

Ανοικτό Πανεπιστήμιο Κύπρου

Σχολή Θετικών και Εφαρμοσμένων Επιστημών

Μεταπτυχιακή Διατριβή στα Πληροφοριακά και Επικοινωνιακά Συστήματα



**Εφαρμογή Αυτοματοποιημένων Βραχυπρόθεσμων Συναλλαγών
στην Αγορά Νομισμάτων με τη Χρήση Δεικτών Τεχνικής
Ανάλυσης και Τεχνητών Νευρωνικών Δικτύων.**

Θεόδωρος Ζαφειρίου

**Επιβλέπων Καθηγητής
Δημήτριος Καλλές**

Μάιος 2014

Ανοικτό Πανεπιστήμιο Κύπρου

Σχολή Θετικών και Εφαρμοσμένων Επιστημών

**Εφαρμογή Αυτόματων Βραχυπρόθεσμων Συναλλαγών στην
Αγορά Νομισμάτων με τη Χρήση Δεικτών Τεχνικής Ανάλυσης
και Τεχνητών Νευρωνικών Δικτύων.**

Θεόδωρος Ζαφειρίου

**Επιβλέπων Καθηγητής
Δημήτριος Καλλές**

Η παρούσα μεταπτυχιακή διατριβή υποβλήθηκε
προς μερική εκπλήρωση των απαιτήσεων για απόκτηση

μεταπτυχιακού τίτλου σπουδών
στα Πληροφοριακά Συστήματα

από τη Σχολή Θετικών και Εφαρμοσμένων Επιστημών
του Ανοικτού Πανεπιστημίου Κύπρου

Μάιος 2014

Περίληψη

Στην παρούσα μεταπτυχιακή διατριβή αναλύουμε, σχεδιάζουμε και υλοποιούμε ένα σύστημα αλγοριθμικών συναλλαγών υψηλής συχνότητας το οποίο περιλαμβάνει όλα τα στάδια της διαδικασίας της διαπραγμάτευσης. Δηλαδή περιλαμβάνει την Ανάλυση Δεδομένων Διαπραγμάτευσης (pretrade), την Παραγωγή του Σήματος Συναλλαγών (πρόβλεψη τάσης) και την Εκτέλεση των Συναλλαγών.

Στο στάδιο της ανάλυσης πραγματοποιείται η εξόρυξη των δεδομένων της ισοτιμίας και επιλέγονται τα δεδομένα που χρησιμοποιούνται στα επόμενα στάδια.

Στο στάδιο της πρόβλεψης της τάσης σχεδιάστηκαν και υλοποιήθηκαν μια σειρά από προσομοιωτές τεχνικών δεικτών οι οποίοι αποδίδουν το σήμα πρόβλεψής τους. Εκτός αυτών σήμα πρόβλεψης αποδίδει και ένα Τεχνητό Νευρωνικό Δίκτυο (ΤΝΔ) με κατάλληλη αρχιτεκτονική και παραμετροποίηση ώστε να συνάδει με της υψηλής συχνότητας αλγοριθμικές συναλλαγές που επιχειρούμε στην παρούσα μεταπτυχιακή διατριβή.

Στο στάδιο της εκτέλεσης των συναλλαγών σχεδιάστηκαν και υλοποιήθηκαν μια σειρά από παραμετροποιήσιμες μηχανές αυτοματοποιημένων συναλλαγών υψηλής συχνότητας οι οποίες δέχονται ως εισόδους τα σήματα πρόβλεψης που παράγονται στο προηγούμενο στάδιο και εκτελούν εικονικές συναλλαγές σε πραγματικό χρόνο.

Στη συνέχεια πραγματοποιείται συγκριτική ανάλυση των αποτελεσμάτων τόσο των μηχανών αυτοματοποιημένων συναλλαγών μεταξύ τους, όσο και της κάθε μηχανής ξεχωριστά για τις διαφορετικές πηγές πρόβλεψης της τάσης(τους διαφορετικούς τεχνικούς δείκτες και το ΤΝΔ).

Τέλος εξάγονται χρήσιμα συνδυαστικά συμπεράσματα τόσο ως προς την καταλληλότητα των διαφόρων παραμετροποιήσεων των μηχανών αυτοματοποιημένων συναλλαγών ανάλογα με την πηγή πρόβλεψης της τάσης, όσο και ως προς την καταλληλότητα της τροποποιημένης αρχιτεκτονικής πρόβλεψης προηγούμενης έρευνας, προσαρμοσμένη σε υψηλής συχνότητας αλγοριθμικές συναλλαγές.

Summary

In the present study we analyze, design and program a system of high frequency algorithmic trading, which includes all the steps of pretrading. In other words, it encompasses pretrading data analysis, Trend signal production (trend forecasting) and trading execution.

At the step of analysis, currency data are extracted in order to select the data to be used in the following steps.

At the step of trend forecasting, a sequence of technical indicator simulators of trend forecasting are designed and programmed to estimate their forecast. Aside from this forecast, an Artificial Neuronal Network (ANN) is designed and customized to accompany the attempted high frequency algorithmic trading.

At the stage of trading execution a sequence of customizing processors of automated high frequency trading are designed. These processors receive as input trading values the forecast signals produced from the technical indicator simulators and execute virtual trades in real time.

Moreover, a comparative analysis of inter- and intra-processor data is performed so as to correlate the results to the different source of trading forecast (different technical indicators and ANN).

Finally, this system allows us not only to verify the adequacy of the customizing processors always in relation to the source of trade forecasting, but also evaluate the value of modified architectures of past trade forecasting systems adapted to high frequency algorithmic trading.

Ευχαριστίες

Ευχαριστώ θερμά τον κ.Καλλέ, τον κ.Μιχαήλ και την κα.Ζένιου για την αμέριστη βοήθειά τους προκειμένου ο αναπάντεχος τραυματισμός μου να μην σταθεί εμπόδιο στην εμπρόθεσμη ολοκλήρωση της παρούσας μεταπτυχιακής διατριβής.

Περιεχόμενα

1	Εισαγωγή	1
1.1	Παρουσίαση-Σκοπός αντικειμένου	2
1.2	Δομή της διατριβής.....	3
2	Ανάλυση Θέματος.....	5
2.1	Αγορά Νομισμάτων (FOREX)	5
2.1.1	Συναλλαγές Συναλλαγματικών Ισοτιμιών (forex)	6
2.1.2	Συναλλαγματική Ισοτιμία.....	7
2.1.3	Τρόποι Πραγματοποίησης Συναλλαγών	8
2.1.4	Μόχλευση, Περιθώριο & Κίνδυνος στις συναλλαγές Forex	13
2.2	Τεχνική Στατιστική Ανάλυση & Τεχνικοί Δείκτες	15
2.2.1	Δείκτες Τάσεις και Ταλαντωτές.....	16
2.2.2	Κινητός Μέσος Όρος	18
2.2.3	Δείκτης Ζωνών Εμπορευμάτων (Ταλαντωτής CCI).....	22
2.2.4	Δείκτης Σχετικής Ισχύος (Ταλαντωτής RSI).....	25
2.2.5	Ταλαντωτής Williams(%R).....	27
2.2.6	Ταλαντωτής Τιμής (Price Oscillator).....	28
2.2.7	Σύνοψη	30
2.3	Τεχνητά Νευρωνικά Δίκτυα.....	30
2.3.1	Βασικές Αρχιτεκτονικές – Δομές.....	32
2.3.2	Μάθηση – Αλγόριθμοι Μάθησης.....	33
2.3.3	Γενικευμένος Κανόνας Δέλτα (Ο αλγόριθμος Πίσω Διάδοσης του Λάθους)	35
2.3.4	Η οπισθοδιάδοση στη πράξη	36
2.4	Η πρόβλεψη των χρηματιστηριακών αγορών.....	38
2.4.1	Μέθοδοι πρόβλεψης.....	40
2.5	Συστήματα Αυτοματοποιημένων Συναλλαγών (Αλγοριθμικές Συναλλαγές).....	43
2.5.1	Υψηλής Συχνότητας Αλγοριθμικές Συναλλαγές	44
2.6	Η αγορά νομισμάτων (FOREX) ως πεδίο αναφοράς.....	46
2.7	Υφή Αναφοράς της Μεταπτυχιακής Διατριβής.	48
3	Σχεδιασμός-Αρχιτεκτονική	51

3.1	Σχεδιασμός της Ανάλυσης των Δεδομένων Διαπραγμάτευσης	51
3.1.1	Επιλογή κατάλληλης Ισοτιμίας.	51
3.1.2	Πηγή δεδομένων Πειραματισμού.	52
3.1.3	Εξόρυξη των δεδομένων και γραμμογράφηση αρχείων εισαγωγής.....	52
3.2	Σχεδιασμός της Παραγωγής του Σήματος Συναλλαγών (πρόβλεψη τάσης)	54
3.2.1	Αρχιτεκτονική Συστήματος Πρόβλεψης ΤΝΔ	55
3.2.2	Προσομοιωτές Δεικτών Τεχνικής Ανάλυσης.....	59
3.3	Σχεδιασμός του Σταδίου της Εκτέλεσης των Εικονικών Συναλλαγών	65
3.3.1	Μηχανές Αυτοματοποιημένων Συναλλαγών Υψηλής Συχνότητας.	65
3.4	Επισκόπηση Σχεδιασμού.....	70
4	Ανάπτυξη-Υλοποίηση.....	73
4.1	Γλώσσα και Περιβάλλον Ανάπτυξης.....	73
4.2	Παραμετροποίηση της Εφαρμογής.....	74
4.3	Αρχεία Ενημέρωσης Βαρών ΤΝΔ	76
4.4	Αρχεία Εξαγωγής Πράξεων των Μηχανών Αυτοματοποιημένων Συναλλαγών.....	77
4.5	Προετοιμασία Για την Εκτέλεση της Προσομοίωσης.	81
4.6	Παρουσίαση & Εκτέλεση της Εφαρμογής.....	82
5	Πειραματισμός, Αποτελέσματα και Ανάλυση.....	90
5.1	Πεδίο Πειραματισμού.....	90
5.2	Επιλογή Τιμών Παραμέτρων Εφαρμογής	91
5.2.1	Τιμές Παραμέτρων Νευρωνικού Δικτύου	91
5.2.2	Τιμές Παραμέτρων Προσομοιωτών Δεικτών Τεχνικής Ανάλυσης.....	92
5.2.3	Τιμές Παραμέτρων Μηχανών Αυτοματοποιημένων Συναλλαγών	92
5.3	Παρουσίαση και Ανάλυση Αποτελεσμάτων.....	97
5.4	Σύνοψη.....	117
5.4.1	Αποδοτικότερος Συνδυασμός Μηχανής και Πηγής Πρόβλεψης της Τάσης.....	117
5.4.2	Αποδ/τερη Πηγή Πρόβλεψης της Τάσης Ανεξάρτητα από τον Τύπο Μηχανής..	118
5.4.3	Αποδοτικότερος Τύπος Μηχανής Ανεξάρτητα Πηγής Πρόβλεψης της Τάσης....	118
5.4.4	Αποδοτικότεροι Τύποι Μηχανής για την Κάθε Πηγή Πρόβλεψης της Τάσης.....	119
5.4.5	Επιμέρους Συμπεράσματα για τις Πηγές Πρόβλεψης της Τάσης.....	120
6	Επίλογος.....	123

	Βιβλιογραφία	126
A	Αναλυτικά Αποτελέσματα Πειραματισμού.....	A 1
B	Εφαρμογή, Δεδομένα & Εκτελέσιμα Αρχεία.....	B 1

Κεφάλαιο 1

Εισαγωγή

Στην παρούσα μεταπτυχιακή διατριβή επιχειρείται η ανάλυση σχεδίαση και ανάπτυξη ενός συστήματος αυτοματοποιημένων βραχυπρόθεσμων αγοροπωλησιών υψηλής συχνότητας στην αγορά νομισμάτων.

Σε μια σειρά από παραμετροποιημένες μηχανές αυτοματοποιημένων συναλλαγών υψηλής συχνότητας τροφοδοτούνται σήματα βραχυπρόθεσμης τάσης από κατάλληλα σχεδιασμένους και υλοποιημένους προσομοιωτές τεχνικών δεικτών όπως επίσης και από ένα σύστημα τεχνητού νευρωνικού δικτύου (ΤΝΔ).

Πραγματοποιείται συγκριτική ανάλυση των αποτελεσμάτων και εξάγονται χρήσιμα συμπεράσματα ως προς την καταλληλότητα και αποδοτικότητα των διαφόρων τεχνικών δεικτών αλλά και του συστήματος ΤΝΔ στις διάφορες παραμετροποιήσεις του συστήματος αυτοματοποιημένων βραχυπρόθεσμων συναλλαγών.

1.1 Παρουσίαση-Σκοπός αντικειμένου

Το μεγαλύτερο μέρος του τζίρου στις χρηματιστηριακές αγορές και συγκεκριμένα στην αγορά νομισμάτων [01] προέρχεται από εκτεταμένη μόχλευση η οποία στηρίζεται στα λεγόμενα περιθώρια (margins) [02]. Η ύπαρξη μεγάλων περιθωρίων η οποία πολλές φορές φθάνει το 1-200 (δηλαδή, κάποιος με αρχικό κεφάλαιο 1000 ευρώ διακινδυνεύει κεφάλαια 200.000 ευρώ) εγκυμονεί μεγάλους κινδύνους απώλειας του επενδυμένου κεφαλαίου με μικρές (εντός της ίδιας μέρας και, πολλές φορές, μέσα σε διάρκεια λεπτών) διακυμάνσεις. Αυτός είναι ο λόγος που απαιτείται τόσο από τα μοντέλα πρόβλεψης τιμών όσο και από τα συστήματα αυτοματοποιημένων συναλλαγών [03], να αναφέρονται ολοένα και σε πιο βραχυπρόθεσμο ορίζοντα.

Το πρόβλημα της επιτυχούς πρόβλεψης των τάσεων απασχολεί αρκετές δεκαετίες τους οικονομολόγους, οδηγώντας στην δημιουργία ενός ολόκληρου κλάδου ανάλυσης, την τεχνική ανάλυση. Παρά τις επίπονες και μακροπρόθεσμες προσπάθειες δεν έχει καταστεί δυνατόν να δημιουργηθεί ένας δείκτης ή ένα μοντέλο που να ανταποκρίνεται επαρκώς και έγκαιρα σε τέτοιου είδους προβλέψεις. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι η τεχνική ανάλυση δεν λαμβάνει υπόψη τις τρέχουσες αλλαγές στα θεμελιώδη μεγέθη που δεν έχουν αποτυπωθεί ακόμη και τις αλλαγές στην ψυχολογία των συμμετεχόντων επενδυτών λόγω έκτακτων γεγονότων.

Από την άλλη η ανάλυση των σημμάτων των δεικτών της τεχνικής ανάλυσης και η χρησιμοποίησή τους στην εκτέλεση πράξεων από εμπορευόμενους (traders) [04] απαιτεί χρόνο τέτοιο που καθιστά αδύνατη την εκμετάλλευση των μικρών βραχυπρόθεσμων (πολλές φορές εντός λίγων δευτερολέπτων) διαφοροποιήσεων στην ισοτιμία.

Σε αγορές με μεγάλο βάθος και συναλλαγματικό όγκο όπως η αγορά νομισμάτων καθίσταται επιτακτική η εκμετάλλευση των μικροδιαφοροποιήσεων της τάσης εντός ελαχίστου χρόνου κάτι που επιτυγχάνεται με την εφαρμογή αλγοριθμικών συναλλαγών υψηλής συχνότητας [05].

Σκοπός της διατριβής αυτής είναι ο σχεδιασμός και υλοποίηση ενός συστήματος πρόβλεψης της τάσης και εκτέλεσης αυτοματοποιημένων συναλλαγών στην αγορά των νομισμάτων, το οποίο εκμεταλλεύεται τις μικροδιαφοροποιήσεις στην εκάστοτε ισοτιμία εκτελώντας συναλλαγές υψηλής συχνότητας σε ελάχιστο χρόνο.

Για την πρόβλεψη της τάσης χρησιμοποιείται μια σειρά από κατάλληλα υλοποιημένους και παραμετροποιημένους προσομοιωτές τεχνικών δεικτών[06] όπως επίσης και ένα σύστημα τεχνητού νευρωνικού δικτύου [07]. Το τεχνητό νευρωνικό δίκτυ έχει ως νευρώνες εισόδους τους προσομοιωτές των επιλεγμένων τεχνικών δεικτών στα πλαίσια της αρχιτεκτονικής των Ζαφειρίου και Καλλέ [08], με κατάλληλες σχεδιαστικές αλλαγές στην αρχιτεκτονική και την παραμετροποίηση ώστε να συνάδει με της υψηλής συχνότητας αλγοριθμικές συναλλαγές που επιχειρούνται.

Τα σήματα πρόβλεψης τόσο των τεχνικών δεικτών όσο και του τεχνητού νευρωνικού δικτύου τροφοδοτούν μια σειρά από μηχανές αυτοματοποιημένων συναλλαγών οι οποίες εκτελούν τις αγοροπωλησίες.

Με τη βοήθεια των αποτελεσμάτων του πειραματισμού προσδιορίζονται οι βέλτιστοι συνδυασμοί παραμετροποίησης των μηχανών αυτοματοποιημένων συναλλαγών και των πηγών πρόβλεψης της τάσης, δηλαδή οι συνδυασμοί εκείνοι που μεγιστοποιούν τα κέρδη.

1.2 Δομή της διατριβής

Η παρούσα διατριβή δομείται σε πέντε επιπλέον κεφάλαια.

Στο 2^ο κεφάλαιο(**Ανάλυση Θέματος**) γίνεται μια προσπάθεια ανάλυσης όλων των γνωστικών πεδίων που άπτονται της παρούσας μεταπτυχιακής διατριβής. Συγκεκριμένα αναλύεται η αγορά νομισμάτων(forex), οι τεχνικοί στατιστικοί δείκτες, τα τεχνητά νευρωνικά δίκτυα, η πρόβλεψη των χρηματιστηριακών αγορών, τα συστήματα αυτοματοποιημένων συναλλαγών και τέλος προσδιορίζεται η υφή αναφοράς της μεταπτυχιακής διατριβής.

Στο 3^ο κεφάλαιο(**Σχεδιασμός Αρχιτεκτονική**) προσεγγίζουμε το σχεδιασμό όλων των σταδίων του συστήματος αλγοριθμικών συναλλαγών[03] υψηλής συχνότητας στο οποίο αναφέρεται η παρούσα μεταπτυχιακή διατριβή. Συγκεκριμένα θα προσεγγίσουμε τον σχεδιασμό της Ανάλυσης των Δεδομένων Διαπραγμάτευσης (pretrade), τον σχεδιασμό της Παραγωγής του Σήματος Συναλλαγών (πρόβλεψη τάσης) και τον σχεδιασμό του σταδίου της Εκτέλεσης των συναλλαγών.

Στο 4^ο κεφάλαιο(**Ανάπτυξη-Υλοποίηση**) προσεγγίζουμε την υλοποίηση του συστήματος, προσδιορίζοντας την γλώσσα και το περιβάλλον ανάπτυξης, τα αρχεία παραμετροποίησης της

εφαρμογής, την γραμμογράφηση των αρχείων εξόδου των αποτελεσμάτων της προσημείωσης και παρουσιάζουμε την υλοποιημένη εφαρμογή προσομοίωσης.

Στο 5^ο κεφάλαιο(**Πειραματισμός, Αποτελέσματα και Ανάλυση**) προσδιορίζουμε το πεδίο πειραματισμού μας, την παραμετροποίηση της εφαρμογής που επιλέχτηκε για τον πειραματισμό και τέλος παρουσιάζουμε και αναλύουμε τα αποτελέσματα του πειραματισμού.

Στο 6^ο κεφάλαιο(**Συζήτηση-Συμπεράσματα-Μελλοντικές Επεκτάσεις**) συνοψίζουμε την δουλειά και τα αποτελέσματα της παρούσας μεταπτυχιακής διατριβής, εξετάζουμε κατά πόσο επιτεύχθηκαν οι στόχοι που είχαμε θέσει, αναφέρουμε τα συμπεράσματα στα οποία καταλήξαμε και προτείνουμε μελλοντικές επεκτάσεις.

Κεφάλαιο 2

Ανάλυση Θέματος

Στο παρόν κεφάλαιο θα περιγράψω τις βασικές έννοιες στις οποίες αναφέρεται η παρούσα διατριβή και θα προσεγγίσω την συνάφειά τους στα πλαίσια του παρόντος θέματος.

2.1 Αγορά Νομισμάτων (FOREX)

Οι όροι "Forex" και "FX" είναι συντμήσεις που χρησιμοποιούνται στη θέση του όρου "ξένο συνάλλαγμα" (foreign exchange) [01].

Οι συναλλαγές σε ξένο συνάλλαγμα αναφέρονται στις αγοροπωλησίες διαφορετικών νομισμάτων. Η σχέση της αξίας μεταξύ δύο νομισμάτων αλλάζει συνεχώς. Οι επενδυτές της αγοράς νομισμάτων προσπαθούν να κερδοσκοπήσουν εκμεταλλευόμενοι την συνεχώς μεταβαλλόμενη αυτή σχέση [01].

Οι αγορές είναι τόποι όπου πραγματοποιούνται συναλλαγές προϊόντων και το ίδιο ακριβώς ισχύει και για την αγορά Forex. Τα "προϊόντα" Forex αποτελούνται από τα νομίσματα διαφόρων χωρών. Η αγορά Forex είναι μια χρηματαγορά στην οποία πραγματοποιούνται συναλλαγές νομισμάτων 24 ώρες το εικοσιτετράωρο, σε υπολογιστές που βρίσκονται σε όλον τον πλανήτη. Οι συνθήκες

της αγοράς ξένου συναλλάγματος ενδέχεται να αλλάξουν ανά πάσα στιγμή, επειδή οποιοδήποτε συμβάν σε κάποιο σημείο του πλανήτη έχει επιπτώσεις στην αξία των νομισμάτων [01].

Η αγορά Forex αποτελεί τη μεγαλύτερη αγορά στον κόσμο, όπου πραγματοποιούνται συναλλαγές ανάμεσα σε τράπεζες, οργανισμούς, επενδυτές και μεμονωμένους ανθρώπους. Στις ΗΠΑ, πραγματοποιούνται συναλλαγές ύψους μεγαλύτερου των 2,5 τρισεκατομμυρίων δολαρίων ΗΠΑ ημερησίως. Αυτό αντιστοιχεί σε σχεδόν 29 εκατομμύρια δολάρια ΗΠΑ ανά δευτερόλεπτο [01].

2.1.1 Συναλλαγές Συναλλαγματικών Ισοτιμιών (forex)

Στόχος των επενδυτών που δραστηριοποιούνται στις συναλλαγές συναλλαγματικών ισοτιμιών είναι να σημειώσουν κέρδη πραγματοποιώντας αγοραπωλησίες μεταξύ των νομισμάτων των διαφόρων ισοτιμιών εκμεταλλευόμενοι τις συνεχείς διακυμάνσεις στις διάφορες συναλλαγματικές ισοτιμίες.

Οι συναλλαγές συναλλαγματικών ισοτιμιών (forex) πραγματοποιούνται πάντοτε με ζεύγη νομισμάτων. Για παράδειγμα, η συναλλαγματική ισοτιμία του ζεύγους της ισοτιμίας EUR/USD στις 01 Μαΐου Οκτωβρίου 2014 και 22:23 ώρα Ελλάδας ήταν 1,3809. Ο αριθμός αυτός ονομάζεται επίσης "ισοτιμία ξένου συναλλάγματος" ή απλώς "ισοτιμία". Στην περίπτωση που ο επενδυτής είχε αγοράσει 10.000 ευρώ τη συγκεκριμένη ημερομηνία και ώρα, θα είχε πληρώσει 13.857 δολάρια ΗΠΑ. Στις 16:04 την ίδια ημέρα, η ισοτιμία διαμορφώθηκε στο 1,3970, το οποίο σημαίνει ότι η αξία του ευρώ (του αριθμητή της αναλογίας EUR/USD) αυξήθηκε σε σχέση με το δολάριο ΗΠΑ [9]. Ο επενδυτής θα μπορούσε τώρα να πουλήσει 10.000 ευρώ και να λάβει 13.970 δολάρια. Συνεπώς, ο επενδυτής θα είχε στην κατοχή του 113 περισσότερα δολάρια ΗΠΑ σε σχέση με το ποσό που είχε όταν ξεκίνησε τη συναλλαγή 5 ώρες νωρίτερα. Η απόδοση της «επένδυσης» ανέρχεται σε 0,8% σε διάστημα μόλις 5 ωρών! Αυτό βέβαια σημαίνει ότι αν επιλεγόταν η αντίστροφη (λανθασμένη) κίνηση, δηλαδή η πώληση 10.000 ευρώ στις 11:08 και η αγορά 13.970 δολαρίων (κλείσιμο θέσης) στις 16:04 θα είχαμε απώλεια κεφαλαίου της τάξεως του 0,8%.

Η «Επένδυση» αυτού του είδους εγκυμονεί και μεγάλο κίνδυνο απώλειας κεφαλαίου και δεν είναι συγκρίσιμη με την απόδοση μιας επένδυσης με πολύ μικρό κίνδυνο. Για παράδειγμα τα μακροπρόθεσμα (πχ δεκαετή) κρατικά Γερμανικά ομόλογα αποτελούν επένδυση με ελάχιστο κίνδυνο, διότι οι πιθανότητες αθέτησής τους είναι πολύ μικρές (θα πρέπει να χρεωκοπήσει το Γερμανικό δημόσιο ή να καταστεί ανίκανο ή απρόθυμο να τηρήσει τις προσυμφωνημένες υποχρεώσεις του).

Πραγματοποιούμε συναλλαγές νομισμάτων μόνο όταν πιστεύουμε ότι η αξία του νομίσματος που αγοράζουμε θα αυξηθεί σε σχέση με την αξία του νομίσματος που πουλάμε.

Εάν η αξία του νομίσματος που αγοράζουμε πράγματι αυξηθεί, θα πρέπει να πουλήσουμε ξανά το νόμισμα (να «κλείσουμε» τη θέση μας) προκειμένου να έχουμε κέρδος. Μια ανοιχτή συναλλαγή (η οποία επίσης ονομάζεται ανοιχτή θέση) είναι μια συναλλαγή στην οποία ο επενδυτής αγόρασε ή πούλησε ένα συγκεκριμένο ζεύγος νομισμάτων, ενώ δεν έχει ακόμη πράξει το αντίστροφο με ισότιμο ποσό για να «κλείσει» τη θέση αυτή.

2.1.2 Συναλλαγματική Ισοτιμία

Οι συναλλαγές νομισμάτων πραγματοποιούνται σε ζεύγη και τα νομίσματα αγοράζονται και πωλούνται το ένα έναντι του άλλου [01]. Η τιμή που χρησιμοποιείται στις συναλλαγές ονομάζεται συναλλαγματική ισοτιμία.

Το πρώτο νόμισμα (ο αριθμητής) στο ζεύγος συναλλάγματος ονομάζεται βασικό νόμισμα (base currency), ενώ το δεύτερο (ο παρανομαστής) ονομάζεται αντίπαλο νόμισμα (counter currency ή quote currency) [01]. Με άλλα λόγια η συναλλαγματική ισοτιμία δηλώνει σε έναν αγοραστή το ποσό των αντίπαλων νομισμάτων που πρέπει να ξοδέψει για την αγορά μιας μονάδας του βασικού νομίσματος, ή δηλώνει σε έναν πωλητή το ποσό του αντίπαλου νομίσματος που θα εισπράξει με την πώληση μιας μονάδας του βασικού νομίσματος. Για παράδειγμα, η ισοτιμία eur/usd: 1,3801 σημαίνει ότι για να αγοράσει κάποιος ένα ευρώ πρέπει να ξοδέψει 1,3801.

Αν ένας επενδυτής πραγματοποιήσει μια αγορά ενός νομίσματος μιας συναλλαγματικής ισοτιμίας και το πουλήσει άμεσα προτού αλλάξει η ισοτιμία θα έχει ζημία [01]. Αυτό συμβαίνει γιατί η τιμή «πώλησης» (Sell), η οποία αντιπροσωπεύει το ποσό του αντίπαλου νομίσματος που θα εισπραχθεί με την πώληση μιας μονάδας του βασικού νομίσματος, είναι πάντα χαμηλότερη από την τιμή «αγοράς» (Buy), που αντιστοιχεί στο ποσό του αντίπαλου νομίσματος που θα καταναλωθεί για την αγορά μιας μονάδας του βασικού νομίσματος. Για παράδειγμα, στον πίνακα συναλλαγματικών ισοτιμιών μιας τράπεζας οι τιμές αγοράς/πώλησης της ισοτιμίας euro/usd μπορεί να είναι 1,3815/1,4815, έχοντας ένα «άνοιγμα» (spread) 1000 «σημείων» (pips: 1 pip = 0,0001 euro στην ισοτιμία eur/usd). Το συγκεκριμένο spread είναι αρκετά υψηλό και δεν έχει σχέση με το spread που απολαμβάνουν οι επενδυτές που εκτελούν συναλλαγές online. Σε αυτές τις περιπτώσεις κυμαίνεται από 0,1 έως 5 pips ανάλογα με την κατηγορία επενδυτή, τη

συναλλαγματική ισοτιμία και τη δεδομένη χρονική στιγμή (το spread συνηθίζεται να μεταβάλλεται συνεχώς με το χρόνο ανάλογα με την διαθέσιμη προσφορά και ζήτηση).

Οι περισσότεροι χρηματομεσίτες (brokers) Forex, αντλούν τα κέρδη τους από τα spreads των συναλλαγματικών ισοτιμιών [01].

2.1.3 Τρόποι Πραγματοποίησης Συναλλαγών

Υπάρχουν πέντε τρόποι μέσω των οποίων πραγματοποιούνται συναλλαγές Forex άμεσα ή έμμεσα [01]:

- Η συναλλαγή τοις μετρητοίς (spot market)
- Προθεσμιακές συμφωνίες (Forwards)
- Συμφωνίες μελλοντικής εκπλήρωσης (Futures)
- Δικαιώματα επιλογής (Options)
- Συμβάσεις επί των διαφορών (CFDs)

Συναλλαγή τοις μετρητοίς (spot market)

Ο βασικός τρόπος συναλλαγών στην αγορά νομισμάτων ονομάζεται "συναλλαγή τοις μετρητοίς" (spot) [01]. Ως συναλλαγή τοις μετρητοίς (spot) θεωρούμε την απλή ανταλλαγή ενός νομίσματος με ένα άλλο. Η τιμή τοις μετρητοίς (ή τιμή spot) αποτελεί την τρέχουσα τιμή στην αγορά, και ονομάζεται επίσης τιμή αναφοράς. Η συναλλαγή τοις μετρητοίς είναι η πιο συνήθης μορφή συναλλαγής νομισμάτων και υποδηλώνει την αγορά ή την πώληση νομισμάτων, με την ημερομηνία της εκκαθάρισης της συναλλαγής να πραγματοποιείται εντός δύο ημερών.

Συναλλαγές με Δικαιώματα Επιλογής (Options)

Τα δικαιώματα επιλογής (options) δίνουν την δυνατότητα στον επενδυτή να εμπορευτεί μια συναλλαγματική ισοτιμία σε μια συγκεκριμένη τιμή και σε μια συγκεκριμένη στιγμή στο μέλλον [01]. Η λέξη "δικαίωμα επιλογής" δηλώνει ότι έχουμε τη δυνατότητα να επιλέξουμε την τιμή στην

οποία επιθυμούμε να πραγματοποιήσουμε μια συναλλαγή, καθώς και τη στιγμή στην οποία επιθυμούμε να την πραγματοποιήσουμε.

Επίσης, με το δικαίωμα επιλογής μας δίνεται η δυνατότητα να αναιρέσουμε την επιθυμία μας να πραγματοποιήσουμε μια συναλλαγή σε μια συγκεκριμένη στιγμή, πριν αυτή η στιγμή φθάσει.

Για την πραγματοποίηση μιας συναλλαγής με δικαίωμα επιλογής ο επενδυτής χρεώνεται με ένα τίμημα (premium) το οποίο αποτελεί το χρηματικό ποσό που καλείται να πληρώσει ο επενδυτής στον χρηματομεσίτη (broker) ως προμήθεια, για να αποκτήσει το δικαίωμα επιλογής.

Η καταβολή του τιμήματος μας επιτρέπει να διατηρήσουμε το δικαίωμα επιλογής έως την ημερομηνία ωρίμανσής του ή να το πουλήσουμε οποιαδήποτε στιγμή πριν την ωρίμανσή του. Η ημερομηνία ωρίμανσης είναι η ημερομηνία διακανονισμού της συμφωνίας μας.

