράπεζας, η τράπεζα ενισχύεται κεφαλαιακά και σε συνδυασμό με την αύξηση που παρουσίασε ο δείκτης κέρδη/ανά μετοχή, ακολούθησε αυξητική τάση για την πορεία της μετοχής μέχρι και το τέλος του έτους. Αναλυτικά όλες οι μικροοικονομικές παράμετροι που χρησιμοποιήθηκαν για την κατασκευή του νευρωνικού δικτύου φαίνονται στο παράρτημα 2.



Γράφημα 18 Συγκριτικός Πίνακας για την Credit Suisse

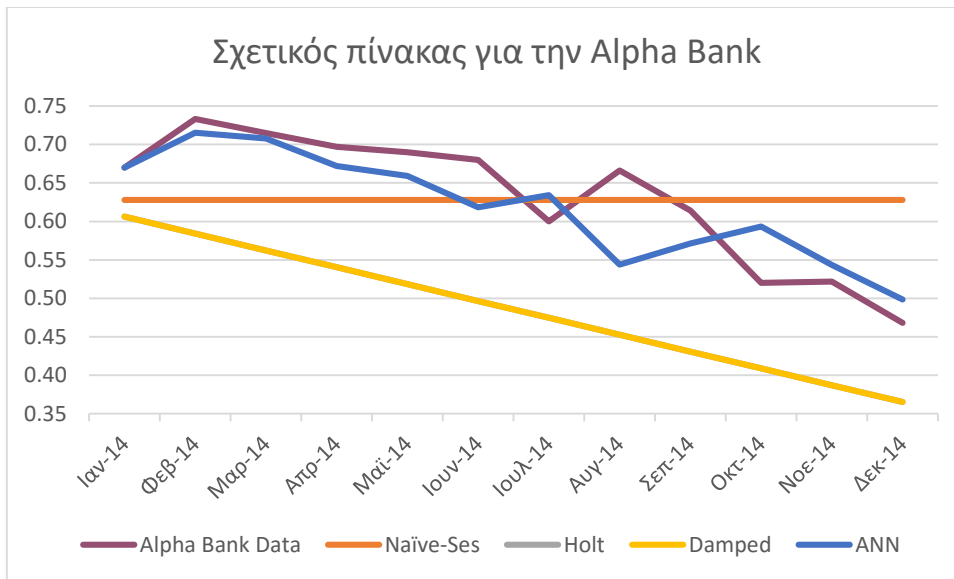
Ερμηνεία:

Το ανωτέρω διάγραμμα μας δείχνει ότι η χρήση των νευρωνικών δικτύων με εισόδους τα μακροοικονομικά δεδομένα της χώρας στην οποία εδρεύει η τράπεζα Credit Suisse πετυχαίνει την καλύτερη πρόβλεψη από κάθε άλλο στατιστικό μοντέλο πρόβλεψης. Ο πολύ χαμηλός πληθωρισμός της Ελβετίας συνολικά από το 2011 και

μετά είναι ένα ενδεικτικό στοιχείο των περιορισμένων επενδύσεων σε προϊόντα υψηλού ρίσκου, όπως οι μετοχές αλλά και της τάσης των επενδυτών να αναζητούν ασφαλή καταφύγια για τα χρήματά τους δείχνοντας προτίμηση στις καταθέσεις. Ένα ακόμη στοιχείο που συντελεί στην κατεύθυνση αυτή είναι ο χαμηλός ρυθμός αύξησης του ΑΕΠ για την Ελβετία τα τελευταία χρόνια. Μία ερμηνεία πάνω σε αυτό θα ήταν οι στενές εμπορικές σχέσεις Ελβετίας – Ευρωπαϊκής Ένωσης και τα πολλά προβλήματα που αντιμετώπισε η τελευταία μέσα στο 2014, όπως η κρίση στην Ουκρανία και η αδυναμία επίλυσης της ελληνικής κρίσης χρέους. Τέλος η δραματική μείωση των τιμών του πετρελαίου επηρέασε σε μεγάλο βαθμό τον ενεργειακό κλάδο και κατά συνέπεια την ανάπτυξη των αναπτυγμένων οικονομιών στο σύνολό τους. Τα μακροοικονομικά στοιχεία της Credit Suisse φαίνεται από τα χαμηλά σφάλματά τους να παίζουν καθοριστικό ρόλο στην πρόβλεψη της πορείας της μετοχής της. Αναλυτικά όλες οι μακροοικονομικές παράμετροι που χρησιμοποιήθηκαν για την κατασκευή του νευρωνικού δικτύου φαίνονται στο παράρτημα 2.

Πίνακας 32 Μακροοικονομικά στοιχεία Credit Suisse

Ημερομηνία	Πληθωρισμός (%)	Ρυθμός ΑΕΠ(%)	Ημερομηνία	Πληθωρισμός	Ρυθμός ΑΕΠ (%)
Ιαν-2014	-0.3	-	Ιαν-2013	-0.3	-
Φεβρ-2014	-0.1	-	Φεβρ-2013	-0.3	-
Μαρ-2014	0	0.4	Μαρ-2013	-0.6	0.6
Απρ-2014	-0.1	-	Απρ-2013	-0.6	-
Μαι-2014	0.1	-	Μαι-2013	-0.5	-
Ιουν-2014	0	0.3	Ιουν-2013	-0.1	0.5
Ιουλ-2014	0	-	Ιουλ-2013	0	-
Αυγ-2014	0.2	-	Αυγ-2013	0.	-
Σεπτ-2014	0	0.7	Σεπτ-2013	-0.1	0.3
Οκτ-2014	0	-	Οκτ-2013	-0.3	-
Νοε-2014	-0.1	-	Νοε-2013	0.1	-
Δεκ-2014	-0.1	0.6	Δεκ-2013	0.1	0.5



Γράφημα 19 Συγκριτικός Πίνακας για την Alpha Bank

Ερμηνεία:

Το ανωτέρω διάγραμμα μας δείχνει ότι η χρήση των νευρωνικών δικτύων με εισόδους το σύνολο των μικροοικονομικών και μακροοικονομικών παραμέτρων που αφορούν την Alpha Bank πετυχαίνει την καλύτερη πρόβλεψη από κάθε άλλο στατιστικό μοντέλο πρόβλεψης. Τόσο τα μικροοικονομικά στοιχεία της τράπεζας όσο και τα μακροοικονομικά στοιχεία της ελληνικής οικονομίας φαίνεται να παίζουν καθοριστικό ρόλο στην πρόβλεψη της πορείας της μετοχής της. Όσον αφορά στις μικροοικονομικές παραμέτρους της Alpha Bank φαίνεται ότι η μείωση του δείκτη κεφαλαιακής επάρκειας στο 3^ο και 4^ο τρίμηνο του έτους αλλά και η κατακόρυφη πτώση του δείκτη κερδών ανά μετοχή στο 4^ο τρίμηνο του 2014 είναι ενδεικτικοί της πτωτικής πορείας της μετοχής κατά τη διάρκεια του 2014. Η ανακεφαλαιοποίηση της τράπεζας τον Μάιο του 2013 βελτίωσε σημαντικά την οικονομική κατάσταση του χρηματοπιστωτικού ιδρύματος σε σχέση με το 2012, χρονιά που επιβλήθηκε το PSI στα ελληνικά ομόλογα, αλλά αυτό δεν ήταν αρκετό για να αντιστραφεί η καθοδική πορεία της μετοχής, μιας και η πορεία των μακροοικονομικών στοιχείων της ελληνικής οικονομίας το 2014 φαίνεται πως είναι ιδιαίτερα προβληματική. Ο ρυθμός αύξησης του ΑΕΠ παρουσιάζει κάμψη το 2^ο και 4^ο τρίμηνο του 2014 και ο πληθωρισμός ακολουθεί καθοδική πορεία σε επίσημα για την οικονομία επίπεδα κάτω του μηδενός. Ερμηνεύοντας την πορεία των μακροοικονομικών στοιχείων της ελληνικής οικονομίας θα λέγαμε πως το 3^ο και 4^ο τρίμηνο του έτους συνοδεύτηκε από πολιτική αβεβαιότητα στο εσωτερικό καθώς τέθηκε υπό αμφισβήτηση η σταθερότητα του κυβερνητικού σχηματισμού και το 4^ο τρίμηνο του έτους έκλεισε με επιστροφή της οικονομίας στην

ύφεση και πρωτοφανή αρνητικά επίπεδα πληθωρισμού, δείγμα της επιφυλακτικής στάσης που κράτησαν οι επενδυτές μπροστά στο θολό πολιτικό τοπίο.

Το νευρωνικό δίκτυο συσχέτισε σωστά την πορεία των μικρο-μακροοικονομικών δεικτών με τα οποία εκπαιδεύτηκε και προέβλεψε επιτυχώς εν τέλει τις μηνιαίες τιμές των μετοχών για το 2014.

Ημερομηνία	Κέρδη ανά μετοχή (ευρώ)	Καταθέσεις(Δις Ευρώ)	Δείκτης Κεφαλαιακής Επάρκειας(%)
Α' τρίμηνο 2013	0.35	42.042	13.90%
Β' τρίμηνο 2013	0.52	42.002	13.90%
Γ' τρίμηνο 2013	0.38	41.967	13.50%
Δ' τρίμηνο 2013	0.01	42.485	15.90%
Α' τρίμηνο 2014	0.96	41.842	15.60%
Β' τρίμηνο 2014	1.05	42.206	16.30%
Γ' τρίμηνο 2014	1.02	43.533	14.90%
Δ' τρίμηνο 2014	0.36	42.901	13.10%

Πίνακας 33 Μικροοικονομικά στοιχεία Alpha Bank

Ημερομηνία	Ρυθμός αύξησης του ΑΕΠ	Δείκτης Πληθωρισμού(%)	Δείκτης Ανεργίας (%)	Ημερομηνία	Ρυθμός αύξησης του ΑΕΠ	Δείκτης Πληθωρισμού(%)	Δείκτης Ανεργίας (%)
Ιαν-2014	-	-1.4	27.22	Ιαν-2013	-	0	26.76
Φεβρ-2014	-	-0.9	27.19	Φεβρ-2013	-	0.1	26.81
Μαρ-2014	0.7	-1.5	26.98	Μαρ-2013	-1.8	-0.2	27.17
Απρ-2014	-	-1.6	27.09	Απρ-2013	-	-0.6	27.50
Μαι-2014	-	-2.1	26.99	Μαι-2013	-	-0.3	27.76
Ιουν-2014	0.3	-1.5	26.66	Ιουν-2013	-0.3	-0.3	27.73
Ιουλ-2014	-	-0.8	26.34	Ιουλ-2013	-	-0.5	27.90
Αυγ-2014	-	-0.2	26.22	Αυγ-2013	-	-1	27.70
Σεπτ-2014	0.7	-1.1	26.11	Σεπτ-2013	-0.4	-1	27.91
Οκτ-2014	-	-1.8	26.09	Οκτ-2013	-	-1.9	27.71
Νοε-2014	-	-1.2	25.88	Νοε-2013	-	-2.9	27.72
Δεκ-2014	-0.4	-2.5	25.89	Δεκ-2013	-0.3	-1.8	27.48

Πίνακας 34 Μακροοικονομικά στοιχεία Alpha Bank

7.2 Συμπεράσματα

Στην παρούσα παράγραφο γίνεται συνοπτική παρουσίαση των συμπερασμάτων που προέκυψαν στο πλαίσιο της παρούσας διπλωματικής εργασίας.

- Μετά από σύγκριση των σφαλμάτων όλων των μοντέλων που εφαρμόστηκαν, παρατηρείται ότι τα Τεχνητά Νευρωνικά Δίκτυα πέτυχαν την μεγαλύτερη ακρίβεια για την πρόβλεψη των περισσότερων τιμών μετοχών που εξετάστηκαν.

- Ανάμεσα στα στατιστικά μοντέλα που εφαρμόστηκαν, η μέθοδος Naïve έδωσε τα μικρότερα σφάλματα στις περισσότερες περιπτώσεις, ακολουθούμενη από πολύ κοντά από τη μέθοδο Theta Classic.

Η πρόβλεψη της τιμής μίας μετοχής σε μακροπρόθεσμο ορίζοντα αποτελεί μεγάλη πρόκληση. Το γεγονός ότι τα σφάλματα που παρουσίασαν τα Τεχνητά Νευρωνικά Δίκτυα ήταν μικρότερα στις περισσότερες περιπτώσεις μας οδηγούν στα εξής συμπεράσματα:

- Οι μακροοικονομικές και μικροοικονομικές παράμετροι που χρησιμοποιήθηκαν παίζουν καθοριστικό ρόλο στην εξέλιξη της τιμής μίας τραπεζικής μετοχής.

- Το Νευρωνικό Δίκτυο που αναπτύχθηκε με τη χρήση μακροοικονομικών παραμέτρων πέτυχε καλύτερες επιδόσεις από τα αντίστοιχα νευρωνικά δίκτυα που σχεδιάστηκαν. Συμπεραίνουμε ότι για μεσοπρόθεσμες προβλέψεις, όπως στην περίπτωση μας, παίζει μεγαλύτερο ρόλο το μακροοικονομικό περιβάλλον στο οποίο δραστηριοποιείται μία τράπεζα. Παράμετροι όπως: επιτόκιο δανεισμού, ρυθμός αύξησης του ΑΕΠ, πληθωρισμός, ισοτιμία νομισμάτων και ανεργία επιδρούν καταλυτικά στην εξέλιξη της τιμής μίας τραπεζικής μετοχής όταν πραγματοποιείται πρόβλεψη με ορίζοντα ενός έτους.

- Τα αμιγώς στατιστικά μοντέλα είναι αδύνατον να αντλήσουν πληροφορίες για μία χρονοσειρά πέραν των παλαιότερων παρατηρήσεων της ίδιας χρονοσειράς και ως εκ τούτου μειονεκτούν έναντι των νευρωνικών δικτύων που διαθέτουν μεγάλη ευελιξία στον συγκεκριμένο τομέα.

- Σε περιπτώσεις special events όπως είναι: η απόφαση του διοικητικού συμβουλίου μίας τράπεζας να προχωρήσει σε αύξηση του μετοχικού της κεφαλαίου, η απόφαση να προβεί η τράπεζα σε split η reverse split των μετοχών της, μία συμφωνία για επέκταση του τραπεζικού ομίλου με εξαγορά μίας άλλης τράπεζας ή ακόμη και εξαγορά της ίδιας από άλλο χρηματοπιστωτικό οργανισμό, τα νευρωνικά δίκτυα μειονεκτούν καθώς τέτοιου είδους πληροφορίες δεν γίνεται να ληφθούν υπ όψιν. Κάτι τέτοιο βέβαια αποτελεί μειονέκτημα εξίσου και για τα στατιστικά μοντέλα πρόβλεψης. Στις περιπτώσεις αυτές παρουσιάζονται σημαντικά σφάλματα.

7.3 Μελλοντικές προεκτάσεις

Η παρούσα διπλωματική εργασία αποτελεί μία διεξοδική μελέτη πρόβλεψης των τιμών δέκα κορυφαίων τραπεζικών μετοχών, η οποία θέτει σε εφαρμογή τόσο στατιστικά όσο και μη γραμμικά ντετερμινιστικά μοντέλα, όπως είναι τα νευρωνικά δίκτυα.

Όπως ειπώθηκε στην παράγραφο 7.2, τα νευρωνικά δίκτυα που κατασκευάστηκαν πέτυχαν καλύτερες επιδόσεις στις περισσότερες περιπτώσεις. Παρ' όλ' αυτά, προκύπτουν αρκετά νέα πεδία πλέον που απαιτούν περαιτέρω διερεύνηση, προκειμένου να προκύψει μία σφαιρικότερη εικόνα όσον αφορά την πρόβλεψη τιμών τραπεζικών μετοχών αλλά και γενικότερα.

Χαρακτηριστικά, στην παρούσα μελέτη θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν περισσότερες μικροοικονομικές και μακροοικονομικές παράμετροι, αλλά και δεδομένα μεγαλύτερης διάρκειας, όπως για παράδειγμα τα στοιχεία του 2014 αλλά και του 2015 με στόχο πρόβλεψη για το 2016. Στην περίπτωση μελέτης των ελληνικών τραπεζών κάτι τέτοιο είναι εξαιρετικά ενδιαφέρον, αφού μπορεί να ερευνηθεί η επίδραση των capital controls, που επιβλήθηκαν τον Ιούνιο του 2015 στις ελληνικές τράπεζες, στην πορεία των τραπεζικών μετοχών.

Επιπροσθέτα, μία προέκταση που ενδέχεται να λειτουργήσει σε ακόμη αποδοτικότερα σφάλματα αν εφαρμοστεί στα νευρωνικά δίκτυα είναι η εφαρμογή δεικτών ως είσοδοι για τα νευρωνικά, αφού πρώτα κατηγοριοποιηθούν οι δείκτες κατάλληλα όπως αναφέρθηκε στην παράγραφο 4.6.

Μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως είσοδοι αποκλειστικά δείκτες οδηγού (leading indicators) εάν πρόκειται για βραχυπρόθεσμες προβλέψεις ενώ στην περίπτωση των μεσοπρόθεσμων και μακροπρόθεσμων προβλέψεων μπορούν να ληφθούν υπ' όψιν οι δείκτες με καθυστέρηση (lagging indicators) ώστε να επιβεβαιώνουν ότι μία πρόβλεψη που έγινε στο παρελθόν είναι όντως έγκυρη ή ότι ένα γεγονός πρόκειται να συμβεί στο μεσο-μακροπρόθεσμο μέλλον.

Τέλος, μία ακόμη προέκταση της παρούσας έρευνας θα ήταν η χρήση συνδυαστικών μοντέλων πρόβλεψης, που θα χρησιμοποιούν τόσο νευρωνικά δίκτυα όσο και στατιστικά μοντέλα πρόβλεψης ή ακόμα συνδυαστικά μοντέλα που θα συμπεριλαμβάνουν κριτικές προβλέψεις, οι οποίες είναι δυνατόν να διορθώσουν το μειονέκτημα των νευρωνικών δικτύων που αναφέρθηκε στην προηγούμενη παράγραφο αναφορικά με τα ειδικά γεγονότα που προκύπτουν στους χρηματοπιστωτικούς οργανισμούς.