Οι επενδυτές χρησιμοποιούν τα δικαιώματα επιλογής στις συναλλαγές τους επειδή αμφιβάλλουν για την κατεύθυνση της αγοράς. Ενδέχεται να προβληματίζονται σχετικά με τις πιθανές μελλοντικές αλλαγές στις συναλλαγματικές ισοτιμίες. Η χρήση των δικαιωμάτων επιλογής μας παρέχει τη δυνατότητα να περιμένουμε έως ότου οι συνθήκες της αγοράς είναι κατάλληλες για εμάς.

Συναλλαγές ή Συμφωνίες Μελλοντικής εκπλήρωσης (Futures)

Οι συναλλαγές μελλοντικής εκπλήρωσης (Futures) στην αγορά Forex αναφέρονται στην συναλλαγή μεταξύ των νομισμάτων μιας συναλλαγματικής ισοτιμίας, η οποία θα πραγματοποιηθεί σε μια ημερομηνία στο μέλλον και σε μια προκαθορισμένη τιμή [01]. Η ημερομηνία ολοκλήρωσης της συμφωνίας ονομάζεται ημερομηνία παράδοσης (delivery date) ή ημερομηνία αξίας (value date). Στην ημερομηνία αυτή λαμβάνει χώρα ο τελικός διακανονισμός και η συμφωνία ολοκληρώνεται με την εκκαθάριση.

Στις συναλλαγές μελλοντικής εκπλήρωσης δεν μπορούμε να αναιρέσουμε την συμφωνία πριν από την ημερομηνία παράδοσης, δηλαδή να μην πραγματοποιήσουμε τη συγκεκριμένη συμφωνία στο μέλλον. Αυτή είναι η ειδοποιός διαφορά από τις συναλλαγές με δικαίωμα επιλογής (options) στις οποίες δίδεται αυτή η δυνατότητα.

Η αγορά μελλοντικής εκπλήρωσης είναι ιδιαίτερα πολύπλοκη. Οι συναλλαγές σε αυτήν δεν περιορίζονται στα νομίσματα και γενικότερα στις χρηματοοικονομικές αξίες, αλλά επεκτείνονται στα εμπορεύματα το πετρέλαιο, τα αγροτικά προϊόντα κ.ο.κ

Ορισμένοι επενδυτές που δραστηριοποιούνται στην αγορά μελλοντικής εκπλήρωσης χρησιμοποιούν την αγορά για να πάρουν αντίθετη θέση στις αξίες που κατέχουν. Λόγω της αντίθετης θέσης, έχουν τη δυνατότητα να περιορίσουν τον κίνδυνο οικονομικής απώλειας όταν και εάν η τιμή αλλάξει. Η λήψη αντίθετης θέσης για τον περιορισμό κινδύνων ονομάζεται 'αντιστάθμιση κινδύνου' ή hedging.

Άλλοι επενδυτές δεν έχουν στην ιδιοκτησία τους τις αξίες με τις οποίες πραγματοποιούν συναλλαγές μελλοντικής εκπλήρωσης. Όποιος αγοράζει μια συμφωνία μελλοντικής εκπλήρωσης, ευελπιστεί ότι θα αποκομίσει κέρδος από την άνοδο των τιμών, ενώ όποιος πουλάει μια συμφωνία μελλοντικής εκπλήρωσης, ευελπιστεί ότι θα αποκομίσει κέρδος από την πτώση των τιμών. Η αγορά και η πώληση συμφωνιών μελλοντικής εκπλήρωσης, χωρίς ο επενδυτής να έχει στην ιδιοκτησία του τις συγκεκριμένες αξίες αποσκοπεί στην 'κερδοσκοπία'.

Προθεσμιακές Συμφωνίες (Forward deals)

Ως προθεσμιακές συμφωνίες (Forwards) ονομάζονται οι συμφωνίες που τίθενται σε ισχύ στο μέλλον σε μια καθορισμένη ημερομηνία[01].

Οι προθεσμιακές συμφωνίες (forwards) και οι συμφωνίες μελλοντικής εκπλήρωσης (futures) διαφέρουν στον τρόπο διακανονισμού. Οι προθεσμιακές συμφωνίες διακανονίζονται με το κλείσιμο της συμφωνίας, ενώ οι συμφωνίες μελλοντικής εκπλήρωσης στο τέλος της εκάστοτε ημέρας.

Συμφωνίες επί των διαφορών (CFDs)

Τα τελευταία 25 χρόνια η αγορά των CFDs (Contract For Differences) έχει γνωρίσει τεράστια ανάπτυξη. Μέσω των CFDs πλέον πραγματοποιείται μέχρι και το 60% του ημερήσιου όγκου συναλλαγών [01] της αγοράς νομισμάτων.

Η απλότητα, η ευκολία του όλου μηχανισμού καθώς και ο συνδυασμός χαρακτηριστικών των συναλλαγών τοις μετρητοίς, των συναλλαγών με περιθώριο και της αγοράς παραγώγων αποτέλεσαν ισχυρά κίνητρα ανάπτυξης των CFDs.

Ειδικότερα, τα CFDs θα μπορούσαν απλώς να χαρακτηριστούν αγορά αξιών (μετοχών, νομισμάτων, εμπορευμάτων) με περιθώριο, με τη διαφορά ότι ως εγγύηση δεν χρησιμοποιούνται αξίες -όπως και στην ελληνική αγορά μετοχών με περιθώριο- αλλά μετρητά, ενώ ο μεγάλος βαθμός μόχλευσης τείνει να προσομοιάζει το προϊόν σε παράγωγο [01].

Τα κυριότερα χαρακτηριστικά των CFDs είναι:

1. Μόχλευση

Τα CFDs υποστηρίζουν μόχλευση. Με τη μόχλευση δύναται με ένα αρχικό κεφάλαιο της τάξεως του 0,5% (περιθώριο ασφάλισης) της ονομαστικής αξίας μια συναλλαγής να μπορεί κάποιος να επενδύσει στην αγορά νομισμάτων. Επομένως, κάποιος μπορεί να επενδύσει μέχρι και διακόσιες φορές το αρχικό του κεφάλαιο, με ότι αυτό συνεπάγεται τόσο για τα ενδεχόμενα κέρδη όσο φυσικά και για τις ενδεχόμενες απώλειες (παράγραφος 2.1.4).

Λόγω της συνεχόμενης μεταβολής των συναλλαγματικών ισοτιμιών ενδεχομένως να υπάρχει καθημερινά αναπροσαρμογή του περιθωρίου ασφάλισης ή ακόμη και να υπάρξει απαίτηση επιπλέον χρηματοδότησης ώστε να επανέλθει το αρχικό περιθώριο στο απαιτούμενο ύψος.

2. Short Selling

Παρέχεται η δυνατότητα για ανοιχτές πωλήσεις. Οι επενδυτές μπορούν να εκμεταλλεύονται τις πτωτικές αγορές καταγράφοντας υπεραξίες, πουλώντας αξίες που δεν έχουν στην κατοχή τους.

3. Υποκείμενη αγορά

Οι συναλλαγές μέσω CFDs διενεργούνται απευθείας στη spot αγορά, χωρίς αύξηση του εύρους τιμών ή τη χρήση υποκείμενων αγορών, όπως στην περίπτωση των παραγώγων προϊόντων και των συμβολαίων μελλοντικής εκπλήρωσης.

4. Μέγεθος Επένδυσης

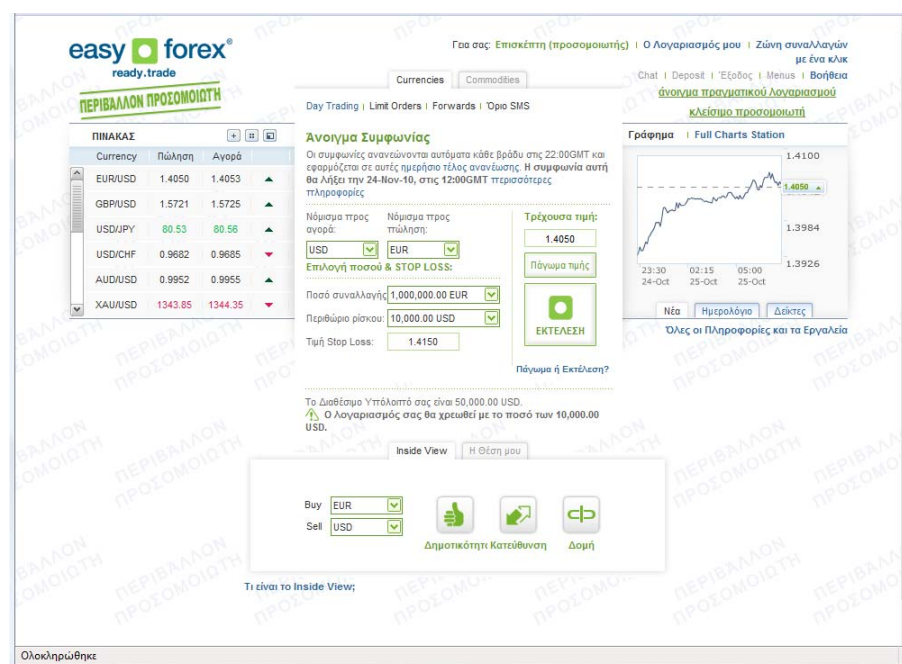
Η αγορά αξιών μέσω CFDs δεν έχει προκαθορισμένο μέγεθος όπως στα Συμβόλαια Μελλοντικής Εκπλήρωσης. Ο επενδυτής καθορίζει το ύψος της συναλλαγής που επιθυμεί να πραγματοποιήσει, όπως και στη spot αγορά.

5. Διάρκεια Επένδυσης

Ο επενδυτής μπορεί να διακρατήσει την επενδυτική του θέση μέσω των CFDs για όσο χρονικό διάστημα επιθυμεί και δεν απαιτείται να μετακυλίνει τη θέση του από τον ενεργό μήνα στον επόμενο, όπως στα συμβόλαια μελλοντικής εκπλήρωσης, καθώς οι συναλλαγές πραγματοποιούνται στη spot αγορά.

Παρά τα σημαντικά πλεονεκτήματα των CFDs τα οποία έχουν ως αποτέλεσμα την ραγδαία εξάπλωση και αποδοχή τους, η μεγάλη μόχλευση η οποία προσφέρεται αποτελεί σημαντικό παράγοντα κινδύνου αφού δύναται να οδηγήσει ακόμη και σε συνολική απώλεια του κεφαλαίου του επενδυτή (παράγραφος 2.1.4).

Οι συναλλαγές μέσω CFDs, οι οποίες αποτελούν πλέον τον κύριο τρόπο συναλλαγών στην αγορά νομισμάτων, παρέχονται από πλήθος διαδικτυακών πλατφορμών (Εικόνα 2.1).



Εικόνα 2.1: Προσομοιωτής συναλλαγών Forex μέσω CFDs (www.easy-forex.com).

2.1.4 Μόχλευση, Περιθώριο & Κίνδυνος στις συναλλαγές Forex

Οι διακυμάνσεις των συναλλαγματικών ισοτιμιών ενδέχεται να είναι πολύ μικρές με αποτέλεσμα οι επενδυτές χρησιμοποιούν μόχλευση (leverage) για να βελτιώσουν τα περιθώρια των κερδών τους [02].

Δυνατότητα σημαντικής μόχλευσης παρέχεται μόνο μέσω CFDs και όχι στην spot αγορά ή στις αγορές παραγώγων (Futures-Forwards-Options). Στην αγορά νομισμάτων είναι σύνηθες να πραγματοποιούνται αγοροπωλησίες Futures μέσω CFDs [01].

Έστω ότι αποφασίζουμε την παρακάτω συναλλαγή στην συναλλαγματική ισοτιμία EUR/USD : Αγορά ευρώ (επομένως πώληση δολαρίων ΗΠΑ) στην τιμή των 1,3800 με αξία συναλλαγής 100.000 ευρώ.

Στην περίπτωση που οι προσδοκίες μας αποδειχτούν σωστές και η τιμή αυξηθεί στο 1,3900, για κάθε ευρώ της συναλλαγής θα έχουμε κέρδος 1 λεπτό. Συνολικά, το κέρδος μας θα ανέρχεται στα 1.000 ευρώ (100.000×1 λεπτό). Παρά ταύτα δεν είναι απαραίτητο να διαθέτουμε όλο το ποσό των 100.000 ευρώ για αυτή τη συναλλαγή, χρησιμοποιώντας μόσχευση. Μόχλευση της τάξεως του 1:100 σημαίνει ότι ο επενδυτής χρειάζεται να διαθέσει ως αρχικό κεφάλαιο (περιθώριο ασφάλισης) μόνο το 1:100 της αξίας της συναλλαγής. Άρα για μια συναλλαγή ύψους 100.000 ευρώ, απαιτούνται μόνο 1.000 ευρώ. Ωστόσο εάν η ισοτιμία υποχωρούσε κατά 1 λεπτό στο 1,3700 θα υπήρχε απώλεια ολόκληρου του επενδεδυμένου κεφαλαίου (1.000 ευρώ) και η θέση μας θα έκλινε αυτόματα, λόγω του ότι η εγγύησή μας πλέον δεν επαρκεί σε περίπτωση περαιτέρω πτώσης της ισοτιμίας.

Θα μπορούσε κάποιος να αναρωτηθεί ποιος διαθέτει τα \$100.000 για την σύναψη της συμφωνίας αν όχι ο επενδυτής. Η απάντηση είναι κανένας και η εξήγηση είναι απλή: Η εκκαθάριση των συναλλαγών πραγματοποιείται μετά τη λήξη της χρηματιστηριακής συνεδρίασης (συνήθως την επόμενη ή τη μεθεπόμενη ημέρα). Ο Επενδυτής υποχρεούται από την χρηματιστηριακή του εταιρία να «κλίσει» τη θέση του εντός της ημέρας. Δηλαδή να πουλήσει όλες τις αξίες που αγόρασε (ή το αντίστροφο) ενδοσυνεδριακά. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα κατά την εκκαθάριση η χρηματιστηριακή εταιρία να χρειάζεται να διαθέσει στο (ή να λάβει από το) χρηματιστήριο μόνο την αξία της διαφοράς μεταξύ αγοράς και πώλησης που όπως είπαμε δεν μπορεί να ξεπεράσει το κεφάλαιο που έχει προκαταβάλει ο επενδυτής ως εγγύηση.

Η μόχλευση στην αγορά νομισμάτων συνήθως κυμαίνεται μεταξύ του 1:50 και του 1:200. Μέσω της μόχλευσης, διαθέτουμε περισσότερα χρήματα για τις συναλλαγές μας από τα ρευστά διαθέσιμά μας, διότι έχουμε τη δυνατότητα να χρησιμοποιούμε την μόχλευση. Αυτό σημαίνει ότι χρησιμοποιούμε τα διαθέσιμα κεφάλαιά μας για να αυξήσουμε το ποσό της συναλλαγής μας με στόχο την μεγιστοποίηση των κερδών μας, όταν η πρόβλεψή μας ως προς την κατεύθυνση της ισοτιμίας επαληθευτεί. Αν όμως η πρόβλεψή μας είναι λανθασμένη, όσο υψηλότερος είναι ο δείκτης μόχλευσης, τόσο γρηγορότερα θα πραγματοποιηθεί το αυτόματο κλείσιμο της συμφωνίας, χάνοντας όλο το επενδεδυμένο μας κεφάλαιο.

Λειτουργία συναλλαγών με μόχλευση

Οι συναλλαγές με μόχλευση βασίζονται στον ορισμό μιας αναλογίας για κάθε ευρώ στον λογαριασμό του επενδυτή. Τα χρήματα που χρησιμοποιεί στη συναλλαγή αποτελούν τα χρήματα που έθεσε σε κίνδυνο. Τα χρήματα αυτά ονομάζονται "περιθώριο" (margin) [02].

Πολλές πλατφόρμες προσφέρουν δείκτες μόχλευσης από 1:50 έως 1:200 (επισήμανση: για τις ΗΠΑ μόνο έως 1:100). Για παράδειγμα: εάν επενδύουμε €100 και χρησιμοποιούμε δείκτη μόχλευσης 1:200, τότε διαθέτουμε €200 για τη συναλλαγή μας για κάθε €1 της επένδυσής μας (περιθώριο). Εάν ξεκινήσουμε τις συναλλαγές μας επενδύοντας €100, μπορούμε να κάνουμε συναλλαγή αξίας έως τα €20.000 (200x100).

Περιορισμός του δείκτη κινδύνου μας

Ο δείκτης κινδύνου μας μπορεί να περιοριστεί με τη χρήση των "Μέγιστων Αποδεκτών Απωλειών (Stop-Loss) [09].

Οι τιμές αυτές ορίζονται από τον επενδυτή. Επιλέγεται μια τιμή stop loss η οποία αντιστοιχεί στην αντίθετη της πρόβλεψης τιμή στην οποία αν κλείσει η θέση ο επενδυτής θα έχει τις μέγιστες αποδεκτές απώλειες που αυτός θεωρεί ότι μπορεί υποστεί. Στην περίπτωση που η αγορά φτάσει στην τιμή αυτή, η συμφωνία θα τερματιστεί αυτόματα και δεν θα υπάρξει μεγαλύτερη απώλεια. Επειδή ο επενδυτής ορίζει την τιμή αυτή, μπορεί να ελέγχει την επένδυσή του. Μπορεί δηλαδή να σιγουρευτεί ότι δεν θα χάσει περισσότερα χρήματα από αυτά που είναι διατεθειμένος να χάσει.

Κατά τον ίδιο τρόπο, υπάρχει η δυνατότητα να θέσει μια τιμή "Κατοχύρωσης Κερδών" (Take-Profit) [10].

Η τιμή αυτή επιτρέπει τον αυτόματο τερματισμό της συμφωνίας, όταν επιτευχθεί η τιμή που έχουμε θέσει. Η Κατοχύρωση Κερδών μας διευκολύνει κατά τον έλεγχο των συναλλαγών, επειδή με τη χρήση του εργαλείου αυτού δεν απαιτείται η συνεχής παρακολούθηση της θέσης.

Όσο η συμφωνία παραμένει ανοιχτή, δύναται, οποιαδήποτε στιγμή, να αλλάξουμε τις τιμές που έχουμε ορίσει.

2.2 Τεχνική Στατιστική Ανάλυση & Τεχνικοί Δείκτες

Η τεχνική ανάλυση είναι ο κλάδος της επιστήμης των οικονομικών ο οποίος προβλέπει με τη χρήση τεχνικών στατιστικών μεθόδων την μελλοντική πορεία των οικονομικών μεγεθών [11]. Με άλλα λόγια χρησιμοποιεί τη στατιστική με συγκεκριμένο τρόπο που υπακούει σε βασικές αρχές επιστημονικής τεχνικής ανάλυσης, με σκοπό την μελέτη των χρηματιστηριακών αγορών αλλά και δεικτών της πραγματικής οικονομίας. Το φάσμα εφαρμογής της στατιστικής τεχνικής ανάλυσης είναι τεράστιο.

Ο κλάδος της τεχνικής ανάλυσης αναπτύσσεται από τον 19ο αιώνα και η βασική του παραδοχή είναι ότι «οι μεταβολές τιμών στο παρελθόν αποκαλύπτουν τις μεταβολές των τιμών στο μέλλον («Η Ιστορία Επαναλαμβάνεται»)».

Η τεχνική ανάλυση προβλέπει διαχειριζόμενη πιθανότητες. Ακόμη κι όταν αυτές οι πιθανότητες είναι συντριπτικές υπέρ της πρόβλεψής μας, η πραγματικότητα μπορεί να μην ακολουθήσει την προβλεπόμενη πορεία. Αυτό οφείλεται σε δύο βασικούς παράγοντες: Την απρόβλεπτη αλλαγή των θεμελιωδών μεγεθών και την ψυχολογία της αγοράς.

Με άλλα λόγια οι μηχανισμοί της τεχνικής ανάλυσης ενσωματώνουν όλη την απαιτούμενη «τέχνη» πρόβλεψης σε ψυχρό περιβάλλον. Όμως οι αγορές κινούνται εν θερμώ και αυτός είναι ο βασικός λόγος αποτυχημένης πρόβλεψης των τεχνικών δεικτών.

Παρά ταύτα η τεχνική ανάλυση έχει το βασικό πλεονέκτημα ότι δεν απαιτεί χρηματοοικονομική ανάλυση η οποία είναι χρονοβόρα και βασίζεται στα διαθέσιμα στοιχεία (τα οποία πολλές φορές είναι αναληθή ή(και) ελλιπή) που δίδουν στη δημοσιότητα οι εκάστοτε εταιρικοί διαχειριστές.

Τεχνικός δείκτης είναι ο αλγόριθμος (δηλ. το σύνολο των μαθηματικών υπολογισμών) που εφαρμόζεται σε ένα δείγμα τιμών (π.χ. κλεισιμάτων μιας μετοχής) ενός δεδομένου χρονικού διαστήματος, δίνοντας σήματα αγοράς, διακράτησης ή πώλησης [06].

Ο τεχνικός δείκτης, όπως φαίνεται και από το όνομά του, δεν λαμβάνει υπόψη την ανάλυση των θεμελιωδών μεγεθών της αξίας για την οποία καλείται να προβλέψει την πορεία της [06].

Οι κινήσεις και το σχεδιάγραμμα ενός τεχνικού δείκτη χρησιμοποιούνται από την πρακτική της τεχνικής ανάλυσης προκειμένου να προβλεφθούν οι μελλοντικές αλλαγές στην πορεία των τιμών του δείγματος.

Οι τεχνικοί δείκτες χωρίζονται σε δύο μεγάλες κατηγορίες, τους δείκτες τάσης και τους ατασικούς δείκτες.

2.2.1 Δείκτες Τάσεις και Ταλαντωτές(Ατασικοί Δείκτες)

Οι δείκτες τάσης είναι οι δείκτες που χρησιμοποιούνται σε περιπτώσεις όπου η αξία παρουσιάζει μια σαφή τάση (ανοδική ή καθοδική) [12]. Έχουν αναπτυχθεί δεκάδες τέτοιων δεικτών, όμως όλοι τους βασίζονται στην τιμή, στον όγκο ή και στα δύο.

Οι δείκτες τάσης έχουν συνήθως πάνω και κάτω όρια. Όσο μεγαλύτερη είναι η τιμή του δείκτη, τόσο εντονότερη είναι η τάση που απεικονίζει.

Η χρήση αυτών των δεικτών πρέπει να γίνεται μόνο όταν θα έχουμε αναγνωρίσει ότι η εξεταζόμενη αξία παρουσιάζει τάση είτε δια γυμνού οφθαλμού είτε με τη χρήση του δείκτη ADX (Δείκτης ένδειξης της φοράς τάσης) [12].

Από τις δεκάδες των δεικτών τάσης, οι πιο δημοφιλείς είναι οι Κινητοί Μέσοι Όροι (ΚΜΟ) [13].

Ταλαντωτές καλούνται οι δείκτες που μετρούν την ορμή της κίνησης των τιμών μιας αξίας (συσχετίζοντας την τρέχουσα τιμή με μία ιστορική χρονική βάση) επιχειρώντας να εντοπίσουν πότε η κίνηση αυτή έχει πλησιάσει σε ακραία όρια που προμηνύουν αντιστροφή της τάσης [14]. Ταλαντωτές καλούνται διότι οι ενδείξεις κυμαίνονται γύρω από έναν σταθερό άξονα.

Οι ταλαντωτές διαθέτουν κοινά στοιχεία που τους κάνουν να μοιάζουν μεταξύ τους [14]:

1. Παρουσιάζονται ως μια γραμμή που κινείται δίκην εκκρεμούς ανάλογα με τις διακυμάνσεις της τιμής μιας αξίας (μετοχής, ισοτιμίας κ.ο.κ), μέσα σε ένα οριζόντιο κανάλι με άνω/κάτω όρια και ένα μέσο σημείο – επίπεδο ισορροπίας.
2. Το επίπεδο ισορροπίας δεν αντιστοιχεί πάντα στο ίδιο επίπεδο τιμών της αξίας.
3. Τα διαγράμματα των ταλαντωτών σχηματίζουν κορυφές και πυθμένες ανάλογους με αυτούς των διαγραμμάτων των τιμών των αξιών.
4. Οι ταλαντωτές δίνουν τα πιο σημαντικά σήματα όταν βρίσκονται κοντά στα άκρα του καναλιού ή/και στο μέσο σημείο.
5. Οι ταλαντωτές λειτουργούν καλύτερα σε συνθήκες trading range (εύρος τιμών στο οποίο διαπραγματεύεται η αξία για αρκετό χρονικό διάστημα).

Όταν ο ταλαντωτής βρίσκεται στα κάτω άκρα του εύρους της διακύμανσής του, η αγορά θεωρείται «υπερπουλημένη» (Κατάσταση στην οποία όταν περιέλθει μια αξία θεωρείται εν δυνάμει επενδυτική ευκαιρία. Όχι απαραίτητα με τη θεμελιώδη έννοια του υποτιμημένου αλλά συχνά με αυτήν του ευκαιριακά φτηνού, για αιτίες που συνδέονται με μαζικές και υπερβολικές πωλήσεις, οι οποίες ώθησαν τον τίτλο κάτω από όρια τα οποία ενδέχεται να προσελκύσουν θετική παρέμβαση και νέο αγοραστικό ενδιαφέρον) ενώ αν βρίσκεται στα άνω άκρα της διακύμανσής του «υπεραγορασμένη» (Το αντίθετο της υπερπουλημένης) [14].

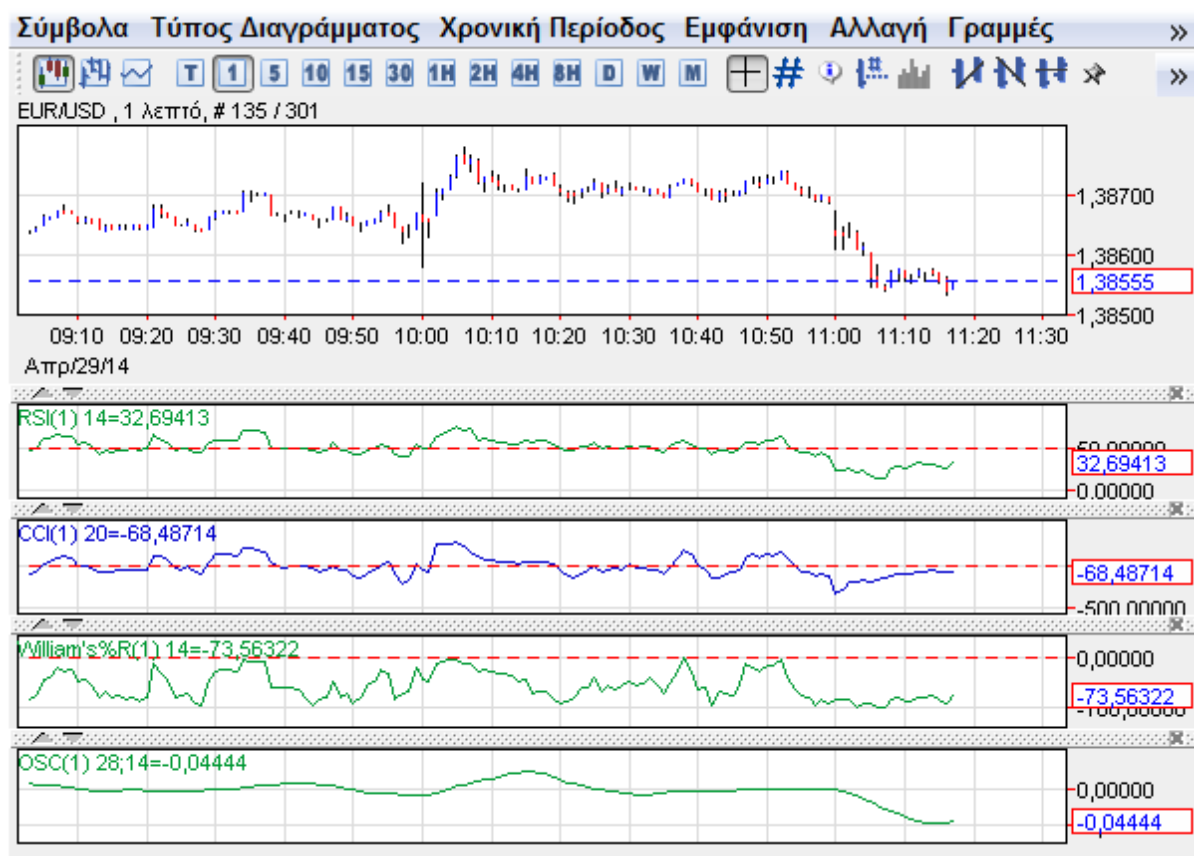
Γενική Χρήση Ταλαντωτών:

Όταν ο ταλαντωτής βρίσκεται σε επίπεδα υπεραγορασμένα (overbought) και σχηματίζει κορυφή δίδεται σήμα πώλησης ενώ όταν βρίσκεται σε επίπεδα υπερπουλημένα (oversold) και σχηματίζει πυθμένα δίδεται σήμα αγοράς [14].

Όταν ο ταλαντωτής διασπάσει το μέσο σημείο, δίδεται σήμα συνέχισης της υπάρχουσας τάσης.

Να σημειωθεί ότι οι ταλαντωτές δε μετρούν την τάση αλλά την ορμή της τάσης. Δηλαδή, εξετάζουν αν ο ρυθμός με τον οποίο «τρέχουν» κάθε ημέρα οι τιμές μέσα στην τάση αυξάνεται ή μειώνεται.

Οι ταλαντωτές, αντίθετα με τους ΚΜΟ, επιχειρούν να προβλέψουν εκ των προτέρων τις επικείμενες μεταβολές τάσης (leading & όχι lagging indicator) [14].



Εικόνα 2.2: Διάγραμμα τιμών ισοτιμίας eur/usd με μπάρες λεπτού για την 29-Απρ-2014 συνοδευόμενη από ταλαντωτές RSI, CCI, Williams και Price Oscillator. (www.capital.gr)

2.2.2 Κινητός Μέσος Όρος

Κινητός Μέσος Όρος (ΚΜΟ) καλείται ο μέσος όρος των τιμών μιας αξίας (μετοχής, ισοτιμίας κ.ο.κ) σε μια συγκεκριμένη χρονική στιγμή. Κινητός καλείται επειδή στον υπολογισμό της κίνησης της χρονολογικής σειράς προσθέτουμε στο άθροισμα την πιο πρόσφατη τιμή και αφαιρούμε την πιο παλαιά [13].

Το αποτέλεσμα των υπολογισμών μας δίνει μια εξομαλυμένη γραμμή που ακολουθεί την πορεία του διαγράμματος της αξίας. Όταν υπολογίζουμε τον ΚΜΟ μιας αξίας, πάντοτε προσδιορίζουμε το χρονικό διάστημα απ' όπου λαμβάνουμε τις τιμές που θέλουμε να συμπεριλάβουμε στον υπολογισμό.

Τα βασικά χαρακτηριστικά των ΚΜΟ είναι [13]:

- Βοηθούν στην κατανόηση της κατεύθυνσης της τάσης

- Ενδεχομένως σηματοδοτούν την αλλαγή τάσης
- Λειτουργούν ως στηρίξεις-αντιστάσεις

Οι ΚΜΟ-n (ΚΜΟ n ημερών) υπολογίζονται αθροίζοντας τις τελευταίες n-τιμές κλεισίματος και διαιρώντας το αποτέλεσμα με n.



Εικόνα 2.3: Εκθετικός (ροζ γραμμή) και Αριθμητικός (μπλε γραμμή) ΚΜΟ-30 λεπτών για την 29-Απρ-2014 στην αγορά spot της ισοτιμίας euro/usd. (www.capital.gr)

Οι ΚΜΟ ταξινομούνται σε τρία είδη [13]:

1. Αριθμητικός (Simple)

Υπολογίζει τις τιμές κλεισίματος δίνοντας ίση βαρύτητα σε κάθε τιμή (Εικόνα 2.3).

$$(P1+P2+...+Pn) / n \quad (1)$$

2. Σταθμισμένος (Weighted)

Υπολογίζει τις τιμές κλεισίματος δίνοντας περισσότερη βαρύτητα στις πιο πρόσφατες τιμές μέσω συντελεστών.

$$(P1*n+P2*(n-1)+...+Pn*1)/(n+(n-1)+...+1) \quad (2)$$

3. Εκθετικός (Exponential)

Υπολογίζει τις τιμές κλεισίματος δίνοντας περισσότερη βαρύτητα στις πιο πρόσφατες τιμές μέσω ποσοστιαίων συντελεστών, οι οποίοι μπορούν εύκολα να ρυθμιστούν από τον χρήστη ενός προγράμματος τεχνικής ανάλυσης (Εικόνα 2.3).

Λογική και χρησιμότητα ΚΜΟ [13]:

- Ο ΚΜΟ βοηθά στη διαπίστωση ύπαρξης ή/και μεταβολής της τάσης
- Όταν η τιμή διασπάσει από κάτω προς τα πάνω τον ΚΜΟ δίνεται σήμα αγοράς (buy signal)
- Όταν η τιμή διασπάσει από πάνω προς τα κάτω τον ΚΜΟ δίνεται σήμα πώλησης (sell signal)
- Για περαιτέρω επιβεβαίωση, μερικοί αναλυτές επιθυμούν να δουν τον ΚΜΟ να κινείται στην ίδια κατεύθυνση με την πορεία των τιμών.
- Όσο οι τιμές κινούνται πάνω από τον ΚΜΟ και ο ΚΜΟ κινείται ανοδικά η τάση είναι ανοδική.
- Όσο οι τιμές κινούνται κάτω από τον ΚΜΟ και ο ΚΜΟ κινείται καθοδικά η τάση είναι καθοδική.
- Εκτός από την διάσπαση του ΚΜΟ, σημαντικό στοιχείο για την κατανόηση της τάσης είναι και η κλίση της καμπύλης (1η παράγωγος) καθώς και ο ρυθμός (επιτάχυνση) της κίνησης (2η παράγωγος)
- Η χρήση ΚΜΟ σε καταστάσεις trendless (ατασικών) αγορών τις περισσότερες φορές οδηγεί σε εσφαλμένα συμπεράσματα.
- Οι αποτυχίες διάσπασης (failure swings) ενός ΚΜΟ δίνουν επίπεδα στήριξης-αντίστασης.

Η χρονική διάρκεια του ΚΜΟ πρέπει να ανταποκρίνεται στη χρονική διάρκεια της τάσης που εξετάζουμε [13].

$$\text{«ΙΔΑΝΙΚΗ» ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΚΜΟ} = \text{ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΚΥΚΛΟΥ} / (2 + 1) \quad (3)$$

Βέβαια αυτό δεν είναι απόλυτο και διαφοροποιείται ανάλογα με την αγορά και τις αξίες στις οποίες αναφερόμαστε. Η επιλογή των ΚΜΟ επαφίεται στην κρίση του αναλυτή και στην ιστορική εμπειρία.

Για παράδειγμα στην αγορά forex και για την ισοτιμία eur/usd έχει παρατηρηθεί ότι ο ΚΜΟ των 117 λεπτών για χρονική διάρκεια μιας μέρας είναι ο ιδανικός [13] (Εικόνα 2.4).



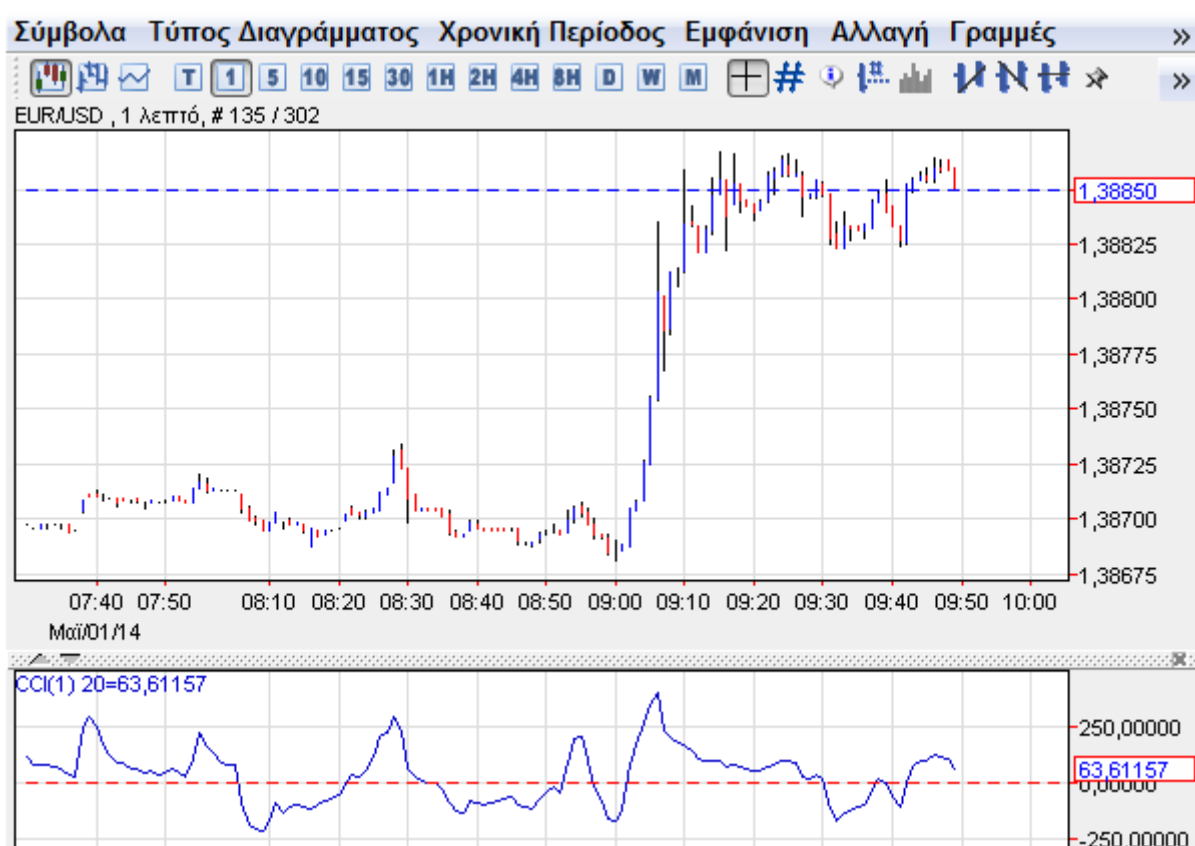
Εικόνα 2.4: ΚΜΟ-30 λεπτών (πράσινη γραμμή) και ΚΜΟ-10 λεπτών (μπλε γραμμή) για την 29-Απρ-2014 στην αγορά spot της ισοτιμίας euro/usd. (www.capital.gr)

Γενικά οι μακροχρόνιοι ΚΜΟ δίνουν λιγότερα σήματα με μεγάλη καθυστέρηση και λιγότερα λάθη. Αντίθετα οι βραχυχρόνιοι δίνουν περισσότερα σήματα με μικρότερη χρονική καθυστέρηση αλλά και περισσότερα λάθη.

Συχνά χρησιμοποιούνται δύο με τρεις ΚΜΟ διαφορετικής διάρκειας προκειμένου να συνδυαστεί η ταχύτητα ενός βραχυχρόνιου ΚΜΟ, με την αξιοπιστία ενός μακροχρόνιου (Εικόνα 2.4). Σε αυτή την περίπτωση, εκτός των «κλασικών σημάτων» σήμα αγοράς δίδεται όταν ο πιο βραχυχρόνιος ΚΜΟ διασπάσει ανοδικά τον πιο μακροχρόνιο και σήμα πώλησης όταν ο πιο βραχυχρόνιος διασπάσει πτωτικά τον πιο μακροχρόνιο.

2.2.3 Δείκτης Ζωνών Εμπορευμάτων (Ταλαντωτής CCI)

Ο Τεχνικός Δείκτης με το όνομα Δείκτης Ζωνών Εμπορευμάτων (ή Commodity Channel Index (CCI) στα Αγγλικά) παρουσιάστηκε για πρώτη φορά από τον Donald Lambert το 1980 στο περιοδικό Commodities και μετά στο βιβλίο του: "CCI: Εργαλεία για Κυκλικές Τάσεις" [15]. Όπως υποδηλώνει και το όνομα του, αυτός ο Τεχνικός Δείκτης δημιουργήθηκε αρχικά για να χρησιμοποιηθεί στα Εμπορεύματα, αλλά έγινε δημοφιλής και τώρα χρησιμοποιείται ευρέως σε όλα σχεδόν τα επενδυτικά εργαλεία.



Εικόνα 2.5: CCI-20 λεπτών για την 01-Μαι-2014 στην αγορά spot της ισοτιμίας euro/usd. (www.capital.gr)

Όπως δείχνει ο τύπος παρακάτω, ο CCI αποτελεί στατιστική μέτρηση της απόκλισης της τρέχουσας τιμής από ένα κινητό μέσο, για μια συγκεκριμένη χρονική περίοδο. Έτσι, όσο πιο πολύ αποκλίνει η τιμή από τον κινητό μέσο προς τα πάνω, τόσο αυξάνεται ο CCI και αντιστρόφως. Επομένως, η πιο προφανής εφαρμογή του CCI είναι ο εντοπισμός επιπέδων υπεραγοράς και υπερπώλησης.

Αν και ο CCI δεν έχει ανώτερο και κατώτερο όριο, έχει σχεδιαστεί να κυμαίνεται ανάμεσα στο +100 και -100, 70-80% του χρόνου. Όταν ο CCI πέσει κάτω από -100 το επενδυτικό προϊόν θεωρείται υπερπουλημένο, ενώ όταν υπερβεί το +100 θεωρείται υπεραγορασμένο (εικόνα 2.5).

Υπολογισμός

Πριν δείξουμε τον τύπο υπολογισμού του CCI, πρέπει πρώτα να ορίσουμε δυο έννοιες:

Η πρώτη έννοια είναι αυτή της Τυπικής Τιμής. Η Τυπική Τιμή χρησιμοποιείται μερικές φορές γιατί θεωρείται πιο αντιπροσωπευτική της πραγματικής διακύμανσης της τιμής από το κλείσιμο. Μερικοί traders αντικαθιστούν το κλείσιμο με την Τυπική Τιμή όταν κάνουν τους υπολογισμούς διαφόρων Τεχνικών Δεικτών. Ο τύπος για την Τυπική Τιμή είναι απλός:

$$TT = \text{Τυπική Τιμή} = (\text{Υψηλό} + \text{Χαμηλό} + \text{Κλείσιμο}) / 3$$

Η δεύτερη έννοια που χρησιμοποιείται στον υπολογισμό του CCI είναι η Μέση Απόλυτη Απόκλιση. Αυτή απλά είναι ο μέσος όρος της απόλυτης τιμής των διαφορών μιας σειράς αριθμών από τον μέσο όρο τους. Θα αποσαφηνίσουμε τα πράγματα με ένα παράδειγμα.

Ας υποθέσουμε ότι έχουμε πέντε αριθμούς (4, 7, 7, 10, 12). Ο μέσος όρος αυτών των αριθμών είναι $(4+7+7+10+12)/5 = 8$. Ο απόλυτος αριθμός της διαφοράς καθενός από αυτούς τους πέντε αριθμούς από τον μέσο όρο τους – δηλαδή το 8 – είναι: $\text{abs}(4-8) = 4$, $\text{abs}(7-8) = 1$, $\text{abs}(7-8) = 1$, $\text{abs}(10-8) = 2$, $\text{abs}(12-8) = 4$.

Επομένως η Μέση Απόλυτη Απόκλιση (που συνήθως συμβολίζεται με σ) είναι:

$$[\text{abs}(4-8) + \text{abs}(7-8) + \text{abs}(7-8) + \text{abs}(10-8) + \text{abs}(12-8)] / 5 = [4+1+1+2+4] / 5 = 12 / 5 = 2,4$$

Τώρα έχουμε όλες τις πληροφορίες που χρειαζόμαστε για να υπολογίσουμε το CCI:

$$CCI = [TT - AM(TT,n)]/[0,015*\sigma(TT,n)]$$

Όπου: TT = Τυπική Τιμή,

$AM(TT,n)$ = ο απλός κινητός μέσος της TT για n περιόδους,

και $\sigma(TT,n)$ είναι η Μέση Απόλυτη Απόκλιση για n περιόδους.

Ο αριθμός 0,015 είναι απλά μια σταθερά που τοποθετήθηκε για να διατηρεί το CCI ανάμεσα στις τιμές +100 και -100, 70-80% του χρόνου.

Η συνηθισμένη τιμή για το n είναι 20, αλλά φυσικά μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε και άλλες τιμές που ταιριάζουν με τη στρατηγική μας.

Εφαρμογή

Η αρχική και πιο προφανής εφαρμογή του CCI είναι ο εντοπισμός επιπέδων υπεραγοράς και υπερπώλησης. Όταν ο CCI εισέλθει στην περιοχή κάτω από -100, το προϊόν θεωρείται υπερπουλημένο. Κατά παρόμοιο τρόπο, όταν ο CCI είναι στην περιοχή πάνω από +100, το προϊόν θεωρείται υπεραγορασμένο. Και στις δυο περιπτώσεις οι τιμές θεωρούνται «ακραίες» και μια αντιστροφή της τάσης είναι πιθανή. Έτσι, μπορούμε να αγοράσουμε όταν ο CCI είναι στην υπερπουλημένη ζώνη και περάσει πάνω από το -100. Επίσης μπορούμε να πουλήσουμε ότι ο CCI είναι στην υπεραγορασμένη ζώνη και πέσει κάτω από το +100.

Ένας άλλος τρόπος εφαρμογής του CCI αποτελούν οι παρατηρήσεις των αποκλίσεων του Τεχνικού Δείκτη και της τιμής. Ψάχνουμε για ανοδικές αποκλίσεις όταν ο CCI είναι κάτω από -100 και καθοδικές αποκλίσεις όταν ο CCI είναι πάνω από +100. Πιο συγκεκριμένα, όταν ο CCI κάνει ένα υψηλότερο χαμηλό ενώ η τιμή κάνει ένα χαμηλότερο χαμηλό, αυτό είναι δείγμα μειωμένης καθοδικής ορμής και επομένως μια ανοδική τάση είναι πιο πιθανή (εικόνα 2.5 αριστερό τμήμα). Αντιθέτως, όταν η τιμή κάνει ένα υψηλότερο υψηλό και ο CCI ένα χαμηλότερο υψηλό, αυτό αποτελεί ένδειξη μειωμένης ανοδικής ορμής και είναι σήμα για πώληση.

Ένας απλός τρόπος φιλτραρίσματος των σημάτων αγοράς και πώλησης που μας δίνει ο CCI είναι να λάβουμε υπόψη μας τη γενική τάση. Αν εξετάσουμε ένα πιο μακροχρόνιο χρονικό πλαίσιο και διαπιστώσουμε ότι υπάρχει ανοδική τάση, τότε χρησιμοποιούμε μόνο τα σήματα αγοράς του CCI. Αντίστοιχα μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε μόνο τα σήματα πώλησης αν υπάρχει καθοδική τάση στο πιο μακροχρόνιο χρονικό πλαίσιο.

2.2.4 Δείκτης Σχετικής Ισχύος (Ταλαντωτής RSI)

Ο Δείκτης Σχετικής Ισχύος (RSI) ορίστηκε από τον Wilder(1978) [16]. Ο RSI είναι ένας δημοφιλής ταλαντωτής ορμής [momentum oscillator] που σε αρκετές περιπτώσεις λειτουργεί έγκαιρα και αξιόπιστα.

Υπολογισμός

Η βασική ιδέα του RSI στηρίχτηκε στην σύγκριση του αθροίσματος των κερδών με το άθροισμα των απωλειών για ένα προκαθορισμένο χρονικό διάστημα, ορίζοντας αρχικά το μέγεθος της σχετικής ισχύος(SI):

SI (σχετική ισχύς) = Άθροισμα κερδών τις τελευταίες N περιόδους/Άθροισμα απωλειών τις τελευταίες N περιόδους

Ο Wilder(1978) [16] χρησιμοποίησε την σχετική ισχύ(SI) προκειμένου να δημιουργήσει ένα ταλαντωτή που η τιμή του να κυμαίνεται μεταξύ του 0 και του 100. Τον ταλαντωτή αυτόν τον ονόμασε Relative Strength Index (RSI):

$$RSI(N) = 100 - \left[\frac{100}{(1 + SI)} \right]$$

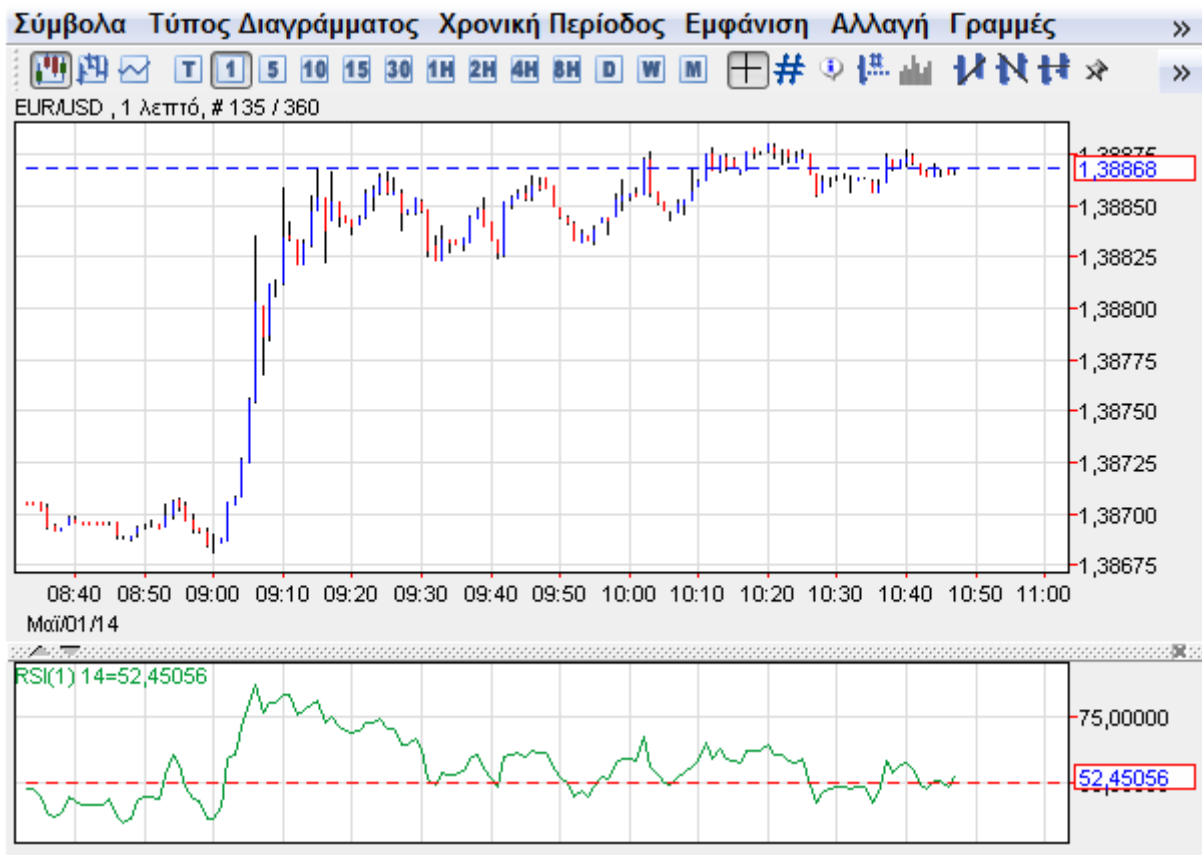
Η τιμή της περιόδου N εξαρτάται από την φύση των συναλλαγών. Πιο κοινή είναι η χρήση των 14 περιόδων. Άλλες τιμές για τον N είναι 7 και 9 περίοδοι για βραχυπρόθεσμες συναλλαγές και 21 ή 25 περίοδοι για μεσοπρόθεσμες κινήσεις. Όπως και στον CCI χρησιμοποιούμε προκαθορισμένες τιμές που να ορίζουν τη ζώνη όπου η εκάστοτε αξία χαρακτηρίζεται Υπερπουλημένη ή Υπεραγορασμένη. Αυτές οι τιμές είναι συνήθως το 30 και το 70 αντίστοιχα.

Στην εικόνα 2.6 μπορούμε να δούμε την τιμή της ισοτιμίας ευρώ δολαρίου και από κάτω την αντίστοιχη μεταβολή του Δείκτη Σχετικής Ισχύος.

Εφαρμογή

Τα κυριότερα σήματα που δίνει ο RSI είναι όταν βρίσκεται στην υπερπουλημένη(γραμμή 30) και στην υπεραγορασμένη(γραμμή 70) ζώνη. Επίσης χρησιμοποιούμε τα σήματα που δίνονται από αποκλίσεις μεταξύ των διακυμάνσεων του ταλαντωτή και της τιμής της αξίας. Άλλη χρήση του

ταλαντωτή είναι η ένδειξη αποτυχίας της ταλάντευσης [failure swing]. Μια πιο συντηρητική χρήση του ταλαντωτή, η οποία μας δίδει σήματα μειωμένης ισχύος είναι η διάσπαση προς τα πάνω η προς τα κάτω της γραμμής που ορίζει η τιμή 50.



Εικόνα 2.6: RSI-14 λεπτών για την 01-Μαι-2014 στην αγορά spot της ισοτιμίας euro/usd. (www.capital.gr)

Ο γενικός κανόνας λέει ότι αν ο RSI υπερβεί το 30 είναι ένδειξη ανοδικής τάσης και αν πέσει κάτω από το 70 είναι ένδειξη καθοδικής τάσης. Όμως επειδή ο RSI είναι πολύ ευαίσθητος στις διακυμάνσεις τις τασικές περιόδους (δηλαδή τις περιόδους που η μεσοπρόθεσμη κατεύθυνση είναι εμφανής), λαμβάνουμε υπόψη μας τα σήματα που συμφωνούν με τη γενικότερη τάση.

Επομένως όταν η γενικότερη τάση είναι ανοδική και ο RSI διασπάσει την γραμμή της τιμής 30 από κάτω προς τα πάνω (δηλαδή ξεφύγει από την υπερπουλημένη ζώνη) δίδεται σήμα αγοράς. Αντίστοιχα όταν η γενικότερη τάση είναι καθοδική και ο RSI διασπάσει την γραμμή της τιμής 70 από πάνω προς τα κάτω (δηλαδή ξεφύγει από την υπεραγορασμένη ζώνη) δίδεται σήμα πώλησης.

2.2.5 Ταλαντωτής Williams(%R)

Williams %R ονομάζεται ο ταλαντωτής ο οποίος καταμετρά συνθήκες υπερβολικής αισιοδοξίας ή απαισιοδοξίας για μια αξία ή την αγορά.

Αποτιμάται σε ποσοστά και όταν η χρήση του γίνεται για μακρές περιόδους κυμαίνεται μεταξύ -20% και -80%, όπου η πρώτη τιμή απηχεί υπερβολική απαισιοδοξία, ενώ η δεύτερη τιμή υπερβολική αισιοδοξία [17].

Αποτελείται από μια γραμμή.

Υπολογισμός

Ο ταλαντωτής Williams υπολογίζεται χρησιμοποιώντας την εξίσωση [17]:

$$\%R = 100 * [(Highest High_x - P_t) / (Highest High_x - Lowest Low_x)]$$

Όπου:

P_t =τρέχουσα τιμή,

$Highest High_x = H$ υψηλότερη τιμή των ανοδικών κλεισιμάτων για το διάστημα x ,

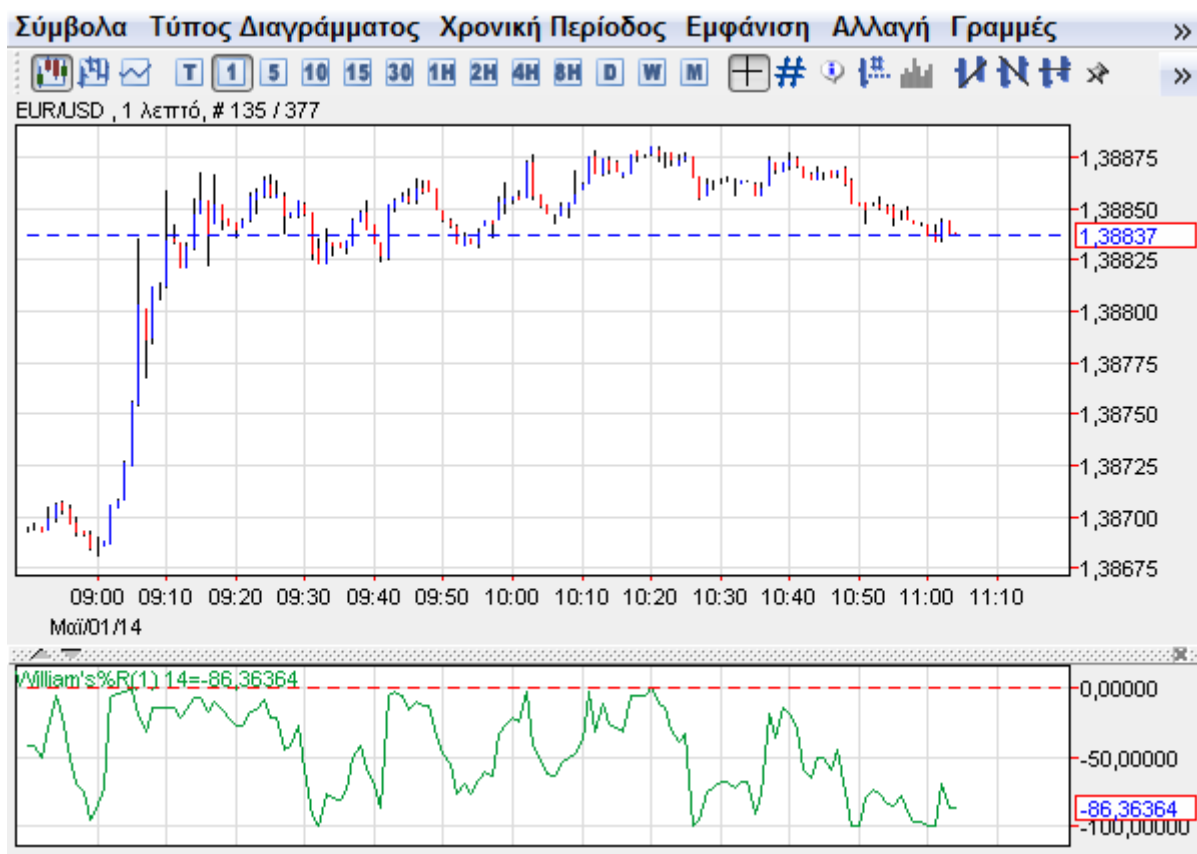
$Lowest Low_x = H$ χαμηλότερη τιμή των καθοδικών κλεισιμάτων για το διάστημα x .

Εφαρμογή

Ταλαντώνεται από το -100 έως το 0. Παρέχει άνω και κάτω όρια διακύμανσης (-20,-80). Όταν η κίνηση υπερβεί τα όρια αυτά η αγορά χαρακτηρίζεται ως υπεραγορασμένη (<-80) ή υπερπουλημένη(>-20) [17].

Το μέσο σημείο ισορροπίας του ταλαντωτή είναι το -50.

Ισχύει η ίδια λογική με τον RSI. Χρησιμοποιείται κυρίως για την διαπίστωση αποκλίσεων στις ζώνες κάτω του -80 ή άνω του -20 (Εικόνα 2.7).



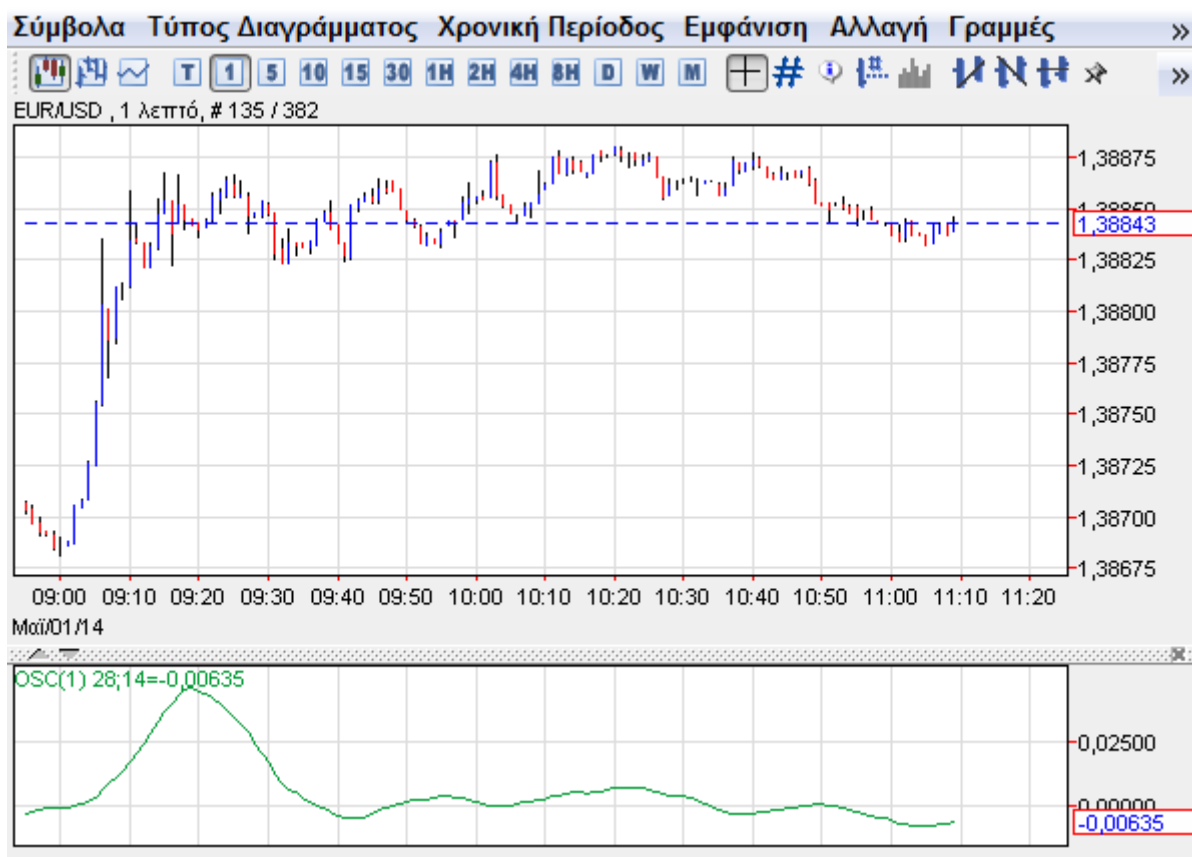
Εικόνα 2.7: Williams-14 λεπτών για την 01-Μαι-2014 στην αγορά spot της ισοτιμίας euro/usd. (www.capital.gr)

2.2.6 Ταλαντωτής Τιμής (Price Oscillator)

Ο ταλαντωτής αυτός αποτελείται από μια κύρια γραμμή η οποία υπολογίζεται ως το αποτέλεσμα της αφαίρεσης ενός αργού και πιο μακροπρόθεσμου κινητού μέσου από ένα γρήγορο και πιο βραχυπρόθεσμο κινητό μέσο όρο [18].

Εάν ο βραχυπρόθεσμος κινητός μέσος όρος κινείται σε επίπεδα υψηλότερα του πιο μακροπρόθεσμου κινητού μέσου όρου, τότε το αποτέλεσμα αυτής της αφαίρεσης είναι θετικό και η τιμή του price oscillator θα είναι θετική, γεγονός που εκλαμβάνεται ως ένδειξη ανοδικής τάσης. Εάν ο βραχυπρόθεσμος κινητός μέσος όρος κινείται σε επίπεδα χαμηλότερα του πιο μακροπρόθεσμου κινητού μέσου όρου, τότε το αποτέλεσμα αυτής της αφαίρεσης είναι αρνητικό και η τιμή του price oscillator θα είναι αρνητική, γεγονός που εκλαμβάνεται ως ένδειξη καθοδικής τάσης [18].

Επί της κύριας γραμμής εφαρμόζουμε έναν νέο απλό ΚΜΟ πιο μεσοπρόθεσμο (εικόνα 2.8).



Εικόνα 2.8: Ταλαντωτής τιμής κύριας γραμμής 14 λεπτών και μεσοπρόθεσμου ΚΜΟ 28 λεπτών για την 01-Μαι-2014 στην αγορά spot της ισοτιμίας euro/usd. (www.capital.gr)

Υπολογισμός

Ο ταλαντωτής τιμών υπολογίζεται χρησιμοποιώντας την εξίσωση [18]:

$$BasicLine = 100 * [(KMO_{\beta\rho} - KMO_{\mu\alpha\sigma\rho}) / KMO_{\mu\alpha\sigma\rho}]$$

$$Pr.Osc_{\beta\rho-\mu\alpha\sigma\rho} = 100 * [(KMO_{\mu\epsilon\sigma} - KMO_{\mu\alpha\sigma\rho}) / KMO_{\mu\alpha\sigma\rho}]$$

Όπου:

$KMO_{\beta\rho}$ = βραχυπρόθεσμος ΚΜΟ,

$KMO_{\mu\alpha\sigma\rho}$ = μακροπρόθεσμος ΚΜΟ,

$KMO_{\mu\epsilon\sigma}$ = μεσοπρόθεσμος ΚΜΟ

Εφαρμογή

Συνδυάζει τις τεχνικές των 2 ΚΜΟ και των ταλαντωτών. Επομένως λειτουργεί το ίδιο καλά τόσο σε περιόδους τάσης όσο και σε περιόδους trading range. Συνοπτικά έχουμε τα ακόλουθα σήματα [18]:

Αν $Pr.Osc > 0$ τότε η τάση είναι ανοδική.

Αν $Pr.Osc < 0$ τότε είναι αρνητική.

Αν η κύρια γραμμή διασπάσει από κάτω προς τα πάνω τον $Pr.Osc$ τότε δίδεται σήμα αγοράς.