Κεφάλαιο 8^ο: Βιβλιογραφία

Ξένη Βιβλιογραφία:

- A comparative study of artificial neural networks, and decision trees for digital game content stocks price prediction, Tsung-Sheng Chang, Elsevier Ltd., 2011
- A Genetic Fuzzy Expert System for Stock Price Forecasting, Esmail Hadavandi, Hassan Shavandi, Arash Ghanbari, Seventh International Conference on Fuzzy Systems and Knowledge Discovery, 2010
- An Adaptive Network-Based Fuzzy Inference System(ANFIS) for the prediction of stock market return: The case of the Istanbul Stock Exchange, Melek Acar Boyacioglu, Derya Avci, Elsevier Ltd., 2010
- Forecasting Stock Market Prices in a Thin Security Market, Ilkka Virtanen et al, Pergamon Journals Ltd, 1987
- Forecasting the Saudi Arabia stock prices based on artificial neural networks model, S.O. Olatunji, Mohammad Saad Al-Ahmadi, Moustafa Elshafei, Yaser Ahmed Fallatah, International Journal of Intelligent Information Systems, 2013
- March 9, 2009: The Day Stocks Bottomed Out, David. K. Randall, Forbes, 03/08/2010
- Mixture of MLP-experts for trend forecasting of time series: A case study of the Tehran stock exchange, Reza Ebrahimpour et al, International Journal of Forecasting, 2011
- On the selection of equity securities: An expert systems methodology and an application on the Athens Stock Exchange, P.Xidonas, E.Ergazakis, K.Ergazakis, K.Metaxiotis, D.Askounis, G.Mavrotas, J.Psarras, Elsevier Ltd., 2009
- Rumor and Prediction: Making Sense (but Losing Dollars) in the Stock Market, Nicholas DiFonzo and Prashant Bordia, Academic Press, 1997
- Stock Price Forecasting Using Information from Yahoo Finance and Google Trend, Selene Yue Xu
- Support vector regression with chaos-based firefly algorithm for stock market price forecasting, Ahmad Kazem, Ebrahim Sharidi, Farookh Khadeer Hussain, Morteza Saberi, Omar Khadeer Hussain, Elsevier B.V., 2012
- Time series and neural network forecast of daily stock prices, Kuo-Cheng, Ojoung Kwon, Luna C.Tjung, Investment Management and Financial Innovations, 2012

Ελληνική Βιβλιογραφία:

- Γενετικοί Αλγόριθμοι και Εφαρμογές, Πάτρα, Σπυρίδων Λυκοθανάσης, Αναπληρωτής Καθηγητής Τμήματος Μηχανικών Η/Υ και Πληροφορικής, Πανεπιστήμιο Πατρών, 2001
- Επιχειρησιακές Προβλέψεις, Πετρόπουλος Φ. και Ασημακόπουλος Β.,Αθήνα, Εκδόσεις Συμμετρία, 2011

- Εφαρμογή Μηχανών Διανυσμάτων Υποστήριξης σε προβλήματα ταξινόμησης πολλών κλάσεων, Καρακόλιος Κλεάνθης, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, 2013
- Κέντρο Πολιτισμού Έρευνας και Τεκμηρίωσης, Το χρονικό της μεγάλης κρίσης, ΤτΕ, 2008-2013
- Μακροοικονομική, Olivier Blanchard, 4^η έκδοση, Επίκεντρο, 2006
- Μελέτη ευρωπαϊκών τραπεζών για την πρόβλεψη της συμπεριφοράς τους στη σύγχρονη οικονομική πραγματικότητα με τη χρήση τεχνητών νευρωνικών δικτύων, Γκολογιάννης Παύλος, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, 2013
- Νευρωνικά Δίκτυα και Μηχανική Μάθηση, Simon Haykin, Εκδόσεις Παπασωτηρίου, 2009
- Τεχνητά Νευρωνικά Δίκτυα, Διαμαντάρας Κωνσταντίνος, Κλειδάριθμος, 2007
- Τεχνικές Ανάλυσης Συστημάτων, Μποναζούντας, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, 2011
- Τεχνητή Νοημοσύνη, Βλαχάβας Ιωάννης, Κεφαλάς Πέτρος, Βασιλειάδης Νικόλαος, Κόκκορας Φώτης, Σακελλαρίου Ηλίας, Γ έκδοση, Εκδόσεις Β.Γκιούρδας.
- Πρόβλεψη χρηματοοικονομικών δεικτών με χρήση Τεχνητών Νευρωνικών Δικτύων, Γραβάνης Σεραφείμ, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, 2012

Ηλεκτρονικές Διευθύνσεις:

- <http://www.alpha.gr/page/>
- <https://www.bancosantander.es/es/particulares>
- <https://www.bmo.com/main/personal>
- <http://www.capital.gr/story/1261999>
- <http://www.citigroup.com/citi/>
- <https://www.credit-suisse.com/global/en.html>
- <https://www.db.com/company/index.htm>
- <http://www.dbs.com/default.page>
- <http://ec.europa.eu/eurostat>
- <http://finance.yahoo.com/>
- <http://www.ing.com/en.htm>
- <http://www.investopedia.com>
- <https://www.jpmorganchase.com/>
- <http://www.marketwatch.com>
- <https://www.nbg.gr/>
- <https://sciencearchives.wordpress.com/2013/01/28/%CE%BD%CF%84%CE%B5%CF%84%CE%B5%CF%81%CE%BC%CE%B9%CE%BD%CE%B9%CF%83%CE%BC%CF%8C%CF%82/>
- <http://www.tovima.gr/politics/article/?aid=443281&h1=true>
- <http://www.tradingeconomics.com>

Παράρτημα 1: Ιστορικό τιμών μετοχών των εξεταζόμενων τραπεζών, μικροοικονομικών και μακροοικονομικών παραμέτρων που εξετάστηκαν

Ιστορικό τιμών μετοχών:

	Jp Morgan	Citigroup Inc	ING	Credit Suisse Group	Deutsche Bank	Bank of Montreal	DBS Group	Banco Santander	National Bank of Greece	Alpha Bank of Greece
01/12/14	62.58	54.11	12.97	25.08	30.02	70.73	20.60	8.33	1.47	0.47
03/11/14	60.16	53.97	14.60	26.67	32.65	73.69	19.83	8.90	1.92	0.52
01/10/14	60.48	53.53	14.32	26.64	31.32	72.60	18.48	8.77	1.92	0.52
02/09/14	60.24	51.82	14.19	27.64	34.86	73.62	18.42	9.50	2.32	0.61
01/08/14	59.45	51.65	13.77	28.24	34.31	76.96	17.92	9.92	2.61	0.67
01/07/14	57.67	48.91	12.97	27.10	34.16	74.57	18.22	9.97	2.41	0.60
02/06/14	57.62	47.10	14.02	28.37	35.18	73.59	16.75	10.42	2.67	0.68
01/05/14	55.57	47.57	14.04	29.70	40.53	70.30	16.90	10.22	2.62	0.69
01/04/14	55.98	47.91	14.30	31.67	44.03	68.94	16.94	9.96	2.80	0.70
03/03/14	60.71	47.60	14.25	32.38	44.83	67.01	16.17	9.58	3.94	0.72
03/02/14	56.82	48.63	14.52	31.37	48.34	65.97	16.52	9.05	3.56	0.73
02/01/14	55.36	47.43	13.21	30.15	48.18	61.08	16.47	8.64	3.29	0.67
02/12/13	58.48	52.11	14.01	31.04	48.24	66.66	17.10	9.07	3.92	0.63
01/11/13	57.22	52.92	12.98	29.90	47.96	69.75	17.18	8.94	4.58	0.66
01/10/13	51.54	48.78	12.72	31.13	48.32	69.70	16.74	8.91	4.15	0.66
03/09/13	51.69	48.51	11.35	30.55	45.88	66.82	16.42	8.17	3.00	0.57
01/08/13	50.53	48.33	10.87	28.86	43.42	62.83	15.80	7.11	3.06	0.51
01/07/13	55.73	52.14	10.17	29.28	44.99	62.12	16.70	7.32	2.63	0.45
03/06/13	52.79	47.97	9.09	26.46	41.95	58.03	15.50	6.47	2.50	0.43
01/05/13	54.59	51.99	9.30	29.44	46.32	59.08	17.16	7.20	5.30	0.67
01/04/13	49.01	46.66	8.21	28.78	46.05	62.71	16.76	7.25	0.64	0.96
01/03/13	47.46	44.24	7.21	26.20	39.12	62.95	16.00	6.81	0.66	0.71
01/02/13	48.92	41.97	8.00	26.76	45.73	62.23	15.11	7.58	0.99	1.02
02/01/13	47.05	42.16	10.08	29.54	51.66	63.22	14.96	8.18	1.17	1.27
03/12/12	43.97	39.56	9.49	24.56	44.29	61.30	14.84	8.17	1.35	1.46
01/11/12	41.08	34.57	8.99	23.61	44.13	60.03	14.44	7.66	1.32	1.54
01/10/12	41.68	37.39	8.86	23.34	45.71	59.12	13.90	7.46	1.79	1.80
04/09/12	40.48	32.72	7.89	21.15	39.65	59.04	14.39	7.46	1.88	1.66
01/08/12	37.14	29.71	7.58	19.26	35.44	58.50	14.45	7.04	1.41	1.35
02/07/12	36.00	27.13	6.58	17.06	30.34	57.22	14.74	5.96	1.27	1.21
01/06/12	35.73	27.41	6.68	18.33	36.17	55.26	13.87	6.56	1.40	1.26
01/05/12	33.15	26.51	5.80	19.13	35.98	53.38	13.22	5.32	1.01	0.88

02/04/12	42.98	33.04	7.06	23.31	43.39	59.37	13.96	6.33	1.68	1.06
01/03/12	45.98	36.55	8.32	28.51	49.79	59.42	14.18	7.67	1.92	0.98
01/02/12	39.24	33.32	8.79	26.82	46.74	58.61	14.20	8.30	2.35	1.33
03/01/12	37.30	30.72	9.11	26.04	42.69	58.12	13.55	7.88	2.75	1.52
01/12/11	33.25	26.31	7.17	23.48	37.86	54.81	11.52	7.52	1.62	0.54
01/11/11	30.97	27.48	7.82	24.21	39.28	58.65	12.40	7.48	1.99	0.69
03/10/11	34.76	31.59	8.64	28.97	41.41	59.17	12.36	8.56	1.72	0.99
01/09/11	30.12	25.62	7.05	26.24	34.61	55.85	11.84	8.04	2.75	1.33
01/08/11	37.56	31.05	8.71	28.70	40.47	62.42	13.25	9.28	3.09	2.26
01/07/11	40.45	38.34	10.74	35.94	54.97	62.84	15.50	10.21	4.73	3.06
01/06/11	40.94	41.64	12.37	39.02	59.24	63.55	14.66	11.51	4.93	3.47
02/05/11	43.24	41.15	12.15	43.12	59.75	63.96	14.84	11.89	4.90	3.16
01/04/11	45.63	4.59	13.19	45.49	65.32	65.63	14.90	12.40	5.24	3.94
01/03/11	46.10	4.42	12.71	42.58	59.07	64.98	14.58	11.71	6.27	4.55
01/02/11	46.69	4.68	12.55	46.23	64.18	63.83	14.18	12.30	6.78	4.80
03/01/11	44.94	4.82	11.39	44.71	58.55	57.71	15.02	12.24	7.06	4.28
01/12/10	42.42	4.73	9.79	40.41	52.05	57.57	14.32	10.65	6.05	3.80
01/11/10	37.40	4.20	8.84	37.03	47.96	58.75	14.00	9.62	6.49	4.27
01/10/10	37.63	4.17	10.78	41.50	57.88	59.25	13.90	12.81	7.87	4.76
01/09/10	38.06	3.91	10.29	42.56	54.93	57.75	14.10	12.66	7.17	4.60
02/08/10	36.36	3.71	8.88	43.88	62.68	55.22	13.82	11.69	9.28	5.10
01/07/10	40.28	4.10	9.62	45.37	70.24	61.06	14.46	12.77	10.42	5.83
01/06/10	36.61	3.76	7.41	37.43	56.16	54.28	13.62	10.50	8.30	4.04
03/05/10	39.58	3.96	7.92	38.69	59.57	58.83	14.02	10.15	9.34	4.55
01/04/10	42.58	4.37	8.87	45.70	68.68	61.99	15.38	12.34	11.50	6.10
01/03/10	44.75	4.05	9.96	51.38	76.87	60.70	14.34	13.27	13.88	7.01
01/02/10	41.97	3.40	8.93	44.60	63.50	53.17	14.00	13.04	12.76	6.93
04/01/10	38.94	3.32	9.40	43.18	60.97	48.71	14.28	14.08	14.91	7.05
01/12/09	41.67	3.31	9.81	49.16	70.91	53.08	15.40	16.44	16.86	8.20
02/11/09	42.49	4.11	9.50	52.41	73.10	51.14	14.36	17.30	17.14	9.15
01/10/09	41.77	4.09	12.90	53.30	71.63	46.37	13.06	16.06	23.55	12.09
01/09/09	43.82	4.84	17.83	55.65	76.77	50.64	13.28	16.15	22.82	11.47
03/08/09	43.46	5.00	15.07	50.89	67.58	48.22	12.64	15.43	20.35	10.51
01/07/09	38.65	3.17	12.94	47.37	64.90	50.11	13.88	14.46	19.07	8.42
01/06/09	34.11	2.97	10.14	45.73	61.00	42.15	11.80	12.10	17.05	7.10
01/05/09	36.90	3.72	10.62	44.83	67.61	40.09	11.80	10.74	16.56	7.62
01/04/09	33.00	3.05	9.06	38.28	52.43	33.01	9.50	9.15	13.72	6.78
02/03/09	26.58	2.53	5.44	30.49	40.65	26.11	8.45	6.90	9.82	4.53
02/02/09	22.85	1.50	4.51	24.16	25.56	22.13	7.84	6.02	8.45	3.82
02/01/09	25.51	3.55	8.33	25.49	25.65	26.70	8.82	7.84	11.35	5.99
01/12/08	31.53	6.71	11.10	28.26	40.69	25.69	8.42	9.49	11.36	6.10
03/11/08	31.66	8.29	8.38	29.61	35.66	28.82	9.40	8.37	12.74	7.24
01/10/08	41.25	13.65	9.31	37.40	37.98	35.77	11.02	10.74	14.72	10.36
02/09/08	46.70	20.51	21.40	48.28	72.79	43.10	16.78	15.02	24.11	13.83

01/08/08	38.49	18.99	31.15	46.38	84.87	43.66	18.08	16.98	26.09	15.91
01/07/08	40.63	18.69	32.67	49.88	92.18	46.87	19.20	19.16	26.24	17.29
02/06/08	34.31	16.76	31.55	45.31	85.35	41.23	18.86	18.19	24.64	17.47
01/05/08	43.00	21.89	38.22	50.89	106.47	49.08	19.50	20.90	31.42	20.07
01/04/08	47.65	25.27	37.99	53.35	119.44	49.97	19.86	21.09	30.61	19.93
03/03/08	42.95	21.42	37.37	50.88	113.05	44.81	18.00	19.94	28.77	19.11
01/02/08	40.65	23.71	33.31	48.92	110.96	50.54	17.34	17.78	31.17	18.29
02/01/08	47.40	28.17	32.58	56.77	112.83	56.46	17.38	17.52	34.61	20.00
03/12/07	43.65	29.44	38.91	60.10	129.41	56.60	20.70	21.54	40.45	22.66
01/11/07	45.62	33.30	38.78	60.32	131.75	63.09	20.10	21.42	39.52	21.15
01/10/07	47.00	41.90	44.99	67.70	133.76	66.58	22.40	21.71	41.31	23.24
04/09/07	45.82	46.67	44.31	66.33	128.39	65.48	21.60	19.31	38.48	22.24
01/08/07	44.52	46.88	40.19	65.64	124.00	61.60	20.00	18.27	37.59	21.71
02/07/07	44.01	46.57	42.18	64.54	136.28	62.51	23.10	18.60	37.36	22.75
01/06/07	48.45	51.29	43.97	70.96	144.74	64.35	22.80	18.38	36.50	21.20
01/05/07	51.83	54.49	44.44	75.93	152.10	66.71	23.90	19.20	38.21	21.42
02/04/07	52.10	53.62	45.61	78.50	153.55	62.68	21.30	17.69	35.54	20.47
01/03/07	48.38	51.34	42.33	71.83	134.54	60.58	21.40	17.83	34.18	21.57
01/02/07	49.39	50.37	42.73	69.26	131.31	60.57	21.50	18.54	33.66	21.20
03/01/07	50.93	55.13	44.06	71.08	142.01	59.60	22.00	18.87	34.18	22.46

Κέρδη ανά μετοχή (EPS ratio) ανά τράπεζα

Date	JpMorgan	Citigroup	ING	Credit Suisse	Deutsche Bank	Bank of Montreal	DBS Group	Banco Santander	NBG	Alpha Bank
01/12/14	0.41	0.34	0.29	0.85	1.49	0.68	1.63	0.29	0.75	0.12
03/11/14	0.41	0.34	0.29	0.85	1.49	0.68	1.63	0.29	0.75	0.12
01/10/14	0.41	0.34	0.29	0.85	1.49	0.68	1.63	0.29	0.75	0.12
02/09/14	0.33	0.41	0.39	1.00	1.25	1.31	1.69	0.43	1.66	0.34
01/08/14	0.33	0.41	0.39	1.00	1.25	1.31	1.69	0.43	1.66	0.34
01/07/14	0.33	0.41	0.39	1.00	1.25	1.31	1.69	0.43	1.66	0.34
02/06/14	0.29	0.15	0.36	0.42	1.14	1.30	1.68	0.34	2.57	0.35
01/05/14	0.29	0.15	0.36	0.42	1.14	1.30	1.68	0.34	2.57	0.35
01/04/14	0.29	0.15	0.36	0.42	1.14	1.30	1.68	0.34	2.57	0.35
03/03/14	0.23	-0.66	0.39	0.18	0.67	0.89	1.42	0.38	3.23	0.32
03/02/14	0.23	-0.66	0.39	0.18	0.67	0.89	1.42	0.38	3.23	0.32
02/01/14	0.23	-0.66	0.39	0.18	0.67	0.89	1.42	0.38	3.23	0.32
02/12/13	0.19	-0.35	0.25	-0.70	-0.09	0.48	1.58	0.33	0.76	0.35
01/11/13	0.19	-0.35	0.25	-0.70	-0.09	0.48	1.58	0.33	0.76	0.35
01/10/13	0.19	-0.35	0.25	-0.70	-0.09	0.48	1.58	0.33	0.76	0.35
03/09/13	0.02	-0.17	0.31	0.39	0.44	1.25	1.74	0.71	1.46	0.52
01/08/13	0.02	-0.17	0.31	0.39	0.44	1.25	1.74	0.71	1.46	0.52
01/07/13	0.02	-0.17	0.31	0.39	0.44	1.25	1.74	0.71	1.46	0.52
03/06/13	0.09	-0.24	-0.07	-0.41	0.29	1.00	1.03	1.04	2.27	0.38
01/05/13	0.09	-0.24	-0.07	-0.41	0.29	1.00	1.03	1.04	2.27	0.38
01/04/13	0.09	-0.24	-0.07	-0.41	0.29	1.00	1.03	1.04	2.27	0.38
01/03/13	0.13	-0.81	-0.61	-1.78	-2.90	1.06	0.94	1.22	2.93	0.01
01/02/13	0.13	-0.81	-0.61	-1.78	-2.90	1.06	0.94	1.22	2.93	0.01
02/01/13	0.13	-0.81	-0.61	-1.78	-2.90	1.06	0.94	1.22	2.93	0.01
03/12/12	0.09	-0.06	-0.13	0.53	0.66	0.39	0.84	0.25	0.61	0.05
01/11/12	0.09	-0.06	-0.13	0.53	0.66	0.39	0.84	0.25	0.61	0.05
01/10/12	0.09	-0.06	-0.13	0.53	0.66	0.39	0.84	0.25	0.61	0.05
04/09/12	0.27	0.16	0.01	0.40	0.57	0.61	0.96	0.53	1.11	0.32
01/08/12	0.27	0.16	0.01	0.40	0.57	0.61	0.96	0.53	1.11	0.32
02/07/12	0.27	0.16	0.01	0.40	0.57	0.61	0.96	0.53	1.11	0.32
01/06/12	0.25	-0.09	0.08	0.63	0.73	0.97	0.98	0.79	1.65	0.22
01/05/12	0.25	-0.09	0.08	0.63	0.73	0.97	0.98	0.79	1.65	0.22
02/04/12	0.25	-0.09	0.08	0.63	0.73	0.97	0.98	0.79	1.65	0.22
01/03/12	0.25	-0.11	-0.11	0.20	0.69	1.12	0.85	1.05	1.48	0.05
01/02/12	0.25	-0.11	-0.11	0.20	0.69	1.12	0.85	1.05	1.48	0.05
03/01/12	0.25	-0.11	-0.11	0.20	0.69	1.12	0.85	1.05	1.48	0.05
01/12/11	0.36	0.05	0.12	0.55	0.84	1.12	0.92	0.26	0.03	-0.13
01/11/11	0.36	0.05	0.12	0.55	0.84	1.12	0.92	0.26	0.03	-0.13
03/10/11	0.36	0.05	0.12	0.55	0.84	1.12	0.92	0.26	0.03	-0.13
01/09/11	0.34	0.03	0.10	0.38	0.55	1.27	0.80	0.51	0.12	0.07
01/08/11	0.34	0.03	0.10	0.38	0.55	1.27	0.80	0.51	0.12	0.07
01/07/11	0.34	0.03	0.10	0.38	0.55	1.27	0.80	0.51	0.12	0.07