Αν η κύρια γραμμή διασπάσει από πάνω προς τα κάτω τον $Pr.Osc$ τότε δίδεται σήμα πώλησης.

Το μέσο σημείο ισορροπίας του ταλαντωτή είναι το 0.

2.2.7 Σύνοψη

Συνοψίζοντας καταλήγουμε στα παρακάτω συμπεράσματα:

- Κανένας τεχνικός δείκτης δεν είναι τέλειος.
- Σε περιόδους τάσης (περιόδους που η αξία εμφανίζει μια σαφή τάση, ανοδική ή καθοδική) η χρήση ΚΜΟ είναι πιο αποτελεσματική ενώ σε περιόδους trading range (ατασικές περιόδους), προτιμάται η χρήση ταλαντωτών.
- Επιβάλλεται η χρήση όσο το δυνατόν περισσότερων δεικτών προκειμένου να εξαγάγουμε ασφαλέστερα συμπεράσματα.
- Χρησιμοποιούμε μακροπρόθεσμους δείκτες ως φίλτρα σε βραχυπρόθεσμους δείκτες.

2.3 Τεχνητά Νευρωνικά Δίκτυα

Τα Τεχνητά Νευρωνικά Δίκτυα – ΤΝΔ - (Artificial Neural Networks - ANN) είναι απλοποιημένα μοντέλα αναπαράστασης του κεντρικού νευρικού συστήματος.

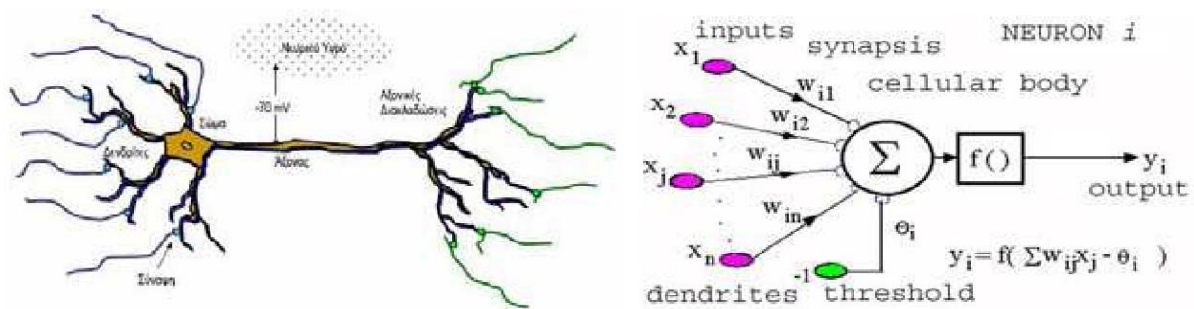
Είναι δίκτυα που ανταποκρίνονται στα ερεθίσματα που δέχονται από το εξωτερικό περιβάλλον τους μέσω των εισόδων τους, μαθαίνοντας να προσαρμόζονται σε αυτό. Αποτελούνται από διασυνδεδεμένα νευρωνικά υπολογιστικά στοιχεία (νευρώνες) [19].

Τα ΤΝΔ επινοήθηκαν το 1943 από τους Mcculloch (νευροφυσιολόγο) και Pitts (μαθηματικό). Σήμερα βρίσκονται σε φάση ταχείας ανάπτυξης. Τα περιβάλλοντα στα οποία χρησιμοποιούνται ευρέως είναι αυτά της διαγνωστικής ιατρικής, της πρόληψης των φυσικών καταστροφών και της πρόβλεψης των χρηματοοικονομικών αξιών.

Τα ΤΝΔ αποτελούν μια από τις πλέον υποσχόμενες προσεγγίσεις για τη δημιουργία αληθινά νοημόνων υπολογιστικών συστημάτων. Τα ΤΝΔ πραγματοποιούν κατανεμημένους παράλληλους υπολογισμούς, που ενδεχομένως είναι ο καλύτερος τρόπος για να ξεπεράσουμε τους συμβολικούς σειριακούς υπολογισμούς και την συνδυαστική έκρηξη που αυτοί συνεπάγονται, όταν χρησιμοποιούμε υπολογιστικές αρχιτεκτονικές von Neumann. Ο ίδιος ο ανθρώπινος εγκέφαλος αποτελεί το πιο τρανταχτό επιχείρημα που συντείνει σε αυτήν την άποψη.

Ένα ΤΝΔ είναι ένας παράλληλος και κατανεμημένος επεξεργαστής που έχει κατασκευαστεί από απλές μονάδες επεξεργασίας (νευρώνες), έχει φυσική κλίση στο να αποθηκεύει εμπειρική γνώση και διαθέτει την ικανότητα να την χρησιμοποιεί. Μοιάζει με τον ανθρώπινο εγκέφαλο σε δύο σημεία:

1. Η γνώση λαμβάνεται στο δίκτυο από το περιβάλλον μέσω μιας διαδικασίας εκπαίδευσης
2. Η αποθήκευση της γνώσης γίνεται μέσω των συνάψεων που υπάρχουν στις διασυνδέσεις μεταξύ των νευρώνων και ονομάζονται βάρη.



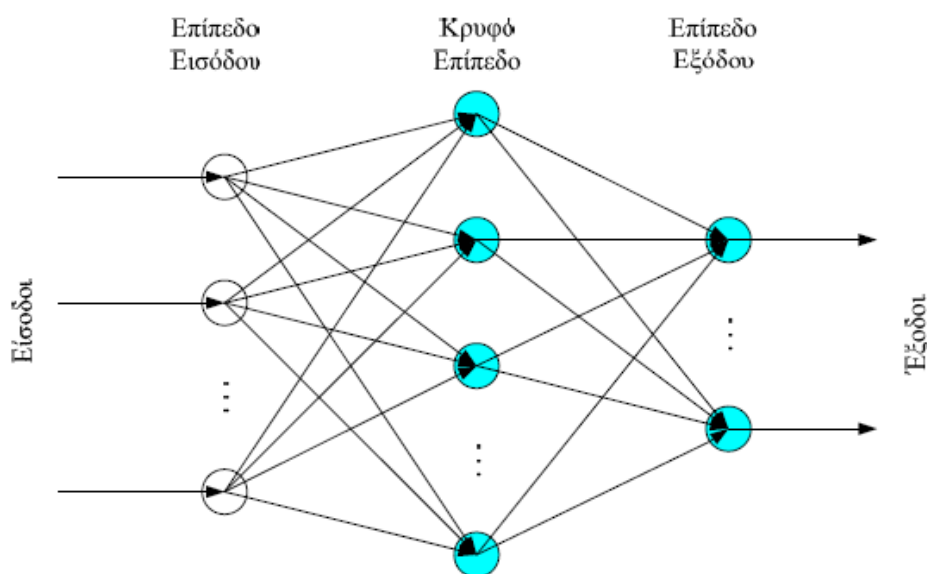
Εικόνα 2.9: Φυσικός και τεχνητός Νευρώνας (www.google.gr/images)

Η διαδικασία που χρησιμοποιείται για την εκπαίδευση ενός ΤΝΔ καλείται αλγόριθμος εκπαίδευσης, και ο σκοπός της είναι να μεταβάλλει τα βάρη των διασυνδέσεων του δικτύου έτσι ώστε το δίκτυο να παράγει την επιθυμητή έξοδο. Εκτός από την μεταβολή των βαρών ενός ΤΝΔ το δίκτυο έχει την δυνατότητα να μεταβάλλει και την τοπολογία του, όπως συμβαίνει στους νευρώνες του ανθρώπινου εγκεφάλου. Με άλλα λόγια κάποιοι από τους νευρώνες σταματούν να λειτουργούν και πεθαίνουν ενώ κάποιοι άλλοι δημιουργούν νέες συνδέσεις.

2.3.1 Βασικές Αρχιτεκτονικές – Δομές

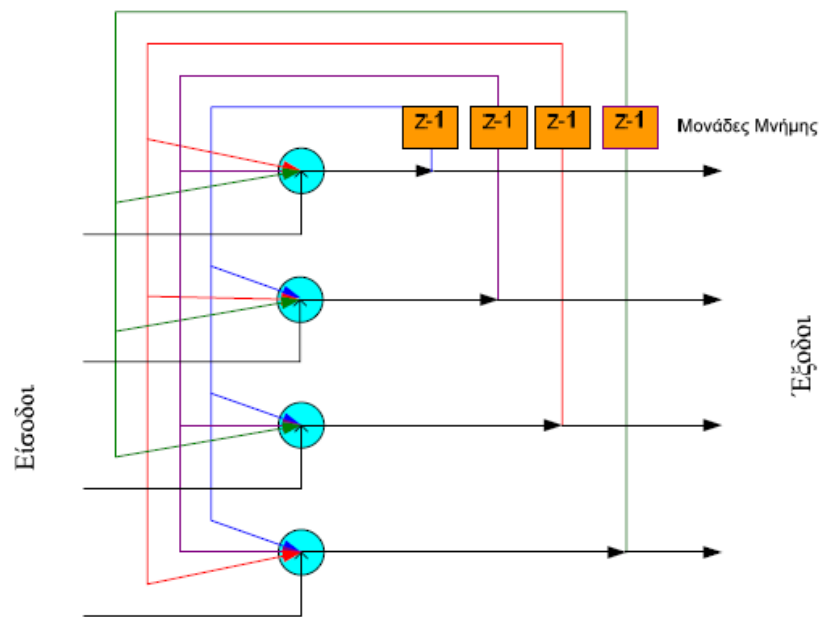
Ο τρόπος με τον οποίο οι νευρώνες ενός ΤΝΔ δομούνται, είναι στενά συνδεδεμένος με τον αλγόριθμο μάθησης που χρησιμοποιείται για την εκπαίδευση του δικτύου. Μπορούμε να διακρίνουμε δύο διαφορετικές κλάσεις αρχιτεκτονικών δομών ανάλογα με τον τρόπο οργάνωσης των νευρώνων [07]: τα Δίκτυα εμπρόσθιας-τροφοδότησης και τα Αναδρομικά Δίκτυα.

Δίκτυα εμπρόσθιας τροφοδότησης: Σε ένα τέτοιο δίκτυο, οι νευρώνες είναι οργανωμένοι σε μορφή επιπέδων. Οι νευρώνες του επιπέδου εισόδου (input layer) δείχνουν στους νευρώνες του επόμενου επιπέδου αλλά όχι αντίστροφα. Η ροή του σήματος είναι από το επίπεδο εισόδου προς το επίπεδο εξόδου (output layer). Οι νευρώνες εισόδου απλά «μεταφέρουν» το σήμα στο επόμενο επίπεδο χωρίς να κάνουν καμία επεξεργασία, ενώ οι κρυφοί νευρώνες και οι νευρώνες εξόδου είναι υπολογιστικοί νευρώνες που ακολουθούν το μοντέλο του νευρώνα (εικόνα 2.10).



Εικόνα 2.10: Νευρωνικό δίκτυο εμπρόσθιας τροφοδότησης ενός επιπέδου [07].

Αναδρομικά Δίκτυα: Σε αυτή την κατηγορία δικτύων έχουμε τουλάχιστον μιας ανάδραση. Δηλαδή η έξοδος κάθε νευρώνα του δικτύου ανατροφοδοτεί την είσοδο των άλλων νευρώνων του ιδίου επιπέδου και σε μερικές περιπτώσεις ακόμα και την δική του είσοδο (εικόνα 2.11).



Εικόνα 2.11: Αναδρομικό Νευρωνικό δίκτυο [07].

2.3.2 Μάθηση – Αλγόριθμοι Μάθησης

Το πιο σημαντικό χαρακτηριστικό των τεχνητών Νευρωνικών Δικτύων είναι η ικανότητά τους να μαθαίνουν να επιτελούν ένα έργο μέσα από μια διαδικασία εκπαίδευσης με τη χρήση κάποιων παραδειγμάτων. Γενικά η μάθηση στα Νευρωνικά Δίκτυα ορίζεται ως [20]: «Η διαδικασία με την οποία προσαρμόζονται οι ελεύθεροι παράμετροι (βάρη και κατώφλια) ενός ΤΝΔ μέσω μίας συνεχούς διαδικασίας διέγερσης από το περιβάλλον στο οποίο βρίσκεται το δίκτυο». Το είδος της μάθησης καθορίζεται από τον τρόπο με τον οποίο πραγματοποιούνται οι αλλαγές των παραμέτρων.

Ο ορισμός της διαδικασίας μάθησης υπονοεί την ακόλουθη σειρά βημάτων [20]:

1. Το ΤΝΔ «διεγείρεται» από το περιβάλλον.
2. Το ΤΝΔ υφίσταται αλλαγές ως συνέπεια αυτής της διέγερσης.
3. Το ΤΝΔ «απαντά» με έναν καινούργιο τρόπο στο περιβάλλον.

Εξίσου σημαντική με την μάθηση είναι όμως και η ικανότητα που έχουν τα ΤΝΔ να γενικεύουν. Με τον όρο γενίκευση εννοούμε τη δυνατότητα των ΤΝΔ να «εργάζονται» και με παραδείγματα που δεν έχουν χρησιμοποιηθεί κατά τη φάση της εκπαίδευσης. Χωρίς αυτήν την ικανότητα τα ΤΝΔ θα μπορούσαν απλώς να επεξεργάζονταν πληροφορίες για τις οποίες είχαν ήδη εκπαιδευτεί.

Η εκπαίδευση των δικτύων επιτυγχάνεται με την χρήση κάποιων αλγορίθμων που καλούνται αλγόριθμοι εκπαίδευσης ή μάθησης (training or learning algorithms). Γενικά, υπάρχουν πολλοί διαφορετικοί αλγόριθμοι για την εκπαίδευση δικτύων και αρκετές παραλλαγές τους, οι οποίοι όμως μπορούν να ταξινομηθούν σε τρεις γενικές κατηγορίες [19]:

Επιβλεπόμενη (Supervised), Ενισχυτική (Reinforcement) και Μη-επιβλεπόμενη (Unsupervised)

Στην επιβλεπόμενη μάθηση η διαδικασία της εκπαίδευσης προϋποθέτει την παρουσία ενός δασκάλου κατά τη διάρκεια της. Αυτό επιτυγχάνεται μέσω των δειγμάτων εκπαίδευσης, τα οποία αποτελούνται από διανύσματα εισόδου και από τις αντίστοιχες επιθυμητές τιμές εξόδου για το εκάστοτε δείγμα εισόδου. Το ΤΝΔ κατά τη διάρκεια της εκπαίδευσης υπολογίζει την έξοδο που προκύπτει όταν δέχεται ως είσοδο το δείγμα εισόδου και την συγκρίνει με την επιθυμητή έξοδο. Μέσω αυτής της σύγκρισης καθορίζεται το λάθος. Τα βάρη και τα κατώφλια του δικτύου(οι ελεύθεροι παράμετροι) μεταβάλλονται με τέτοιο τρόπο ώστε να περιοριστεί αυτό το λάθος, βελτιώνοντας την απόδοση. Η διαδικασία της διόρθωσης της τιμής των ελευθέρων παραμέτρων επαναλαμβάνεται σε έναν κύκλο εκπαίδευσης όσες φορές χρειάζεται, ώστε οι τιμές εξόδου να συγκλίνουν με τις επιθυμητές τιμές τόσο όσο ορίζεται από την παράμετρο του ρυθμού μάθησης. Στόχος είναι μετά το πέρας της εκπαίδευσης το ΤΝΔ να είναι πλέον πιο αποδοτικό στο έργο που καλείται να φέρει εις πέρας..

Στην ενισχυτική μάθηση υφίσταται πάλι η έννοια του δασκάλου, με τη διαφορά ότι δεν παρέχεται στο ΤΝΔ η σωστή απάντηση, αλλά μια ένδειξη για το αν η έξοδος που παράγει είναι προς την σωστή ή την λάθος κατεύθυνση..

Στην μη-επιβλεπόμενη μάθηση τα πράγματα είναι διαφορετικά. Εδώ δεν υφίσταται η έννοια του δασκάλου. Τα δείγματα εκπαίδευσης σε αυτή την περίπτωση αποτελούνται μόνο από διανύσματα εισόδου και όχι εξόδου. Το ΤΝΔ προσαρμόζει τον εαυτό του στηριζόμενο στις ομαδοποιήσεις και τις στατιστικές κανονικότητες των διανυσμάτων εισόδου.

2.3.3 Γενικευμένος Κανόνας Δέλτα (Ο Αλγόριθμος Πίσω Διάδοσης του Λάθους)

Η οπισθοδιάδοση αποτελεί την πιο δημοφιλή μέθοδο επιβλεπόμενης εκπαίδευσης νευρωνικών δικτύων με πολλαπλά επίπεδα [20].

Η βασική ιδέα αυτού του αλγόριθμο εκπαίδευσης είναι ο προσδιορισμός του ποσοστού του συνολικού σφάλματος που αντιστοιχεί στα βάρη της κάθε σύνδεσης. Με αυτόν τον τρόπο καθίσταται δυνατό να υπολογίζονται οι διορθώσεις στα βάρη της κάθε σύνδεσης ξεχωριστά, πράγμα που είναι αρκετά πολύπλοκο για τα κρυφά επίπεδα καθώς οι έξοδοι τους επηρεάζουν πολλές συνδέσεις ταυτόχρονα.

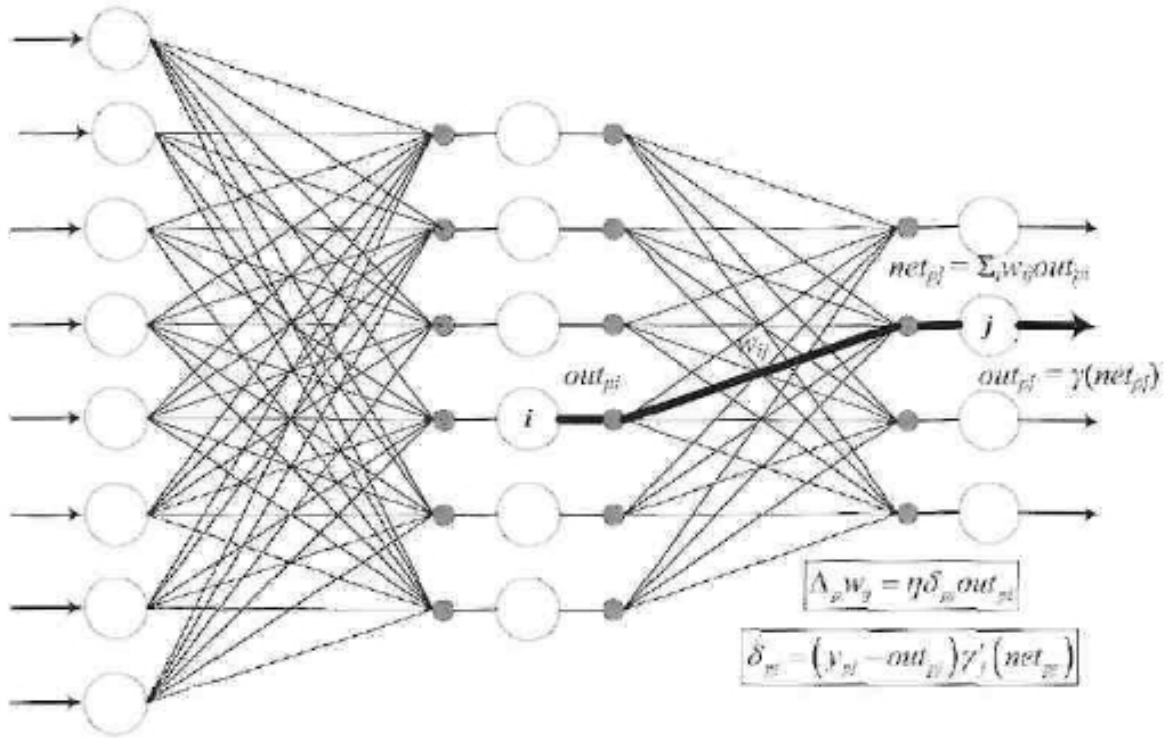
Στην οπισθοδιάδοση υπολογίζεται αρχικά το σφάλμα για τις μονάδες εξόδου με τρόπο παρόμοιο με εκείνο του κανόνα δέλτα [20]. Το σφάλμα αυτό χρησιμοποιείται για να υπολογιστούν τα σφάλματα στο τελευταίο κρυμμένο επίπεδο. Στη συνέχεια η διαδικασία επαναλαμβάνεται αναδρομικά προς το επίπεδο εισόδου.

Με βάση δηλαδή τη διάδοση του σφάλματος προς τα πίσω, γίνεται ένας υπολογισμός της συνεισφοράς κάθε σύνδεσης των μονάδων στο συνολικό σφάλμα. Κατόπιν τα σφάλματα που υπολογίστηκαν για τις συνδέσεις κάθε επιπέδου, χρησιμοποιούνται για να μεταβάλλουν τις συνδέσεις των μονάδων με τρόπο όμοιο με εκείνο του κανόνα δέλτα.

Η διαδικασία λοιπόν στηρίζεται σε μία γενίκευση του κανόνα δέλτα, γι' αυτό και ονομάζεται γενικευμένος κανόνας δέλτα, και επαναλαμβάνεται μέχρι η τιμή του συνολικού σφάλματος να φθάσει σε προκαθορισμένο εκ των προτέρων όριο ανοχής.

Ο κανόνας δέλτα περιλαμβάνει καταρχήν την παρουσίαση στο δίκτυο ενός συνόλου διανυσμάτων εισόδου-εξόδου.

Το σύστημα χρησιμοποιεί πρώτα το διάνυσμα εισόδου για να υπολογίσει το δικό του διάνυσμα εξόδου και έπειτα το συγκρίνει με το επιθυμητό διάνυσμα εξόδου (τον στόχο). Εάν δεν υπάρχει καμία διαφορά, τότε δεν έχουμε μάθηση. Στην αντίθετη περίπτωση, τα βάρη των συνδέσεων του δικτύου μεταβάλλονται, ώστε να μειωθεί η διαφορά. Στην περίπτωση που δεν έχουμε κρυφά επίπεδα, η μεταβολή των συνδέσεων του δικτύου γίνεται με τον κανόνα δέλτα.



Εικόνα 2.12: Υπολογισμός του δέλτα σε ΤΝΔ[20]

2.3.4 Η οπισθοδιάδοση στη πράξη

Η εφαρμογή του γενικευμένου κανόνα δέλτα στην πράξη περιλαμβάνει δύο φάσεις: Κατά την πρώτη φάση παρουσιάζεται στο δίκτυο το διάνυσμα εισόδου x και διαδίδεται από επίπεδο σε επίπεδο με κατεύθυνση προς το επίπεδο εξόδου, για να υπολογιστούν οι έξοδοι του δικτύου. Οι έξοδοι αυτές συγκρίνονται με τις επιθυμητές εξόδους, με αποτέλεσμα τη δημιουργία ενός σήματος σφάλματος από κάθε έξοδο του δικτύου. Κατά την δεύτερη φάση τα σήματα σφάλματος διαδίδονται μέσω του δικτύου προς τα πίσω, δηλαδή με φορά από το επίπεδο εξόδου προς το επίπεδο εισόδου (οπισθοδιάδοση) και υπολογίζονται οι κατάλληλες μεταβολές των βαρών των συνδέσεων του δικτύου.

Οι παραπάνω δύο φάσεις υπολογισμών συνοψίζονται στα παρακάτω βήματα.

Για δεδομένο διάνυσμα εισόδου και αρχικές τιμές των βαρών των συνδέσεων του δικτύου, υπολογίζονται οι καθαρές εισοδοι και έξοδοι κάθε μονάδας του δικτύου, προχωρώντας από το επίπεδο εισόδου προς το επίπεδο εξόδου.

Στη συνέχεια υπολογίζεται η μέτρηση σφάλματος.

Έπειτα υπολογίζονται οι παράγωγοι των συναρτήσεων μεταφοράς και το δέλτα των μονάδων εξόδου από τη σχέση:

$$\delta_{pj} = (y_{pj} - out_{pj}) \gamma' (net_{pj})$$

Η πιο συχνά χρησιμοποιούμενη συνάρτηση είναι η ασύμμετρη σιγμοειδής με ασύμπτωτες τιμές το 0 και 1:

$$\gamma(net_{pj}) = 1 / (1 + e^{-net_{pj}})$$

Η παράγωγος αυτής της συνάρτησης ως προς net_{pj} είναι :

$$\gamma'(net_{pj}) = \gamma(net_{pj})(1 - \gamma(net_{pj}))$$

Όπως βλέπουμε η παράγωγος της συγκεκριμένης συνάρτησης ενεργοποίησης εκφράζεται ως συνάρτηση του εαυτού της. Αντικαθιστώντας στη σχέση που μας δίνει το δέλτα, έχουμε:

$$\delta_{pj} = (y_{pj} - out_{pj}) \gamma'(net_{pj}) (1 - \gamma(net_{pj}))$$

Στη συνέχεια υπολογίζονται οι μεταβολές των βαρών των συνδέσεων που καταλήγουν στο επίπεδο εξόδου με το γενικευμένο κανόνα δέλτα που δίνεται από τη σχέση:

$$\Delta_p w_{ij} = \eta \delta_{pj} out_{pi}$$

Έπειτα υπολογίζονται οι παράγωγοι των συναρτήσεων μεταφοράς και το δέλτα των μονάδων του προηγούμενου κρυφού επιπέδου από τη σχέση:

$$\delta_{pi} = \gamma'(net_{pi}) (1 - \gamma(net_{pi})) \sum_k \delta_{pk} w_{ik}$$

Στη συνέχεια υπολογίζονται οι μεταβολές των συνδέσεων που καταλήγουν στο προηγούμενο κρυφό επίπεδο με το γενικευμένο κανόνα δέλτα:

$$\Delta_p w_{ij} = \eta \delta_{pi} out_{pj}$$

Τα δύο τελευταία βήματα επαναλαμβάνονται για όλα τα κρυφά επίπεδα, το ένα μετά το άλλο, κινούμενα από το επίπεδο εξόδου προς το επίπεδο εισόδου.

Στοχαστική Ενημέρωση Βαρών

Παρόλο που θεωρητικά, ο αλγόριθμος οπισθοδιάδοσης υλοποιεί κάθοδο κλίσης στο συνολικό σφάλμα μόνο εάν τα βάρη μεταβάλλονται μετά την παρουσίαση στο δίκτυο του συνόλου των παραδειγμάτων εκπαίδευσης (batch update), μερικές φορές οι μεταβολές στα βάρη γίνονται μετά την παρουσίαση κάθε παραδείγματος εκπαίδευσης, ώστε να επιταχύνεται η διαδικασία της εκπαίδευσης του δικτύου.

Αυτή η πρακτική όμως περικλείει τον κίνδυνο, εάν τα παραδείγματα μάθησης παρουσιάζονται πάντοτε με την ίδια σειρά, το δίκτυο να επικεντρωθεί στη μάθηση των πρώτων παραδειγμάτων. Αυτό μπορεί να αποφευχθεί εάν αλλάζει η σειρά παρουσίασης των παραδειγμάτων εκπαίδευσης σε κάθε κύκλο μάθησης.

Ρυθμός Μάθησης

Η διαδικασία μάθησης που περιγράψαμε απαιτεί οι μεταβολές στα βάρη να είναι ανάλογες της μερικής παραγώγου $\partial E_p / \partial w$, γι' αυτό, όπως βλέπουμε παραπάνω πολλαπλασιάζουμε με το συντελεστή αναλογίας (Ρυθμός Μάθησης). Επίσης θα πρέπει αυτές οι μεταβολές να είναι αρκετά μικρές ώστε να είμαστε σίγουροι ότι ο αλγόριθμος θα συγκλίνει κάποια στιγμή σε μία λύση που ελαχιστοποιεί τη συνάρτηση σφάλματος. Στην πράξη χρησιμοποιούμε τιμές για τον ρυθμό μάθησης εντός του διαστήματος 0,01-0,4.

2.4 Η πρόβλεψη των χρηματιστηριακών αγορών

Πολλές ακαδημαϊκές έρευνες έχουν καταλήξει στο συμπέρασμα ότι η πρόβλεψη των τιμών των διαφόρων αξιών δεν είναι δυνατή. Συμπεραίνουν ότι η συσχέτιση μεταξύ των χρονολογικών σειρών είναι οικονομικά και στατιστικά ασήμαντη, διότι οι τιμές ακολουθούν τυχαία πορεία [20]. Υποστηρίζουν τη γνωστή θεωρία της «Υπόθεσης της Αποτελεσματικής Αγοράς» (Efficient Market Hypothesis-EMH). Σύμφωνα με την EMH, η τρέχουσα τιμή της αξίας αποτυπώνει ανά πάσα χρονική στιγμή κάθε πληροφορία που κατέχουν οι επενδυτές. Καθώς νέες πληροφορίες γνωστοποιούνται, η ανισορροπία του συστήματος επαναφέρεται και λειτουργεί ο μηχανισμός

αλλαγής της τιμής της αξίας, ώστε η νέα πληροφορία να ανταναικλάται πλήρως στην τιμή της μετοχής [21]. Σύμφωνα με τη θεωρία της ΕΜΗ, υπάρχουν τρεις μορφές αποτελεσματικής αγοράς: η εσωτερική πληροφόρηση (strong-form), η μέτριας έντασης (semi-strong) και η ήπια μορφή (weak-strong) [21].

Η μορφή της εσωτερικής πληροφόρησης της ΕΜΗ υποστηρίζει ότι όλες οι διαθέσιμες πληροφορίες ενσωματώνονται άμεσα στην τιμή της μετοχής. Εάν αυτό αληθεύει, όλες οι έρευνες που έχουν πραγματοποιηθεί για την πρόβλεψη των τιμών είναι απλώς μια σπατάλη χρόνου, ακόμα και στην περίπτωση που οι επενδυτές έχουν πρόσβαση σε εσωτερική πληροφόρηση.

Η μορφή της μέτριας έντασης ΕΜΗ υποστηρίζει ότι όλες οι πληροφορίες που δημοσιοποιούνται ανταναικλώνται άμεσα στην τιμή της χρηματοοικονομικής αξίας, αλλά οι επενδυτές που κατέχουν εσωτερική πληροφόρηση μπορούν να αποκομίσουν κέρδη από την χρήση αυτών των πληροφοριών.

Η ήπια μορφή της ΕΜΗ υποστηρίζει ότι κάθε πληροφορία που προέρχεται από παρελθοντικές τιμές της αξίας ανταναικλάται στην τιμή της [22]. Οι παρελθοντικές τιμές είναι δημοσιοποιημένη πληροφορία η οποία συνεπάγεται ότι η ήπια μορφή είναι μια εξειδίκευση της μορφής της μέτριας έντασης, η οποία είναι μια εξειδίκευση της μορφής εσωτερικής πληροφόρησης της ΕΜΗ.

Σύμφωνα με την ήπια μορφή η τιμή μιας αξίας δεν μπορεί να προβλεφθεί βασιζόμενη μόνο στις παρελθοντικές τιμές λόγω της τυχαίας πορείας των τιμών της. Αυτό σημαίνει ότι οι μελλοντικές αλλαγές των τιμών δεν μπορούν να προβλεφθούν μόνο με τη χρήση πληροφοριών από τις παρελθοντικές τιμές.

Στην πράξη πολλοί χρηματιστές, οικονομικοί αναλυτές, ιδιώτες επενδυτές και διάφοροι άλλοι χρηματιστηριακοί επενδυτές είναι πεπεισμένοι ότι μπορούν να προβλέψουν τιμές μετοχών και να πραγματοποιήσουν κέρδη. Για το λόγο αυτό πολλοί ερευνητές έχουν αναπτύξει μοντέλα τα οποία προβλέπουν τις τιμές μετοχών και άλλων χρηματοοικονομικών αξιών.

Γενικά, υπάρχουν δύο προσεγγίσεις στην πρόβλεψη των τιμών των αξιών: η θεμελιώδης ανάλυση και η τεχνική ανάλυση.

Η θεμελιώδης ανάλυση βασίζεται σε μακροοικονομικά δεδομένα, όπως οι εξαγωγές και οι εισαγωγές, η προσφορά και η ζήτηση χρήματος, τα επιτόκια, ο πληθωρισμός, τα εταιρικά αποτελέσματα κ.ο.κ

Η τεχνική ανάλυση βασίζεται στη λογική ότι η ιστορία επαναλαμβάνεται και ότι η συσχέτιση μεταξύ τιμών και όγκου συναλλαγών αποκαλύπτει τις κινήσεις των τιμών των αξιών. Η πρόβλεψη λαμβάνει υπόψη μορφοδιατάξεις (όπως αυτές περιγράφονται στην παράγραφο 2.2) κρυμμένες σε προηγούμενες συμπεριφορές της αγοράς και τις αναλύει, απεικονίζοντάς αυτές σε διαγράμματα τιμών και όγκων συναλλαγών [23].

Η τεχνική ανάλυση αγνοεί τελείως την ΕΜΗ. Ο έλεγχος της ήπιας μορφής της ΕΜΗ βασίζεται στην εξέταση εάν υπάρχουν μεγαλύτερες αποδόσεις των υπενδεδυμένων κεφαλαίων με τη χρήση της τεχνικής ανάλυσης.