01/06/11	0.37	0.02	0.03	0.16	-0.58	1.13	1.25	0.70	0.28	-0.02
02/05/11	0.37	0.02	0.03	0.16	-0.58	1.13	1.25	0.70	0.28	-0.02
01/04/11	0.37	0.02	0.03	0.16	-0.58	1.13	1.25	0.70	0.28	-0.02
01/03/11	0.43	0.01	0.04	0.20	0.22	1.25	1.16	0.94	0.46	0.10
01/02/11	0.43	0.01	0.04	0.20	0.22	1.25	1.16	0.94	0.46	0.10
03/01/11	0.43	0.01	0.04	0.20	0.22	1.25	1.16	0.94	0.46	0.10
01/12/10	0.43	0.32	0.12	0.30	0.73	1.36	1.41	0.24	0.16	-0.01
01/11/10	0.43	0.32	0.12	0.30	0.73	1.36	1.41	0.24	0.16	-0.01
01/10/10	0.43	0.32	0.12	0.30	0.73	1.36	1.41	0.24	0.16	-0.01
01/09/10	0.34	0.36	0.13	0.16	0.43	1.34	1.26	0.40	-1.39	-1.04
02/08/10	0.34	0.36	0.13	0.16	0.43	1.34	1.26	0.40	-1.39	-1.04
01/07/10	0.34	0.36	0.13	0.16	0.43	1.34	1.26	0.40	-1.39	-1.04
01/06/10	0.30	0.41	0.15	0.18	0.26	1.10	1.28	0.60	-1.42	-0.15
03/05/10	0.30	0.41	0.15	0.18	0.26	1.10	1.28	0.60	-1.42	-0.15
01/04/10	0.30	0.41	0.15	0.18	0.26	1.10	1.28	0.60	-1.42	-0.15
01/03/10	0.40	0.10	0.10	-0.21	0.05	1.12	1.23	0.60	-12.93	-6.07
01/02/10	0.40	0.10	0.10	-0.21	0.05	1.12	1.23	0.60	-12.93	-6.07
04/01/10	0.40	0.10	0.10	-0.21	0.05	1.12	1.23	0.60	-12.93	-6.07
01/12/09	0.41	0.32	0.06	0.01	0.50	1.65	1.58	0.17	-0.45	-0.19
02/11/09	0.41	0.32	0.06	0.01	0.50	1.65	1.58	0.17	-0.45	-0.19
01/10/09	0.41	0.32	0.06	0.01	0.50	1.65	1.58	0.17	-0.45	-0.19
01/09/09	0.47	0.32	0.10	0.16	0.23	1.52	1.34	0.18	-1.87	-0.28
03/08/09	0.47	0.32	0.10	0.16	0.23	1.52	1.34	0.18	-1.87	-0.28
01/07/09	0.47	0.32	0.10	0.16	0.23	1.52	1.34	0.18	-1.87	-0.28
01/06/09	0.47	0.05	0.05	0.05	0.27	1.42	1.40	0.19	-2.45	-0.49
01/05/09	0.47	0.05	0.05	0.05	0.27	1.42	1.40	0.19	-2.45	-0.49
01/04/09	0.47	0.05	0.05	0.05	0.27	1.42	1.40	0.19	-2.45	-0.49
02/03/09	0.54	0.14	0.13	0.03	-0.90	1.59	1.42	0.23	-2.12	-1.07
02/02/09	0.54	0.14	0.13	0.03	-0.90	1.59	1.42	0.23	-2.12	-1.07
02/01/09	0.54	0.14	0.13	0.03	-0.90	1.59	1.42	0.23	-2.12	-1.07
01/12/08	0.54	0.41	0.16	0.25	0.59	1.53	1.58	0.12	0.24	0.46
03/11/08	0.54	0.41	0.16	0.25	0.59	1.53	1.58	0.12	0.24	0.46
01/10/08	0.54	0.41	0.16	0.25	0.59	1.53	1.58	0.12	0.24	0.46
02/09/08	-0.06	0.44	0.07	0.18	0.11	1.42	1.46	0.10	1.06	-0.03
01/08/08	-0.06	0.44	0.07	0.18	0.11	1.42	1.46	0.10	1.06	-0.03
01/07/08	-0.06	0.44	0.07	0.18	0.11	1.42	1.46	0.10	1.06	-0.03
02/06/08	0.44	0.33	0.01	0.09	0.01	1.68	1.40	0.10	0.30	-0.02
01/05/08	0.44	0.33	0.01	0.09	0.01	1.68	1.40	0.10	0.30	-0.02
01/04/08	0.44	0.33	0.01	0.09	0.01	1.68	1.40	0.10	0.30	-0.02
03/03/08	0.43	0.24	0.05	-0.12	-0.44	1.62	1.37	0.09	0.62	0.04
01/02/08	0.43	0.24	0.05	-0.12	-0.44	1.62	1.37	0.09	0.62	0.04
02/01/08	0.43	0.24	0.05	-0.12	-0.44	1.62	1.37	0.09	0.62	0.04
03/12/07	0.49	0.41	-0.17	0.16	0.34	1.58	1.78	0.11	0.08	0.00
01/11/07	0.49	0.41	-0.17	0.16	0.34	1.58	1.78	0.11	0.08	0.00
01/10/07	0.49	0.41	-0.17	0.16	0.34	1.58	1.78	0.11	0.08	0.00

04/09/07	0.46	0.01	0.09	-0.15	0.07	1.61	1.57	0.12	0.42	0.03
01/08/07	0.46	0.01	0.09	-0.15	0.07	1.61	1.57	0.12	0.42	0.03
02/07/07	0.46	0.01	0.09	-0.15	0.07	1.61	1.57	0.12	0.42	0.03
01/06/07	0.40	0.29	0.08	0.18	-0.02	1.68	1.61	0.13	0.39	-0.01
01/05/07	0.40	0.29	0.08	0.18	-0.02	1.68	1.61	0.13	0.39	-0.01
02/04/07	0.40	0.29	0.08	0.18	-0.02	1.68	1.61	0.13	0.39	-0.01
01/03/07	0.45	0.02	0.11	0.13	0.11	1.67	1.32	0.11	0.02	-0.05
01/02/07	0.45	0.02	0.11	0.13	0.11	1.67	1.32	0.11	0.02	-0.05
03/01/07	0.45	0.02	0.11	0.13	0.11	1.67	1.32	0.11	0.02	-0.05

JpMorgan:

Ημερομηνία	Καταθέσεις (δισ \$)	Κεφαλαιοποίηση αγοράς (εκ \$)	Δείκτης κεφαλαιακής επάρκειας (Tier 1)
Q1 2007	206.500	165280	8.50%
Q2 2007	207.000	164659	8.40%
Q3 2007	205.300	153901	8.40%
Q4 2007	208.500	146986	8.40%
Q1 2008	214.100	146066	8.30%
Q2 2008	213.900	117881	9.20%
Q3 2008	210.100	174048	8.90%
Q4 2008	339.800	117695	10.90%
Q1 2009	345.800	99881	11.30%
Q2 2009	348.100	133852	9.70%
Q3 2009	339.600	172596	10.20%
Q4 2009	329.800	164261	11.10%
Q1 2010	339.900	177897	11.50%
Q2 2010	337.800	145554	12.10%
Q3 2010	335.500	149418	11.90%
Q4 2010	338.700	165875	12.10%
Q1 2011	352.100	183783	12.30%
Q2 2011	360.500	160083	12.40%
Q3 2011	367.800	114422	12.10%
Q4 2011	376.400	125442	12.30%
Q1 2012	395.400	175737	11.90%
Q2 2012	389.500	135661	11.30%
Q3 2012	393.800	153806	11.90%
Q4 2012	404.000	167260	12.60%
Q1 2013	421.100	179863	11.60%
Q2 2013	432.800	198966	11.60%
Q3 2013	438.100	194312	11.70%
Q4 2013	446.000	219657	11.90%
Q1 2014	458.470	229770	12.10%
Q2 2014	471.560	216725	11.00%
Q3 2014	476.160	225188	11.50%
Q4 2014	482.370	232472	11.60%

Citigroup:

Ημερομηνία	Καταθέσεις (δισ \$)	Δείκτης Κεφαλαιακής Επάρκειας (Tier 1)
Q1 2007	738.521	4.84%
Q2 2007	771.761	4.40%
Q3 2007	812.850	4.13%
Q4 2007	826.230	4.00%
Q1 2008	831.200	4.39%
Q2 2008	803.600	5.04%
Q3 2008	780.300	4.70%
Q4 2008	774.200	6.00%
Q1 2009	762.700	6.60%
Q2 2009	804.700	6.90%
Q3 2009	832.600	6.85%
Q4 2009	835.900	6.87%
Q1 2010	827.900	6.16%
Q2 2010	814.000	6.31%
Q3 2010	850.100	6.57%
Q4 2010	845.000	6.60%
Q1 2011	865.863	7.00%
Q2 2011	866.310	7.05%
Q3 2011	851.281	7.01%
Q4 2011	865.963	7.19%
Q1 2012	906.000	7.55%
Q2 2012	914.300	7.66%
Q3 2012	944.600	7.39%
Q4 2012	930.600	7.50%
Q1 2013	933.800	7.78%
Q2 2013	938.400	7.86%
Q3 2013	955.500	8.13%
Q4 2013	968.300	8.21%
Q1 2014	966.300	5.71%
Q2 2014	965.700	5.83%
Q3 2014	942.700	5.99%
Q4 2014	899300	6.00%

ING:

Ημερομηνία	Καταθέσεις (δισ ευρώ)	Δείκτης Κεφαλαιακής Επάρκειας (Tier 1)
Q1 2007	519.300	7.66%
Q2 2007	526.941	7.55%
Q3 2007	542.631	7.39%
Q4 2007	525.216	9.90%
Q1 2008	533.450	8.30%
Q2 2008	542.631	8.20%
Q3 2008	565.760	8.04%
Q4 2008	537.682	7.30%
Q1 2009	516.629	7.50%
Q2 2009	461.796	7.30%
Q3 2009	459.193	7.60%
Q4 2009	469.508	7.80%
Q1 2010	488.076	8.40%
Q2 2010	511.263	8.60%
Q3 2010	502.496	9.00%
Q4 2010	511.362	9.60%
Q1 2011	513.274	10.00%
Q2 2011	458.262	9.40%
Q3 2011	458.620	9.60%
Q4 2011	467.547	9.60%
Q1 2012	474.533	10.90%
Q2 2012	472.916	11.10%
Q3 2012	444.955	12.10%
Q4 2012	455.003	11.90%
Q1 2013	470.645	12.30%
Q2 2013	470.955	11.80%
Q3 2013	478.041	12.40%
Q4 2013	474.320	11.70%
Q1 2014	482.648	10.00%
Q2 2014	489.254	10.50%
Q3 2014	492.277	11.10%
Q4 2014	483.871	11.40%

Credit Suisse:

Ημερομηνία	Καταθέσεις (δις CHF)	Κεφαλαιοποίηση αγοράς(εκ. CHF)	Tier 1 ratio (%)
Q1 2007	328.325	101297	13.20%
Q2 2007	342.318	100221	13.00%
Q3 2007	334.467	86576	12.00%
Q4 2007	335.505	76024	11.10%
Q1 2008	315.564	56251	9.80%
Q2 2008	304.158	52740	10.20%
Q3 2008	312.593	56596	10.40%
Q4 2008	296.986	33762	13.30%
Q1 2009	286.703	41059	14.10%
Q2 2009	295.349	58765	15.50%
Q3 2009	286.073	68137	16.40%
Q4 2009	286.694	60691	16.30%
Q1 2010	275.316	64450	16.40%
Q2 2010	287.400	48535	16.30%
Q3 2010	278.128	49818	16.70%
Q4 2010	287.564	44683	17.20%
Q1 2011	293.295	46876	18.20%
Q2 2011	286.455	39312	18.20%
Q3 2011	314.952	28872	14.30%
Q4 2011	313.401	27021	15.20%
Q1 2012	304.943	31507	15.60%
Q2 2012	312.683	22207	16.50%
Q3 2012	319.832	26309	18.50%
Q4 2012	308.312	29402	19.40%
Q1 2013	316.681	33371	15.10%
Q2 2013	328.389	39937	15.90%
Q3 2013	328.244	44066	17.00%
Q4 2013	333.089	43526	16.80%
Q1 2014	348.450	45633	15.60%
Q2 2014	346.296	40758	16.00%
Q3 2014	363.220	42542	14.30%
Q4 2014	369.058	40308	14.90%

Deutsche Bank:

Ημερομηνία	Καταθέσεις (δισ ευρώ)	Δείκτης Κεφαλαιακής επάρκειας (Tier 1)
Q1 2007	420.707	8.70%
Q2 2007	446.243	8.40%
Q3 2007	443.370	8.80%
Q4 2007	457.946	8.60%
Q1 2008	198.524	9.20%
Q2 2008	163.901	9.30%
Q3 2008	151.141	10.30%
Q4 2008	87.117	10.10%
Q1 2009	395.670	10.20%
Q2 2009	368.532	11.00%
Q3 2009	364.973	11.70%
Q4 2009	344.220	12.60%
Q1 2010	366.040	7.50%
Q2 2010	411.985	7.50%
Q3 2010	398.641	7.60%
Q4 2010	533.984	8.70%
Q1 2011	533.103	9.60%
Q2 2011	549.173	10.20%
Q3 2011	588.217	10.10%
Q4 2011	601.730	9.50%
Q1 2012	588.313	10.00%
Q2 2012	605.424	10.20%
Q3 2012	607.606	10.70%
Q4 2012	577.210	11.40%
Q1 2013	575.165	12.10%
Q2 2013	553.844	13.30%
Q3 2013	537.330	13.00%
Q4 2013	527.750	12.80%
Q1 2014	516.565	9.50%
Q2 2014	537.309	11.50%
Q3 2014	543.153	11.50%
Q4 2014	532.931	11.70%

Bank of Montreal:

Ημερομηνία	Καταθέσεις (δισ \$)	Δείκτης Κεφαλαϊκής επάρκειας (Tier 1)
Q1 2007	217.114	9.76%
Q2 2007	221.615	9.67%
Q3 2007	229.027	9.29%
Q4 2007	232.050	9.51%
Q1 2008	242.911	9.05%
Q2 2008	238.580	9.42%
Q3 2008	248.657	9.90%
Q4 2008	257.670	9.77%
Q1 2009	264.580	10.21%
Q2 2009	247.169	10.70%
Q3 2009	244.953	11.71%
Q4 2009	236.156	12.24%
Q1 2010	240.299	12.53%
Q2 2010	239.260	13.27%
Q3 2010	242.791	13.55%
Q4 2010	249.251	13.45%
Q1 2011	252.744	13.02%
Q2 2011	254.271	13.82%
Q3 2011	292.047	11.48%
Q4 2011	302.373	12.01%
Q1 2012	316.557	11.69%
Q2 2012	316.067	11.97%
Q3 2012	328.968	12.40%
Q4 2012	323.702	12.60%
Q1 2013	350.925	11.10%
Q2 2013	358.336	11.30%
Q3 2013	358.171	11.20%
Q4 2013	366.821	11.40%
Q1 2014	398.393	10.60%
Q2 2014	394.007	11.10%
Q3 2014	399.223	11.40%
Q4 2014	393.088	12.00%

DBS Group:

Ημερομηνία	Καταθέσεις (δις \$)	Δείκτης κεφαλαικής επάρκειας(Tier 1)
Q1 2007	136.443	9.60%
Q2 2007	141.272	9.40%
Q3 2007	144.185	9.20%
Q4 2007	153.572	8.90%
Q1 2008	157.379	9.20%
Q2 2008	158.726	10.00%
Q3 2008	166.448	9.70%
Q4 2008	169.858	10.10%
Q1 2009	175.464	12.50%
Q2 2009	177.983	12.60%
Q3 2009	179.319	12.50%
Q4 2009	183.432	13.10%
Q1 2010	181.335	13.40%
Q2 2010	183.929	13.10%
Q3 2010	184.815	13.10%
Q4 2010	189.502	15.10%
Q1 2011	195.404	14.20%
Q2 2011	210.536	13.50%
Q3 2011	213.303	12.60%
Q4 2011	222.999	12.90%
Q1 2012	228.621	12.70%
Q2 2012	229.600	12.80%
Q3 2012	240.178	13.40%
Q4 2012	241.554	14.00%
Q1 2013	250.815	12.90%
Q2 2013	261.397	12.90%
Q3 2013	257.108	13.30%
Q4 2013	272.901	13.70%
Q1 2014	301.490	13.10%
Q2 2014	299.399	13.50%
Q3 2014	304.982	13.40%
Q4 2014	317.173	13.10%

Banco Santander:

Ημερομηνία	Κεφαλαιοποίηση αγοράς(εκ. ευρώ)	Καταθέσεις (εκ. ευρώ)	Tier 1 ratio(%)
Q1 2007	83557	331223	7.64%
Q2 2007	85621	314377	7.90%
Q3 2007	85246	348309	7.78%
Q4 2007	92501	317043	7.71%
Q1 2008	78929	304738	7.54%
Q2 2008	72988	318780	7.88%
Q3 2008	65670	351880	8.29%
Q4 2008	53960	405615	9.08%
Q1 2009	42328	456619	8.90%
Q2 2009	69812	469261	9.39%
Q3 2009	89712	458630	9.20%
Q4 2009	95043	487681	10.11%
Q1 2010	80972	515596	10.28%
Q2 2010	71920	567527	10.06%
Q3 2010	76668	566653	9.72%
Q4 2010	66033	581585	10.02%
Q1 2011	69143	582100	10.93%
Q2 2011	67210	624414	10.43%
Q3 2011	52532	619911	10.71%
Q4 2011	50290	632533	11.01%
Q1 2012	52373	642786	11.05%
Q2 2012	49261	644009	11.01%
Q3 2012	57363	630072	11.23%
Q4 2012	62959	626639	11.17%
Q1 2013	55244	653228	11.50%
Q2 2013	52989	644934	12.00%
Q3 2013	66683	633433	12.44%
Q4 2013	73735	607836	12.60%
Q1 2014	80014	620135	10.80%
Q2 2014	89867	617671	10.92%
Q3 2014	91241	646331	11.44%
Q4 2014	88041	647628	12.20%

Εθνική Τράπεζα της Ελλάδος (NBG)