Οι τιμές των αξιών περιέχουν εξαιρετικά μη γραμμικές σχέσεις. Πολλοί είναι οι ερευνητές που έχουν επικεντρωθεί στην τεχνική ανάλυση για να αυξήσουν τις αποδόσεις των επενδύσεων [24].

Επειδή η τεχνική ανάλυση έχει πολλούς δείκτες και θεωρίες, οι αναλυτές θα πρέπει να επιλέξουν μερικούς από αυτούς, ώστε να τους χρησιμοποιήσουν ως εργαλείο για την πρόβλεψη τιμών. Η επενδυτική στρατηγική και η εμπειρία του επενδυτή καθορίζουν ποιους δείκτες της τεχνικής ανάλυσης μπορεί να χρησιμοποιήσει.

Καθώς η τεχνική ανάλυση στηρίζεται στις πιθανότητες, για βελτιωμένα αποτελέσματα θα πρέπει να χρησιμοποιούνται αρκετοί δείκτες.

Χρησιμοποιώντας τις προηγμένες τεχνικές της εύκαμπτης υπολογιστικής, σε συνδυασμό με την τεχνική ανάλυση, μπορούν να δημιουργηθούν μοντέλα για την πρόβλεψη των τιμών των αξιών, τα οποία ενδεχομένως να δίνουν πολύ ικανοποιητικές αποδόσεις [25].

2.4.1 Μέθοδοι πρόβλεψης.

Οι μέθοδοι πρόβλεψης χωρίζονται σε δύο μεγάλες κατηγορίες τις «παραδοσιακές» και τις «μη παραδοσιακές».

Στις «παραδοσιακές» μεθόδους περιλαμβάνονται όλες οι μέθοδοι οι οποίες αποτελούνται από στατικούς αλγορίθμους οι οποίοι δεν μεταβάλλονται και δεν επηρεάζονται από τα δεδομένα εισόδου [26].

Στις «μη παραδοσιακές» μεθόδους περιλαμβάνονται όλες οι μέθοδοι οι οποίες αποτελούνται από συστήματα τα οποία επηρεάζονται από τα δεδομένα εισόδου και αυτοδιορθώνονται. Τέτοιοι μέθοδοι στηρίζονται στην ασαφή λογική (fuzzy logic), στα τεχνικά νευρωνικά δίκτυα, στη νευρο-ασαφή αρχιτεκτονική (υβριδικά συστήματα) και στους γενετικούς αλγορίθμους [27].

Οι «μη παραδοσιακές» τεχνικές αποδίδουν εξίσου καλά αποτελέσματα με τις οικονομετρικές τεχνικές, λόγω της γενικευμένης λειτουργίας που επιτελούν μέσω της δυνατότητας να μιμούνται μια ευρεία ποικιλία μορφών [27]. Ενώ λειτουργούν ως γενικευμένα μοντέλα, δεν εγγυώνται ικανοποιητικά αποτελέσματα σε προβλέψεις εκτός δεδομένων.

Παρόλα αυτά όμως, δίνουν καλύτερα αποτελέσματα από τα συμβατικά μοντέλα στις περιπτώσεις όπου τα δεδομένα υποκρύπτουν μη γραμμικές σχέσεις, πράγμα το οποίο είναι το σύνηθες σε περιπτώσεις που μοντελοποιείται η απόκριση της αγοράς. Επιπλέον τα κρυφά επίπεδα των νευρωνικών δικτύων αναπτύσσουν μια εσωτερική αντιπροσώπευση των σχέσεων μεταξύ των μεταβλητών, με αποτέλεσμα να μην έχουν ανάγκη ορισμένες προϋποθέσεις που απαιτούν τα μοντέλα παλινδρόμησης, όπως είναι η έλλειψη συγγραμμικότητας μεταξύ των μεταβλητών, η ομαλότητα του θορύβου κλπ. Επίσης τα νευρωνικά δίκτυα αποδίδουν ικανοποιητικά και σε περιπτώσεις έλλειψης κάποιων δεδομένων σε αντίθεση με τα μοντέλα παλινδρόμησης όπου δημιουργούνται σοβαρά προβλήματα [28].

Τα νευρωνικά δίκτυα είναι κατάλληλα για πολύπλοκα φαινόμενα για τα οποία υπάρχουν ικανοποιητικά μέτρα μέτρησης της απόδοσής τους αλλά δεν υπάρχει γνώση για να κατανοηθούν οι σχέσεις αυτών των φαινομένων. Επίσης είναι σχετικά πετυχημένα για πρόβλεψη και πρόγνωση [28].

Από την άλλη μεριά, η κύρια ανεπάρκεια των νευρωνικών δικτύων αφορά την αιτιακή μοντελοποίηση και τον έλεγχο των υποθέσεων. Υπάρχουν, όμως, αρκετά επιτυχή αιτιακά μοντέλα που χρησιμοποιούν νευρωνικά δίκτυα [28].

Τα οικονομετρικά μοντέλα ερμηνεύουν πολύ ευκολότερα τα αποτελέσματα και επιτρέπουν τον έλεγχο υποθέσεων.

Γενετικοί αλγόριθμοι χρησιμοποιούνται για να την εκπαίδευση κανόνων διαπραγμάτευσης (trading) και στη συνέχεια συνδυάζονται με echo-state δίκτυο ώστε να προβλεφθεί η τάση της αγοράς [29]. Τα αποτελέσματα δείχνουν καλύτερα αποτελέσματα τόσο σε ανοδική όσο και σε πτωτική αγορά σε σύγκριση με τη συνήθη στρατηγική αγοράς και διακράτησης.

Οι Abraham et al [30] επιχείρησαν να συγκρίνουν τις επιδόσεις ενός τύπου Takagi Sugeno νευρο-ασαφούς συστήματος σε σχέση με ένα νευρωνικό δίκτυο εμπρόσθιας τροφοδότησης για την πρόβλεψη των μέσων μηνιαίων τιμών συναλλαγματικών ισοτιμιών. Χρησιμοποιήθηκε το αυστραλιανό δολάριο ως βάση και οι συναλλαγματικές του ισοτιμίες με το δολάριο ΗΠΑ, το δολάριο Σιγκαπούρης, το δολάριο Νέας Ζηλανδίας, το γιεν και της λίρας Αγγλίας. Παρατηρήθηκε ότι τα προτεινόμενα μοντέλα ήταν σε θέση να προβλέψουν τις μέσες τιμές των συναλλαγματικών ισοτιμιών αλλά όχι σε ορίζοντα πιο βραχυπρόθεσμο του μήνα.

Οι Yao και Tan [31] με τη χρήση εμπειρικών στοιχείων έδειξαν ότι ένα νευρωνικό δίκτυο μπορεί να προβλέψει με καλύτερες πιθανότητες από την τυχαία επιλογή τις συναλλαγματικές ισοτιμίες αν δεχτεί ως εισόδους τις ιστορικές τιμές της ισοτιμίας και τεχνικούς δείκτες (για παράδειγμα, ο κινητός μέσος όρος).

Οι Vanstone και Finnie [32] παρουσίασαν μια μεθοδολογία για τον σχεδιασμό ρομποτικών συστημάτων διαπραγμάτευσης (trading) που χρησιμοποιεί τεχνητά νευρωνικά δίκτυα. Περιέγραψαν τα βασικά βήματα για τη δημιουργία ενός νευρωνικού δικτύου που θα χρησιμοποιηθεί σε χρηματιστηριακές διαπραγματεύσεις(trading).

Ένα υβριδικό μοντέλο ανέπτυξαν οι Ni και Yin [33] που αποτελείται από ένα μίγμα διαφόρων μοντέλων νευρωνικών δικτύων (κυρίως μη επιβλεπόμενης μάθησης) και προσομοιωτών τεχνικών δεικτών, με σκοπό την πρόβλεψη των συναλλαγματικών ισοτιμιών. Το μοντέλο χρησιμοποιεί μερικούς από τους δημοφιλέστερες τεχνικούς δείκτες όπως ο κινητός μέσος όρος [13], η σύγκλιση/απόκλιση και ο σχετικός δείκτης αντοχής (RSI) [16]. Ένας γενετικός αλγόριθμος χρησιμοποιείται για την «μίξη» των προβλέψεων των γεννητόρων και των τεχνικών νευρωνικών δικτύων, δίδοντας την πρόβλεψη του συνολικού συστήματος.

Ο συνδυασμός των νευρωνικών δικτύων με την τεχνική ανάλυση και συγκεκριμένα τον σχετικό δείκτη αντοχής (RSI) [16], έχει χρησιμοποιηθεί για τη βελτίωση των συστημάτων διαπραγμάτευσης [34] του χρηματιστηριακού δείκτη IBEX-35.

Περαιτέρω πειράματα με δύο άλλους δείκτες, τον σταθμισμένο κινητό μέσο όρο [13] και την ορμή, έδειξαν ότι όταν τροφοδοτούνται σε τεχνικό νευρωνικό δίκτυο δίδουν καλύτερη πρόβλεψη από την αρχική (την πρόβλεψη που δίδει ο δείκτης πριν εισαχθεί στο τεχνητό νευρωνικό δίκτυο) [35].

Οι Ζαφειρίου και Καλές [08] εστιάζουν στον σχεδιασμό και υλοποίηση ενός ΤΝΔ το οποίο έχει ως είσοδο ένα οικονομετρικό μοντέλο (τεχνικούς δείκτες) και επιχειρεί την πρόβλεψη σημάτων αγοράς και πώλησης στην αγορά νομισμάτων. Ουσιαστικά το ΤΝΔ «διορθώνει» το οικονομετρικό μοντέλο με αποτέλεσμα να συνδυάζονται τα πλεονεκτήματα των μη συμβατικών μεθόδων περιορίζοντας την ανεπάρκεια αυτών όσον αφορά την αιτιακή μοντελοποίηση και τον έλεγχο των υποθέσεων. Αξίζει να σημειωθεί ότι δεν εκπαιδεύεται το ΤΝΔ με ένα σύνολο δεδομένων και στη συνέχεια εξετάζεται η εκπαίδευσή του με ένα άλλο σύνολο δεδομένων. Το ΤΝΔ εκπαιδεύεται και εξαγάγει την πρόβλεψή του τιμή-τιμή. Δηλαδή πρόκειται για μια «έξυπνη» μηχανή πρόβλεψης, βραχυπρόθεσμης διαπραγμάτευσης (trading) σε πραγματικό χρόνο, η οποία αυτοδιορθώνεται συνεχώς (ανά λεπτό) για όλη τη διάρκεια της λειτουργίας(ζωής) της.

2.5 Συστήματα Αυτοματοποιημένων Συναλλαγών (Αλγοριθμικές Συναλλαγές)

Βάσει των Nuti et al [36] οι αλγοριθμικές συναλλαγές αναφέρονται στη χρήση των προγραμμάτων ηλεκτρονικών υπολογιστών για την αυτοματοποίηση ενός ή περισσότερων σταδίων της διαδικασίας διαπραγμάτευσης: την **Ανάλυση των Δεδομένων (pretrade)**, την **Παραγωγή του Σήματος των Συναλλαγών (Πρόβλεψη Τάσης)** και την **Εκτέλεση των Συναλλαγών**. Η Εκτέλεση των συναλλαγών διαιρείται περαιτέρω σε εκτέλεση agency/broker (όταν ένα σύστημα βελτιστοποιεί την εκτέλεση των συναλλαγών για λογαριασμό του πελάτη) και σε εκτέλεση principal/proprietary trading (όπου ένας οργανισμός(π.χ hedge fund) εκτελεί εντολές για λογαριασμό του). Κάθε στάδιο αυτής της διαδικασίας διαπραγμάτευσης μπορεί να διεξαχθεί από τον άνθρωπο, από τον άνθρωπο και αλγόριθμους, ή πλήρως από αλγόριθμους.

Τα συστήματα αυτοματοποιημένων συναλλαγών (**automated trading systems**) είναι κερδοσκοπικές μηχανές οι οποίες προβαίνουν αυτοβούλως σε αγοροπωλησίες αξιών σε πραγματικό χρόνο οποιαδήποτε ώρα και μέρα. Τις αποφάσεις τους τις στηρίζουν σε ανάλυση την οποία πράττουν και επαναλαμβάνουν συνεχώς, προσπαθώντας να εντοπίσουν συναλλαγές με μεγάλη πιθανότητα κέρδους. Εντοπίζουν τα ακριβή σημεία εισόδου και εξόδου από μια θέση χρησιμοποιώντας μεταξύ άλλων ενσωματωμένα αυτοματοποιημένα μεταβλητά φίλτρα

προστασίας επενδύόμενου κεφαλαίου. Η ταχύτητα στη λήψη των αποφάσεων και η αδιάκοπη λειτουργία τους καθιστά αδύνατη την αντικατάστασή τους από ανθρώπινους διαπραγματευτές (traders) [03].

Η φυσική παρουσία ανθρώπου κατά διάρκεια εκτέλεσης των συναλλαγών δεν είναι αναγκαία. Εδώ θα πρέπει να τονίσουμε ότι δεν αναφερόμαστε σε απλά μηχανικά συστήματα, αλλά σε συστήματα πλήρως αυτοματοποιημένα που πολλές φορές αυτοδιορθώνουν τις προβλέψεις τους στηριζόμενα σε ιστορικά δεδομένα.

Ένα πολύ σημαντικό τους πλεονέκτημα είναι η μεγάλη διαφοροποίηση κίνδυνου που παρέχουν. Η διαφοροποίηση αυτή οφείλεται τόσο στη πληθώρα των αγορών που μπορούν να επενδύσουν ταυτόχρονα, όσο και στη δυνατότητα χρήσης διαφορετικών μοντέλων και δεικτών πρόβλεψης που αναφέρονται σε μεγαλύτερο ή μικρότερο διάστημα, σε μεγαλύτερο ή μικρότερο ρίσκο.

Ένα δεύτερο σημαντικό τους πλεονέκτημα είναι ότι λειτουργούν «Εν'ψυχρώ». Ενώ ο επενδυτής επηρεάζεται από την ψυχολογία και τα συναισθήματά του, τα αυτοματοποιημένα συστήματα εκτελούν τις εντολές βάση των κριτηρίων με τα οποία έχουν προγραμματιστεί (**cool blooded**) και εξαλείφουν τον κίνδυνο των αποφάσεων πανικού (panic trading). Συνεπώς, το σύστημα λειτουργεί με μεγαλύτερη ταχύτητα και ακρίβεια εκτέλεσης.

Το έργο αυτοματοποιημένων συναλλαγών των Penn-Lehman (PLAT) [37] είναι μια ευρεία έρευνα των αλγορίθμων και στρατηγικών για αυτοματοποιημένες συναλλαγές στις χρηματοοικονομικές αγορές. Πυρήνας του PLAT είναι ο προσομοιωτής συναλλαγών Penn (PXS), ένας προσομοιωτής λογισμικού για την αυτοματοποιημένη διαπραγμάτευση μετοχών που συγχωνεύει αυτοματοποιημένες εντολές πελατών αγοροπωλησιών μετοχών του πραγματικού κόσμου σε πραγματικό χρόνο. Το PXS υπολογίζει αυτόματα τα κέρδη και τις απώλειες των πελατών, τον όγκο συναλλαγών, και άλλα ενδιαφέροντα στατιστικά στοιχεία. Για να δοκιμαστεί η αποτελεσματικότητα του PXS και των διαφόρων στρατηγικών διαπραγμάτευσης, πραγματοποίησαν τρεις διαφορετικές δοκιμές τόσο ως προς τον χρόνο όσο και ως προς τους μετοχικούς τίτλους που διακινήθηκαν.

2.5.1 Υψηλής Συχνότητας Αλγοριθμικές Συναλλαγές

Οι συναλλαγές υψηλής συχνότητας (**high frequency trading**) αποτελεί θέμα συζήτησης εδώ και χρόνια στις ΗΠΑ. Οι υπέρμαχοι ισχυρίζονται, μεταξύ άλλων, ότι με αυτό τον τρόπο ενισχύεται

σημαντικά η ρευστότητα στην αγορά και διευκολύνεται η λειτουργία της. Οι πολέμιοι, στέκονται μεταξύ άλλων στους -τεχνικούς κυρίως- κινδύνους που εγκυμονεί αυτό το χρηματιστηριακό “need for speed” και γενικότερα ο μεγάλος βαθμός εξάρτησης από την τεχνολογία, και φέρνουν ως παραδείγματα την ενδοσυνεδριακή κατάρρευση της 6ης Μαΐου 2010 στη Wall Street, που μετά από μήνες αποδείχθηκε ότι οφειλόταν σε αυτοματοποιημένη εντολή.

Ήδη από το 1997 οι Charles και O'Hara [38], μελέτησαν τις συναλλαγές υψηλής συχνότητας στις χρηματαγορές και τις εφαρμογές που θα μπορούσαν αυτές δυνητικά να έχουν. Στα πλαίσια της μελέτης τους εκθέτουν μερικά από τα πολλά σημαντικά ζητήματα που συνδέονται με τη χρήση, την ανάλυση, και την εφαρμογή των συνόλων δεδομένων υψηλής συχνότητας. Αυτά περιλαμβάνουν τα αποτελέσματα της δομής της αγοράς σχετικά με τη διαθεσιμότητα και την ερμηνεία των δεδομένων, μεθοδολογικά ζητήματα, όπως την θεραπεία του χρόνου, την επίδραση που έχουν στις ενδοσυνεδριακές συναλλαγές, τις συνέπειες στην χρονικά μεταβαλλόμενη διακύμανση και στο περιεχόμενο των πληροφοριών των διαφόρων στοιχείων της αγοράς. Στα παραπάνω πλαίσια εξετάστηκε μεταξύ των άλλων και η εφαρμογή προσωρινών κανόνων συναλλαγών που πρέπει να διέπουν τέτοιες συναλλαγές.

Ο Kablan [39] επέκτεινε το Adaptive Neuro - Fuzzy Inference System και δημιούργησε ένα ειδικό σύστημα που είναι σε θέση να χρησιμοποιεί ασαφή συλλογιστική σε συνδυασμό με την ικανότητα αναγνώρισης προτύπων νευρωνικών δικτύων που αναφέρονται στην πρόβλεψη των χρηματαγορών και στην εκτέλεση συναλλαγών. Η καινοτομία της προσέγγισης έγκειται στην εφαρμογή της στον τομέα των συναλλαγών υψηλής συχνότητας.. Έτσι δημιούργησε έναν ειδικό σύστημα συναλλαγών το οποίο ξεπερνά τους φυσικούς περιορισμούς των ανθρωπίνων εμπειρογνομόνων και των διαπραγματευτών(traders) στη λήψη πολλών αποφάσεων σε εξαιρετικά σύντομα χρονικά διαστήματα . Αυτό σημαίνει ότι το σύστημα μπορεί να εκτελέσει τις προβλέψεις και τις αποφάσεις των συναλλαγών σε πολύ υψηλή συχνότητα χρησιμοποιώντας ενδοσυνεδριακά δεδομένα(intra-day).

Στις 10 Μαρτίου 2014 η Virtu Financial, με έδρα τη Νέα Υόρκη, υπέβαλε στις αμερικανικές αρχές αίτημα εισαγωγής της στον Nasdaq. Στο πλαίσιο των στοιχείων που οφείλει να δημοσιεύσει, προκειμένου να εξεταστεί το αίτημά της, δημοσίευσε στοιχεία για τα οικονομικά μεγέθη και τις δραστηριότητές της, μεταξύ των οποίων αναφέρει ότι για διάστημα πέντε ετών, οι συναλλαγές της ήταν κάθε μέρα -εκτός από μία- κερδοφόρες [05].

Η Virtu δεν απασχολεί κανέναν «γκουρού» των αγορών. Πρόκειται για μία εταιρεία από αυτές που στο εξωτερικό αποκαλούνται **Automated Market Makers**. Εταιρείες, δηλαδή, που ουσιαστικά λειτουργούν ως ειδικοί διαπραγματευτές που προκειμένου να διευκολύνουν τις συναλλαγές μιας αξίας, αναλαμβάνουν το ρίσκο διακράτησης συγκεκριμένου αριθμού τεμαχίων. Στην αγορά του Nasdaq, όπου λειτουργούν εκατοντάδες τέτοιες εταιρείες, ανταγωνίζονται μεταξύ τους για να αποσπάσουν τη μεγαλύτερη δυνατή ροή εντολών, παρουσιάζοντας τιμές αγοράς και πώλησης για εγγυημένο αριθμό τεμαχίων. Μόλις ληφθεί μια εντολή, ο ειδικός διαπραγματευτής πουλάει αμέσως από τις μετοχές που έχει την κατοχή του ή αναζητά μια αντισταθμιστική εντολή [05].

Η διαδικασία κάποτε κρατούσε μερικά δευτερόλεπτα, όμως τώρα πια δίνεται πραγματική «μάχη» προκειμένου να ολοκληρώνεται σε λίγα κλάσματα του δευτερολέπτου. Και για να γίνει αυτό εφικτό, οι συναλλαγές γίνονται αυτοματοποιημένα, με τη χρήση ειδικών αλγόριθμων -που όχι μόνο παρακολουθούν αλλά και προβλέπουν την πορεία της αγοράς- και εξελεγμένου τεχνολογικού εξοπλισμού [05].

Είναι τέτοιος ο βαθμός αυτοματοποίησης, που πλέον πολύ μεγάλο μέρος των συναλλαγών στις ΗΠΑ, το 50% περίπου, γίνεται αυτοματοποιημένα. Φυσικά δεν πρόκειται μόνο για συναλλαγές σε μετοχές. Στον «αυτόματο πιλότο» έχουν μπει σχεδόν τα πάντα, από συναλλαγές στην αγορά συναλλάγματος και σε futures εμπορευμάτων, όπως το πετρέλαιο, μέχρι συναλλαγές σε κρατικά ομόλογα [05].

Με δεδομένους τους τεράστιους όγκους και την τεράστια αξία αυτών των συναλλαγών, είναι προφανές ότι μερικά κλάσματα του δευτερολέπτου μπορούν να κάνουν διαφορά εκατοντάδων χιλιάδων δολαρίων σε κέρδη ή σε αποφυγή ζημιών [05].

2.6 Η αγορά νομισμάτων (FOREX) ως πεδίο αναφοράς.

Η αγορά νομισμάτων είναι η μεγαλύτερη αγορά στον κόσμο με πάνω από 1.8 τρις δολάρια να αλλάζουν χέρια καθημερινά, αποτελώντας έτσι μια από τις πιο ελκυστικές αγορές [01].

Αποτελεί μια συνεχή αγορά στην οποία πραγματοποιούνται συναλλαγές των νομισμάτων διαφόρων χωρών, συνήθως μέσω χρηματομεσιτών (brokers). Ξένα νομίσματα συνεχώς και ταυτοχρόνως αγοράζονται και πωλούνται στις τοπικές και διεθνείς αγορές. Η αξία της επένδυσης του εκάστοτε συναλλασσόμενου αυξάνεται ή μειώνεται ανάλογα με τις διακυμάνσεις των

συναλλαγματικών ισοτιμιών. Οι συνθήκες της αγοράς νομισμάτων είναι εξαιρετικά ευμετάβλητες επηρεαζόμενες, σε πραγματικό χρόνο, από τα γεγονότα που συμβαίνουν στον κόσμο.

Ο κυριότερος λόγος που η αγορά των νομισμάτων είναι τόσο δημοφιλής έγκειται στη δυνατότητα βραχυπρόθεσμων συναλλαγών οι οποίες πραγματοποιούνται επί εικοσιτετράωρης βάσης για πέντε ημέρες την εβδομάδα

Οι συναλλαγές αυτές έχουν χαρακτηριστικά που δύσκολα κανείς μπορεί να συναντήσει σε άλλες αγορές:

- Αγορά με το μεγαλύτερο βάθος, που διευκολύνει τις συναλλαγές στα περισσότερα νομίσματα.
- Ευμετάβλητες αξίες που προσφέρουν μεγάλες δυνατότητες κέρδους.
- Δυνατότητα κέρδους σε ανοδικές ή πτωτικές ημέρες.
- Μόχλευση με χαμηλές απαιτήσεις περιθωρίου (margin).
- Πολλές δυνατότητες για συναλλαγές χωρίς προμήθεια.
- Πληθώρα εργαλείων και πλατφορμών συναλλαγών.

Η αγορά νομισμάτων επιτρέπει την αγορά και πώληση νομισμάτων μεταξύ τους και την κερδοσκοπία με τις διαφορές στις συναλλαγματικές ισοτιμίες. Οι συναλλαγές στην αγορά νομισμάτων είναι πανομοιότυπες με των άλλων αγορών (μετοχές, εμπορεύματα κ.ο.κ), επομένως είναι σαφείς για τους περισσότερους διαπραγματευτές.

Όλα τα παραπάνω καθιστούν την αγορά νομισμάτων ιδανικό πεδίο αναφοράς για τον πειραματισμό ενός ολοκληρωμένου συστήματος αλγοριθμικών συναλλαγών υψηλής συχνότητας όπως αυτό που προσεγγίζουμε με την παρούσα μεταπτυχιακή διατριβή.

2.7 Υφή Αναφοράς της Μεταπτυχιακής Διατριβής.

Στην αγορά νομισμάτων (forex) οι διαπραγματευτές(traders) χρησιμοποιούν εργαλεία τεχνικής ανάλυσης προκειμένου να προβλέψουν την μεταβολή των συναλλαγματικών ισοτιμιών..

Εκτός όμως των «φυσικών προσώπων» ο μεγαλύτερος τζίρος επιτυγχάνεται μέσω αυτοματοποιημένων συστημάτων-μηχανών τα οποία ακολουθώντας μοντέλα πρόβλεψης αγοράζουν και πωλούν τεράστια ποσά. Τα αυτοματοποιημένα συστήματα ακολουθώντας το μοντέλο της «χιονοστιβάδας» συμπαρασύρουν το ένα το άλλο με αποτέλεσμα να ενισχύονται οι τάσεις ανόδου ή καθόδου. Σε πιο ρηχές αγορές είναι δυνατόν να δημιουργήσουν σημαντικές στρεβλώσεις. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί η ενδοσυνεδριακή κατακρήμνιση του δείκτη Dow Jones του χρηματιστηρίου της Νέας Υόρκης ων ΗΠΑ στις 6 Μαΐου 2009, κατά 8,5%, η οποία οφειλόταν στο φαινόμενο της «χιονοστιβάδας» που ξεκίνησε από το λάθος ενός υπαλλήλου της αμερικανικής τράπεζας Citigroup, ο οποίος μπέρδευσε σε μια εντολή πώλησης τα "εκατομμύρια" με τα "δισεκατομμύρια".

Οι μέθοδοι τεχνικής ανάλυσης που χρησιμοποιούνται δίδουν άλλες φορές εύστοχες και άλλες φορές άστοχες προβλέψεις. Η αστοχία είναι μεγαλύτερη όσο βραχύτερο είναι το υπό μελέτη διάστημα(βραχυπρόθεσμη πρόβλεψη). Οι αστοχίες της τεχνικής ανάλυσης οφείλονται στις μεταβολές των θεμελιωδών μεγεθών και της ψυχολογίας της αγοράς. Ειδικότερα στις βραχυπρόθεσμες προβλέψεις η ψυχολογία «παίζει» τόσο μεγάλο ρόλο που η διαπραγμάτευση αποκλειστικά με τη χρήση μεθόδων τεχνικής ανάλυσης εγκυμονεί μεγάλους κινδύνους απώλειας κεφαλαίου [11].

Από την άλλη τα τελευταία χρόνια έχουν αναπτυχθεί συστήματα πρόβλεψης τιμών τα οποία στηρίζονται στην τεχνητή νοημοσύνη (ΤΝΔ, Γενετικοί αλγόριθμοι, fuzzy logic, αυτόνομοι πράκτορες κ.ο.κ). Τα περισσότερα από αυτά έχουν ως πυρήνα την εκπαίδευση με τη χρήση ιστορικών τιμών με στόχο την πρόβλεψη των μελλοντικών τιμών. Μια άλλη κατηγορία χρησιμοποιεί ως εισόδους τιμές δεικτών τεχνικής ανάλυσης και εξαγάγουν συνδυασμένη πρόβλεψη τιμών. Άλλα χρησιμοποιούν τεχνικές εξόρυξης δεδομένων (Clustering) με τη μορφή νέφους κ.ο.κ

Μεταξύ αυτών η έρευνα των Ζαφειρίου και Καλλέ [08] στην οποία προσεγγίζεται η βραχυπρόθεσμη πρόβλεψη της αγοράς νομισμάτων με τον σχεδιασμό και υλοποίηση ενός ΤΝΔ το οποίο έχει ως είσοδο ένα οικονομετρικό μοντέλο (τεχνικούς δείκτες). Ουσιαστικά το ΤΝΔ

«διορθώνει» το οικονομετρικό μοντέλο με αποτέλεσμα να συνδυάζονται τα πλεονεκτήματα των μη συμβατικών μεθόδων περιορίζοντας την ανεπάρκεια αυτών όσον αφορά την αιτιακή μοντελοποίηση και τον έλεγχο των υποθέσεων. Αξίζει να σημειωθεί ότι δεν εκπαιδεύεται το ΤΝΔ με ένα σύνολο δεδομένων και στη συνέχεια εξετάζεται η εκπαίδευσή του με ένα άλλο σύνολο δεδομένων. Το ΤΝΔ εκπαιδεύεται και εξαγάγει την πρόβλεψή του τιμή-τιμή. Δηλαδή πρόκειται για μια «έξυπνη» μηχανή πρόβλεψης, βραχυπρόθεσμης διαπραγμάτευσης (trading) σε πραγματικό χρόνο, η οποία αυτοδιορθώνεται συνεχώς (ανά λεπτό) για όλη τη διάρκεια της λειτουργίας(ζωής) της.

Στην παρούσα μεταπτυχιακή διατριβή αναλύουμε, σχεδιάζουμε και υλοποιούμε ένα σύστημα αλγοριθμικών συναλλαγών[03] υψηλής συχνότητας το οποίο περιλαμβάνει όλα τα στάδια της διαδικασίας της διαπραγμάτευσης όπως αυτά περιγράφονται από τους Nuti, G. et al [36]. Δηλαδή περιλαμβάνει την **Ανάλυση Δεδομένων Διαπραγμάτευσης (pretrade)**, την **Παραγωγή του Σήματος Συναλλαγών (πρόβλεψη τάσης)** και την **Εκτέλεση των συναλλαγών**.

Στο στάδιο της ανάλυσης πραγματοποιείται η εξόρυξη των δεδομένων [40] της ιστορίας και επιλέγονται τα δεδομένα που χρησιμοποιούνται στα επόμενα στάδια.

Στο στάδιο της πρόβλεψης της τάσης σχεδιάστηκαν και υλοποιήθηκαν μια σειρά από προσομοιωτές τεχνικών δεικτών [06] οι οποίοι αποδίδουν το σήμα πρόβλεψης της τάσης. Εκτός αυτών σήμα πρόβλεψης της τάσης αποδίδει και ένα ΤΝΔ στα πλαίσια της αρχιτεκτονικής των Ζαφειρίου και Καλλέ [08] με κατάλληλες σχεδιαστικές αλλαγές στην αρχιτεκτονική και την παραμετροποίηση ώστε να συνάδει με το υψηλής συχνότητας (δευτερολέπτου) αλγοριθμικό trading που επιχειρείται.

Στο στάδιο της εκτέλεσης των συναλλαγών σχεδιάστηκαν και υλοποιήθηκαν μια σειρά από παραμετροποιήσιμες μηχανές αυτοματοποιημένων συναλλαγών υψηλής συχνότητας, οι οποίες δέχονται ως εισόδους τα σήματα πρόβλεψης που παράγονται στο προηγούμενο στάδιο και εκτελούν εικονικές συναλλαγές σε πραγματικό χρόνο.

Στη συνέχεια πραγματοποιείται συγκριτική ανάλυση των αποτελεσμάτων τόσο των μηχανών αυτοματοποιημένων συναλλαγών μεταξύ τους όσο και της κάθε μηχανής ξεχωριστά για τις διαφορετικές πηγές πρόβλεψης της τάσης(τους διαφορετικούς τεχνικούς δείκτες και το ΤΝΔ).

Τέλος εξάγονται χρήσιμα συνδυαστικά συμπεράσματα τόσο ως προς την καταλληλότητα των διαφόρων παραμετροποιήσεων των μηχανών αυτοματοποιημένων συναλλαγών ανάλογα με την πηγή πρόβλεψης της τάσης, όσο και ως προς την καταλληλότητα της τροποποιημένης αρχιτεκτονικής πρόβλεψης των Ζαφειρίου και Καλλέ [08] σε υψηλής συχνότητας αλγοριθμικό trading.

Κεφάλαιο 3

Σχεδιασμός-Αρχιτεκτονική

Σε αυτό το κεφάλαιο θα προσεγγίσουμε το σχεδιασμό όλων των σταδίων του συστήματος αλγοριθμικών συναλλαγών[03] υψηλής συχνότητας στο οποίο αναφέρεται η παρούσα μεταπτυχιακή διατριβή. Συγκεκριμένα θα προσεγγίσουμε τον σχεδιασμό της Ανάλυσης των Δεδομένων Διαπραγμάτευσης (pretrade), τον σχεδιασμό της Παραγωγής του Σήματος Συναλλαγών (πρόβλεψη τάσης) και τον σχεδιασμό του σταδίου της Εκτέλεσης των Συναλλαγών.

3.1 Σχεδιασμός της Ανάλυσης των Δεδομένων Διαπραγμάτευσης

Αυτό το στάδιο περιλαμβάνει την επιλογή της κατάλληλης ισοτιμίας πειραματισμού, την επιλογή της πηγής των δεδομένων πειραματισμού, τον σχεδιασμό της εξόρυξης των δεδομένων και την γραμμογράφηση των αρχείων εισαγωγής αυτών.

3.1.1 Επιλογή κατάλληλης Ισοτιμίας.

Η ισοτιμία που επιλέγεται για την εφαρμογή του συστήματος είναι η ισοτιμία EUR/USD.

Η επιλογή βασίστηκε στους παρακάτω λόγους:

1. Η αγορά της ισοτιμίας EUR/USD είναι η μεγαλύτερη σε τζίρο αγορά συναλλάγματος του πλανήτη αφού το δολάριο και το ευρώ αποτελούν τα δύο βασικότερα νομίσματα παγκοσμίως.
2. Το μεγάλο βάθος της αγοράς συναλλάγματος της ισοτιμίας αυτής δεν επιτρέπει την χειραγώγηση των τιμών από ομάδες κερδοσκόπων (lobbies) που αλλοιώνουν την πραγματική εικόνα της αγοράς.

3.1.2 Πηγή δεδομένων Πειραματισμού.

Ως πηγή των δεδομένων πειραματισμού επιλέχτηκε η Truefx [41] η οποία αποτελεί διακομιστή δεδομένων συναλλαγματικών ισοτιμιών του leader του κλάδου, την Αμερικάνικη Integral [42]. Οι μεγαλύτεροι πάροχοι υπηρεσιών institutional forex στον κόσμο χρησιμοποιούν τις τιμές που δίδει η Integral (<http://www.truefx.com/?page=partners>). Επομένως από τη μια η αξιοπιστία των δεδομένων είναι η μέγιστη δυνατή και από την άλλη η εμπορική πιθανή χρήση της εφαρμογής καθίσταται πιο εύκολη.

Η Truefx δίδει την δυνατότητα σε real time εξόρυξη δεδομένων (tick to tick [43]) μέσω κατάλληλου διαδικτυακού Api [44] αλλά και σε άντληση ιστορικών δεδομένων (raw data) μέσω αρχείων τύπου .csv (comma separated value) που μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε ασκήσεις προσομοίωσης και πειραματισμού.

Αξίζει να σημειωθεί ότι η integral αποδίδει την ισοτιμία με πέντε δεκαδικά και όχι με τέσσερα δεκαδικά ψηφία δίνοντας την δυνατότητα να επωφεληθούμε τις μικρότερες δυνατών διαφοροποιήσεις οι οποίες συνάδουν με το αλγοριθμικό trading υψηλής συχνότητας που επιχειρούμε.

3.1.3 Εξόρυξη των δεδομένων και γραμμογράφηση αρχείων εισαγωγής.

Για τις ανάγκες της παρούσας μεταπτυχιακής διατριβής χρησιμοποιήθηκαν τα ιστορικά δεδομένα tick to tick [43], της ισοτιμίας ευρώ/δολαρίου του Μαρτίου του 2014 [45] όπως αντλήθηκαν από την Truefx (Παράρτημα Β, αρχείο: EURUSD-2014-03.csv).

Τα δεδομένα του .csv οδηγούνται σε βάση δεδομένων της Microsoft Access 2013 [46] προς επεξεργασία. Συγκεκριμένα:

1. Ο αρχικός μηνιαίος πίνακας δεδομένων χωρίζεται μέσω αυτοματοποιημένης διαδικασίας σε επιμέρους πίνακες ημερήσιων δεδομένων.
2. Προκειμένου να προσομοιάσουμε περισσότερο την «σε πραγματικό χρόνο» εξόρυξη* και να αποφύγουμε την στρέβλωση που πραγματοποιείται όταν για την ίδια χρονική στιγμή επαναλαμβάνονται περισσότερα του ενός ζευγάρια δεδομένων τιμών αγοράς και πώλησης ή για διαδοχικές χρονικές στιγμές εμφανίζονται ακριβώς ταυτόσημες τιμές τόσο αγοράς όσο και πώλησης υλοποιήθηκε ο ακόλουθος αλγόριθμος επιλογής δεδομένων:

Για (i=1 έως N-1)

Εάν (Time(i)=Time(i+1))

Απέρριψε τα δεδομένα του i+1

Τέλος Εάν

Εάν (Time(i)<Time(i+1))

Εάν (Price_Buy(i)= Price_Buy(i+1) και Price_Sell(i)= Price_Sell(i+1))

Απέρριψε τα δεδομένα του i+1

Τέλος Εάν

Τέλος Εάν

Τέλος Για

** σε πραγματικό χρόνο λαμβάνουμε δεδομένα μόνο όταν κάποια από τις τιμές αγοράς ή πώλησης της ισοτιμίας μεταβάλλεται και όχι σειριακές τιμές για κάθε χρονική στιγμή όπως συμβαίνει στα raw data που λαμβάνουμε ως ιστορικά δεδομένα*

3. Εξάγονται αυτοματοποιημένα σε διαφορετικούς φακέλους ημερήσια .csv αρχεία με την ονομασία data_EURUSD.csv τα οποία φέρουν την γραμμογράφηση που φαίνεται στην εικόνα 3.1 και έχουν ως στήλες την ημερομηνία (στήλη date), την ώρα (στήλη time), την τιμή αγοράς (στήλη price) και την τιμή πώλησης (στήλη prices).

data_EURUSD.csv - Σημειωματάριο				
Αρχείο Επεξεργασία Μορφή Προβολή Βοήθεια				
DATE; TIME; PRICE; PRICES				
20140303;00:00:00;1.37739;1.37746				
20140303;00:00:01;1.37741;1.37748				
20140303;00:00:02;1.37745;1.3775				
20140303;00:00:03;1.37749;1.37752				
20140303;00:00:06;1.37749;1.37757				
20140303;00:00:07;1.37749;1.37757				
20140303;00:00:08;1.37746;1.37755				
20140303;00:00:09;1.37745;1.37754				
20140303;00:00:10;1.37746;1.37754				
20140303;00:00:14;1.37745;1.37752				
20140303;00:00:15;1.37746;1.37753				
20140303;00:00:23;1.37747;1.37753				
20140303;00:00:24;1.37753;1.37755				
20140303;00:00:26;1.37752;1.37755				
20140303;00:00:27;1.37752;1.3776				
20140303;00:00:28;1.37752;1.37758				
20140303;00:00:29;1.37751;1.37758				
20140303;00:00:30;1.37751;1.37755				
20140303;00:00:32;1.37749;1.37752				
20140303;00:00:33;1.37748;1.37748				
20140303;00:00:36;1.37747;1.37748				
20140303;00:00:39;1.37746;1.3775				
20140303;00:00:40;1.37746;1.3775				
20140303;00:00:44;1.37747;1.3775				

Εικόνα 3.1: Γραμμογράφηση αρχείου εισόδου δεδομένων πειραματισμού.

3.2 Σχεδιασμός της Παραγωγής του Σήματος Συναλλαγών (πρόβλεψη τάσης)

Τα δεδομένα πειραματισμού εισάγονται σειριακά μέσω των αρχείων εισόδου, όπως αυτά περιεγράφηκαν στην προηγούμενη παράγραφο, και οδηγούνται στο υποσύστημα της πρόβλεψης της τάσης που αποτελείται από επτά τεχνικούς δείκτες και το ΤΝΔ.

Οι προσομοιωτές των παραπάνω τεχνικών δεικτών παράγουν προβλέψεις τάσεων οι οποίες προωθούνται ως είσοδοι στο ΤΝΔ.

Στο σύστημα αυτοματοποιημένων συναλλαγών προωθούνται τόσο η πρόβλεψη τάσης του συστήματος του ΤΝΔ όσο και οι προβλέψεις τάσεων των επιμέρους τεχνικών δεικτών.

3.2.1 Αρχιτεκτονική Συστήματος Πρόβλεψης ΤΝΔ

Η αρχιτεκτονική πρόβλεψης του ΤΝΔ βασίζεται όπως έχει προαναφερθεί στο 2^ο κεφάλαιο στην έρευνα των Ζαφειρίου και Καλλέ [08] τροποποιημένη με τέτοιο τρόπο ώστε να προσαρμόζεται σε υψηλής συχνότητας (tick to tick) αλγοριθμικές συναλλαγές που επιχειρούμε να προσεγγίσουμε στην παρούσα μεταπτυχιακή διατριβή.

Αναλυτικά (Οι αριθμοί των αγκύλων αναφέρονται στην εικόνα 3.1):

Το σύστημα δέχεται ως εισόδους την ισοτιμία, την ώρα και την ημερομηνία{1}. Εδώ πρέπει να σημειώσουμε ότι στα δεδομένα που εισάγονται στην εφαρμογή υφίστανται δύο τιμές ισοτιμίας (η τιμή αγοράς και η τιμή πώλησης) με ακρίβεια 5 δεκαδικών ψηφίων και συχνότητα tick to tick και όχι με ακρίβεια τεσσάρων δεκαδικών ψηφίων και συχνότητα λεπτού όπως στην έρευνα των Ζαφειρίου και Καλλέ [08].

Για τις ανάγκες της πρόβλεψης χρησιμοποιείται μόνο η τιμή αγοράς η οποία αποτελεί και την τιμή βάσης. Η τιμή πώλησης στις συναλλαγματικές ισοτιμίες διαμορφώνεται βάσει του μεταβλητού με το χρόνο «ανοίγματος» (spread, παράγραφος 2.1.2) και χρησιμοποιείται (μαζί με την τιμή αγοράς) στο στάδιο των αυτοματοποιημένων συναλλαγών (παράγραφος 3.3.1).

Τα δεδομένα αποθηκεύονται σε κατάλληλη δομή δεδομένων{2} και μέσω αυτής αποστέλλονται{3} στους προσομοιωτών τεχνικών δεικτών{4}.

Η έξοδος του κάθε προσομοιωτή τεχνικού δείκτη είναι μια τιμή από το σύνολο τιμών του πίνακα 3.2.

Οι έξοδοι των προσομοιωτών τεχνικών δεικτών{5} οδηγούνται στους νευρώνες εισόδου{6} του ΤΝΔ. Ο αριθμός εισόδων του είναι ίσος με τους γεννήτορες τάσεων.

Οι νευρώνες εισόδου αποστέλλουν την πληροφορία στους νευρώνες{7} του κρυφού επιπέδου. Κάθε νευρώνας εισόδου συνδέεται με κάθε έναν από τους νευρώνες του κρυφού επιπέδου.

Οι έξοδοι των νευρώνων του κρυφού επιπέδου οδηγούνται ως είσοδοι στον νευρώνα εξόδου{7}. Η συνάρτηση εξόδου των κρυφών νευρώνων είναι tanh-σιγμοειδής, προκειμένου η έξοδός τους να διατηρείται στο εύρος [-2,+2], η οποία συνάδει καλύτερα με τη μοντελοποίηση σημάτων

αγοράς ή πώλησης όπως έχουν οριστεί από το σύνολο τιμών της τάσης του συστήματος (Πίνακας 3.2).

ΤΙΜΗ ΠΡΟΒΛΕΨΗΣ ΤΑΣΗΣ	ΑΝΤΙΣΤΟΙΧΗ ΤΑΣΗ
+2	Έντονα Ανοδική
+1.5	Αρκετά Ανοδική
+1	Ανοδική
+0.5	Ουδέτερη με ανοδική χροιά
0	Ουδέτερη
-0.5	Ουδέτερη με πτωτική χροιά
-1	Πτωτική
-1.5	Αρκετά Πτωτική
-2	Έντονα Πτωτική

Πίνακας 3.2: Αντιστοιχία αριθμητικών τιμών και τάσης

Η συνάρτηση εξόδου του νευρώνα εξόδου είναι γραμμική. Ο αριθμός των νευρώνων του κρυφού επιπέδου ορίζονται εξ' αρχής στο διπλάσιο των νευρώνων εισόδου αλλά δύναται ο χρήστης του συστήματος να αλλάξει τον αριθμό τους προκειμένου να πειραματιστεί.

Η έξοδος{9} του νευρώνα εξόδου, καθώς και τα δεδομένα {10} από την δομή δεδομένων, οδηγούνται στον τελικό κόμβο{11}. Στον τελικό κόμβο το σύστημα αρχικοποιεί την τιμή πρόβλεψης της τάσης σε κατηγορίες εντός του συνόλου τιμών του πίνακα 3.2 και την εξάγει{13}, αποδίδοντάς την στις μηχανές αυτοματοποιημένων συναλλαγών.

Η έξοδος του τελικού κόμβου{13} συγκρίνεται με την πραγματική τάση {15} και αν υπάρχει διαφορά εφαρμόζεται ο αλγόριθμος πίσω διάδοσης του λάθους για εποχές και ρυθμό μάθησης που ορίζονται στο ΤΝΔ.

Βάσει της εργασίας των Ζαφειρίου και Καλέ [08] η «πραγματική» τάση προκύπτει από τον αλγόριθμο πραγματικής τάσης {15} στον οποίο εισάγονται η ισοτιμία της στιγμής t και της στιγμής $t+1$ και εξάγεται η κατηγορία της τάσης (Πίνακας 3.3). Ο αλγόριθμος πραγματικής τάσης δεν μας δίνει την πραγματική τάση αλλά μια ένδειξη αυτής, αφού η πραγματική βραχυπρόθεσμη τάση διαπιστώνεται(επιβεβαιώνεται) σε μεσοπρόθεσμο επίπεδο και δεν μπορεί να χρησιμεύσει άμεσα (λόγω ετεροχρονισμού) στην διόρθωση της βραχυπρόθεσμης πρόβλεψης.

Η λογική αυτή στηρίζεται στην παραδοχή ότι η πραγματική τάση (δηλαδή η έξοδος που έπρεπε να είχε το ΤΝΔ) μπορεί να παραχθεί την αμέσως επόμενη τιμή «κλεισίματος», συγκρίνοντας τα δεδομένα της στιγμής αυτής με το παρελθόν.

ΣΥΝΘΗΚΕΣ	ActTrend	Χαρακτηρισμός
$\text{Price}(t+1) > \text{Price}(t) > \text{Price}(t-1) > \text{Price}(t-2) > \text{Price}(t-3)$	+2	Έντονα Ανοδική
$\text{Price}(t+1) < \text{Price}(t) < \text{Price}(t-1) < \text{Price}(t-2) < \text{Price}(t-3)$	-2	Έντονα Πτωτική
$\text{Price}(t+1) > \text{Price}(t) > \text{Price}(t-1)$	+1,5	Αρκετά Ανοδική
$\text{Price}(t+1) < \text{Price}(t) < \text{Price}(t-1)$	-1,5	Αρκετά Πτωτική
$\text{Price}(t+1) > \text{Price}(t) \ \& \ \text{Price}(t+1) > \text{Price}(t-1)$	+1	Ανοδική
$\text{Price}(t+1) < \text{Price}(t) \ \& \ \text{Price}(t+1) < \text{Price}(t-1)$	-1	Πτωτική
$\text{Price}(t+1) > \text{Price}(t)$	+0,5	Ουδέτερη με ανοδική χροιά
$\text{Price}(t+1) < \text{Price}(t)$	-0,5	Ουδέτερη με πτωτική χροιά
Σε κάθε άλλη περίπτωση	0	Ουδέτερη

Πίνακας 3.3: Συνθήκες σήματος εξόδου (ActTrend) της πραγματικής τάσης (Ο πίνακας διαβάζεται σειριακά από πάνω προς τα κάτω) βάσει των Ζαφειρίου και Καλλέ[08].

Η λογική του πίνακα 3.3 φαίνεται να λειτουργεί για δεδομένα συχνότητας της τάξεως του ενός λεπτού, αλλά για υψηλής συχνότητας tick to tick αλγοριθμικές συναλλαγές η αμέσως επόμενη τιμή είναι «τόσο κοντά» χρονικά που δεν μπορεί να αποτελέσει ένδειξη τάσης. Ως εκ τούτου υλοποιήθηκε ένας αλγόριθμος (Πίνακας 3.4) για την παραγωγή της «πραγματικής» τάσης που προσομοιάζει περισσότερο με την λογική της παραπάνω παραδοχής όσον αφορά τον χρονικό ορίζοντα(του λεπτού) και πολύ λιγότερο με τις αλγοριθμικές συνθήκες που περιγράφονται στον πίνακα 3.3.

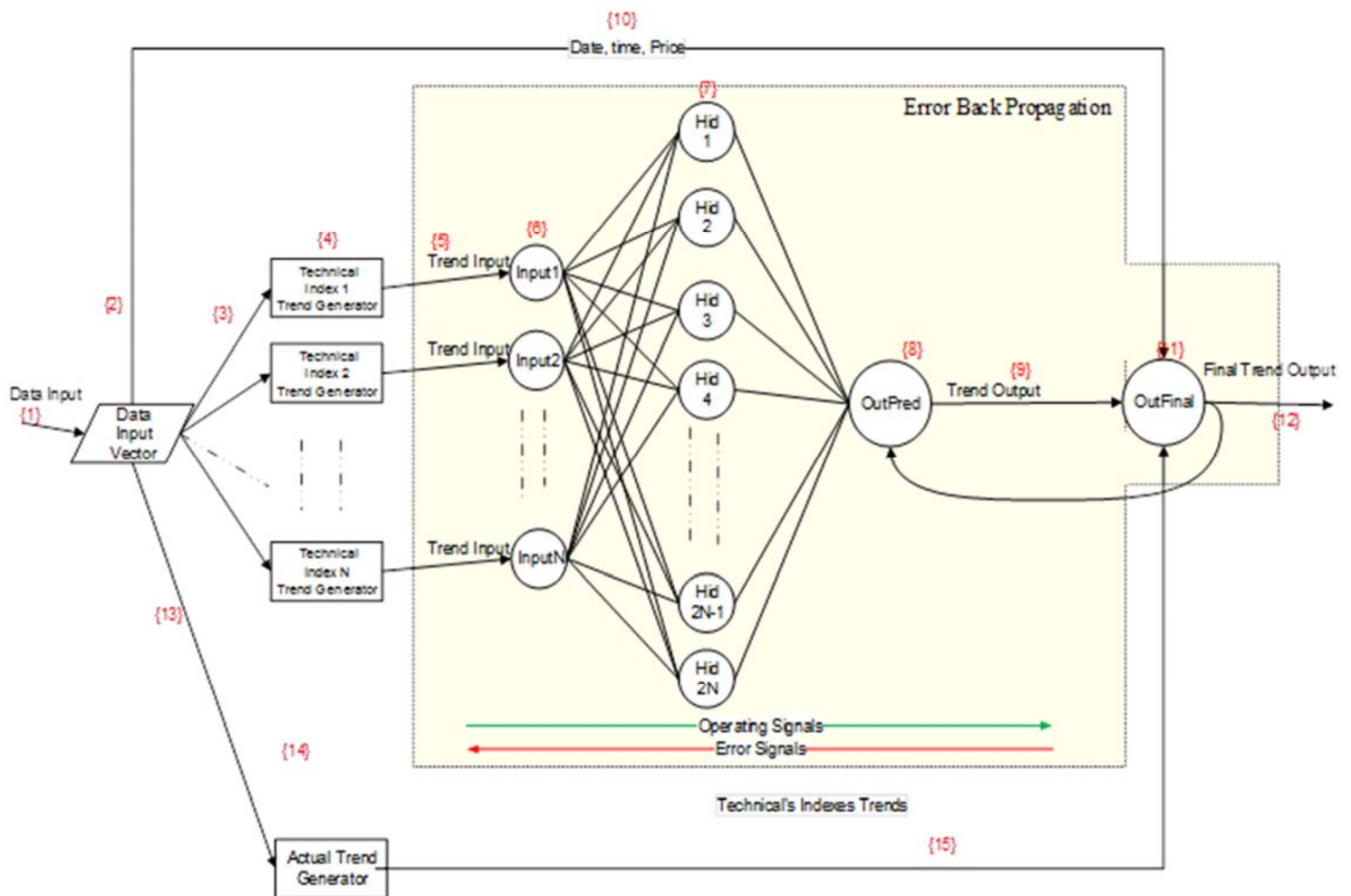
Προκειμένου λοιπόν να προσδιοριστεί η «πραγματική» τάση χρησιμοποιήθηκαν 4 βοηθητικοί εξαιρετικά βραχυπρόθεσμοι κινητοί μέσοι όροι των 10, 60, 120 και 180 τιμών που μπορούμε να κάνουμε την παραδοχή ότι προσομοιώνουν χρονικά τις τιμές $\text{price}(t)$, $\text{price}(t-1)$, $\text{price}(t-2)$, $\text{price}(t-3)$ του συστήματος των Ζαφειρίου και Καλλέ [08], το οποίο δεχόταν ως δεδομένα τα κλεισίματα λεπτού. Η παραδοχή αυτή δεν είναι αυθαίρετη:

Ο κινητός όρος των 10 τιμών ενός συστήματος υψηλής συχνότητας tick to tick προσομοιώνει την τιμή $price(t)$ ενός συστήματος συχνότητας λεπτού αφού η επιλογή ενός και μόνο tick δεν αποτελεί καλή επιλογή λόγω της μικροαστάθειας που εμφανίζουν τέτοια δεδομένα[43].

Οι κινητοί μέσοι όροι των **60, 120 και 180** τιμών ενός συστήματος υψηλής συχνότητας tick to tick προσομοιώνουν τις τιμές $price(t-1)$, $price(t-2)$, $price(t-3)$ ενός συστήματος συχνότητας λεπτού αφού η $price(t-1)$ αντιστοιχεί στην τιμή κλεισίματος 1 λεπτό (**60** δευτερόλεπτα) πριν, η $price(t-2)$ στην τιμή κλεισίματος 2 λεπτά (**120** δευτερόλεπτα) πριν και η $price(t-3)$ στην τιμή κλεισίματος 3 λεπτά (**180** δευτερόλεπτα) πριν.

ΣΥΝΘΗΚΕΣ	ActTrend	Χαρακτηρισμός
$Price(t+1) > KMO_{10}(t) > KMO_{60}(t) > KMO_{120}(t) > KMO_{180}(t)$	+2	Έντονα Ανοδική
$Price(t+1) < KMO_{10}(t) < KMO_{60}(t) < KMO_{120}(t) < KMO_{180}(t)$	-2	Έντονα Πτωτική
$Price(t+1) > KMO_{10}(t) > KMO_{60}(t) > KMO_{120}(t)$	+1,5	Αρκετά Ανοδική
$Price(t+1) < KMO_{10}(t) < KMO_{60}(t) < KMO_{120}(t)$	-1,5	Αρκετά Πτωτική
$Price(t+1) > KMO_{10}(t) > KMO_{60}(t)$	+1	Ανοδική
$Price(t+1) < KMO_{10}(t) < KMO_{60}(t)$	-1	Πτωτική
$Price(t+1) > KMO_{10}(t)$	+0,5	Ουδέτερη με ανοδική χροιά
$Price(t+1) < KMO_{10}(t)$	-0,5	Ουδέτερη με πτωτική χροιά
Σε κάθε άλλη περίπτωση	0	Ουδέτερη
Όπου: KMO ₁₀ , KMO ₆₀ , KMO ₁₂₀ , KMO ₁₈₀ : Αριθμητικοί Κινητοί Μέσοι Όροι των τελευταίων 10, 60, 120 και 180 τιμών αντίστοιχα		

Πίνακας 3.4: Συνθήκες σήματος εξόδου (ActTrend) της πραγματικής τάσης του συστήματος του ΤΝΔ (ο πίνακας διαβάζεται σειριακά από πάνω προς τα κάτω) η οποία συνάδει με αλγοριθμικό trading υψηλής συχνότητας.



Εικόνα 3.1: Το Σύστημα πρόβλεψης του ΤΝΔ.

3.2.2 Προσομοιωτές Δεικτών Τεχνικής Ανάλυσης

Οι τεχνικοί δείκτες που επιλέχτηκαν και συνάδουν με την βραχυπρόθεσμη πρόβλεψη [12-17] είναι οι αριθμητικοί κινητοί μέσοι όροι (ΚΜΟ) των 900, 1800 και 3600 τιμών, οι ταλαντωτές RSI, CCI, Williams των 600 τιμών και ο ταλαντωτής Price Oscillator (ΚΜΟ-900, ΚΜΟ-1800, ΚΜΟ-3600).

Προσομοιωτές Κινητών Μέσων Όρων

Για την προσομοίωση της πρόβλεψης των τριών Αριθμητικών Κινητών μέσων όρων όπως αυτοί περιγράφονται στην παράγραφο 2.2.2 σχεδιάστηκαν και υλοποιήθηκαν αλγόριθμοι οι συνθήκες των οποίων περιγράφονται στον πίνακα 3.5

Πρόβλεψη Τάσης	ΣΥΝΘΗΚΕΣ
+2	$KMO_M(t) < KMO_μ(t) \ \&\&$ $(KMO_μ(t) - KMO_M(t)) > (KMO_μ(t-1) - KMO_M(t-1)) \ \&\&$ $KMO_M(t) \geq KMO_μ(t-2) \ \&\&$ $(KMO_μ(t-1) - KMO_M(t-1)) > (KMO_μ(t-2) - KMO_M(t-2))$
-2	$KMO_M(t) > KMO_μ(t) \ \&\&$ $(KMO_M(t) - KMO_μ(t)) > (KMO_M(t-1) - KMO_μ(t-1)) \ \&\&$ $KMO_M(t) \leq KMO_μ(t-2) \ \&\&$ $(KMO_M(t-1) - KMO_μ(t-1)) > (KMO_M(t-2) - KMO_μ(t-2))$
+1,5	$KMO_M(t) < KMO_β(t) \ \&\&$ $(KMO_β(t) - KMO_M(t)) > (KMO_β(t-1) - KMO_M(t-1)) \ \&\&$ $KMO_M(t) \geq KMO_β(t-2) \ \&\&$ $(KMO_β(t-1) - KMO_M(t-1)) > (KMO_β(t-2) - KMO_M(t-2))$
-1,5	$(KMO_M(t) > KMO_β(t) \ \&\&$ $(KMO_M(t) - KMO_β(t)) > (KMO_M(t-1) - KMO_β(t-1)) \ \&\&$ $KMO_M(t) \leq KMO_β(t-2) \ \&\&$ $(KMO_M(t-1) - KMO_β(t-1)) > (KMO_M(t-2) - KMO_β(t-2))$
+1	$KMO_M(t) < KMO_β(t) \ \&\&$ $(KMO_β(t) - KMO_M(t)) > (KMO_β(t-1) - KMO_M(t-1)) \ \&\&$ $(KMO_β(t-1) - KMO_M(t-1)) > (KMO_β(t-2) - KMO_M(t-2)) \ \&\&$ $(KMO_β(t-2) - KMO_M(t-2)) > (KMO_β(t-3) - KMO_M(t-3))$
-1	$(KMO_M(t) > KMO_β(t) \ \&\&$ $(KMO_M(t) - KMO_β(t)) > (KMO_M(t-1) - KMO_β(t-1)) \ \&\&$ $(KMO_M(t-1) - KMO_β(t-1)) > (KMO_M(t-2) - KMO_β(t-2)) \ \&\&$ $(KMO_M(t-2) - KMO_β(t-2)) > (KMO_M(t-3) - KMO_β(t-3))$
+0,5	$KMO_M(t) < KMO_β(t)$
-0,5	$KMO_M(t) > KMO_β(t)$
0	Σε κάθε άλλη περίπτωση
KMO-3600 → M=3600, μ=1800, β=10 KMO-1800 → M=1800, μ=900, β=10 KMO-900 → M=900, μ=10, β=10	

Πίνακας 3.5: Συνθήκες σήματος εξόδου προσωμοιωτών KMO (Ο πίνακας διαβάζεται σειριακά από πάνω προς τα κάτω).

Προσομοιωτές Ταλαντωτών

Για την προσομοίωση της πρόβλεψης των ταλαντωτών CCI, RSI, Williams των 600 τιμών και του Price Oscillator(KMO-900, KMO-1800, KMO-3600) όπως αυτοί περιγράφονται στις παραγράφους 2.2.3, 2.2.4, 2.2.5, 2.2.6 σχεδιάστηκαν και υλοποιήθηκαν αλγόριθμοι οι συνθήκες των οποίων περιγράφονται στους πίνακα 3.6, 3.7, 3.8 και 3.9 αντίστοιχα.