Ημερομηνία	Δείκτης Κεφαλαιακής Επάρκειας(Tier 1)	Καταθέσεις (δις €)
Q1 2007	12.60%	53.659
Q2 2007	10.60%	55.357
Q3 2007	10.20%	57.393
Q4 2007	10.20%	60.53
Q1 2008	10.70%	60.524
Q2 2008	10.70%	63.914
Q3 2008	10.91%	67.217
Q4 2008	10.30%	67.656
Q1 2009	9.90%	68.994
Q2 2009	10.80%	70.624
Q3 2009	12.20%	69.939
Q4 2009	11.30%	71.194
Q1 2010	11.13%	70.538
Q2 2010	10.50%	68.702
Q3 2010	11.30%	70.134
Q4 2010	13.70%	68.039
Q1 2011	13.30%	67.775
Q2 2011	11.50%	62.115
Q3 2011	10.90%	60.668
Q4 2011	8.30%	59.544
Q1 2012	8.10%	57.419
Q2 2012	9.30%	55.196
Q3 2012	8.60%	55.709
Q4 2012	9.00%	58.722
Q1 2013	9.50%	60.486
Q2 2013	9.50%	60.824
Q3 2013	9.20%	65.038
Q4 2013	9.00%	62.876
Q1 2014	10.50%	65.888
Q2 2014	16.30%	65.446
Q3 2014	15.90%	66.904
Q4 2014	13.70%	64.929

Alpha Bank:

Ημερομηνία	Καταθέσεις (δισ ευρώ)	Δείκτης Κεφαλαιακής Επάρκειας (Tier 1)
Q1 2007	32.166	10.50%
Q2 2007	31.796	10.10%
Q3 2007	32.342	9.80%
Q4 2007	34.665	9.60%
Q1 2008	35.986	9.00%
Q2 2008	37.520	8.90%
Q3 2008	42.158	8.70%
Q4 2008	42.547	8.30%
Q1 2009	41.019	10.00%
Q2 2009	42.846	9.70%
Q3 2009	41.919	10.10%
Q4 2009	42.916	11.70%
Q1 2010	41.457	11.50%
Q2 2010	39.657	8.22%
Q3 2010	39.856	11.50%
Q4 2010	38.293	11.80%
Q1 2011	37.600	12.00%
Q2 2011	33.484	11.10%
Q3 2011	31.682	11.20%
Q4 2011	29.399	3.30%
Q1 2012	27.852	3.20%
Q2 2012	27.064	7.30%
Q3 2012	26.276	9.00%
Q4 2012	28.451	12.80%
Q1 2013	42.042	13.90%
Q2 2013	42.002	13.90%
Q3 2013	41.967	13.50%
Q4 2013	42.485	15.90%
Q1 2014	41.842	15.60%
Q2 2014	42.206	16.30%
Q3 2014	43.533	14.90%
Q4 2014	42.901	13.10%

01/05/10	58929200	98170400	7420600	2549300	3012300	1152400	6933000	22628900	410400	3238200
01/04/10	47705200	94001300	4470900	1691400	2202700	614100	5449500	6870300	773900	3719200
01/03/10	34546300	64029000	2304600	952700	1286000	453500	4948900	4800800	381000	2189500
01/02/10	49681900	32082400	3853700	1615400	1252400	407900	4548100	7241500	524500	2974700
01/01/10	56985000	60555700	3268500	1177800	907800	511600	5535800	3688200	497400	3337300
01/12/09	35273800	69181700	5420700	769700	572500	377200	3627800	2332500	397500	2771700
01/11/09	34144700	30096000	5342300	905200	662200	721100	6777200	2762000	299600	4680600
01/10/09	41631800	47725300	3256300	1277500	913600	665600	5161000	4898700	311500	1668300
01/09/09	35768700	85206800	2106600	1253800	956300	551800	5257600	2647200	265300	1568400
01/08/09	42084800	1.13E+08	1816000	1110900	1140900	801600	8744600	2946000	234500	2773400
01/07/09	51023000	45738800	1281600	1005200	1187300	615700	7749500	3917400	226500	1218500
01/06/09	66293200	20633100	1291700	1411400	1495000	672800	7946700	3251900	254500	1858500
01/05/09	80175600	39052500	1833100	1839900	2438900	1285900	12695000	3034600	291000	1981400
01/04/09	1.05E+08	53250600	2414200	2393600	3923300	1284400	10306900	2910900	340800	2617500
01/03/09	1.31E+08	71643800	2748400	3252700	3381600	1850900	13519400	3413600	245500	2248600
01/02/09	96059900	43749200	2054200	2031100	2188000	1434800	9590900	7116600	258500	1508400
01/01/09	82297100	27113400	1849200	1331200	1808400	745900	13906000	7503700	251100	1159900
01/12/08	53642600	17176700	1567700	1094700	1065400	665300	7776700	3082200	198200	1365500
01/11/08	76786200	32025400	1959100	1190500	1421800	652900	8303700	4297800	378800	1432900
01/10/08	72817900	16221200	3490400	1941100	1212800	642600	10826800	3278200	484800	2140900
01/09/08	69218300	15709600	2521300	1841900	1479000	704100	7266200	1940400	278700	2474000
01/08/08	36847600	7661500	974900	971100	957100	394300	5177800	1125800	144700	1089900
01/07/08	59346500	13188100	1390300	1800700	1310600	635300	4883700	2177400	240000	1187100
01/06/08	47138700	10937500	990700	1162000	778300	347300	5708200	1746800	196700	1227400
01/05/08	27856600	7782000	957300	778200	566500	289000	4859200	1750500	220900	1240400
01/04/08	33799000	9462000	1613100	1187900	517000	348700	5838800	1490100	216700	1265700
01/03/08	55286400	13183400	1775100	2176800	895900	909800	6640500	1970700	178000	1320300
01/02/08	33361800	9385600	2272900	1896300	763300	383800	6845600	1977500	218500	1803800
01/01/08	45245600	13501200	2126700	1811800	1096500	390200	9211900	1952200	242400	2139600
01/12/07	23962700	7804200	894800	803800	509500	262400	7671600	1346400	114000	1545700
01/11/07	32020200	12929900	1369900	1321300	766700	321500	10568500	1053000	220300	1673900
01/10/07	19626500	5592500	524700	959200	516400	135500	9637900	1076800	199800	1042800
01/09/07	19096800	3364400	587500	859100	571200	144100	11121200	816000	162100	1159300
01/08/07	29869400	4715900	1063300	1455500	774300	256900	10873800	925100	153100	1437900
01/07/07	26281200	3423900	874400	997400	440200	137000	6444000	669900	184700	1404800
01/06/07	16432000	2263700	628200	608200	242800	97700	4353300	647800	132900	1408700
01/05/07	11537500	2497100	670300	576900	169600	103100	5277600	762400	138100	1456500
01/04/07	16590300	2260700	616700	504000	244200	93800	5311100	775000	163600	1769500
01/03/07	16669700	2350400	698900	726200	339900	88500	5717100	869100	172700	2078000
01/02/07	12440300	2161500	468900	704900	266600	83800	5918100	609600	262200	1433600
01/01/07	13689100	1890300	488300	533900	202200	123200	4722100	680300	196300	1146000

Ισοτιμίες Νομισμάτων:

Ημερομηνία	USD/EUR	EUR/USD	CHF/EUR	CAN/USD	SGD/USD
01/12/14	0.7976	1.2331	0.8316	0.8675	0.7606
01/11/14	0.8018	1.2472	0.8314	0.8823	0.7712
01/10/14	0.7891	1.2673	0.8279	0.8916	0.7845
01/09/14	0.7752	1.2901	0.8281	0.9088	0.7917
01/08/14	0.7510	1.3316	0.8252	0.9154	0.8011
01/07/14	0.7386	1.3539	0.8230	0.9322	0.8047
01/06/14	0.7357	1.3592	0.8209	0.9230	0.7992
01/05/14	0.7283	1.3732	0.8194	0.9185	0.7989

01/04/14	0.7240	1.3813	0.8204	0.9098	0.7963
01/03/14	0.7235	1.3823	0.8212	0.9004	0.7893
01/02/14	0.7322	1.3659	0.8188	0.9049	0.7894
01/01/14	0.7347	1.3610	0.8119	0.9146	0.7855
01/12/13	0.7298	1.3704	0.8167	0.9399	0.7947
01/11/13	0.7411	1.3493	0.8119	0.9540	0.8016
01/10/13	0.7334	1.3635	0.8119	0.9652	0.8042
01/09/13	0.7493	1.3348	0.8105	0.9660	0.7917
01/08/13	0.7514	1.3310	0.8105	0.9608	0.7857
01/07/13	0.7646	1.3080	0.8087	0.9604	0.7882
01/06/13	0.7583	1.3189	0.8115	0.9701	0.7939
01/05/13	0.7703	1.2982	0.8053	0.9793	0.8004
01/04/13	0.7677	1.3026	0.8198	0.9818	0.8080
01/03/13	0.7714	1.2964	0.8153	0.9758	0.8020
01/02/13	0.7487	1.3359	0.8132	0.9912	0.8074
01/01/13	0.7527	1.3288	0.8139	1.0076	0.8140
01/12/12	0.7623	1.3119	0.8271	1.0105	0.8195
01/11/12	0.7796	1.2828	0.8298	1.0032	0.8173
01/10/12	0.7708	1.2974	0.8266	1.0136	0.8171
01/09/12	0.7780	1.2856	0.8272	1.0217	0.8117
01/08/12	0.8065	1.2400	0.8326	1.0069	0.8010
01/07/12	0.8139	1.2288	0.8326	0.9862	0.7931
01/06/12	0.7984	1.2526	0.8326	0.9730	0.7821
01/05/12	0.7822	1.2789	0.8325	0.9901	0.7917
01/04/12	0.7598	1.3162	0.8317	1.0072	0.7997
01/03/12	0.7576	1.3201	0.8291	1.0061	0.7941
01/02/12	0.7563	1.3224	0.8285	1.0023	0.7974
01/01/12	0.7750	1.2905	0.8259	0.9872	0.7816
01/12/11	0.7589	1.3179	0.8147	0.9776	0.7720
01/11/11	0.7378	1.3556	0.8125	0.9755	0.7757
01/10/11	0.7299	1.3706	0.8134	0.9804	0.7835
01/09/11	0.7265	1.3770	0.8336	0.9984	0.7995
01/08/11	0.6972	1.4343	0.8936	1.0195	0.8272
01/07/11	0.7011	1.4264	0.8504	1.0460	0.8217
01/06/11	0.6951	1.4388	0.8271	1.0231	0.8100
01/05/11	0.6971	1.4349	0.7978	1.0334	0.8078
01/04/11	0.6926	1.4442	0.7706	1.0439	0.8012
01/03/11	0.7145	1.3996	0.7775	1.0237	0.7881
01/02/11	0.7327	1.3649	0.7709	1.0122	0.7835
01/01/11	0.7488	1.3360	0.7827	1.0062	0.7770
01/12/10	0.7565	1.3220	0.7809	0.9920	0.7659
01/11/10	0.7324	1.3661	0.7441	0.9877	0.7700
01/10/10	0.7196	1.3898	0.7434	0.9821	0.7672
01/09/10	0.7657	1.3067	0.7641	0.9668	0.7492

01/08/10	0.7758	1.2894	0.7459	0.9615	0.7376
01/07/10	0.7835	1.2767	0.7427	0.9592	0.7260
01/06/10	0.8192	1.2209	0.7266	0.9633	0.7147
01/05/10	0.7963	1.2565	0.7052	0.9622	0.7179
01/04/10	0.7460	1.3406	0.6975	0.9955	0.7245
01/03/10	0.7371	1.3569	0.6906	0.9770	0.7145
01/02/10	0.7308	1.3686	0.6816	0.9470	0.7082
01/01/10	0.7008	1.4272	0.6773	0.9592	0.7161
01/12/09	0.6845	1.4614	0.6658	0.9491	0.7166
01/11/09	0.6706	1.4912	0.6620	0.9436	0.7201
01/10/09	0.6750	1.4816	0.6606	0.9488	0.7153
01/09/09	0.6868	1.4562	0.6602	0.9245	0.7028
01/08/09	0.7009	1.4268	0.6563	0.9193	0.6934
01/07/09	0.7099	1.4088	0.6578	0.8908	0.6899
01/06/09	0.7135	1.4016	0.6602	0.8896	0.6885
01/05/09	0.7328	1.3650	0.6615	0.8689	0.6846
01/04/09	0.7582	1.3190	0.6602	0.8150	0.6654
01/03/09	0.7670	1.3050	0.6632	0.7922	0.6540
01/02/09	0.7822	1.2785	0.6710	0.8021	0.6586
01/01/09	0.7557	1.3239	0.6696	0.8156	0.6705
01/12/08	0.7452	1.3449	0.6498	0.8099	0.6759
01/11/08	0.7855	1.2732	0.6597	0.8215	0.6638
01/10/08	0.7516	1.3322	0.6586	0.8529	0.6772
01/09/08	0.6961	1.4370	0.6273	0.9453	0.6993
01/08/08	0.6681	1.4975	0.6168	0.9499	0.7122
01/07/08	0.6342	1.5770	0.6176	0.9872	0.7356
01/06/08	0.6430	1.5553	0.6196	0.9842	0.7309
01/05/08	0.6428	1.5557	0.6155	1.0018	0.7318
01/04/08	0.6349	1.5751	0.6265	0.9866	0.7328
01/03/08	0.6442	1.5527	0.6361	1.0008	0.7225
01/02/08	0.6781	1.4748	0.6219	1.0006	0.7087
01/01/08	0.6795	1.4718	0.6172	0.9905	0.6988
01/12/07	0.6864	1.4570	0.6027	0.9968	0.6903
01/11/07	0.6811	1.4684	0.6066	1.0377	0.6913
01/10/07	0.7029	1.4227	0.5986	1.0244	0.6824
01/09/07	0.7197	1.3896	0.6070	0.9738	0.6614
01/08/07	0.7341	1.3622	0.6104	0.9447	0.6567
01/07/07	0.7291	1.3716	0.6036	0.9514	0.6598
01/06/07	0.7453	1.3419	0.6045	0.9388	0.6508
01/05/07	0.7401	1.3511	0.6058	0.9133	0.6565
01/04/07	0.7399	1.3516	0.6107	0.8815	0.6601
01/03/07	0.7552	1.3242	0.6202	0.8559	0.6560
01/02/07	0.7649	1.3074	0.6168	0.8540	0.6521
01/01/07	0.7694	1.2999	0.6190	0.8504	0.6505

Ρυθμός Αύξησης του ΑΕΠ:

Date	USA	Spain	Canada	Switzerland	Netherlands	Germany	Singapore	Greece
2007 Q1	0.2	0.94	0.65	1.2	1.3	0.3	11.8	-0.9
2007 Q2	3.1	0.8	0.81	0.8	0.9	0.3	6.7	2.8
2007 Q3	2.7	0.7	0.56	0.7	1.1	0.8	8.4	-0.1
2007 Q4	1.4	0.6	0.5	0.7	1.3	0.1	-0.6	-0.8
2008 Q1	-2.7	0.42	-0.17	0.8	0.6	1.6	17.6	0.7
2008 Q2	2	-0.02	-0.02	0.9	0	-0.6	-12.5	-0.8
2008 Q3	-1.9	-0.8	0.09	0.2	-0.1	-0.3	-3	-0.6
2008 Q4	-8.2	-1.1	-0.79	-2.2	-1	-2.4	-9	-1.1
2009 Q1	-5.4	-1.6	-1.8	-1.1	-2.2	-3.7	-8.8	-4.7
2009 Q2	-0.5	-1.1	-0.71	0	-0.9	0.5	18.7	2.6
2009 Q3	1.3	-0.28	0.22	1	0.4	0.8	15.3	-0.4
2009 Q4	3.9	-0.15	1.21	0.3	0.6	0.5	-0.6	-0.1
2010 Q1	1.7	0.3	1.4	1	0	0.5	36.4	-1.7
2010 Q2	3.9	0.2	0.6	0.9	0.5	2.1	31.3	-2.7
2010 Q3	2.7	0	0.4	0.7	0.1	0.8	-13	-3.4
2010 Q4	2.5	0.2	0.8	1	0.9	0.4	7.2	-1.5
2011 Q1	-1.5	-0.1	0.9	0.2	1.3	1.5	22.3	-2.7
2011 Q2	2.9	-0.3	-0.1	0.5	-0.1	0.1	-5.2	-1.5
2011 Q3	0.8	-0.5	1.4	-0.2	-0.2	0.4	3.7	-2.1
2011 Q4	4.6	-0.4	0.5	0.2	-1	0.1	0.3	-3
2012 Q1	2.3	-0.6	0.2	0.4	-0.1	0.3	8.6	-1
2012 Q2	1.6	-0.6	0.4	-0.1	-0.2	0.1	0	-1.7
2012 Q3	2.5	-0.5	0.2	0.7	-0.6	0.1	-6.3	-1
2012 Q4	0.1	-0.8	0.2	0.4	-0.8	-0.4	7.6	-1
2013 Q1	2.7	-0.3	0.7	0.6	0.3	-0.4	1.9	-1.8
2013 Q2	1.8	-0.1	0.5	0.5	-0.4	0.8	10.2	-0.3
2013 Q3	4.5	0.1	0.7	0.3	0.3	0.3	0.7	-0.4
2013 Q4	3.5	0.3	0.7	0.5	0.5	0.4	7.4	-0.3
2014 Q1	-2.1	0.3	0.3	0.4	-0.3	0.8	1.8	0.7
2014 Q2	4.6	0.5	0.9	0.3	0.7	-0.1	-0.5	0.3
2014 Q3	5	0.5	0.8	0.7	0.3	0.1	2.6	0.7
2014 Q4	2.2	0.7	0.6	0.6	0.8	0.7	4.9	-0.4

Επιτόκια Κεντρικών Τραπεζών (%):

Ημερομηνία	Switzerland	USA	SGP	CAN	Euro Area ECB
01/12/14	0	0.25	0.2	1	0.25
01/11/14	0	0.25	0.12	1	0.25
01/10/14	0	0.25	0.07	1	0.25
01/09/14	0	0.25	0.17	1	0.25
01/08/14	0	0.25	0.08	1	0.25
01/07/14	0	0.25	0.07	1	0.15

01/06/14	0	0.25	0.21	1	0.15
01/05/14	0	0.25	0.21	1	0.15
01/04/14	0	0.25	0.21	1	0.05
01/03/14	0	0.25	0.15	1	0.05
01/02/14	0	0.25	0.05	1	0.05
01/01/14	0	0.25	0.08	1	0.05
01/12/13	0	0.25	0.05	1	0.25
01/11/13	0	0.25	0.05	1	0.25
01/10/13	0	0.25	0.03	1	0.5
01/09/13	0	0.25	0.05	1	0.5
01/08/13	0	0.25	0.03	1	0.5
01/07/13	0	0.25	0.04	1	0.5
01/06/13	0	0.25	0.03	1	0.5
01/05/13	0	0.25	0.03	1	0.5
01/04/13	0	0.25	0.03	1	0.75
01/03/13	0	0.25	0.04	1	0.75
01/02/13	0	0.25	0.05	1	0.75
01/01/13	0	0.25	0.03	1	0.75
01/12/12	0	0.25	0.03	1	0.75
01/11/12	0	0.25	0.03	1	0.75
01/10/12	0	0.25	0.02	1	0.75
01/09/12	0	0.25	0.01	1	0.75
01/08/12	0	0.25	0.03	1	0.75
01/07/12	0	0.25	0.06	1	1
01/06/12	0	0.25	0.01	1	1
01/05/12	0	0.25	0.1	1	1
01/04/12	0	0.25	0.03	1	1
01/03/12	0	0.25	0.03	1	1
01/02/12	0	0.25	0.01	1	1
01/01/12	0	0.25	0.02	1	1
01/12/11	0	0.25	0.01	1	1.25
01/11/11	0	0.25	0.01	1	1.5
01/10/11	0	0.25	0.01	1	1.5
01/09/11	0	0.25	0.05	1	1.5
01/08/11	0	0.25	0.02	1	1.5
01/07/11	0.25	0.25	0.04	1	1.5
01/06/11	0.25	0.25	0.01	1	1.25
01/05/11	0.25	0.25	0.01	1	1.25
01/04/11	0.25	0.25	0.03	1	1.25
01/03/11	0.25	0.25	0.02	1	1
01/02/11	0.25	0.25	0.06	1	1
01/01/11	0.25	0.25	0.125	1	1
01/12/10	0.25	0.25	0.025	1	1
01/11/10	0.25	0.25	0.025	1	1

01/10/10	0.25	0.25	0.3	1	1
01/09/10	0.25	0.25	0.25	0.75	1
01/08/10	0.25	0.25	0.35	0.5	1
01/07/10	0.25	0.25	0.2	0.5	1
01/06/10	0.25	0.25	0.05	0.25	1
01/05/10	0.25	0.25	0.125	0.25	1
01/04/10	0.25	0.25	0.25	0.25	1
01/03/10	0.25	0.25	0.25	0.25	1
01/02/10	0.25	0.25	0.5	0.25	1
01/01/10	0.25	0.25	0.3	1.5	1
01/12/09	0.25	0.25	0.4	1	1
01/11/09	0.25	0.25	0.5	1	1
01/10/09	0.25	0.25	0.4	0.5	1
01/09/09	0.25	0.25	0.4	0.25	1
01/08/09	0.25	0.25	0.4	0.25	1
01/07/09	0.25	0.25	0.7	0.25	1
01/06/09	0.25	0.25	0.4	0.25	1
01/05/09	0.25	0.25	0.25	0.25	1.25
01/04/09	0.25	0.25	0.4	0.25	1.5
01/03/09	0.5	0.25	0.2	0.25	2
01/02/09	0.5	0.25	0.5	0.25	2
01/01/09	0.5	0.25	0.5	4.25	2.5
01/12/08	1	4.25	0.5	4	3.25
01/11/08	2.5	3.5	1.75	4	3.75
01/10/08	2.75	3	1	3.5	4.25
01/09/08	2.75	2.25	0.5	3	4.25
01/08/08	2.75	2	0.5	3	4.25
01/07/08	2.75	2	0.75	3	4.25
01/06/08	2.75	2	0.8	3	4
01/05/08	2.75	2	0.75	3	4
01/04/08	2.75	2	1.25	3	4
01/03/08	2.75	2	1.5	2.25	4
01/02/08	2.75	1	1.5	2.25	4
01/01/08	2.75	1	1.25	4.5	4
01/12/07	2.75	5.25	1.25	4.5	4
01/11/07	2.75	5.25	2.25	4.5	4
01/10/07	2.75	5.25	2.25	4.5	4
01/09/07	2.5	5.25	2.5	4.5	4
01/08/07	2.5	5.25	2.25	4.5	4
01/07/07	2.5	5.25	2.25	4.25	4
01/06/07	2.25	5.25	2.5	4.25	4
01/05/07	2.25	5.25	2	4.25	3.75
01/04/07	2.25	5.25	2.5	4.25	3.75
01/03/07	2	4.75	2.5	4.25	3.75

01/02/07	2	4.5	3.25	4.25	3.5
01/01/07	2	4.5	3	4.25	3.5

Ποσοστό Ανεργίας (%)

Ημερομηνία	Germany	Spain	Greece	Netherlands	USA	Singapore	Switzerland	Canada
01/12/14	4.85	23.58	25.89	7.23	5.60	2.00	3.40	6.70
01/11/14	4.91	23.71	25.88	7.13	5.80	-	3.20	6.70
01/10/14	4.97	23.87	26.09	7.11	5.80	-	3.10	6.60
01/09/14	5.00	23.99	26.11	7.11	5.90	2.00	3.00	6.90
01/08/14	5.01	24.15	26.22	7.19	6.10	-	3.00	7.00
01/07/14	5.01	24.34	26.34	7.32	6.20	-	2.90	7.00
01/06/14	5.00	24.49	26.66	7.42	6.10	2.00	2.90	7.00
01/05/14	5.00	24.68	26.99	7.58	6.30	-	3.00	7.00
01/04/14	5.02	24.86	27.09	7.72	6.30	-	3.20	7.00
01/03/14	5.04	25.09	26.98	7.81	6.70	2.00	3.30	7.00
01/02/14	5.07	25.21	27.19	7.86	6.70	-	3.50	7.10
01/01/14	5.10	25.45	27.22	7.77	6.60	-	3.50	7.00
01/12/13	5.11	25.54	27.48	7.71	6.70	1.80	3.50	7.20
01/11/13	5.12	25.80	27.72	7.58	7.00	-	3.20	7.00
01/10/13	5.14	25.96	27.71	7.60	7.30	-	3.10	7.00
01/09/13	5.15	26.08	27.91	7.56	7.20	1.80	3.00	7.00
01/08/13	5.18	26.18	27.70	7.51	7.30	-	3.00	7.10
01/07/13	5.20	26.24	27.90	7.47	7.40	-	3.00	7.10
01/06/13	5.23	26.23	27.73	7.27	7.60	2.00	2.90	7.10
01/05/13	5.27	26.22	27.76	7.10	7.60	-	3.00	7.00
01/04/13	5.31	26.27	27.50	7.02	7.50	-	3.10	7.10
01/03/13	5.34	26.26	27.17	6.94	7.60	1.90	3.20	7.30
01/02/13	5.35	26.29	26.81	6.76	7.70	-	3.40	7.10
01/01/13	5.34	26.15	26.76	6.63	7.90	-	3.40	7.00
01/12/12	5.32	26.00	26.38	6.43	7.80	1.80	3.30	7.20
01/11/12	5.30	25.90	26.49	6.23	7.80	-	3.10	7.20
01/10/12	5.29	25.66	26.03	6.06	7.90	-	2.90	7.40
01/09/12	5.30	25.50	26.06	5.97	7.80	1.90	2.80	7.30
01/08/12	5.34	25.30	25.63	5.83	8.10	-	2.80	7.20
01/07/12	5.38	25.11	25.25	5.86	8.30	-	2.70	7.30
01/06/12	5.41	24.84	24.88	5.69	8.20	2.00	2.70	7.20
01/05/12	5.43	24.60	24.02	5.67	8.20	-	3.00	7.40
01/04/12	5.43	24.19	23.47	5.70	8.10	-	3.10	7.30
01/03/12	5.43	23.85	22.67	5.53	8.20	2.00	3.20	7.30
01/02/12	5.43	23.54	22.18	5.47	8.30	-	3.40	7.50
01/01/12	5.46	23.20	21.52	5.51	8.30	-	3.40	7.60
01/12/11	5.50	22.89	21.29	5.36	8.50	2.10	3.30	7.40
01/11/11	5.55	22.67	20.59	5.39	8.70	-	3.10	7.50

01/10/11	5.61	22.42	20.22	5.23	8.90	-	2.90	7.40
01/09/11	5.67	22.15	19.13	5.06	9.00	2.00	2.80	7.40
01/08/11	5.73	21.76	18.65	4.91	9.10	-	2.80	7.30
01/07/11	5.78	21.42	17.80	4.90	9.10	-	2.80	7.30
01/06/11	5.84	21.02	17.22	4.71	9.10	2.10	2.80	7.50
01/05/11	5.90	20.67	16.95	4.79	9.00	-	2.90	7.50
01/04/11	5.98	20.51	16.33	4.75	9.00	-	3.10	7.60
01/03/11	6.09	20.57	16.07	4.77	8.90	1.90	3.40	7.70
01/02/11	6.22	20.45	15.45	4.89	9.00	-	3.60	7.70
01/01/11	6.37	20.36	15.09	4.95	9.10	-	3.50	7.70
01/12/10	6.51	20.29	14.75	4.96	9.40	2.20	3.50	7.60
01/11/10	6.62	20.26	14.27	4.93	9.80	-	3.60	7.60
01/10/10	6.70	20.24	13.92	4.92	9.50	-	3.60	7.80
01/09/10	6.75	20.22	13.38	4.97	9.50	2.10	3.70	8.10
01/08/10	6.80	20.14	12.93	5.02	9.60	-	3.80	8.10
01/07/10	6.85	20.02	12.70	5.02	9.50	-	3.80	8.10
01/06/10	6.93	20.02	12.48	4.99	9.40	2.20	3.90	7.90
01/05/10	7.05	19.89	12.22	4.97	9.60	-	4.00	8.00
01/04/10	7.17	19.69	11.91	4.97	9.90	-	4.00	8.10
01/03/10	7.28	19.38	11.63	5.06	9.80	2.30	4.10	8.20
01/02/10	7.36	19.15	11.38	5.08	9.80	-	4.10	8.20
01/01/10	7.42	19.00	11.08	5.09	9.70	-	4.10	8.30
01/12/09	7.49	18.97	10.67	4.98	9.90	2.30	4.20	8.50
01/11/09	7.57	18.82	10.53	4.86	9.90	-	4.10	8.50
01/10/09	7.67	18.76	10.13	4.73	10.00	-	4.10	8.40
01/09/09	7.76	18.65	9.94	4.67	9.80	3.30	4.10	8.40
01/08/09	7.84	18.36	9.71	4.56	9.60	-	4.00	8.70
01/07/09	7.86	18.10	9.61	4.48	9.50	-	3.90	8.70
01/06/09	7.83	17.88	9.41	4.28	9.50	3.20	3.80	8.70
01/05/09	7.77	17.74	9.23	4.19	9.40	-	3.50	8.60
01/04/09	7.68	17.53	9.20	4.12	8.90	-	3.40	8.30
01/03/09	7.59	17.23	9.12	3.90	8.70	3.20	3.30	8.10
01/02/09	7.48	16.58	9.08	3.81	8.30	-	3.10	8.00
01/01/09	7.36	15.74	9.10	3.73	7.80	-	3.00	7.40
01/12/08	7.23	14.78	8.63	3.68	7.30	2.70	2.80	6.90
01/11/08	7.13	13.87	7.87	3.61	6.80	-	2.70	6.60
01/10/08	7.07	13.04	7.66	3.61	6.50	-	2.60	6.20
01/09/08	7.08	12.26	7.62	3.63	6.10	2.20	2.60	6.10
01/08/08	7.16	11.72	7.56	3.57	6.10	-	2.50	6.10
01/07/08	7.29	11.30	7.48	3.63	5.80	-	2.50	6.10
01/06/08	7.42	10.90	7.43	3.68	5.60	2.20	2.50	6.00
01/05/08	7.55	10.39	7.29	3.69	5.40	-	2.50	6.00
01/04/08	7.64	9.87	7.90	3.67	5.00	-	2.50	6.00
01/03/08	7.73	9.29	8.18	3.61	5.10	1.90	2.50	6.10

01/02/08	7.83	9.15	8.05	3.65	4.90	-	2.50	5.90
01/01/08	7.94	8.96	7.86	3.85	5.00	-	2.60	5.90
01/12/07	8.07	8.78	8.10	3.90	5.00	1.70	2.60	6.00
01/11/07	8.20	8.59	8.03	3.95	4.70	-	2.60	6.00
01/10/07	8.30	8.47	8.21	4.00	4.70	-	2.60	5.80
01/09/07	8.38	8.44	8.23	4.05	4.70	1.70	2.70	5.90
01/08/07	8.43	8.40	8.23	4.08	4.60	-	2.70	5.90
01/07/07	8.49	8.24	8.21	4.20	4.60	-	2.70	6.00
01/06/07	8.56	8.09	8.26	4.09	4.60	2.30	2.70	6.10
01/05/07	8.64	7.94	8.39	4.17	4.40	-	2.80	6.00
01/04/07	8.74	7.93	8.57	4.18	4.50	-	2.90	6.20
01/03/07	8.87	7.96	8.86	4.29	4.40	2.70	2.90	6.10
01/02/07	9.03	8.03	8.87	4.49	4.50	-	3.00	6.20
01/01/07	9.23	8.13	8.90	4.53	4.60	-	3.00	6.20

Δείκτης Πληθωρισμού:

Ημερομηνία	Germany	Spain	Greece	Netherlands	USA	Singapore	Switzerland	Canada
01/12/14	0.1	-1.1	-2.5	-0.1	0.8	-0.2	-0.3	1.5
01/11/14	0.5	-0.5	-1.2	0.3	1.3	-0.3	-0.1	2
01/10/14	0.7	-0.2	-1.8	0.4	1.7	0.1	0	2.4
01/09/14	0.8	-0.3	-1.1	0.2	1.7	0.6	-0.1	2
01/08/14	0.8	-0.5	-0.2	0.4	1.7	0.9	0.1	2.1
01/07/14	0.8	-0.4	-0.8	0.3	2	1.2	0	2.1
01/06/14	1.0	0.0	-1.5	0.3	2.1	1.8	0	2.4
01/05/14	0.6	0.2	-2.1	0.1	2.1	2.7	0.2	2.3
01/04/14	1.1	0.3	-1.6	0.6	2	2.5	0	2
01/03/14	0.9	-0.2	-1.5	0.1	1.5	1.2	0	1.5
01/02/14	1.0	0.1	-0.9	0.4	1.1	0.4	-0.1	1.1
01/01/14	1.2	0.3	-1.4	0.8	1.6	1.4	-0.1	1.5
01/12/13	1.2	0.3	-1.8	1.4	1.5	1.5	0.1	1.2
01/11/13	1.6	0.3	-2.9	1.2	1.2	2.6	0.1	0.9
01/10/13	1.2	0.0	-1.9	1.3	1	2	-0.3	0.7
01/09/13	1.6	0.5	-1.0	2.4	1.2	1.6	-0.1	1.1
01/08/13	1.6	1.6	-1.0	2.8	1.5	2	0	1.1
01/07/13	1.9	1.9	-0.5	3.1	2	1.9	0	1.3
01/06/13	1.9	2.2	-0.3	3.2	1.8	1.8	-0.1	1.2
01/05/13	1.6	1.8	-0.3	3.1	1.4	1.6	-0.5	0.7
01/04/13	1.1	1.5	-0.6	2.8	1.1	1.5	-0.6	0.4
01/03/13	1.8	2.6	-0.2	3.2	1.5	3.5	-0.6	1
01/02/13	1.8	2.9	0.1	3.2	2	4.9	-0.3	1.2
01/01/13	1.9	2.8	0.0	3.2	1.6	3.6	-0.3	0.5

01/12/12	2.0	3.0	0.3	3.4	1.7	4.3	-0.4	0.8
01/11/12	1.9	3.0	0.4	3.2	1.8	3.6	-0.4	0.8
01/10/12	2.1	3.5	0.9	3.3	2.2	4	-0.2	1.2
01/09/12	2.1	3.5	0.3	2.5	2	4.7	-0.4	1.2
01/08/12	2.2	2.7	1.2	2.5	1.7	3.9	-0.5	1.2
01/07/12	1.9	2.2	0.9	2.6	1.4	4	-0.7	1.3
01/06/12	2.0	1.8	1.0	2.5	1.7	5.3	-1.1	1.5
01/05/12	2.2	1.9	0.9	2.5	1.7	5	-1	1.2
01/04/12	2.2	2.0	1.5	2.8	2.3	5.4	-1	2
01/03/12	2.3	1.8	1.4	2.9	2.7	5.2	-1	1.9
01/02/12	2.5	1.9	1.7	2.9	2.9	4.6	-0.9	2.6
01/01/12	2.3	2.0	2.1	2.9	2.9	4.8	-0.8	2.5
01/12/11	2.3	2.4	2.2	2.5	3	5.5	-0.7	2.3
01/11/11	2.8	2.9	2.8	2.6	3.4	5.7	-0.5	2.9
01/10/11	2.9	3.0	2.9	2.8	3.5	5.4	-0.1	2.9
01/09/11	2.9	3.0	2.9	3.0	3.9	5.5	0.5	3.2
01/08/11	2.5	2.7	1.4	3.2	3.8	5.7	0.2	3.1
01/07/11	2.6	3.0	2.1	3.2	3.6	5.4	0.5	2.7
01/06/11	2.4	3.0	3.1	2.3	3.6	5.2	0.6	3.1
01/05/11	2.4	3.4	3.1	2.3	3.6	4.5	0.4	3.3
01/04/11	2.7	3.5	3.7	2.1	3.2	4.5	0.3	3.3
01/03/11	2.3	3.3	4.3	1.9	2.7	5	1	3.3
01/02/11	2.2	3.4	4.2	2.0	2.1	5	0.5	2.2
01/01/11	2.0	3.0	4.9	1.9	1.6	5.5	0.3	2.3
01/12/10	1.9	2.9	5.2	1.8	1.5	4.6	0.5	2.4
01/11/10	1.6	2.3	4.8	1.4	1.1	3.8	0.2	2
01/10/10	1.3	2.5	5.2	1.4	1.2	3.5	0.2	2.4
01/09/10	1.3	2.8	5.7	1.4	1.1	3.7	0.3	1.9
01/08/10	1.0	1.6	5.6	1.2	1.1	3.3	0.29	1.7
01/07/10	1.2	1.8	5.5	1.3	1.2	3.1	0.42	1.8
01/06/10	0.8	2.1	5.2	0.2	1.1	2.7	0.49	1
01/05/10	1.2	2.5	5.3	0.4	2	3.2	1.11	1.4
01/04/10	1.0	2.4	4.7	0.6	2.2	3.2	1.37	1.8
01/03/10	1.2	2.7	3.9	0.7	2.3	1.6	1.4	1.4
01/02/10	0.5	0.4	2.9	0.3	2.1	1	0.93	1.6
01/01/10	0.8	0.7	2.3	0.4	2.6	0.2	1.02	1.9
01/12/09	0.8	0.9	2.6	0.7	2.7	-0.5	0.28	1.3
01/11/09	0.3	0.4	2.1	0.7	1.8	-0.8	0.02	1
01/10/09	-0.1	-0.6	1.2	0.4	-0.2	-0.9	-0.83	0.1
01/09/09	-0.5	-0.9	0.7	-0.0	-1.3	-0.5	-0.92	-0.9
01/08/09	-0.1	-0.7	1.0	-0.1	-1.5	-0.3	-0.81	-0.8
01/07/09	-0.7	-1.3	0.7	-0.1	-2.1	-0.3	-1.18	-0.9
01/06/09	0.0	-1.0	0.7	1.4	-1.4	0	-0.95	-0.3
01/05/09	0.0	-0.9	0.7	1.5	-1.3	0.2	-0.96	0.1
01/04/09	0.8	-0.2	1.1	1.8	-0.7	0.3	-0.33	0.4
01/03/09	0.4	-0.1	1.5	1.8	-0.4	2.6	-0.42	1.2
01/02/09	1.0	0.7	1.8	1.9	0.2	3.3	0.24	1.4
01/01/09	0.9	0.8	2.0	1.7	0	4.3	0.14	1.1
01/12/08	1.1	1.5	2.2	1.7	0.1	5.5	0.7	1.2

01/11/08	1.4	2.4	3.0	1.9	1.1	5.5	1.45	2
01/10/08	2.5	3.6	4.0	2.5	3.7	6.4	2.6	2.6
01/09/08	3.0	4.6	4.7	2.8	4.9	6.7	2.93	3.4
01/08/08	3.3	4.9	4.8	3.0	5.4	6.4	2.92	3.5
01/07/08	3.5	5.3	4.9	3.0	5.6	6.5	3.07	3.4
01/06/08	3.4	5.1	4.9	2.3	5	7.5	2.91	3.1
01/05/08	3.1	4.7	4.9	2.1	4.2	7.5	2.86	2.2
01/04/08	2.6	4.2	4.4	1.7	3.9	7.5	2.28	1.7
01/03/08	3.3	4.6	4.4	1.9	4	6.7	2.63	1.4
01/02/08	3.0	4.4	4.5	2.0	4	6.5	2.36	1.8
01/01/08	2.9	4.4	3.9	1.8	4.3	6.6	2.43	2.2
01/12/07	3.1	4.3	3.9	1.6	4.1	3.7	2	2.4
01/11/07	3.3	4.1	3.9	1.8	4.3	4.9	1.77	2.5
01/10/07	2.7	3.6	3.0	1.6	3.5	4.1	1.26	2.4
01/09/07	2.7	2.7	2.9	1.3	2.8	3	0.75	2.5
01/08/07	2.0	2.2	2.7	1.1	2	3.5	0.44	1.7
01/07/07	2.0	2.3	2.7	1.4	2.4	3	0.72	2.2
01/06/07	2.0	2.5	2.6	1.8	2.7	1.7	0.63	2.2
01/05/07	2.0	2.4	2.6	2.0	2.7	1.3	0.49	2.2
01/04/07	2.0	2.5	2.6	1.9	2.6	0.4	0.45	2.2
01/03/07	2.0	2.5	2.8	1.9	2.8	0.2	0.17	2.3
01/02/07	1.9	2.5	3.0	1.4	2.4	-0.1	-0.01	2
01/01/07	1.8	2.4	3.0	1.2	2.1	-0.6	0.1	1.1

Υποσημείωση: Οι παρατηρήσεις που αφορούν στις μικροοικονομικές παραμέτρους (Earnings per Share, Customers Deposits, Tier 1 ratio, Market Capitalization) αντλήθηκαν από τους 3μηνιαίους ισολογισμούς των εκάστοτε χρηματοπιστωτικών ιδρυμάτων. Για την εισαγωγή τους στο Νευρωνικό Δίκτυο, έγινε μετατροπή τους σε μηνιαίες παρατηρήσεις, λαμβάνοντας υπόψιν την παραδοχή ότι η καταγεγραμμένη τιμή παρέμεινε αμετάβλητη για κάθε μήνα και ίση με την αντίστοιχη τριμηνιαία. Συγκεκριμένα για τον δείκτη EPS, θεωρήθηκε ότι τα κέρδη ανά μετοχή προέκυψαν ως άθροισμα ισόποσου κέρδους ανά μήνα.