Πρόβλεψη Τάσης	ΣΥΝΘΗΚΕΣ
+2	CCI(t)>-100 && CCI(t-1)>-100 && CCI(t-2)>-100 && CCI(t-3)<=-100 && CCI(t-4)<-100 && CCI(t-5)<-100 && CCI(t)>CCI(t-1) && CCI(t-1)>CCI(t-2)
-2	CCI(t)<100 && CCI(t-1)<100 && CCI(t-2)<100 && CCI(t-3)>=100 && CCI(t-4)>100 && CCI(t-5)>100 && CCI(t)<CCI(t-1) && CCI(t-1)<CCI(t-2)
+1,5	CCI(t)>-100 && CCI(t-1)>-100 && CCI(t-2)<=-100 && CCI(t-3)<-100 && CCI(t-4)<-100 && CCI(t)>CCI(t-1)
-1,5	CCI(t)<100 && CCI(t-1)<100 && CCI(t-2)>=100 && CCI(t-3)>100 && CCI(t-4)>100 && CCI(t)<CCI(t-1)
+1	(CCI(t)<-100 && CCI(t-1)<CCI(t) && CCI(t-2)<CCI(t-1)&&CCI(t-3)<CCI(t-2)) (CCI(t)>-100 && CCI(t-1)<=-100 && CCI(t-2)<-100 && CCI(t-3)<-100)
-1	(CCI(t)>100 && CCI(t-1)>CCI(t) && CCI(t-2)<CCI(t-1) && CCI(t-3)<CCI(t-2)) (CCI(t)<100 && CCI(t-1)>=100 && CCI(t-2)>100 && CCI(t-3)>100)
+0,5	(CCI(t)<-100) (CCI(t)>CCI(t-1) && CCI(t-1)>CCI(t-2) && CCI(t)>-100 &&CCI(t)<0)
-0,5	(CCI(t)>100)

	$(CCI(t) < CCI(t-1) \ \&\& \ CCI(t-1) < CCI(t-2) \ \&\& \ CCI(t) < 100 \ \&\& \ CCI(t) > 0)$
0	Σε κάθε άλλη περίπτωση

Πίνακας 3.6: Συνθήκες σήματος εξόδου προσομοιωτή CCI. (Ο πίνακας διαβάζεται σειριακά από πάνω προς τα κάτω)

Πρόβλεψη Τάσης	ΣΥΝΘΗΚΕΣ
+2	$RSI(t) > 30 \ \&\& \ RSI(t-1) > 30 \ \&\& \ RSI(t-2) > 30 \ \&\& \ RSI(t-3) \leq 30 \ \&\& \ RSI(t-4) < 30 \ \&\& \ RSI(t-5) < 30 \ \&\& \ RSI(t) > RSI(t-1) \ \&\& \ RSI(t-1) > RSI(t-2)$
-2	$RSI(t) < 70 \ \&\& \ RSI(t-1) < 70 \ \&\& \ RSI(t-2) < 70 \ \&\& \ RSI(t-3) \geq 70 \ \&\& \ RSI(t-4) > 70 \ \&\& \ RSI(t-5) > 70 \ \&\& \ RSI(t) < RSI(t-1) \ \&\& \ RSI(t-1) < RSI(t-2)$
+1,5	$RSI(t) > 30 \ \&\& \ RSI(t-1) > 30 \ \&\& \ RSI(t-2) \leq 30 \ \&\& \ RSI(t-3) < 30 \ \&\& \ RSI(t-4) < 30 \ \&\& \ RSI(t) > RSI(t-1) \ \&\& \ RSI(t-1) > RSI(t-2)$
-1,5	$RSI(t) < 70 \ \&\& \ RSI(t-1) < 70 \ \&\& \ RSI(t-2) \geq 70 \ \&\& \ RSI(t-3) > 70 \ \&\& \ RSI(t-4) > 70 \ \&\& \ RSI(t) < RSI(t-1) \ \&\& \ RSI(t-1) < RSI(t-2)$
+1	$RSI(t) > 30 \ \&\& \ RSI(t-1) > 30 \ \&\& \ RSI(t-2) \leq 30 \ \&\& \ RSI(t-3) < 30 \ \&\& \ RSI(t-4) < 30 \ \&\& \ RSI(t) > RSI(t-1)$
-1	$RSI(t) < 70 \ \&\& \ RSI(t-1) < 70 \ \&\& \ RSI(t-2) \geq 70 \ \&\& \ RSI(t-3) > 70 \ \&\& \ RSI(t-4) > 70 \ \&\& \ RSI(t) < RSI(t-1)$
+0,5	$(RSI(t) < 30)$ $(RSI(t) > RSI(t-1) \ \&\& \ RSI(t-1) > RSI(t-2) \ \&\& \ RSI(t) > 30 \ \&\& \ RSI(t) < 50)$
-0,5	$(RSI(t) > 70)$ $(RSI(t) < RSI(t-1) \ \&\& \ RSI(t-1) < RSI(t-2) \ \&\& \ RSI(t) < 70 \ \&\& \ RSI(t) > 50)$
0	Σε κάθε άλλη περίπτωση

Πίνακας 3.7: Συνθήκες σήματος εξόδου προσομοιωτή RSI. (Ο πίνακας διαβάζεται σειριακά από πάνω προς τα κάτω)

Πρόβλεψη Τάσης	ΣΥΝΘΗΚΕΣ
+2	WILL(t)>-80 && WILL(t-1)>-80 && WILL(t-2)>-80 && WILL(t-3)<=-80 && WILL(t-4)<-80 && WILL(t-5)<-80 && WILL(t)>WILL(t-1) && WILL(t-1)>WILL(t-2)
-2	WILL(t)<-20 && WILL(t-1)<-20 && WILL(t-2)<-20 && WILL(t-3)>=-20 && WILL(t-4)>-20 && WILL(t-5)>-20 && WILL(t)<WILL(t-1) && WILL(t-1)<WILL(t-2)
+1,5	WILL(t)>-80 && WILL(t-1)>-80 && WILL(t-2)<=-80 && WILL(t-3)<-80 && WILL(t-4)<-80 && WILL(t)>WILL(t-1)
-1,5	WILL(t)<-20 && WILL(t-1)<-20 && WILL(t-2)>=-20 && WILL(t-3)>-20 && WILL(t-4)>-20 && WILL(t)<WILL(t-1)
+1	(WILL(t)<-80 && WILL(t-1)<WILL(t)&& WILL(t-2)<WILL(t-1)&& WILL(t-3)<WILL(t-2)) (WILL(t)>-80 && WILL(t-1)<=-80 && WILL(t-2)<-80 && WILL(t-3)<-80)
-1	(WILL(t)>-20 && WILL(t-1)>WILL(t)&& WILL(t-2)<WILL(t-1) && WILL(t-3)<WILL(t-2)) (WILL(t)<-20 && WILL(t-1)>=-20 && WILL(t-2)>-20 && WILL(t-3)>-20)
+0,5	(WILL(t)<-80) (WILL(t)>WILL(t-1) && WILL(t-1)>WILL(t-2) && WILL(t)>-80 && WILL(t)<-50)
-0,5	(WILL(t)>-20) (WILL(t)<WILL(t-1) && WILL(t-1)<WILL(t-2) && WILL(t)<-20 && WILL(t)>-50)
0	Σε κάθε άλλη περίπτωση

Πίνακας 3.8: Συνθήκες σήματος εξόδου προσομοιωτή Williams (Ο πίνακας διαβάζεται σειριακά από πάνω προς τα κάτω)

Πρόβλεψη Τάσης	ΣΥΝΘΗΚΕΣ
+2	$\text{PrOsc}(t) > 0 \ \&\& \ \text{PrOsc}(t-1) > 0 \ \&\& \ \text{PrOsc}(t-2) > 0 \ \&\& \ \text{PrOsc}(t-3) \leq 0 \ \&\& \ \text{PrOsc}(t-4) < 0 \ \&\& \ \text{PrOsc}(t-5) < 0 \ \&\& \ \text{PrOsc}(t) > \text{PrOsc}(t-1) \ \&\& \ \text{PrOsc}(t-1) > \text{PrOsc}(t-2)$
-2	$\text{PrOsc}(t) < 0 \ \&\& \ \text{PrOsc}(t-1) < 0 \ \&\& \ \text{PrOsc}(t-2) < 0 \ \&\& \ \text{PrOsc}(t-3) \geq 0 \ \&\& \ \text{PrOsc}(t-4) > 0 \ \&\& \ \text{PrOsc}(t-5) > 0 \ \&\& \ \text{PrOsc}(t) < \text{PrOsc}(t-1) \ \&\& \ \text{PrOsc}(t-1) < \text{PrOsc}(t-2)$
+1,5	$\text{PrOsc}(t) > 0 \ \&\& \ \text{PrOsc}(t-1) > 0 \ \&\& \ \text{PrOsc}(t-2) \leq 0 \ \&\& \ \text{PrOsc}(t-3) < 0 \ \&\& \ \text{PrOsc}(t-4) < 0 \ \&\& \ \text{PrOsc}(t) > \text{PrOsc}(t-1)$
-1,5	$\text{PrOsc}(t) < 0 \ \&\& \ \text{PrOsc}(t-1) < 0 \ \&\& \ \text{PrOsc}(t-2) \geq 0 \ \&\& \ \text{PrOsc}(t-3) > 0 \ \&\& \ \text{PrOsc}(t-4) > 0 \ \&\& \ \text{PrOsc}(t) < \text{PrOsc}(t-1)$
+1	$\text{PrOsc}(t) > 0 \ \&\& \ \text{PrOsc}(t) > \text{PrOsc}(t-1) \ \&\& \ \text{PrOsc}(t-1) > \text{PrOsc}(t-2) \ \&\& \ \text{PrOsc}(t-2) > \text{PrOsc}(t-3) \ \&\& \ \text{PrOsc}(t-3) > \text{PrOsc}(t-4)$
-1	$\text{PrOsc}(t) < 0 \ \&\& \ \text{PrOsc}(t) < \text{PrOsc}(t-1) \ \&\& \ \text{PrOsc}(t-1) < \text{PrOsc}(t-2) \ \&\& \ \text{PrOsc}(t-2) < \text{PrOsc}(t-3) \ \&\& \ \text{PrOsc}(t-3) < \text{PrOsc}(t-4)$
+0,5	$\text{PrOsc}(t) > 0 \ \&\& \ \text{PrOsc}(t) > \text{PrOsc}(t-1)$
-0,5	$\text{PrOsc}(t) < 0 \ \&\& \ \text{PrOsc}(t) < \text{PrOsc}(t-1)$
0	Σε κάθε άλλη περίπτωση

Πίνακας 3.9: Συνθήκες σήματος εξόδου προσομοιωτή Price Oscillator. (Ο πίνακας διαβάζεται σειριακά από πάνω προς τα κάτω)

Οι προβλέψεις της τάσης των προσομοιωτών των τεχνικών δεικτών οδηγούνται ως είσοδοι στο ΤΝΔ για να παραχθεί νέα διορθωμένη πρόβλεψη. Επιπλέον οδηγούνται και ως είσοδοι στις μηχανές αυτοματοποιημένων συναλλαγών.

Με αυτό τον τρόπο αποτελούν ο καθένας από αυτούς και ένα αυτόνομο σύστημα πρόβλεψης τάσης στο οποίο στηρίζονται για την εκτέλεση πράξεων μια σειρά μηχανών αυτοματοποιημένων συναλλαγών.

3.3 Σχεδιασμός του Σταδίου της Εκτέλεσης των Εικονικών Συναλλαγών

Αυτό το στάδιο περιλαμβάνει μια σειρά από υψηλής συχνότητας αυτοματοποιημένους μηχανισμούς συναλλαγών οι οποίοι πραγματοποιούν εικονικές συναλλαγές με πραγματικά όμως δεδομένα.

3.3.1 Μηχανές Αυτοματοποιημένων Συναλλαγών Υψηλής Συχνότητας

Τα δεδομένα εισόδου δηλαδή η ημερομηνία, η ώρα, η τιμή αγοράς και η τιμή πώλησης όπως επίσης και η πρόβλεψη τάσης των προσομοιωτών τεχνικών δεικτών και του συστήματος του τεχνικού νευρωνικού δικτύου οδηγούνται σε μια σειρά από μηχανές αυτοματοποιημένων συναλλαγών υψηλής συχνότητας.

Οι μηχανές αυτόματων συναλλαγών λαμβάνουν υπόψη τους μόνο τα ξεκάθαρα σήματα πρόβλεψης της τάσης (-1,+1, -1.5, +1.5, -2,+2) προκειμένου να καθορίσουν την στρατηγική τους.

Για την πραγματοποίηση των συναλλαγών εισάγονται επίσης στο σύστημα μια σειρά από παράμετροι μέσω αρχείων παραμετροποίησης τύπου .fixpf όπως αυτά περιγράφονται στο επόμενο κεφάλαιο.

Οι παράμετροι που αναφέρονται στις μηχανές αυτοματοποιημένων συναλλαγών είναι οι ακόλουθοι:

1. Κλάση Μηχανής (0 ή 1)

Οι κάθε μηχανή αυτοματοποιημένων συναλλαγών μπορεί να είναι κλάσης 0 ή κλάσης 1. **Μηχανή κλάσης «0»** είναι η μηχανή η οποία όταν έχει ανοιχτή θέση long (ή short) [47] και δεχτεί σήμα πρόβλεψης short (ή long), κλείνει την θέση χωρίς να ανοίξει νέα θέση. Με άλλα λόγια αν δεχτεί σήμα πρόβλεψης αντίθετο από μια ανοιχτή της θέση κλείνει την θέση. Να σημειωθεί ότι αν υπάρχουν περισσότερες των μία θέσεων ανοιχτές τότε το αντίθετο σήμα κλείνει την αρχαιότερη (αυτή που έχει ανοίξει προγενέστερα των άλλων) θέση ενώ διατηρούνται οι υπόλοιπες θέσεις ανοιχτές. Με άλλα λόγια, ένα σήμα αντίθετης πρόβλεψης κλείνει μόνο την αρχαιότερη αντίθετη ανοιχτή θέση και όχι όλες τις αντίθετες ανοιχτές θέσεις. Αυτή η λογική επιλέχθηκε ώστε ενδεχόμενα μεμονωμένα λανθασμένα

σήματα πρόβλεψης να μην κλείνουν συλλήβδην όλες τις αντίθετες με αυτό ανοικτές θέσεις οδηγώντας σε ζημιές. Επομένως επιλέχτηκε μια λογική εξισορρόπησης της βαρύτητας που έχει το κάθε σήμα πρόβλεψης που δέχεται η μηχανή.

Μηχανή κλάσης «1» είναι η μηχανή η οποία όταν έχει ανοιχτή θέση long(ή short) [47] και δεχτεί σήμα πρόβλεψης short(ή long) δεν κλείνει την θέση long(ή short) αλλά ανοίγει μια νέα θέση short(ή long). Διαχειρίζεται και τις δύο θέσεις χωρίς να επηρεάζει η εξέλιξη της μιας την εξέλιξη της άλλης. Με άλλα λόγια αν η μηχανή δεχτεί αντίθετο σήμα πρόβλεψης από μια ανοιχτή της θέση ανοίγει νέα αντίθετη θέση (εφόσον βέβαια το επιτρέπουν και οι υπόλοιποι παράμετροι της μηχανής) και διαχειρίζεται τις δύο θέσεις ανεξάρτητα.

2. Ευαισθησία (1000 έως 0)

Η παράμετρος αυτή αναφέρεται στην ευαισθησία που έχει η κάθε μηχανή στο να ανοίγει νέες θέσεις όταν δέχεται σήματα πρόβλεψης ίδιας φοράς (short ή long) [47] σε γειτονικές χρονικές στιγμές. **Όσο μεγαλύτερη είναι η τιμή της παραμέτρου τόσο μικρότερη είναι η ευαισθησία της μηχανής** στο να ανοίγει νέες θέσεις.

Αναλυτικά:

Έστω ότι η τιμή της ευαισθησίας είναι X και η μηχανή δεχτεί μια πρόβλεψη τάσης long(ή short) ανοίγοντας την αντίστοιχη θέση. Αν μέσα στις X επόμενες τιμές ισοτιμίας που θα λάβει δεχτεί νέα πρόβλεψη τάσης της ίδιας φοράς long(ή short), δεν θα ανοίξει νέα θέση. Με άλλα λόγια δύο θέσεις της ίδιας φοράς (short ή long) δεν είναι δυνατόν να απέχουν διάστημα μικρότερο του X.

3. Πηγή Σημάτων Πρόβλεψης της Τάσης (0 έως 7)

Η κάθε μηχανή έχει μία και μοναδική πηγή σημάτων πρόβλεψης της τάσης ώστε να ανοίγει και να κλείνει τις θέσεις της. Η πηγή αυτή ορίζεται βάσει των τιμών αυτής της παραμέτρου:

0: Η μηχανή δέχεται τιμές πρόβλεψης της τάσης από το σύστημα του ΤΝΔ.

1: Η μηχανή δέχεται τιμές πρόβλεψης της τάσης από τον ταλαντωτή CCI.

2: Η μηχανή δέχεται τιμές πρόβλεψης της τάσης από τον μακροπρόθεσμο ΚΜΟ.

3: Η μηχανή δέχεται τιμές πρόβλεψης της τάσης από τον ταλαντωτή Williams.

4: Η μηχανή δέχεται τιμές πρόβλεψης της τάσης από τον μεσοπρόθεσμο ΚΜΟ.

5: Η μηχανή δέχεται τιμές πρόβλεψης της τάσης από τον ταλαντωτή Price Oscillator.

6: Η μηχανή δέχεται τιμές πρόβλεψης της τάσης από τον βραχυπρόθεσμο ΚΜΟ.

7: Η μηχανή δέχεται τιμές πρόβλεψης της τάσης από τον ταλαντωτή RSI.

4. Συντελεστές Κατοχύρωσης Κερδών (Take Profit)

Με τον συντελεστή κατοχύρωσης κερδών (παράγραφος 2.1.4) δίνεται η δυνατότητα μια θέση να κλείσει αυτόματα όταν το επιθυμητό κέρδος έχει επιτευχθεί. Η παράμετρος αυτή ορίζεται με την εφαρμογή ενός πολλαπλασιαστή επί της τιμής ανοίγματος της θέσης για θέσεις long [47] ή διαίρετη για θέσεις short.

Οι συντελεστές κατοχύρωσης κερδών σε κάθε μηχανή αυτοματοποιημένων συναλλαγών είναι τρεις, όσες και οι κατηγορίες έντασης (± 1 , ± 1.5 , ± 2) των σημάτων πρόβλεψης της τάσης που ανοίγουν και κλείνουν θέσεις.

Για παράδειγμα, ας θεωρήσουμε ότι ο συντελεστής κατοχύρωσης κερδών για τα σήματα έντασης ± 1 μιας μηχανής αυτοματοποιημένων συναλλαγών είναι 1.0006. Έστω ότι έχουμε μια ανοιχτή θέση long με τιμή ανοίγματος 1.36110. Αν η ισοτιμία φθάσει ή ξεπεράσει την τιμή $1.36110 \cdot 1.0006 = 1.36192$ τότε η θέση θα κλείσει.

Εδώ πρέπει να σημειώσουμε ότι η συνθήκη για να κλείσει μια θέση είναι ' $\geq$ ' του επιθυμητού κέρδους και όχι '=' γιατί στις συναλλαγές υψηλής συχνότητας (tick to tick) οι διακυμάνσεις των τιμών δεν είναι σειριακές, αλλά ενδεχομένως να εμφανίζουν gap ιδιαίτερα τις μέρες με έντονες διακυμάνσεις. Στο προηγούμενο παράδειγμα η τιμή της ισοτιμίας μπορεί να μεταπηδήσει από το 1.36190 στο 1.36196 χωρίς να λάβει ποτέ την τιμή 1.36192 ώστε να κλείσει η θέση λόγω ισότητας με την επιθυμητή τιμή.

5. Συντελεστής Μέγιστων Αποδεκτών Απωλειών (Stop Loss)

Είναι το μέγιστο επίπεδο απωλειών που γίνονται αποδεκτές για μία θέση (παράγραφος 2.1.4). Η παράμετρος αυτή ορίζεται με την εφαρμογή ενός πολλαπλασιαστή επί της τιμής ανοίγματος της θέσης για θέσεις short ή διαίρετη για θέσεις long [47].

Για παράδειγμα, ας θεωρήσουμε ότι ο συντελεστής μέγιστων αποδεκτών απωλειών μιας μηχανής αυτοματοποιημένων συναλλαγών είναι 1.0018. Έστω ότι έχουμε μια ανοιχτή θέση long με τιμή ανοίγματος 1.36110. Αν η ισοτιμία γίνει ίση ή μικρότερη της τιμής $1.36110 / 1.0018 = 1.35865$ τότε η θέση θα κλείσει.

6. Χρόνος Αναθεώρησης Συντελεστών Κατοχύρωσης Κερδών

Είναι ο χρόνος με το πέρασ του οποίου αναθεωρούνται οι συντελεστές επιθυμητών κερδών όπως έχουν οριστεί προηγουμένως. Αν μια ανοικτή θέση δεν κλείσει μέσα σε αυτό χρονικό διάστημα, ορίζεται εκ' νέου ο συντελεστής κατοχύρωσης κερδών (μειώνεται ή περιορίζεται και κάτω από την μονάδα ώστε να περιορίζονται πιθανές ζημιές) αφού ουσιαστικά δεν επιβεβαιώθηκε η πρόβλεψη που οδήγησε στο άνοιγμα της συγκεκριμένης θέσης. Στόχος της παραμέτρου αυτής είναι να κλείσει μια ανοικτή θέση που δεν

επιβεβαιώθηκε έστω και με περιορισμένα ή μηδενικά κέρδη ή ακόμη και με περιορισμένες ζημιές. Η παράμετρος αυτή ορίζεται με ένα συντελεστή ο οποίος εκφράζεται σε αριθμό τιμών ισοτιμίας που έχουν εισαχθεί στο σύστημα μετά το άνοιγμα της συγκεκριμένης θέσης.

7. **Αναθεωρημένος Συντελεστής Κατοχύρωσης Κερδών (ή περιορισμού απωλειών)**

Ο αναθεωρημένος συντελεστής κατοχύρωσης κερδών ενεργοποιείται και αντικαθιστά τον συντελεστή κατοχύρωσης κερδών μετά τον χρόνο αναθεώρησης όπως περιεγράφηκε στο 6. Ο αναθεωρημένος συντελεστής κατοχύρωσης κερδών μπορεί να λάβει τιμές ακόμη και μικρότερες της μονάδας αν ο στόχος του είναι να περιορίσει πιθανές ζημιές.

Για παράδειγμα ας θεωρήσουμε ότι ο συντελεστής επιθυμητού κέρδους για τα σήματα έντασης ± 1 μιας μηχανής αυτοματοποιημένων συναλλαγών είναι 1.0006 ο αναθεωρημένος συντελεστής είναι ίσος με 1 και ο συντελεστής του χρόνου αναθεώρησης ίσος με 1800. Έστω ότι έχουμε μια ανοιχτή θέση long [47] με τιμή ανοίγματος(τιμή αγοράς) 1.36110. Αν μετά από το πέρασ 1800 τιμών από το άνοιγμα της θέσης δεν έχει κλείσει η θέση τότε ο συντελεστής αναθεωρείται σε 1. Επομένως για να κλείσει η θέση αρκεί η τιμή πώλησης να είναι ίση ή μεγαλύτερη των 1.36110.

8. **Μέγιστος Χρόνος Αναμονής Ανοικτής Θέσης**

Είναι ο χρόνος με το πέρασ του οποίου κλείνει οποιαδήποτε ανοικτή θέση στην 1^η διαθέσιμη τιμή αγοράς ή πώλησης ανάλογα με το αν πρόκειται για θέση short ή long [47] αντίστοιχα. Στόχος της παραμέτρου αυτής είναι να κλείσει μια ανοικτή θέση (για την οποία προφανώς δεν επιβεβαιώθηκε η πρόβλεψη της τάσης που την προκάλεσε) που κανένας από τους παραπάνω συντελεστές δεν προκάλεσε το κλείσιμό της. Η παράμετρος αυτή ορίζεται με ένα συντελεστή ο οποίος εκφράζεται σε αριθμό τιμών ισοτιμίας που έχουν εισαχθεί στο σύστημα μετά το άνοιγμα της συγκεκριμένης θέσης.

Αξίζει να σημειώσουμε ότι το άνοιγμα μιας **long θέσης** [47] πραγματοποιείται στην **τιμή αγοράς** και το κλείσιμό της στην τιμή πώλησης. Αντιστοίχως το άνοιγμα μιας **θέσης short** [47] πραγματοποιείται στην **τιμή πώλησης** και το κλείσιμό της στην τιμή αγοράς.

Με άλλα λόγια στον υπολογισμό των αποτελεσμάτων των αλγοριθμικών συναλλαγών υψηλής συχνότητας που προσομοιώνουμε συμπεριλαμβάνονται τα spreads (οι διαφορές) μεταξύ των τιμών αγοράς και πώλησης της ισοτιμίας.

Επομένως στα αποτελέσματά μας συμπεριλαμβάνονται οι προμήθειες των αγοροπωλησιών των συνεργατών της Integral [42].

Εδώ θα πρέπει να σημειώσουμε ότι ο σχεδιασμός των μηχανών αυτοματοποιημένων συναλλαγών που παρουσιάζουμε συνάδει με την λογική των συστημάτων αυτοματοποιημένων συναλλαγών όπως αυτά αναλύονται στην παράγραφο 2.5. Σε αυτά τα πλαίσια, τα αυτοματοποιημένα μεταβλητά φίλτρα προστασίας επενδύόμενου κεφαλαίου[03] μετουσιώνονται μέσω των παραμέτρων 4 έως 8 όπως περιγράφονται πιο πάνω.

Οι μηχανές αυτοματοποιημένων συναλλαγών εμφανίζουν σε πραγματικό χρόνο και αποθηκεύουν σε κατάλληλη δομή δεδομένων τα ακόλουθα στοιχεία για την κάθε συναλλαγή που πραγματοποιούν:

1. Την ημερομηνία της συναλλαγής.
2. Την ώρα ανοίγματος της θέσης της συναλλαγής με ακρίβεια δευτερολέπτου.
3. Την τιμή ανοίγματος της θέσης της συναλλαγής.
4. Το είδος της θέσης (short ή long) [47]
5. Την ένταση του σήματος πρόβλεψης της τάσης (-1,+1,-1.5,+1.5,-2,+2) που στηρίχτηκε το άνοιγμα της θέσης.
6. Την ώρα κλεισίματος της θέσης με ακρίβεια δευτερολέπτου.
7. Την τιμή κλεισίματος της θέσης της συναλλαγής.
8. Το κέρδος ή την ζημιά της συναλλαγής.
9. Το μέγιστο θεωρητικό κέρδος της συναλλαγής.
Αναφέρεται στο θεωρητικό μέγιστο κέρδος που θα είχε η συναλλαγή αν η θέση έκλεινε στην βέλτιστη στιγμή εντός των ορίων που ορίζεται στην παράμετρο του μέγιστου Χρόνος Αναμονής Ανοικτής Θέσης.

3.4 Επισκόπηση Σχεδιασμού

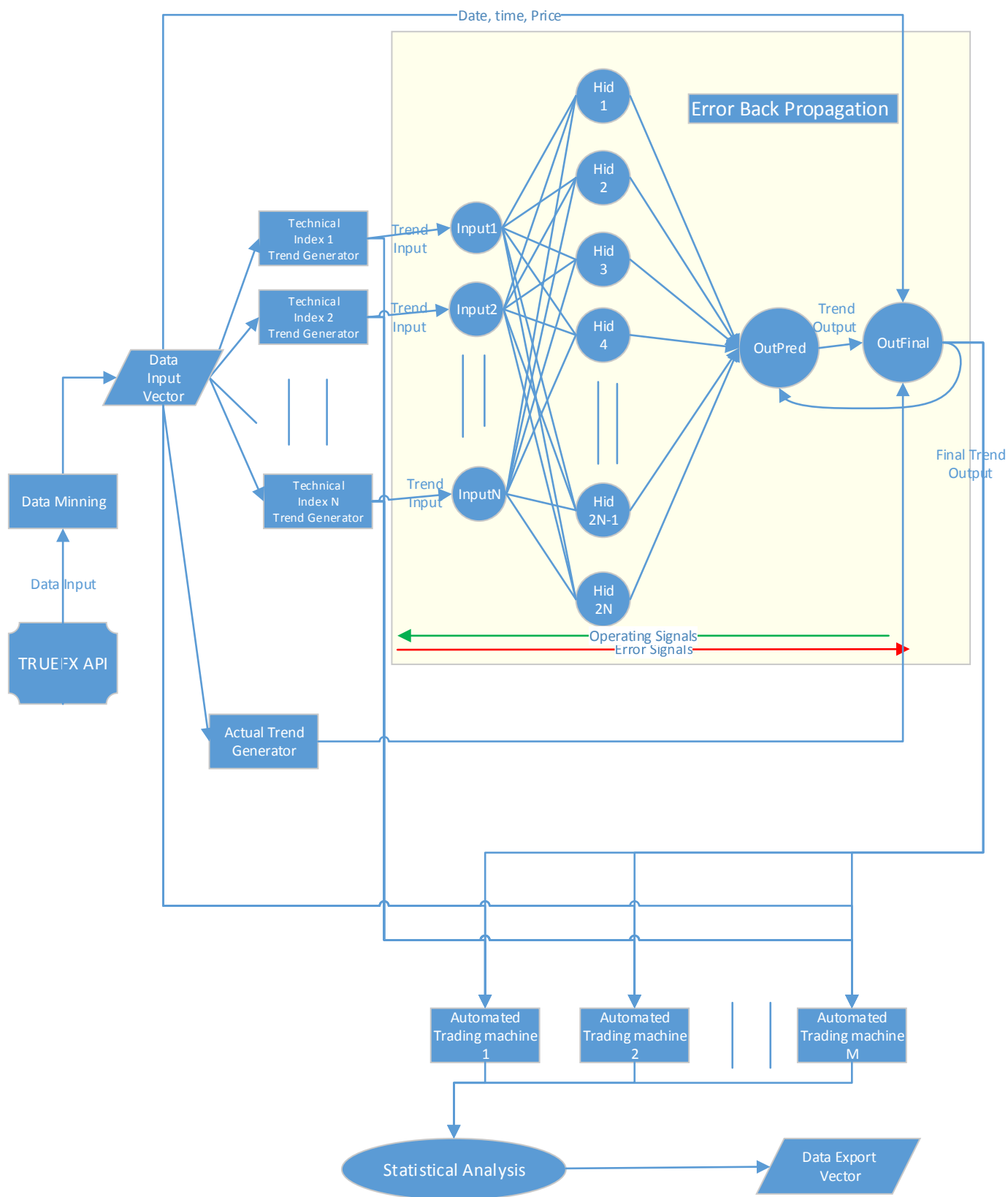
Ανακεφαλαιώνοντας, ο σχεδιασμός της εφαρμογής περιγράφεται στην εικόνα 3.2. Συγκεκριμένα πραγματοποιείται άντληση των δεδομένων της συναλλαγματικής ισοτιμίας (τιμή αγοράς, τιμή πώλησης, ημερομηνία και ώρα) με χρονική συχνότητα tick to tick [43] μέσω της TrueFx [41]. Τα δεδομένα επεξεργάζονται και αποθηκεύονται σε κατάλληλη δομή δεδομένων όπως περιγράφεται στην παράγραφο 3.1.

Στη συνέχεια τα δεδομένα οδηγούνται σε μια σειρά από κατάλληλα παραμετροποιημένους προσομοιωτές τεχνικών δεικτών οι οποίοι παράγουν σήματα πρόβλεψης της τάσης όπως περιγράφονται στην παράγραφο 3.2.1. Τα σήματα πρόβλεψης της τάσης των προσομοιωτών αλλά και τα δεδομένα της δομής εισόδου προωθούνται σε ένα σύστημα ΤΝΔ το οποίο παράγει και αυτό με τη σειρά του «διορθωμένη» πρόβλεψη τάσης όπως περιγράφεται στην παράγραφο 3.2.2.

Τα σήματα πρόβλεψης της τάσης των προσομοιωτών των δεικτών τεχνικής ανάλυσης, τα σήματα πρόβλεψης της τάσης του ΤΝΔ αλλά και τα δεδομένα της δομής εισόδου οδηγούνται σε μια σειρά από παραμετροποιησιμους μηχανισμούς εκτέλεσης αυτοματοποιημένων συναλλαγών υψηλής συχνότητας. Οι μηχανισμοί αυτοί εκτελούν εικονικές αγοροπωλησίες με πραγματικά όμως δεδομένα, προσομοιώνοντας με ακρίβεια συναλλαγές σε πραγματικό χρόνο και πραγματικό χρήμα. Τα δεδομένα των εικονικών αγοροπωλησιών αναλύονται ταξινομούνται και εξάγονται αυτόματα από την εφαρμογή μέσω αρχείων .csv.

Το πλήθος αυτών των δεδομένων μελετάται και αναλύεται περαιτέρω ώστε να εξαχθούν τα συμπεράσματα της παρούσας μεταπτυχιακής διατριβής.

Πριν την υλοποίηση αναλύθηκε και σχεδιάστηκε αναλυτικό διάγραμμα κλάσεων[48] της εφαρμογής. Μια γενική εικόνα αυτού την βλέπουμε στην εικόνα 3.3. Λόγω της έκτασής του δεν είναι δυνατόν να αποτυπωθεί με σαφήνεια εντός του κειμένου. Ως εκ' τούτου παραθέτουμε αυτό ως project του visual paradigm[49] στο Β' Παράρτημα της παρούσης μεταπτυχιακής διατριβής (αρχείο: class_diagram.vpp).



Εικόνα 3.2: Σχηματική αναπαράσταση του υλοποιημένου συστήματος.

Κεφάλαιο 4

Ανάπτυξη-Υλοποίηση

Σε αυτό το κεφάλαιο θα προσεγγίσουμε την υλοποίηση του συστήματος, προσδιορίζοντας την γλώσσα και το περιβάλλον ανάπτυξης, τα αρχεία παραμετροποίησης της εφαρμογής, την γραμμογράφηση των αρχείων εξόδου των αποτελεσμάτων της προσημείωσης και παρουσιάζοντας την υλοποιημένη εφαρμογή προσομοίωσης.

4.1 Γλώσσα και Περιβάλλον Ανάπτυξης

Επιλέξαμε την γλώσσα προγραμματισμού Java γιατί είναι μια πλούσια, συνεχώς εξελισσόμενη, δυναμικής σύνδεσης, ελεύθερης διάθεσης, αντικειμενοστραφής γλώσσα, που υποστηρίζεται από πληθώρα ελεύθερης διάθεσης ολοκληρωμένα περιβάλλοντα ανάπτυξης (freeware IDE platforms) και είναι σχεδιασμένη με τρόπο που διασφαλίζει την ασφάλεια και την δυνατότητα εκτέλεσης των εφαρμογών που βασίζονται σε αυτή, σε διαφορετικά περιβάλλοντα χωρίς τροποποιήσεις [50].

Βάσει των παραπάνω γίνεται σαφές ότι η χρήση της γλώσσας java σε συνδυασμό με την χρήση ενός ποιοτικού ολοκληρωμένου περιβάλλοντος ανάπτυξης εξυπηρετεί πλήρως τις ανάγκες της παρούσας μεταπτυχιακής διατριβής.

Το περιβάλλον ανάπτυξης που επιλέχτηκε είναι το NetBeans IDE 8.0 [51].

Το NetBeans είναι ένα ανοικτού κώδικα περιβάλλον προσανατολισμένο στο να παρέχει ισχυρά προϊόντα ανάπτυξης λογισμικού που καλύπτουν τις ανάγκες των προγραμματιστών, των χρηστών και των επιχειρήσεων που επιλέγουν το NetBeans ως βάση για τα προϊόντα τους.

Υπεύθυνη ανάπτυξης του, μέχρι τον Ιανουάριο 2010 ήταν η Sun Microsystems, ενώ από τότε υπεύθυνη ανάπτυξης είναι η Oracle, η οποία εξαγόρασε την Sun Microsystems.

Με πάνω από 18 εκατομμύρια εγκαταστάσεις του NetBeans IDE μέχρι σήμερα, και με πάνω από 800.000 συμμετέχοντες προγραμματιστές, το netbeans εξελίσσεται στηριζόμενο στη λογική της ανάπτυξης ανοικτού κώδικα και με την υποστήριξη των δεκάδων στρατηγικών του εταίρων όπως η Sony Erriccson, η RICOH, η visual Paradigm κ.ο.κ αλλά και χιλιάδων συνεργαζόμενων εταιριών.

Οι περισσότεροι προγραμματιστές αναγνωρίζουν το NetBeans IDE ως το αυθεντικό Ολοκληρωμένο Περιβάλλον Ανάπτυξης της java.