Οι παρατηρήσεις που αφορούν στις μακροοικονομικές παραμέτρους που χρησιμοποιήθηκαν αντλήθηκαν τόσο από τις επίσημες στατιστικές υπηρεσίες Eurostat και Fred, καθώς και από την διαδικτυακή πλατφόρμα οικονομικών δεδομένων Trading Economics. Τέλος το ιστορικό των τιμών των μετοχών, όπως και τα στοιχεία για την μικροοικονομική παράμετρο που αφορά στον όγκο των χρηματιστηριακών συναλλαγών αντλήθηκαν και διασταυρώθηκαν μέσω της πλατφόρμας Yahoo Finance και Google Finance.

Παράρτημα 2: Σφάλματα Γραμμικών και Μη Γραμμικών Μοντέλων

JpMorgan:

Forecasting Method	NAÏVE				SES				HOLT				DAMPED			
Date	MAPE	MAE	MSE	Smape	MAPE	MAE	MSE	Smape	MAPE	MAE	MSE	Smape	MAPE	MAE	MSE	Smape
01/12/14	6.55	4.10	16.81	6.77	6.70	4.19	17.59	6.93	3.90	2.44	5.95	3.82	5.76	3.60	12.98	5.93
03/11/14	2.79	1.68	2.82	2.83	2.95	1.77	3.15	2.99	7.16	4.31	18.57	6.92	1.97	1.18	1.40	1.98
01/10/14	3.31	2.00	4.00	3.36	3.46	2.09	4.39	3.52	5.69	3.44	11.83	5.53	2.48	1.50	2.26	2.52
02/09/14	2.92	1.76	3.10	2.96	3.08	1.85	3.44	3.13	5.19	3.13	9.79	5.06	2.10	1.26	1.59	2.12
01/08/14	1.63	0.97	0.94	1.65	1.79	1.06	1.13	1.81	5.67	3.37	11.34	5.51	0.79	0.47	0.22	0.80
01/07/14	1.40	0.81	0.66	1.39	1.24	0.72	0.51	1.23	7.97	4.60	21.14	7.67	2.27	1.31	1.71	2.24
02/06/14	1.49	0.86	0.74	1.48	1.33	0.77	0.59	1.32	7.11	4.10	16.79	6.87	2.36	1.36	1.84	2.33
01/05/14	5.24	2.91	8.47	5.10	5.07	2.82	7.93	4.94	10.07	5.60	31.33	9.59	6.13	3.41	11.61	5.95
01/04/14	4.47	2.50	6.25	4.37	4.30	2.41	5.79	4.21	8.28	4.64	21.50	7.95	5.35	3.00	8.99	5.22
03/03/14	3.67	2.23	4.97	3.74	3.83	2.32	5.40	3.90	1.06	0.64	0.41	1.07	2.85	1.73	3.00	2.89
03/02/14	2.92	1.66	2.76	2.88	2.76	1.57	2.45	2.72	4.74	2.70	7.27	4.63	3.80	2.16	4.66	3.73
02/01/14	5.64	3.12	9.73	5.48	5.47	3.03	9.16	5.32	6.54	3.62	13.10	6.33	6.53	3.62	13.09	6.33
Συνολικό σφάλμα	3.50	2.05	5.10	3.50	3.50	2.05	5.13	3.50	6.12	3.55	14.08	5.91	3.53	2.05	5.28	3.50

Forecasting Method	ANN				ANN MICRO				ANN MACRO				Theta Classic			
Date	MAPE	MAE	MSE	Smape	MAPE	MAE	MSE	Smape	MAPE	MAE	MSE	Smape	MAPE	MAE	MSE	Smape
01/12/14	8.04	5.03	25.30	8.37	7.73	4.83	23.37	8.04	10.62	6.65	44.19	11.22	5.51	3.05	9.31	5.36
03/11/14	5.57	3.35	11.25	5.73	5.39	3.24	10.50	5.54	7.92	4.76	22.69	8.24	2.85	1.62	2.62	2.81
01/10/14	6.14	3.72	13.80	6.34	5.72	3.46	11.96	5.89	7.47	4.52	20.39	7.76	3.70	2.25	5.05	3.77
02/09/14	7.12	4.29	18.37	7.38	6.13	3.69	13.61	6.32	4.52	2.72	7.41	4.62	4.48	2.51	6.29	4.38
01/08/14	6.21	3.69	13.64	6.41	5.15	3.06	9.37	5.29	3.59	2.14	4.57	3.66	5.30	2.94	8.67	5.16
01/07/14	3.93	2.26	5.13	4.00	1.95	1.12	1.26	1.97	1.07	0.62	0.38	1.07	1.60	0.92	0.85	1.59
02/06/14	4.48	2.58	6.67	4.59	3.99	2.30	5.29	4.07	1.15	0.66	0.44	1.15	1.55	0.90	0.80	1.54
01/05/14	1.54	0.86	0.74	1.56	0.18	0.10	0.01	0.18	1.86	1.03	1.07	1.84	1.44	0.86	0.74	1.45
01/04/14	1.60	0.89	0.80	1.61	1.80	1.01	1.02	1.82	1.05	0.59	0.34	1.04	2.69	1.62	2.63	2.73
03/03/14	6.27	3.81	14.50	6.48	6.12	3.71	13.79	6.31	21.55	13.08	171.15	24.15	3.04	1.84	3.37	3.08
03/02/14	0.17	0.10	0.01	0.17	0.62	0.35	0.13	0.62	18.16	10.32	106.53	19.98	2.48	1.49	2.22	2.51
02/01/14	3.34	1.85	3.41	3.28	3.08	1.71	2.91	3.04	13.73	7.60	57.76	14.74	6.21	3.88	15.09	6.41
Συνολικό σφάλμα	4.53	2.70	9.47	4.66	3.99	2.38	7.77	4.09	7.72	4.56	36.41	8.29	3.40	1.74	4.03	2.95

Citigroup:

Forecasting Method	NAÏVE				SES				HOLT				DAMPED			
Date	MAPE	MAE	MSE	Smape	MAPE	MAE	MSE	Smape	MAPE	MAE	MSE	Smape	MAPE	MAE	MSE	Smape
01/12/14	3.70	2.00	4.00	3.77	3.70	2.00	4.00	3.77	17.35	9.39	88.18	15.97	7.9	4.27	18.27	7.599
03/11/14	3.45	1.86	3.46	3.51	3.45	1.86	3.46	3.51	15.90	8.58	73.64	14.73	7.48	4.04	16.29	7.209
01/10/14	2.65	1.42	2.02	2.69	2.65	1.42	2.02	2.69	15.08	8.07	65.16	14.02	7.66	4.1	16.8	7.374
02/09/14	0.56	0.29	0.08	0.56	0.56	0.29	0.08	0.56	17.05	8.83	78.02	15.71	10.5	5.43	29.49	9.957
01/08/14	0.89	0.46	0.21	0.89	0.89	0.46	0.21	0.89	15.59	8.05	64.86	14.46	10.1	5.22	27.27	9.624
01/07/14	6.54	3.20	10.24	6.34	6.54	3.20	10.24	6.34	20.13	9.84	96.91	18.29	15.5	7.58	57.52	14.39
02/06/14	10.64	5.01	25.10	10.10	10.64	5.01	25.10	10.10	22.73	10.71	114.60	20.41	19.1	9.02	81.3	17.47
01/05/14	9.54	4.54	20.61	9.11	9.54	4.54	20.61	9.11	19.52	9.29	86.23	17.78	17.2	8.17	66.73	15.81
01/04/14	8.77	4.20	17.64	8.40	8.77	4.20	17.64	8.40	16.69	8.00	63.95	15.41	15.6	7.45	55.51	14.43
03/03/14	9.47	4.51	20.34	9.05	9.47	4.51	20.34	9.05	15.46	7.36	54.13	14.35	15.5	7.38	54.51	14.39
03/02/14	7.16	3.48	12.11	6.91	7.16	3.48	12.11	6.91	11.06	5.38	28.93	10.48	12.3	5.97	35.7	11.58
02/01/14	9.87	4.68	21.90	9.40	9.87	4.68	21.90	9.40	11.87	5.63	31.69	11.20	14.3	6.8	46.2	13.37
Συνολικό σφάλμα	6.10	2.97	11.48	5.89	6.10	2.97	11.48	5.89	16.54	8.26	70.52	15.23	12.8	6.29	42.13	11.93

Forecasting Method	ANN				ANN MICRO				ANN MACRO				Theta Classic			
Date	MAPE	MAE	MSE	Smape	MAPE	MAE	MSE	Smape	MAPE	MAE	MSE	Smape	MAPE	MAE	MSE	Smape
01/12/14	0.78	0.42	0.18	0.78	4.90	2.65	7.02	5.02	3.36	1.82	3.32	3.42	10.03	4.76	22.62	9.55
03/11/14	0.67	0.36	0.13	0.67	1.32	0.71	0.51	1.33	3.57	1.93	3.71	3.63	7.47	3.63	13.19	7.20
01/10/14	1.10	0.59	0.35	1.09	5.38	2.88	8.28	5.53	1.63	0.87	0.76	1.65	9.95	4.74	22.44	9.48
02/09/14	6.19	3.21	10.29	6.00	4.62	2.40	5.74	4.73	3.80	1.97	3.88	3.73	9.40	4.50	20.28	8.98
01/08/14	6.39	3.30	10.89	6.19	3.55	1.83	3.36	3.61	4.16	2.15	4.63	4.08	10.34	4.92	24.20	9.83
01/07/14	12.19	5.96	35.55	11.49	0.68	0.33	0.11	0.68	9.35	4.57	20.90	8.93	11.60	5.46	29.86	10.97
02/06/14	16.49	7.77	60.32	15.23	1.95	0.92	0.84	1.93	13.25	6.24	38.94	12.43	7.63	3.73	13.92	7.35
01/05/14	15.14	7.20	51.85	14.07	2.63	1.25	1.57	2.60	10.98	5.22	27.27	10.41	2.06	1.07	1.14	2.04
01/04/14	13.91	6.66	44.41	13.00	5.25	2.52	6.34	5.40	10.15	4.86	23.63	9.66	1.88	0.97	0.95	1.86
03/03/14	0.08	0.04	0.00	0.08	7.21	3.43	11.78	6.96	14.18	6.75	45.59	15.27	1.24	0.66	0.44	1.24
03/02/14	2.66	1.29	1.67	2.69	5.73	2.79	7.77	5.57	14.96	7.27	52.92	16.17	1.90	1.03	1.05	1.92
02/01/14	2.68	1.27	1.61	2.64	7.42	3.52	12.39	7.16	12.43	5.90	34.77	13.26	2.02	1.09	1.19	2.04
Συνολικό σφάλμα	6.52	3.17	18.10	6.16	4.22	2.10	5.48	4.21	8.49	4.13	21.69	8.55	6.29	3.05	12.61	6.04

ING:

Forecasting Method	NAÏVE				SES				HOLT				DAMPED			
Date	MAPE	MAE	MSE	Smape	MAPE	MAE	MSE	Smape	MAPE	MAE	MSE	Smape	MAPE	MAE	MSE	Smape
01/12/14	8.02	1.04	1.08	7.71	8.02	1.04	1.08	7.71	14.14	1.83	3.36	13.21	14.14	1.83	3.36	13.21
03/11/14	4.04	0.59	0.35	4.12	4.04	0.59	0.35	4.12	0.41	0.06	0.00	0.41	0.41	0.06	0.00	0.41
01/10/14	2.16	0.31	0.10	2.19	2.16	0.31	0.10	2.19	1.37	0.20	0.04	1.36	1.37	0.20	0.04	1.36
02/09/14	1.27	0.18	0.03	1.28	1.27	0.18	0.03	1.28	1.28	0.18	0.03	1.28	1.28	0.18	0.03	1.28
01/08/14	1.74	0.24	0.06	1.73	1.74	0.24	0.06	1.73	3.33	0.46	0.21	3.27	3.33	0.46	0.21	3.27
01/07/14	8.02	1.04	1.08	7.71	8.02	1.04	1.08	7.71	8.59	1.11	1.24	8.24	8.59	1.11	1.24	8.24
02/06/14	0.07	0.01	0.00	0.07	0.07	0.01	0.00	0.07	0.57	0.08	0.01	0.57	0.57	0.08	0.01	0.57
01/05/14	0.21	0.03	0.00	0.21	0.21	0.03	0.00	0.21	1.73	0.24	0.06	1.75	1.73	0.24	0.06	1.75
01/04/14	2.03	0.29	0.08	2.05	2.03	0.29	0.08	2.05	4.53	0.65	0.42	4.63	4.53	0.65	0.42	4.63
03/03/14	1.68	0.24	0.06	1.70	1.68	0.24	0.06	1.70	5.20	0.74	0.55	5.34	5.20	0.74	0.55	5.34
03/02/14	3.51	0.51	0.26	3.58	3.51	0.51	0.26	3.58	7.95	1.16	1.33	8.28	7.95	1.16	1.33	8.28
02/01/14	6.06	0.80	0.64	5.88	6.06	0.80	0.64	5.88	0.08	0.01	0.00	0.08	0.08	0.01	0.00	0.08
Συνολικό σφάλμα	3.23	0.44	0.31	3.19	3.23	0.44	0.31	3.19	4.10	0.56	0.60	4.04	4.10	0.56	0.60	4.04

Forecasting Method	ANN				ANN MICRO				ANN MACRO				Theta Classic			
Date	MAPE	MAE	MSE	Smape	MAPE	MAE	MSE	Smape	MAPE	MAE	MSE	Smape	MAPE	MAE	MSE	Smape
01/12/14	28.87	3.74	14.02	25.22	12.26	1.59	2.53	13.06	58.15	7.54	56.89	45.05	5.527	0.7	0.533	5.379
03/11/14	0.92	0.13	0.02	0.92	14.58	2.13	4.53	15.73	20.48	2.99	8.94	22.82	5.346	0.8	0.602	5.493
01/10/14	2.17	0.31	0.10	2.20	22.24	3.19	10.14	25.03	20.63	2.95	8.73	23.01	4.93	0.7	0.494	5.055
02/09/14	16.28	2.31	5.34	15.06	33.20	4.71	22.20	39.81	13.05	1.85	3.43	12.25	6.636	0.9	0.9	6.863
01/08/14	3.17	0.44	0.19	3.22	25.89	3.57	12.71	29.74	13.74	1.89	3.58	14.75	6.305	0.9	0.784	6.51
01/07/14	26.77	3.47	12.05	23.61	17.16	2.23	4.95	18.77	51.16	6.64	44.04	40.74	7.572	1.1	1.127	7.87
02/06/14	2.64	0.37	0.14	2.60	6.40	0.90	0.80	6.61	40.22	5.64	31.79	33.48	1.603	0.2	0.043	1.616
01/05/14	1.56	0.22	0.05	1.57	10.34	1.45	2.11	10.91	97.36	13.67	186.85	65.48	8.745	1.2	1.45	9.145
01/04/14	13.93	1.99	3.97	14.97	19.78	2.83	8.00	21.95	49.26	7.04	49.61	39.52	12.83	1.8	3.315	13.71
03/03/14	0.54	0.08	0.01	0.54	20.34	2.90	8.40	22.64	87.30	12.44	154.77	60.77	14.99	2.1	4.609	16.21
03/02/14	0.86	0.12	0.02	0.86	0.64	0.09	0.01	0.64	15.38	2.23	4.99	14.28	17.97	2.6	6.882	19.74
02/01/14	12.12	1.60	2.56	11.42	2.05	0.27	0.07	2.07	21.38	2.82	7.98	23.94	9.172	1.2	1.415	9.613
Συνολικό σφάλμα	9.15	1.23	3.20	8.52	15.41	2.15	6.37	17.25	40.68	5.64	46.80	33.01	8.469	1.2	1.846	8.933

Credit Suisse:

Forecasting Method	NAÏVE				SES				HOLT				DAMPED			
Date	MAPE	MAE	MSE	Smape	MAPE	MAE	MSE	Smape	MAPE	MAE	MSE	Smape	MAPE	MAE	MSE	Smape
01/12/14	23.76	5.96	35.52	21.24	23.76	5.96	35.52	21.24	3.06	0.77	0.59	3.01	3.06	0.77	0.59	3.01
03/11/14	16.39	4.37	19.10	15.14	16.39	4.37	19.10	15.14	1.93	0.51	0.26	1.95	1.93	0.51	0.26	1.95
01/10/14	16.52	4.40	19.36	15.26	16.52	4.40	19.36	15.26	0.66	0.18	0.03	0.66	0.66	0.18	0.03	0.66
02/09/14	12.30	3.40	11.56	11.59	12.30	3.40	11.56	11.59	3.14	0.87	0.75	3.19	3.14	0.87	0.75	3.19
01/08/14	9.92	2.80	7.84	9.45	9.92	2.80	7.84	9.45	4.11	1.16	1.34	4.19	4.11	1.16	1.34	4.19
01/07/14	14.54	3.94	15.52	13.55	14.54	3.94	15.52	13.55	1.07	0.29	0.08	1.06	1.07	0.29	0.08	1.06
02/06/14	9.41	2.67	7.13	8.99	9.41	2.67	7.13	8.99	2.37	0.67	0.45	2.40	2.37	0.67	0.45	2.40
01/05/14	4.51	1.34	1.80	4.41	4.51	1.34	1.80	4.41	5.71	1.69	2.87	5.87	5.71	1.69	2.87	5.87
01/04/14	1.99	0.63	0.40	2.01	1.99	0.63	0.40	2.01	10.60	3.36	11.26	11.19	10.60	3.36	11.26	11.19
03/03/14	4.14	1.34	1.80	4.23	4.14	1.34	1.80	4.23	11.61	3.76	14.12	12.32	11.61	3.76	14.12	12.32
03/02/14	1.05	0.33	0.11	1.06	1.05	0.33	0.11	1.06	7.78	2.44	5.95	8.09	7.78	2.44	5.95	8.09
02/01/14	2.95	0.89	0.79	2.91	2.95	0.89	0.79	2.91	3.02	0.91	0.83	3.07	3.02	0.91	0.83	3.07
Συνολικό σφάλμα	9.79	2.67	10.08	9.15	9.79	2.67	10.08	9.15	4.59	1.38	3.21	4.75	4.59	1.38	3.21	4.75

Forecasting Method	ANN				ANN MICRO				ANN MACRO				Theta Classic			
Date	MAPE	MAE	MSE	Smape	MAPE	MAE	MSE	Smape	MAPE	MAE	MSE	Smape	MAPE	MAE	MSE	Smape
01/12/14	0.08	0.02	0.00	0.08	158.94	39.86	1588.93	88.56	2.69	0.67	0.45	2.65	2.12	0.64	0.41	2.10
03/11/14	2.28	0.61	0.37	2.31	141.95	37.86	1433.18	83.02	4.60	1.23	1.51	4.50	2.66	0.83	0.69	2.69
01/10/14	3.37	0.90	0.81	3.43	134.72	35.89	1288.13	80.50	4.37	1.16	1.36	4.28	6.47	2.09	4.39	6.69
02/09/14	12.17	3.36	11.32	11.47	101.45	28.04	786.31	67.31	5.50	1.52	2.31	5.66	5.17	1.64	2.68	5.30
01/08/14	10.84	3.06	9.36	10.28	96.09	27.14	736.35	64.91	3.26	0.92	0.85	3.32	0.28	0.08	0.01	0.28
01/07/14	13.94	3.78	14.27	13.03	104.67	28.37	804.60	68.71	3.51	0.95	0.91	3.58	4.09	1.16	1.35	4.01
02/06/14	10.60	3.01	9.05	10.07	1.76	0.50	0.25	1.74	3.54	1.00	1.01	3.60	8.04	2.18	4.75	7.73
01/05/14	6.86	2.04	4.15	7.10	4.29	1.27	1.62	4.20	1.03	0.31	0.09	1.04	2.79	0.79	0.62	2.75
01/04/14	0.26	0.08	0.01	0.26	8.96	2.84	8.06	9.38	6.24	1.98	3.90	6.44	4.11	1.14	1.29	4.03
03/03/14	8.30	2.69	7.23	8.66	4.57	1.48	2.19	4.47	6.89	2.23	4.98	7.14	7.07	1.88	3.55	6.83
03/02/14	5.02	1.57	2.48	5.14	8.93	2.80	7.85	8.55	0.87	0.27	0.07	0.87	6.01	1.60	2.57	5.83
02/01/14	1.87	0.56	0.32	1.85	12.04	3.63	13.17	11.35	2.92	0.88	0.77	2.87	11.73	2.94	8.65	11.08
Συνολικό σφάλμα	6.30	1.81	4.95	6.14	64.86	17.47	555.89	41.06	3.79	1.09	1.52	3.83	5.04	1.41	2.58	4.94

Deutsche Bank:

Forecasting Method	NAÏVE				SES				HOLT				DAMPED			
Date	MAPE	MAE	MSE	Smape	MAPE	MAE	MSE	Smape	MAPE	MAE	MSE	Smape	MAPE	MAE	MSE	Smape
01/12/14	60.69	18.22	331.97	46.56	60.69	18.22	331.97	46.56	72.68	21.82	476.05	53.31	72.68	21.82	476.05	53.31
03/11/14	47.75	15.59	243.05	38.55	47.75	15.59	243.05	38.55	57.86	18.89	356.85	44.88	57.86	18.89	356.85	44.88
01/10/14	54.02	16.92	286.29	42.53	54.02	16.92	286.29	42.53	63.61	19.92	396.89	48.26	63.61	19.92	396.89	48.26
02/09/14	38.38	13.38	179.02	32.20	38.38	13.38	179.02	32.20	46.14	16.08	258.70	37.49	46.14	16.08	258.70	37.49
01/08/14	40.60	13.93	194.05	33.75	40.60	13.93	194.05	33.75	47.61	16.34	266.86	38.46	47.61	16.34	266.86	38.46
01/07/14	41.22	14.08	198.25	34.17	41.22	14.08	198.25	34.17	47.39	16.19	262.04	38.31	47.39	16.19	262.04	38.31
02/06/14	37.12	13.06	170.56	31.31	37.12	13.06	170.56	31.31	42.27	14.87	221.10	34.89	42.27	14.87	221.10	34.89
01/05/14	19.02	7.71	59.44	17.37	19.02	7.71	59.44	17.37	22.75	9.22	85.03	20.43	22.75	9.22	85.03	20.43
01/04/14	9.56	4.21	17.72	9.13	9.56	4.21	17.72	9.13	12.32	5.42	29.41	11.60	12.32	5.42	29.41	11.60
03/03/14	7.61	3.41	11.63	7.33	7.61	3.41	11.63	7.33	9.65	4.32	18.70	9.20	9.65	4.32	18.70	9.20
03/02/14	0.21	0.10	0.01	0.21	0.21	0.10	0.01	0.21	1.07	0.52	0.27	1.06	1.07	0.52	0.27	1.06
02/01/14	0.12	0.06	0.00	0.12	0.12	0.06	0.00	0.12	0.79	0.38	0.14	0.78	0.79	0.38	0.14	0.78
Συνολικό σφάλμα	29.69	10.06	141.00	24.44	29.69	10.06	141.00	24.44	35.34	12.00	197.67	28.22	35.34	12.00	197.67	28.22

Forecasting Method	ANN				ANN MICRO				ANN MACRO				Theta Classic			
Date	MAPE	MAE	MSE	Smape	MAPE	MAE	MSE	Smape	MAPE	MAE	MSE	Smape	MAPE	MAE	MSE	Smape
01/12/14	31.31	9.40	88.34	27.07	40.36	12.12	146.80	33.58	0.10	0.03	0.00	0.10	0.99	0.47	0.23	0.99
03/11/14	29.04	9.48	89.91	25.36	37.74	12.32	151.87	31.75	5.47	1.79	3.19	5.63	2.42	1.17	1.37	2.45
01/10/14	36.35	11.39	129.63	30.76	29.84	9.35	87.37	25.97	7.49	2.35	5.50	7.22	4.03	1.81	3.26	3.95
02/09/14	23.10	8.05	64.83	20.71	41.22	14.37	206.44	34.17	0.38	0.13	0.02	0.38	4.70	2.07	4.29	4.60
01/08/14	28.75	9.86	97.32	25.14	37.10	12.73	162.03	31.30	17.80	6.11	37.31	16.35	12.43	5.04	25.36	11.70
01/07/14	30.78	10.52	110.57	26.68	36.48	12.46	155.30	30.85	29.19	9.97	99.45	25.47	28.00	9.85	97.05	24.56
02/06/14	27.17	9.56	91.38	23.92	37.57	13.22	174.73	31.63	29.44	10.36	107.30	25.67	30.26	10.34	106.84	26.28
01/05/14	10.12	4.10	16.81	9.63	29.04	11.77	138.53	25.36	20.08	8.14	66.22	18.25	28.13	9.65	93.16	24.66
01/04/14	1.76	0.77	0.60	1.74	21.16	9.32	86.83	19.14	13.98	6.16	37.90	13.07	24.58	8.57	73.39	21.89
03/03/14	4.94	2.21	4.90	4.82	23.69	10.62	112.82	21.18	29.36	13.16	173.22	25.60	36.95	11.57	133.91	31.19
03/02/14	4.94	2.39	5.69	5.06	18.04	8.72	76.05	16.55	15.52	7.50	56.26	14.40	29.73	9.71	94.23	25.88
02/01/14	4.64	2.24	5.00	4.75	15.31	7.38	54.44	14.23	18.81	9.06	82.16	17.20	39.32	11.80	139.30	32.86
Συνολικό σφάλμα	19.41	6.66	58.75	17.14	15.64	6.23	55.71	14.11	30.63	11.20	129.44	26.31	20.13	6.84	64.37	17.58

Bank of Montreal:

Forecasting Method	NAÏVE				SES				HOLT				DAMPED			
Date	MAPE	MAE	MSE	Smape	MAPE	MAE	MSE	Smape	MAPE	MAE	MSE	Smape	MAPE	MAE	MSE	Smape
01/12/14	5.75	4.07	16.56	5.92	5.75	4.07	16.56	5.92	0.23	0.16	0.03	0.23	2.22	1.57	2.47	2.20
03/11/14	9.54	7.03	49.42	10.02	9.54	7.03	49.42	10.02	4.28	3.15	9.92	4.37	2.13	1.57	2.45	2.15
01/10/14	8.18	5.94	35.28	8.53	8.18	5.94	35.28	8.53	3.32	2.41	5.82	3.38	0.90	0.65	0.43	0.90
02/09/14	9.45	6.96	48.44	9.92	9.45	6.96	48.44	9.92	5.14	3.79	14.33	5.28	2.51	1.85	3.42	2.55
01/08/14	13.38	10.30	106.09	14.34	13.38	10.30	106.09	14.34	9.72	7.48	55.93	10.21	6.97	5.37	28.81	7.23
01/07/14	10.61	7.91	62.57	11.20	10.61	7.91	62.57	11.20	7.30	5.44	29.61	7.57	4.23	3.15	9.95	4.32
02/06/14	9.42	6.93	48.02	9.88	9.42	6.93	48.02	9.88	6.54	4.81	23.17	6.76	3.19	2.35	5.53	3.25
01/05/14	5.18	3.64	13.25	5.32	5.18	3.64	13.25	5.32	2.67	1.88	3.52	2.71	1.08	0.76	0.58	1.08
01/04/14	3.31	2.28	5.20	3.36	3.31	2.28	5.20	3.36	1.26	0.87	0.76	1.27	2.82	1.95	3.78	2.78
03/03/14	0.52	0.35	0.12	0.52	0.52	0.35	0.12	0.52	1.06	0.71	0.50	1.05	5.52	3.70	13.68	5.37
03/02/14	1.05	0.69	0.48	1.04	1.05	0.69	0.48	1.04	2.12	1.40	1.95	2.09	6.91	4.56	20.81	6.68
02/01/14	9.14	5.58	31.14	8.74	9.14	5.58	31.14	8.74	9.71	5.93	35.20	9.26	15.18	9.27	86.02	14.11
Συνολικό σφάλμα	7.13	5.14	34.71	7.40	7.13	5.14	34.71	7.40	4.45	3.17	15.06	4.52	4.47	3.06	14.83	4.38

Forecasting Method	ANN				ANN MICRO				ANN MACRO				Theta Classic			
Date	MAPE	MAE	MSE	Smape	MAPE	MAE	MSE	Smape	MAPE	MAE	MSE	Smape	MAPE	MAE	MSE	Smape
01/12/14	11.16	7.89	62.28	11.82	11.65	8.24	67.87	12.37	16.64	11.77	138.58	18.15	9.28	5.67	32.11	8.87
03/11/14	14.71	10.84	117.47	15.88	13.92	10.26	105.26	14.96	20.20	14.89	221.61	22.47	1.31	0.86	0.75	1.30
01/10/14	11.58	8.41	70.65	12.29	12.10	8.79	77.22	12.88	19.43	14.11	199.07	21.53	0.13	0.09	0.01	0.13
02/09/14	14.26	10.50	110.23	15.36	12.98	9.55	91.28	13.88	18.20	13.40	179.53	20.02	2.80	1.93	3.74	2.84
01/08/14	17.58	13.53	183.06	19.27	16.76	12.90	166.34	18.29	21.91	16.86	284.27	24.60	4.56	3.21	10.28	4.67
01/07/14	13.30	9.92	98.33	14.24	14.05	10.48	109.77	15.11	18.54	13.83	191.21	20.44	8.71	6.41	41.08	9.11
02/06/14	11.82	8.70	75.61	12.56	12.70	9.34	87.32	13.56	18.37	13.52	182.69	20.22	9.79	7.30	53.33	10.30
01/05/14	7.45	5.24	27.42	7.74	8.51	5.99	35.83	8.89	14.51	10.20	103.99	15.64	12.48	9.61	92.27	13.31
01/04/14	7.75	5.34	28.56	8.06	6.82	4.70	22.08	7.06	12.51	8.62	74.36	13.34	8.39	6.18	38.18	8.76
03/03/14	7.76	5.20	27.06	8.08	2.30	1.54	2.38	2.33	13.38	8.97	80.38	14.34	6.99	5.07	25.73	7.24
03/02/14	9.00	5.94	35.24	9.42	1.17	0.77	0.59	1.17	12.82	8.46	71.53	13.70	8.24	6.08	36.91	8.60
02/01/14	0.62	0.38	0.14	0.62	6.17	3.77	14.21	5.99	3.92	2.40	5.75	4.00	4.28	3.03	9.17	4.38
Συνολικό σφάλμα	10.58	7.66	69.67	11.28	9.93	7.19	65.01	10.54	15.87	11.42	144.41	17.37	6.41	4.62	28.63	6.63

DBS Group:

Forecasting Method	NAÏVE				SES				HOLT				DAMPED			
Date	MAPE	MAE	MSE	Smape	MAPE	MAE	MSE	Smape	MAPE	MAE	MSE	Smape	MAPE	MAE	MSE	Smape
01/12/14	16.99	2.66	7.09	18.57	16.99	2.66	7.09	18.57	13.38	2.10	4.39	14.34	15.56	2.44	5.95	16.88
03/11/14	13.77	2.11	4.43	14.78	13.77	2.11	4.43	14.78	10.33	1.58	2.49	10.89	12.35	1.89	3.57	13.16
01/10/14	7.47	1.08	1.17	7.76	7.47	1.08	1.17	7.76	4.11	0.60	0.36	4.20	6.02	0.87	0.76	6.20
02/09/14	7.17	1.05	1.09	7.43	7.17	1.04	1.09	7.43	4.13	0.60	0.36	4.22	5.78	0.84	0.71	5.95
01/08/14	4.58	0.66	0.43	4.68	4.58	0.66	0.43	4.68	1.80	0.26	0.07	1.82	3.23	0.46	0.21	3.28
01/07/14	6.15	0.90	0.81	6.34	6.15	0.90	0.81	6.34	3.76	0.55	0.30	3.83	4.89	0.72	0.51	5.01
02/06/14	2.09	0.28	0.08	2.07	2.09	0.28	0.08	2.07	4.32	0.58	0.33	4.22	3.38	0.45	0.20	3.32
01/05/14	1.18	0.16	0.03	1.18	1.18	0.16	0.03	1.18	3.02	0.41	0.17	2.98	2.38	0.32	0.10	2.36
01/04/14	0.94	0.13	0.02	0.94	0.95	0.13	0.02	0.94	2.41	0.33	0.11	2.39	2.07	0.28	0.08	2.04
03/03/14	5.75	0.73	0.54	5.59	5.75	0.73	0.54	5.59	6.91	0.88	0.78	6.68	6.85	0.87	0.76	6.62
03/02/14	3.51	0.46	0.21	3.45	3.51	0.46	0.21	3.45	4.27	0.56	0.31	4.18	4.50	0.59	0.34	4.40
02/01/14	3.83	0.49	0.24	3.75	3.83	0.49	0.24	3.75	4.21	0.54	0.30	4.12	4.74	0.61	0.38	4.63
Συνολικό σφάλμα	6.12	0.89	1.34	6.38	6.12	0.89	1.34	6.38	5.22	0.75	0.83	5.32	5.98	0.86	1.13	6.16

Forecasting Method	ANN				ANN MICRO				ANN MACRO				Theta Classic			
Date	MAPE	MAE	MSE	Smape	MAPE	MAE	MSE	Smape	MAPE	MAE	MSE	Smape	MAPE	MAE	MSE	Smape
01/12/14	0.61	0.10	0.01	0.61	6.07	0.95	0.90	6.26	20.35	3.19	10.17	22.66	18.57	3.058	9.351	20.5
03/11/14	5.33	0.81	0.66	5.19	4.13	0.63	0.40	4.22	14.59	2.23	4.98	15.74	18.53	3.061	9.368	20.4
01/10/14	12.86	1.86	3.48	12.08	2.71	0.39	0.15	2.75	12.59	1.83	3.33	13.44	16.9	2.733	7.471	18.5
02/09/14	9.80	1.43	2.04	9.35	6.83	1.00	0.99	7.07	10.15	1.48	2.19	10.69	20.09	3.404	11.58	22.3
01/08/14	12.54	1.80	3.24	11.80	3.27	0.47	0.22	3.33	7.00	1.00	1.01	7.25	19.77	3.34	11.16	21.9
01/07/14	11.81	1.73	3.00	11.15	4.65	0.68	0.47	4.76	9.05	1.33	1.76	9.48	19.14	3.206	10.28	21.2
02/06/14	11.54	1.54	2.39	10.91	4.66	0.62	0.39	4.55	3.67	0.49	0.24	3.74	25.26	4.602	21.18	28.9
01/05/14	5.59	0.76	0.57	5.44	4.69	0.63	0.40	4.59	9.04	1.22	1.49	9.47	24.46	4.384	19.22	27.9
01/04/14	7.19	0.97	0.94	6.94	3.96	0.53	0.28	3.88	8.74	1.18	1.39	9.14	27.49	5.063	25.63	31.9
03/03/14	23.75	3.03	9.18	21.23	17.62	2.25	5.06	16.20	1.38	0.18	0.03	1.39	28.49	5.265	27.72	33.2
03/02/14	24.26	3.16	10.01	21.63	14.05	1.83	3.36	13.13	3.04	0.40	0.16	3.09	34.59	6.859	47.04	41.8
02/01/14	19.55	2.53	6.40	17.81	15.07	1.95	3.80	14.02	6.25	0.81	0.65	6.46	37.99	7.826	61.25	46.9
Συνολικό σφάλμα	12.07	1.64	3.49	11.18	7.31	1.00	1.37	7.06	8.82	1.28	2.28	9.38	24.27	4.4	21.77	27.9

Banco Santander:

Forecasting Method	NAÏVE				SES				HOLT				DAMPED			
Date	MAPE	MAE	MSE	Smape	MAPE	MAE	MSE	Smape	MAPE	MAE	MSE	Smape	MAPE	MAE	MSE	Smape
01/12/14	8.88	0.74	0.55	8.51	8.88	0.74	0.55	8.51	23.01	1.92	3.67	26.00	23.01	1.92	3.67	26.00
03/11/14	1.91	0.17	0.03	1.89	1.91	0.17	0.03	1.89	25.76	2.29	5.26	29.57	25.76	2.29	5.26	29.57
01/10/14	3.42	0.30	0.09	3.36	3.42	0.30	0.09	3.36	22.44	1.97	3.87	25.28	22.44	1.97	3.87	25.28
02/09/14	4.53	0.43	0.18	4.63	4.53	0.43	0.18	4.63	26.36	2.50	6.27	30.36	26.36	2.50	6.27	30.36
01/08/14	8.57	0.85	0.72	8.95	8.57	0.85	0.72	8.95	27.52	2.73	7.45	31.91	27.52	2.73	7.45	31.91
01/07/14	9.03	0.90	0.81	9.45	9.03	0.90	0.81	9.45	25.94	2.59	6.69	29.80	25.94	2.59	6.69	29.80
02/06/14	12.96	1.35	1.82	13.85	12.96	1.35	1.82	13.85	27.27	2.84	8.08	31.58	27.27	2.84	8.08	31.58
01/05/14	11.25	1.15	1.32	11.92	11.25	1.15	1.32	11.92	23.95	2.45	5.99	27.21	23.95	2.45	5.99	27.21
01/04/14	8.94	0.89	0.79	9.35	8.94	0.89	0.79	9.35	20.02	1.99	3.98	22.24	20.02	1.99	3.98	22.24
03/03/14	5.32	0.51	0.26	5.47	5.32	0.51	0.26	5.47	14.82	1.42	2.02	16.01	14.82	1.42	2.02	16.01
03/02/14	0.22	0.02	0.00	0.22	0.22	0.02	0.00	0.22	7.69	0.70	0.48	7.99	7.69	0.70	0.48	7.99
02/01/14	4.98	0.43	0.18	4.86	4.98	0.43	0.18	4.86	1.06	0.09	0.01	1.06	1.06	0.09	0.01	1.06
Συνολικό σφάλμα	6.67	0.65	0.56	6.87	20.49	1.96	4.48	23.25	5.22	0.75	0.83	5.32	20.49	1.96	4.48	23.25

Forecasting Method	ANN				ANN MICRO				ANN MACRO				Theta Classic			
Date	MAPE	MAE	MSE	Smape	MAPE	MAE	MSE	Smape	MAPE	MAE	MSE	Smape	MAPE	MAE	MSE	Smape
01/12/14	5.75	0.48	0.23	5.59	6.28	0.52	0.27	6.49	19.83	1.65	2.73	22.01	4.048	0.35	0.122	3.97
03/11/14	1.11	0.10	0.01	1.11	16.19	1.44	2.08	17.62	24.46	2.18	4.74	27.87	1.553	0.141	0.02	1.57
01/10/14	6.79	0.60	0.35	6.57	16.85	1.48	2.18	18.40	21.82	1.91	3.66	24.49	7.838	0.751	0.564	8.16
02/09/14	8.80	0.84	0.70	8.43	1.99	0.19	0.04	1.97	26.75	2.54	6.46	30.89	12.16	1.211	1.467	12.9
01/08/14	12.50	1.24	1.54	11.77	7.84	0.78	0.60	7.54	19.47	1.93	3.73	21.57	15.18	1.551	2.407	16.4
01/07/14	19.32	1.93	3.71	17.62	3.86	0.38	0.15	3.78	12.85	1.28	1.64	13.74	17.58	1.832	3.355	19.3
02/06/14	21.13	2.20	4.85	19.11	4.48	0.47	0.22	4.58	17.98	1.87	3.51	19.76	14.66	1.462	2.137	15.8
01/05/14	25.54	2.61	6.81	22.65	5.07	0.52	0.27	4.95	11.85	1.21	1.47	12.59	15.04	1.492	2.227	16.3
01/04/14	29.75	2.96	8.78	25.90	11.12	1.11	1.23	10.53	7.88	0.78	0.62	8.20	12.13	1.153	1.328	12.9
03/03/14	19.09	1.83	3.34	17.42	12.37	1.18	1.40	11.65	2.23	0.21	0.05	2.21	5.734	0.503	0.253	5.9
03/02/14	24.20	2.19	4.80	21.59	20.60	1.86	3.48	18.67	1.18	0.11	0.01	1.17	8.013	0.713	0.509	8.35
02/01/14	30.83	2.66	7.10	26.71	20.93	1.81	3.27	18.95	2.09	0.18	0.03	2.06	2.682	0.223	0.05	2.72
Συνολικό σφάλμα	17.07	1.64	3.52	15.37	10.63	0.98	1.27	10.43	14.03	1.32	2.39	15.55	9.719	0.948	1.203	10.4

National Bank of Greece:

Forecasting Method	NAÏVE				SES				HOLT				DAMPED			
Date	MAPE	MAE	MSE	Smape	MAPE	MAE	MSE	Smape	MAPE	MAE	MSE	Smape	MAPE	MAE	MSE	Smape
01/12/14	112.70	1.66	2.74	72.08	112.70	1.66	2.74	72.08	99.46	1.46	2.14	197.84	14.07	0.21	0.04	15.13
03/11/14	63.70	1.22	1.50	48.31	63.70	1.22	1.50	48.31	99.58	1.91	3.66	198.34	25.23	0.48	0.23	28.88
01/10/14	61.11	1.17	1.38	46.81	61.11	1.17	1.38	46.81	99.59	1.91	3.66	198.36	17.92	0.34	0.12	19.69
02/09/14	30.98	0.72	0.52	26.83	30.98	0.72	0.52	26.83	99.67	2.31	5.35	198.67	26.37	0.61	0.37	30.37
01/08/14	12.79	0.33	0.11	12.02	12.79	0.33	0.11	12.02	99.71	2.60	6.77	198.85	30.65	0.80	0.64	36.19
01/07/14	20.14	0.49	0.24	18.30	20.14	0.49	0.24	18.30	90.69	2.19	4.78	165.93	19.80	0.48	0.23	21.97
02/06/14	8.01	0.21	0.05	7.71	8.01	0.21	0.05	7.71	77.39	2.07	4.27	126.25	22.20	0.59	0.35	24.97
01/05/14	8.96	0.23	0.06	8.58	8.96	0.23	0.06	8.58	62.84	1.65	2.71	91.62	15.77	0.41	0.17	17.12
01/04/14	1.36	0.04	0.00	1.35	1.36	0.04	0.00	1.35	52.07	1.46	2.13	70.40	16.31	0.46	0.21	17.75
03/03/14	28.02	1.10	1.22	32.58	28.02	1.10	1.22	32.58	56.48	2.23	4.95	78.70	36.77	1.45	2.10	45.05
03/02/14	19.38	0.69	0.48	21.46	19.38	0.69	0.48	21.46	40.63	1.45	2.09	50.98	24.93	0.89	0.79	28.48
02/01/14	12.46	0.41	0.17	13.28	12.46	0.41	0.17	13.28	23.99	0.79	0.62	27.26	13.87	0.46	0.21	14.90
Συνολικό σφάλμα	31.64	0.69	0.70	25.78	31.64	0.69	0.70	25.78	75.17	1.83	3.59	133.60	21.99	0.60	0.46	25.04

Forecasting Method	ANN				ANN MICRO				ANN MACRO				Theta Classic			
Date	MAPE	MAE	MSE	Smape	MAPE	MAE	MSE	Smape	MAPE	MAE	MSE	Smape	MAPE	MAE	MSE	Smape
01/12/14	14.85	0.22	0.05	13.82	154.87	2.28	5.18	87.28	28.22	0.41	0.17	24.73	17.76	0.584	0.341	19.5
03/11/14	20.06	0.39	0.15	22.30	96.21	1.85	3.41	64.96	28.92	0.56	0.31	25.26	29.15	1.038	1.077	34.1
01/10/14	44.86	0.86	0.74	36.64	85.75	1.65	2.71	60.02	1.32	0.03	0.00	1.31	41.11	1.62	2.623	51.7
02/09/14	43.20	1.00	1.00	55.11	55.62	1.29	1.66	43.52	7.85	0.18	0.03	8.17	23.21	0.65	0.422	26.3
01/08/14	54.60	1.43	2.03	75.10	34.99	0.91	0.83	29.78	32.05	0.84	0.70	38.17	24.06	0.63	0.397	27.3
01/07/14	57.58	1.39	1.93	80.87	43.74	1.05	1.11	35.89	33.51	0.81	0.65	40.26	31.26	0.835	0.697	37.1
02/06/14	7.99	0.21	0.05	7.68	23.96	0.64	0.41	21.40	41.15	1.10	1.21	51.80	30.83	0.743	0.552	36.4
01/05/14	27.71	0.73	0.53	24.34	26.13	0.68	0.47	23.11	37.03	0.97	0.94	45.45	41.9	1.093	1.196	53
01/04/14	80.43	2.25	5.07	134.52	81.86	2.29	5.25	138.59	31.21	0.87	0.76	36.97	40.46	0.939	0.881	50.7
03/03/14	46.94	1.85	3.42	61.33	21.50	0.85	0.72	24.09	42.55	1.68	2.81	54.05	36.53	0.701	0.492	44.7
03/02/14	45.53	1.62	2.63	58.94	15.22	0.54	0.29	16.48	34.29	1.22	1.49	41.38	45.44	0.872	0.761	58.8
02/01/14	38.43	1.26	1.60	47.57	7.87	0.26	0.07	8.19	26.99	0.89	0.79	31.19	41.99	0.617	0.381	53.2
Συνολικό σφάλμα	40.18	1.10	1.60	51.52	53.98	1.19	1.84	46.11	28.76	0.80	0.82	33.23	33.64	0.86	0.818	41.1

Alpha Bank:

Forecasting Method	NAÏVE				SES				HOLT				DAMPED			
Date	MAPE	MAE	MSE	Smape	MAPE	MAE	MSE	Smape	MAPE	MAE	MSE	Smape	MAPE	MAE	MSE	Smape
01/12/14	7.03	0.03	0.00	6.79	7.03	0.03	0.00	6.79	37.76	0.18	0.03	46.54	37.76	0.18	0.03	46.54
03/11/14	3.54	0.02	0.00	3.60	3.54	0.02	0.00	3.60	40.54	0.21	0.04	50.85	40.54	0.21	0.04	50.85
01/10/14	4.70	0.02	0.00	4.81	4.70	0.02	0.00	4.81	37.93	0.20	0.04	46.81	37.93	0.20	0.04	46.81
02/09/14	20.71	0.13	0.02	23.11	20.71	0.13	0.02	23.11	45.60	0.28	0.08	59.06	45.60	0.28	0.08	59.06
01/08/14	29.18	0.19	0.04	34.17	29.18	0.19	0.04	34.17	48.94	0.33	0.11	64.80	48.94	0.33	0.11	64.80
01/07/14	22.69	0.14	0.02	25.59	22.69	0.14	0.02	25.59	41.56	0.25	0.06	52.47	41.56	0.25	0.06	52.47
02/06/14	32.05	0.22	0.05	38.17	32.05	0.22	0.05	38.17	46.27	0.31	0.10	60.20	46.27	0.31	0.10	60.20
01/05/14	33.72	0.23	0.05	40.55	33.72	0.23	0.05	40.55	45.27	0.31	0.10	58.52	45.27	0.31	0.10	58.52
01/04/14	34.77	0.24	0.06	42.08	34.77	0.24	0.06	42.08	43.87	0.31	0.09	56.19	43.87	0.31	0.09	56.19
03/03/14	36.46	0.26	0.07	44.58	36.46	0.26	0.07	44.58	43.10	0.31	0.09	54.95	43.10	0.31	0.09	54.95
03/02/14	37.27	0.27	0.07	45.81	37.27	0.27	0.07	45.81	41.65	0.31	0.09	52.60	41.65	0.31	0.09	52.60
02/01/14	31.13	0.21	0.04	36.87	31.13	0.21	0.04	36.87	33.53	0.22	0.05	40.29	33.53	0.22	0.05	40.29
Συνολικό σφάλμα	24.44	0.16	0.04	28.85	24.44	0.16	0.04	28.85	42.17	0.27	0.07	53.61	42.17	0.27	0.07	53.61

Forecasting Method	ANN				ANN MICRO				ANN MACRO				Theta Classic			
Date	MAPE	MAE	MSE	Smape	MAPE	MAE	MSE	Smape	MAPE	MAE	MSE	Smape	MAPE	MAE	MSE	Smape
01/12/14	15.05	0.07	0.00	16.28	14.49	0.07	0.00	15.62	0.56	0.00	0.00	0.56	46.7	0.313	0.098	60.9
03/11/14	16.54	0.09	0.01	18.03	30.74	0.16	0.03	36.32	28.87	0.15	0.02	33.73	65.62	0.481	0.231	97.7
01/10/14	9.98	0.05	0.00	10.51	20.69	0.11	0.01	23.07	27.21	0.14	0.02	31.49	79.54	0.569	0.323	132
02/09/14	27.86	0.17	0.03	32.37	31.73	0.19	0.04	37.71	17.85	0.11	0.01	19.60	93.74	0.653	0.427	176
01/08/14	38.69	0.26	0.07	47.96	45.28	0.30	0.09	58.53	40.64	0.27	0.07	51.00	98.94	0.683	0.466	196
01/07/14	21.93	0.13	0.02	24.63	44.34	0.27	0.07	56.96	44.25	0.27	0.07	56.82	98.92	0.673	0.452	196
02/06/14	33.10	0.23	0.05	39.67	50.02	0.34	0.12	66.70	49.19	0.33	0.11	65.23	98.77	0.593	0.351	195
01/05/14	30.42	0.21	0.04	35.87	51.88	0.36	0.13	70.06	47.10	0.32	0.11	61.60	98.87	0.658	0.434	196
01/04/14	30.21	0.21	0.04	35.58	47.77	0.33	0.11	62.75	50.60	0.35	0.12	67.74	98.74	0.606	0.368	195
03/03/14	28.40	0.20	0.04	33.10	53.46	0.38	0.15	72.96	51.23	0.37	0.13	68.87	98.48	0.512	0.262	194
03/02/14	28.57	0.21	0.04	33.33	15.09	0.11	0.01	14.03	34.32	0.25	0.06	41.43	98.46	0.514	0.264	194
02/01/14	26.53	0.18	0.03	30.58	26.16	0.18	0.03	23.13	13.44	0.09	0.01	14.40	98.3	0.46	0.212	193
Συνολικό σφάλμα	25.61	0.17	0.03	29.83	35.97	0.23	0.07	44.82	33.77	0.22	0.06	42.71	89.59	0.56	0.324	169

Παράρτημα 3: Έλεγχος εποχιακότητας και εύρεση βέλτιστων συντελεστών στο Matlab, επιλογή συναρτήσεων για το Matlab NN Toolbox

1) Έλεγχος εποχιακότητας:

```
f=0
c=0
acf2=0
limit=0
for i=1:1:12
for j=1+i:1:84
c=c+(k(j)-mean(k))*(k(j-i)-mean(k));
end
for j=1:1:84
f=f+(k(j)-mean(k))*(k(j)-mean(k)) ;
end
acf(i)=c/f ;
end
for i=2:1:11
acf2=acf2 + acf(i)*acf(i) ;
end
limit = 1.645*((1+2*(acf(1)+acf2)/84)^(1/2)) ;
```

2) Υπολογισμός συντελεστών στατιστικών μοντέλων

(υπολογισμός συντελεστή α για μέθοδο SES)

```
S0=1/4*(Yt(1)+Yt(2)+Yt(3)+Yt(4));
S = zeros(size(Yt));
F = zeros(size(Yt));
e = zeros(size(Yt));
e2 = zeros(size(Yt));
best_MSE = 1000000000000000000;
best_a = -1;
```

```

for a=0:0.001:1
for i=1:1:size(Yt)
if (i == 1)
F(i) = S0;
else
F(i) = S(i-1);
end
e(i) = Yt(i) - F(i);
e2(i) = e(i) * e(i);
if (i == 1)
S(i) = S0 + a*e(i);
else
S(i) = S(i-1) + a*e(i);
end
end
MSE = mean(e2);
if (MSE < best_MSE)
best_MSE = MSE
best_a = a
end
end
(Υπολογισμός των βέλτιστων συντελεστών α και β για την εφαρμογή της μεθόδου
Holt)
S0=1/4*(Yt(1)+Yt(2)+Yt(3)+Yt(4));
T0=Yt(2)-Yt(1);
S = zeros(size(Yt));
F = zeros(size(Yt));
T = zeros(size(Yt));
e = zeros(size(Yt));
e2 = zeros(size(Yt));
best_MSE = 10000000000000000000;
best_a = -1;
best_b = -1;

```

```

for a=0:0.01:1
    for b=0:0.01:1
        for i=1:1:size(Yt)
            if (i == 1)
                F(i) = S0 + T0;
                e(i) = Yt(i) - F(i);
                e2(i) = e(i) * e(i);
                S(i) = S0 + T0 + a*e(i);
                T(i) = T0 + b * e(i);
            else
                F(i) = S(i-1) + T(i-1);
                e(i) = Yt(i) - F(i);
                e2(i) = e(i) * e(i);
                S(i) = S(i-1) + T(i-1) + a*e(i);
                T(i) = T(i-1) + b * e(i);
            end
        end
    end
    MSE = mean(e2);
    if (MSE < best_MSE)
        best_MSE = MSE
        best_a = a
        best_b = b
    end
end

(Υπολογισμός των βέλτιστων συντελεστών α, β και φ για την εφαρμογή της μεθόδου
Damped)

S0=1/4*(Yt(1)+Yt(2)+Yt(3)+Yt(4));
T0=Yt(2)-Yt(1);
S = zeros(size(Yt));
F = zeros(size(Yt));
T = zeros(size(Yt));
e = zeros(size(Yt));

```

```

e2 = zeros(size(Yt));
best_MSE = 10000000000000000000;
best_a = -1;
best_b = -1;
best_f = -1;
for a=0:0.01:1
    for b=0:0.01:1
        for f=0:0.1:1
            for i=1:1:size(Yt)
                if (i == 1)
                    F(i) = S0 + f*T0;
                    e(i) = Yt(i) - F(i);
                    e2(i) = e(i) * e(i);
                    S(i) = S0 + T0 + a*e(i);
                    T(i) = T0 + b * e(i);
                else
                    F(i) = S(i-1) + f*T(i-1);
                    e(i) = Yt(i) - F(i);
                    e2(i) = e(i) * e(i);
                    S(i) = S(i-1) + T(i-1) + a*e(i);
                    T(i) = T(i-1) + b * e(i);
                end
            end
        end
    end
    MSE = mean(e2); % MAPE = mean(abs((Yt(i)-
F(i))/Yt(i)))
    if (MSE < best_MSE)
        best_MSE = MSE
        best_a = a
        best_b = b
        best_f = f
    end
end
end

```

**3)Επιλογή βέλτιστων συναρτήσεων ενεργοποίησης για το NN Matlab
Toolbox**

Τράπεζα	JpMor gan	Citigroup	ING		Credit Suisse		Deutsch e Bank	DBS Group	Bank of Montr eal	Banco Santander		NBG	Alpha Bank
Νευρωνικό Δίκτυο	ANN, ANN micro, ANN macro	ANN, ANN micro, ANN macro	ANN	ANN micro, ANN macro	ANN, ANN micro	ANN macro	ANN, ANN micro, ANN macro	ANN, ANN micro, ANN macro	ANN, ANN micro, ANN macro	ANN	ANN micro, ANN macro	ANN, ANN micro, ANN macro	ANN, ANN micro, ANN macro
Επιλογή Συνάρτησης Ενεργοποίησ ης	Logsig	Logsig	Tansig	Logsig	Logsig	Tansig	Tansig	Tansig	Logsig	Logsig	Tansig	Tansig	Tansig