Το NetBeans IDE, εκτός αυτού, προσφέρει υποστήριξη για αρκετές γλώσσες προγραμματισμού (PHP, JavaFX, C/C++, JavaScript, κ.α.) δίδοντας την δυνατότητα να προσαρμόζεται το ίδιο project σε διαφορετικά περιβάλλοντα ανάπτυξης και εφαρμογής.

4.2 Παραμετροποίηση της Εφαρμογής

Η εφαρμογή είναι πλήρως παραμετροποιήσιμη. Οι παράμετροι της εφαρμογής δίδονται κατά την εκκίνησή της μέσω της επιλογής κατάλληλα γραμμογραφημένου αρχείου παραμέτρων τύπου .fxipf (**FX Intelligence Parameter File**). Τα αρχεία αυτού του τύπου και κατάληξης δημιουργήθηκαν αποκλειστικά και μόνο για τις ανάγκες αυτής της εφαρμογής.

Η εκτεταμένη παραμετροποίηση τόσο του συστήματος πρόβλεψης όσο και του συστήματος αυτοματοποιημένων συναλλαγών μας επιτρέπει να δοκιμάζουμε διαφορετικές παραμετροποιήσεις τόσο του υποσυστήματος πρόβλεψης όσο και του υποσυστήματος αυτοματοποιημένων συναλλαγών χωρίς να χρειάζεται να τροποποιείται ο πηγαίος κώδικας.

Η γραμμογράφηση του αρχείου παραμετροποίησης ακολουθεί στον πίνακα 4.1.

Γραμμή	Παράμετρος	Ενδεικτική Τιμή
1 ^η	Αριθμός Εποχών ΤΝΔ	10
2 ^η	Αριθμός Κρυφών Νευρώνων ΤΝΔ	14
3 ^η	Ρυθμός Μάθησης Συνάψεων των Νευρώνων Κρυφού Επιπέδου με τους Νευρώνες Εισόδου (LR-Inputs)	0.001
4 ^η	Ρυθμός Μάθησης Συνάψεων των Νευρώνων Κρυφού Επιπέδου με τους Νευρώνες Εξόδου (LR-Output)	0.001
5 ^η	Αριθμός Κρυφών Επιπέδων ΤΝΔ	1
6 ^η	Αριθμός Νευρώνων Εξόδου	1
7 ^η	Αριθμός Νευρώνων Εισόδου	7
8 ^η	Περίοδος (σε αριθμό τιμών) Ταλαντωτή RSI	600
9 ^η	Περίοδος (σε αριθμό τιμών) Ταλαντωτή Williams	600
10 ^η	Περίοδος (σε αριθμό τιμών) Ταλαντωτή CCI	600
11 ^η	Περίοδος (σε αριθμό τιμών) Βραχυπρόθεσμου ΚΜΟ	900
12 ^η	Περίοδος (σε αριθμό τιμών) Μεσοπρόθεσμου ΚΜΟ	1800
13 ^η	Περίοδος (σε αριθμό τιμών) Μακροπρόθεσμου ΚΜΟ	3600
14 ^η	Περίοδος (σε αριθμό τιμών) βοηθητικού ΚΜΟ (χρησιμοποιείται αντί ενός ζεύγους στιγμιαίων τιμών ώστε να μην υφίσταται ενδεχόμενη στιγμιαία στρέβλωση τιμών (άστοχα peaks τιμών) λόγω της υψηλής συχνότητας (tick to tick) δεδομένων)	10
15 ^η	Παράμετρος Επιλογής Αλγόριθμου προσδιορισμού Πραγματικής Τάσης (1: Βάσει του πίνακα 3.4 ή 2: Βάσει του πίνακα 3.3)	1
16 ^η	Αριθμός Μηχανών Αυτοματοποιημένων Συναλλαγών.	32
17 ^η	Ευαισθησία Μηχανής (1000 έως 0). Δείτε παρ. 3.3.1.	30
18 ^η	Κλάση Μηχανής (0 ή 1). Δείτε παρ. 3.3.1.	0
19 ^η	Συντελεστής Κατοχύρωσης Κερδών (Take Profit) για σήματα πολύ ισχυρής έντασης ± 2 . Δείτε παρ. 3.3.1.	1.00030
20 ^η	Συντελεστής Κατοχύρωσης Κερδών (Take Profit) για σήματα ισχυρής έντασης ± 1.5 . Δείτε παρ. 3.3.1.	1.00030
21 ^η	Συντελεστής Κατοχύρωσης Κερδών (Take Profit) για σήματα μέσης έντασης ± 1 . Δείτε παρ. 3.3.1.	1.00030
22 ^η	Συντελεστής Μέγιστων Αποδεκτών Απωλειών (Stop Loss). Δείτε παρ. 3.3.1.	1.0012
23 ^η	Χρόνος Αναθεώρησης Συντελεστών Κατοχύρωσης Κερδών (Take Profit). Δείτε παρ. 3.3.1.	1200
24 ^η	Μέγιστος Χρόνος Αναμονής Ανοικτής Θέσης. Δείτε παρ. 3.3.1.	1800
25 ^η	Αναθεωρημένος Συντελεστής Κατοχύρωσης Κερδών. Δείτε παρ. 3.3.1.	1
26 ^η	Πηγή Σημάτων Πρόβλεψης (0 έως 7). Δείτε παρ. 3.3.1.	0
Οι γραμμές 17 έως 26 επαναλαμβάνονται τόσες φορές όσες είναι ο αριθμός των μηχανών όπως αυτός έχει οριστεί στην 16^η γραμμή. Έτσι η κάθε μηχανή έχει τη δικιά της αποκλειστική παραμετροποίηση.		

Πίνακας 4.1: Γραμμογράφηση του αρχείου παραμετροποίησης του υλοποιημένου συστήματος.

4.3 Αρχεία Ενημέρωσης Βαρών ΤΝΔ

Το πεδίο πειραματισμού της προσομοίωσης χωρίζεται, για λόγος ευχρηστίας και ορθής διαχείρισης των αποτελεσμάτων των εικονικών συναλλαγών, σε ημερήσια αρχεία τιμών.

Προκειμένου τα βάρη του ΤΝΔ να έχουν συνέχεια από την μια μέρα πειραματισμού στην επόμενη, προκλήθηκε η αναγκαιότητα αποθήκευσης και ανάκτησης αυτών μέσω κατάλληλων αρχείων.

Κάθε φορά που ενεργοποιείται η προσομοίωση ανακτώνται τα βάρη του ΤΝΔ μέσω δύο αρχείων που βρίσκονται αποθηκευμένα στον φάκελο της εφαρμογής. Τα αρχεία ονομάζονται `wheightsHO.fxipf` και `wheightsIH.fxipf` περιλαμβάνοντας τα βάρη των συνάψεων των κρυφών νευρώνων με το νευρώνα εξόδου και των συνάψεων των νευρώνων εισόδου με τους νευρώνες κρυφού επιπέδου αντίστοιχα. Με το πέρας της προσομοίωσης αποθηκεύονται αυτόματα αρχεία βαρών με διαφορετικό όνομα (`wheightsHO_ΚωδικήΟνομασίαΠροσομοίωσης.fxipf` και `wheightsIH_ΚωδικήΟνομασίαΠροσομοίωσης.fxipf`) ώστε να μπορούμε να «τρέξουμε» εκ νέου, αν χρειαστεί, την προσομοίωση χωρίς την ανάγκη να επαναφέρουμε τα βάρη στην προγενέστερη κατάσταση.

Κωδική Ονομασία Προσομοίωσης: *_RT1_Περίοδοι Τεχνικών Δεικτών Προσομοίωσης_Περίοδος Βοηθητικού ΚΜΟ _ Παράμετρος Επιλογής Αλγόριθμου προσδιορισμού Πραγματικής Τάσης _0.0_0.0_0.0_0.0* π.χ `_RT1_60060060060090018003600_10_1_0.0_0.0_0.0_0.0`

Τα βάρη αναγράφονται σειριακά το ένα κάτω από το άλλο. Η καταχώρηση και η ανάκτηση των βαρών ακολουθούν την λογική των παρακάτω αλγορίθμων:

wheightsHO.fxipf.

Για (i = 1 έως Πλήθος κρυφών νευρώνων)

Καταχώρησε (ή Ανάκτησε) Βάρος[i]

Άλλαξε γραμμή

Τέλος Για

wheightsIH.fxipf.

Για (i = 1 έως Πλήθος κρυφών νευρώνων)

Για (k= 1 έως Πλήθος νευρώνων εισόδου)

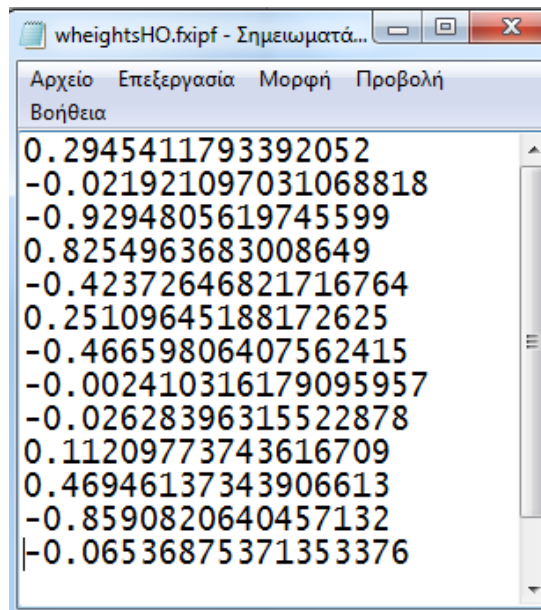
Καταχώρησε (ή Ανάκτησε) Βάρος[k][i]

Άλλαξε γραμμή

Τέλος Για

Τέλος Για

Στην εικόνα 4.1 βλέπουμε ένα αρχείο βαρών τύπου wheightsHO.fxipf όπως αυτό φαίνεται μέσω του σημειωματάριου των windows.



Εικόνα 4.1: Ενδεικτικό αρχείο βαρών wheightsHO.fxipf.

4.4 Αρχεία Εξαγωγής Πράξεων των Μηχανών Αυτοματοποιημένων Συναλλαγών

Με το πέρας της προσομοίωσης αποθηκεύονται αυτόματα στον φάκελο της εφαρμογής αρχεία δεδομένων των εκτελεσθέντων πράξεων για την εκάστοτε μηχανή αυτοματοποιημένων συναλλαγών.

Τα αρχεία είναι τύπου Comma Separated Value(.csv) και το όνομά τους ακολουθεί τη δομή *profit_ΚωδικόςΜηχανήςΑυτοματοποιημένωνΣυναλλαγών_Ημερομηνία_Ωρα.csv*

Ο **κωδικός μηχανής αυτοματοποιημένων συναλλαγών** αποτελείται από τη σειριακή ακολουθία των παραμέτρων της μηχανής: *Πηγή Σημάτων Πρόβλεψης _ Κλάση Μηχανής _ Ευαισθησία Μηχανής_ Συντελεστής Κατοχύρωσης Κερδών ± 2_ Συντελεστής Κατοχύρωσης Κερδών*

± 1.5 Συντελεστής Κατοχύρωσης Κερδών ± 1 Συντελεστής Μέγιστων Αποδεκτών Απωλειών _ Χρόνος Αναθεώρησης Συντελεστή Επιθυμητού Κέρδους _ Μέγιστος Χρόνος Αναμονής Ανοικτής Θέσης _ Αναθεωρημένος Συντελεστής Κατοχύρωσης Κερδών.

Στην εικόνα 4.2 φαίνονται τα αρχεία των πράξεων της προσομοίωσης της 16ης Απριλίου 2014 που αποθηκεύτηκαν αυτόματα στον φάκελο εκτέλεσης της εφαρμογής.

(E:) > rt1_months > MAR_2014 > RT1		Αναζήτηση RT1
γ	Εγγραφή	Νέος φάκελος
Όνομα		Ημερομηνία τροπ
profit_indicate0_30_0_1.00031.00031.0003_1.0012_1200_1800_1.02014_Απρ_16_17_16_45.csv		16/4/2014 5:16 μμ
profit_indicate0_30_1_1.00031.00031.0003_1.0012_1200_1800_1.02014_Απρ_16_17_16_45.csv		16/4/2014 5:16 μμ
profit_indicate0_60_0_1.00061.00061.0006_1.0036_1800_2400_1.02014_Απρ_16_17_16_45.csv		16/4/2014 5:16 μμ
profit_indicate0_60_1_1.00061.00061.0006_1.0036_1800_2400_1.02014_Απρ_16_17_16_45.csv		16/4/2014 5:16 μμ
profit_indicate1_30_0_1.00061.000451.0003_1.0012_1200_1800_1.02014_Απρ_16_17_16_45.csv		16/4/2014 5:16 μμ
profit_indicate1_30_1_1.00061.000451.0003_1.0012_1200_1800_1.02014_Απρ_16_17_16_45.csv		16/4/2014 5:16 μμ
profit_indicate1_60_0_1.00121.00091.0006_1.0036_1200_1800_1.02014_Απρ_16_17_16_45.csv		16/4/2014 5:16 μμ
profit_indicate1_60_1_1.00121.00091.0006_1.0036_1800_2400_1.02014_Απρ_16_17_16_45.csv		16/4/2014 5:16 μμ
profit_indicate2_30_0_1.00061.000451.0003_1.0012_1200_1800_1.02014_Απρ_16_17_16_45.csv		16/4/2014 5:16 μμ
profit_indicate2_30_1_1.00061.000451.0003_1.0012_1200_1800_1.02014_Απρ_16_17_16_45.csv		16/4/2014 5:16 μμ
profit_indicate2_60_0_1.00121.00091.0006_1.0036_1800_2400_1.02014_Απρ_16_17_16_45.csv		16/4/2014 5:16 μμ
profit_indicate2_60_1_1.00121.00091.0006_1.0036_1800_2400_1.02014_Απρ_16_17_16_45.csv		16/4/2014 5:16 μμ
profit_indicate3_30_0_1.00061.000451.0003_1.0012_1200_1800_1.02014_Απρ_16_17_16_45.csv		16/4/2014 5:16 μμ
profit_indicate3_30_1_1.00061.000451.0003_1.0012_1200_1800_1.02014_Απρ_16_17_16_45.csv		16/4/2014 5:16 μμ
profit_indicate3_60_0_1.00121.00091.0006_1.0036_1800_2400_1.02014_Απρ_16_17_16_45.csv		16/4/2014 5:16 μμ
profit_indicate3_60_1_1.00121.00091.0006_1.0036_1800_2400_1.02014_Απρ_16_17_16_45.csv		16/4/2014 5:16 μμ
profit_indicate4_30_0_1.00061.000451.0003_1.0012_1200_1800_1.02014_Απρ_16_17_16_45.csv		16/4/2014 5:16 μμ
profit_indicate4_30_1_1.00061.000451.0003_1.0012_1200_1800_1.02014_Απρ_16_17_16_45.csv		16/4/2014 5:16 μμ
profit_indicate4_60_0_1.00121.00091.0006_1.0036_1800_2400_1.02014_Απρ_16_17_16_45.csv		16/4/2014 5:16 μμ
profit_indicate4_60_1_1.00121.00091.0006_1.0036_1800_2400_1.02014_Απρ_16_17_16_45.csv		16/4/2014 5:16 μμ
profit_indicate5_30_0_1.00061.000451.0003_1.0012_1200_1800_1.02014_Απρ_16_17_16_45.csv		16/4/2014 5:16 μμ
profit_indicate5_30_1_1.00061.000451.0003_1.0012_1200_1800_1.02014_Απρ_16_17_16_45.csv		16/4/2014 5:16 μμ
profit_indicate5_60_0_1.00121.00091.0006_1.0036_1800_2400_1.02014_Απρ_16_17_16_45.csv		16/4/2014 5:16 μμ
profit_indicate5_60_1_1.00121.00091.0006_1.0036_1800_2400_1.02014_Απρ_16_17_16_45.csv		16/4/2014 5:16 μμ
profit_indicate6_30_0_1.00061.000451.0003_1.0012_1200_1800_1.02014_Απρ_16_17_16_45.csv		16/4/2014 5:16 μμ
profit_indicate6_30_1_1.00061.000451.0003_1.0012_1200_1800_1.02014_Απρ_16_17_16_45.csv		16/4/2014 5:16 μμ
profit_indicate6_60_0_1.00121.00091.0006_1.0036_1800_2400_1.02014_Απρ_16_17_16_45.csv		16/4/2014 5:16 μμ
profit_indicate6_60_1_1.00121.00091.0006_1.0036_1800_2400_1.02014_Απρ_16_17_16_45.csv		16/4/2014 5:16 μμ
profit_indicate7_30_0_1.00061.000451.0003_1.0012_1200_1800_1.02014_Απρ_16_17_16_45.csv		16/4/2014 5:16 μμ
profit_indicate7_30_1_1.00061.000451.0003_1.0012_1200_1800_1.02014_Απρ_16_17_16_45.csv		16/4/2014 5:16 μμ
profit_indicate7_60_0_1.00121.00091.0006_1.0036_1800_2400_1.02014_Απρ_16_17_16_45.csv		16/4/2014 5:16 μμ
profit_indicate7_60_1_1.00121.00091.0006_1.0036_1800_2400_1.02014_Απρ_16_17_16_45.csv		16/4/2014 5:16 μμ

Εικόνα 4.2: Αποθηκευμένα αρχείων της προσομοίωσης της 16ης Απριλίου 2014 στον φάκελο εκτέλεσης της εφαρμογής.

Το περιεχόμενο των αρχείων ακολουθεί την εξής γραμμογράφηση:

	1 ^η	2 ^η	3 ^η	4 ^η	5 ^η	6 ^η	7 ^η	8 ^η	9 ^η	10 ^η
1 ^η	Trading Data FXInteli_Κωδικός Μηχανής Αυτοματοποιημένων Συναλλαγών_Κωδική Ονομασία Προσομοίωσης_Ημερομηνία_Ωρα									
2 ^η	Date	Time	Price	Open Position	Prediction	Closing Time	Closing Price	Profits(pips)	Max Profit Time	Maximum profit(pips)
3 ^η	Τιμή	Τιμή	Τιμή	Τιμή	Τιμή	Τιμή	Τιμή	Τιμή	Τιμή	Τιμή
<i>Η 3^η γραμμή επαναλαμβάνεται για κάθε θέση που ανοίχτηκε και έκλεισε από την μηχανή. Στην παράγραφο 3.1.1 και στη σελίδα 70 περιγράφονται αναλυτικά τα παραπάνω στοιχεία.</i>										
N ^η	Null	Null	Null	Null	Null	Null	Null	Null	Null	Null
(N+1) ^η	Closing Positions:		Τιμή(Σύνολο θέσεων)			Null	Null	Null	Null	Null
(N+2) ^η	Minimum net profit(pips):		Τιμή(Σύνολο Κέρδους σε pips)			Null	Null	Null	Null	Null
(N+2) ^η	Maximum net profit(pips):		Τιμή(Σύνολο μέγιστου θεωρητικού κέρδους)			Null	Null	Null	Null	Null

Πίνακας 4.2: Γραμμογράφηση του αρχείου εξαγωγής πράξεων των μηχανών αυτοματοποιημένων συναλλαγών.

Στην εικόνα 4.3 βλέπουμε μέρος αρχείου πράξεων μιας μηχανής αυτόματων συναλλαγών για την προσομοίωση της 16^{ης} Απριλίου 2014.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	Trading Data FXInteli 30_0_1.00031.00031.0003_1.012_1800_21600_1.0 (60060060060090018003600_10_1_32_1.00121.00091.00061.0003), Date: 2014_Apr_16, Time: 19_37_01									
2	Date	Time	Price	Open Position	Prediction	Closing time	Closing price	profit(pips)	max profit time	Maximum profit(pips)
3	20140303	4:38:01	137.783	Short	-1.0	4:39:00	137.788	-0,5	20:29:45	51,7
4	20140303	4:40:33	137.774	Short	-1.0	4:42:55	137.789	-1,5	20:29:29	50,8
5	20140303	4:44:14	137.773	Short	-1.0	4:53:28	137.789	-1,6	20:29:29	50,7
6	20140303	4:58:40	137.795	LONG	1.5	5:01:42	137.786	-0,9	6:21:57	13,1
7	20140303	5:00:31	137.805	LONG	1.5	5:07:31	137.786	-1,9	6:21:57	12,1
8	20140303	5:09:21	137.813	Long	1.0	5:22:07	1.378	-1,3	6:21:57	11,3
9	20140303	5:11:17	137.812	LONG	1.5	5:26:25	137.809	-0,3	6:21:57	11,4
10	20140303	5:24:18	137.819	Long	1.0	5:37:54	137.861	4,2	6:21:57	10,7
11	20140303	5:29:47	13.783	Long	1.0	5:40:17	137.831	0,1	6:21:57	9,6
12	20140303	5:31:41	137.846	LONG	2.0	5:42:57	137.813	-3,3	6:21:57	8
13	20140303	5:34:24	137.842	Long	1.0	5:48:36	137.812	-3	6:21:57	8,4
14	20140303	5:37:09	137.864	LONG	2.0	5:51:58	137.811	-5,3	6:21:57	6,2
15	20140303	5:55:30	137.813	Short	-1.0	6:01:26	137.826	-1,3	20:29:45	54,7
16	20140303	6:02:56	137.806	Short	-1.0	6:04:09	137.849	-4,3	20:29:45	54
17	20140303	6:04:54	137.867	LONG	2.0	6:08:00	137.853	-1,4	6:21:57	5,9
18	20140303	6:06:01	137.869	Long	1.0	6:14:48	137.868	-0,1	6:21:57	5,7
19	20140303	6:09:27	13.787	Long	1.0	6:18:40	137.918	4,8	6:21:57	5,6
20	20140303	6:12:12	137.871	Long	1.0	6:18:40	137.918	4,7	6:21:57	5,5
21	20140303	6:13:32	13.788	Long	1.0	6:19:15	137.924	4,4	6:21:57	4,6
22	20140303	6:15:36	137.886	Long	1.0	6:24:29	137.912	2,6	6:21:57	4
23	20140303	6:16:51	137.887	Long	1.0	6:25:39	137.897	1	6:21:57	3,9
24	20140303	6:18:10	137.903	Long	1.0	6:41:22	137.872	-3,1	6:21:57	2,3
25	20140303	6:19:26	137.918	Long	1.0	7:03:32	13.783	-8,8	6:21:57	0,8
26	20140303	6:20:36	137.924	Long	1.0	7:04:42	137.814	-11	6:21:57	0,2
27	20140303	6:28:54	1.379	Long	1.0	7:05:38	1.378	-10	6:29:25	2,5
28	20140303	6:31:01	137.925	Long	1.0	7:07:13	137.787	-13,8	6:31:25	-0,1

419	20140303	20:14:38	137.357	Short	-1.0	20:24:53	137.313	4,4	20:29:29	9,1
420	20140303	20:18:05	137.353	Short	-1.0	20:27:32	137.311	4,2	20:29:29	8,7
421	20140303	20:20:46	137.318	Short	-1.0	20:29:26	137.272	4,6	20:29:45	5,2
422	20140303	20:24:36	137.314	Short	-1.0	20:29:26	137.272	4,2	20:29:45	4,8
423	20140303	20:27:32	137.308	Short	-1.0	20:29:29	137.266	4,2	20:29:45	4,2
424										
425	Closing Positions:		421							
426	Minimum net profit(pips):		692,4							
427	Maximum(in 30 minutes) net		14637,7							

Εικόνα 4.3: Αρχείο πράξεων μιας μηχανής αυτόματων συναλλαγών για την προσομοίωση της 16^{ης} Απριλίου 2014.

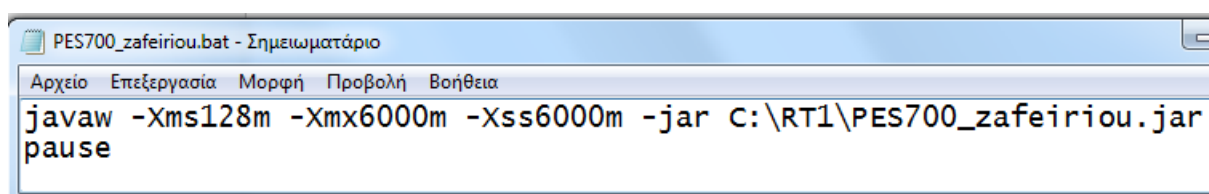
4.5 Προετοιμασία Για την Εκτέλεση της Προσομοίωσης

Τα ημερήσια αρχεία δεδομένων εισόδου, όπως περιγράφονται στην παράγραφο 3.1.3, τοποθετούνται σε διαφορετικούς φακέλους. Στον ίδιο φάκελο τοποθετούμε και τα αρχεία ενημέρωσης των βαρών όπως προκύπτουν μετά το πέρας της προγενέστερης μέρας προσομοίωσης (παράγραφος 4.3). Να σημειωθεί ότι τα αρχικά βάρη, δηλαδή τα βάρη της 1^{ης} μέρας του πεδίου πειραματισμού, προκύπτουν τυχαία από έναν randomize μηχανισμό. Η χρήση διαφορετικών φακέλων για κάθε μέρα πειραματισμού είναι πολύ σημαντική ώστε να μην αλληλεπικαλύπτονται τα αρχεία δεδομένων εισόδου και τα αρχεία που προκύπτουν μετά το πέρας της προσομοίωσης (αρχεία βαρών και πράξεων).

Παρά του ότι η εφαρμογή δύναται να εκτελεστεί με διπλό κλικ επί του εκτελέσιμου αρχείου της, προτείνουμε η εκκίνηση της εφαρμογής να πραγματοποιείται με κονσόλα μέσω κατάλληλα διαμορφωμένου αρχείου τύπου batch(.bat) [52]. Η χρήση αρχείου batch φέρει τα εξής σημαντικά πλεονεκτήματα:

1. Οι δομές δεδομένων της εφαρμογής, λόγω των πολλών και πολύπλοκων μηχανισμών τους και του μεγάλου πλήθους των ημερήσιων τιμών πειραματισμού, απαιτούν ειδική διαχείριση μνήμης [53].
2. Με την χρήση αρχείων .bat δεν χρειάζεται σε κάθε διαφορετικό φάκελο (που βρίσκεται το εκάστοτε ημερήσιο αρχείο δεδομένων εισόδου) να τοποθετούμε την εκτελέσιμη εφαρμογή. Αυτό είναι πολύ σημαντικό κατά την αλλαγή του πηγαίου κώδικα και την αντικατάσταση του εκτελέσιμου αρχείου το οποίο διατηρείται κατά αυτόν τον τρόπο σε έναν και μοναδικό φάκελο.

Το αρχείο τύπου batch και η παραμετροποίηση της διαχείρισης της μνήμης της virtual java machine διαφαίνεται στην εικόνα 4.4.



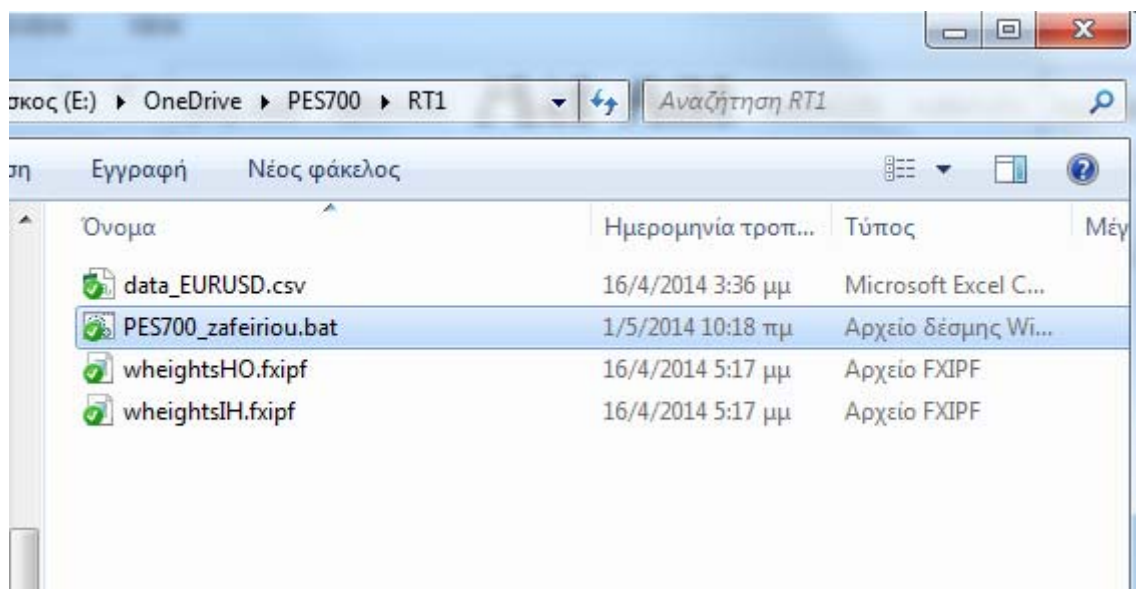
Εικόνα 4.3: Αρχείο εκκίνησης της εφαρμογής τύπου .bat

Εδώ πρέπει να σημειώσουμε ότι για την επιτυχή εκτέλεση της εφαρμογής μέσω κονσόλας πρέπει να έχει εγκατασταθεί με επιτυχία το Java SE Development Kit (JDK) [54].

4.6 Παρουσίαση & Εκτέλεση της Εφαρμογής

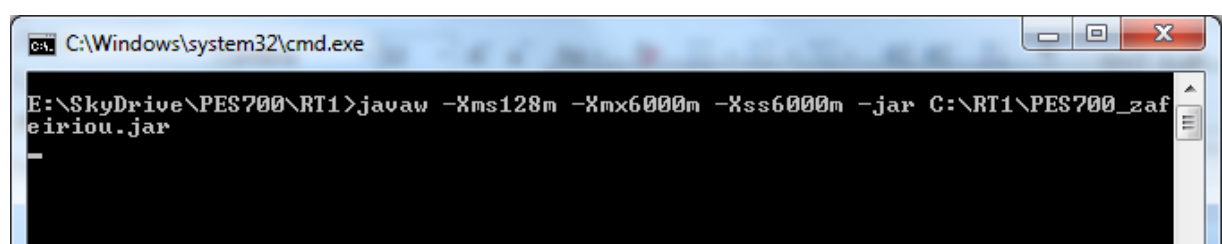
Επιλέγουμε τον φάκελο στον οποίο βρίσκεται το αρχείο δεδομένων εισόδου (data_EURUSD.csv) της ημέρας που επιθυμούμε (στο παρόν παράδειγμα η 3^η Μαρτίου 2014) να πραγματοποιήσουμε προσομοίωση(παράγραφος 3.3.1).

Επιλέγουμε και εφαρμόζουμε διπλό κλικ στο αρχείο PES700_zafeiriou.bat (Εικόνα 4.4)

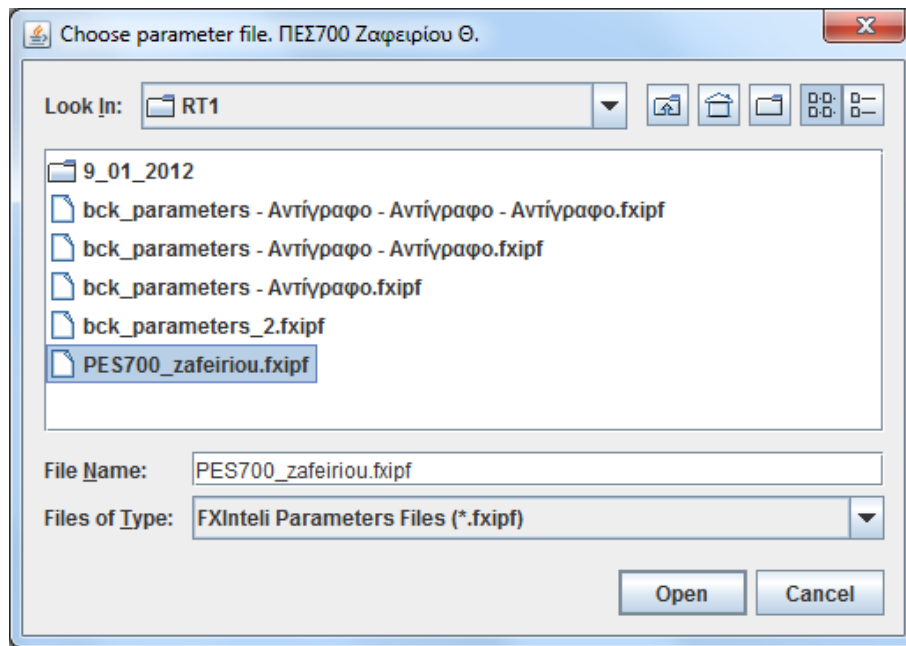


Εικόνα 4.4: Φάκελος της 3ης Μαρτίου 2014 πριν από την προσομοίωση ο οποίος εμπεριέχει τα δεδομένα της ημέρας, το batch file, και τα αρχεία των αρχικών randomize βαρών του ΤΝΔ.

Αν η εκτέλεση είναι επιτυχής ανοίγει η κονσόλα (εικόνα 4.5) και η οθόνη επιλογής του αρχείου παραμέτρων(.fxipf) της εφαρμογής (εικόνα 4.6).

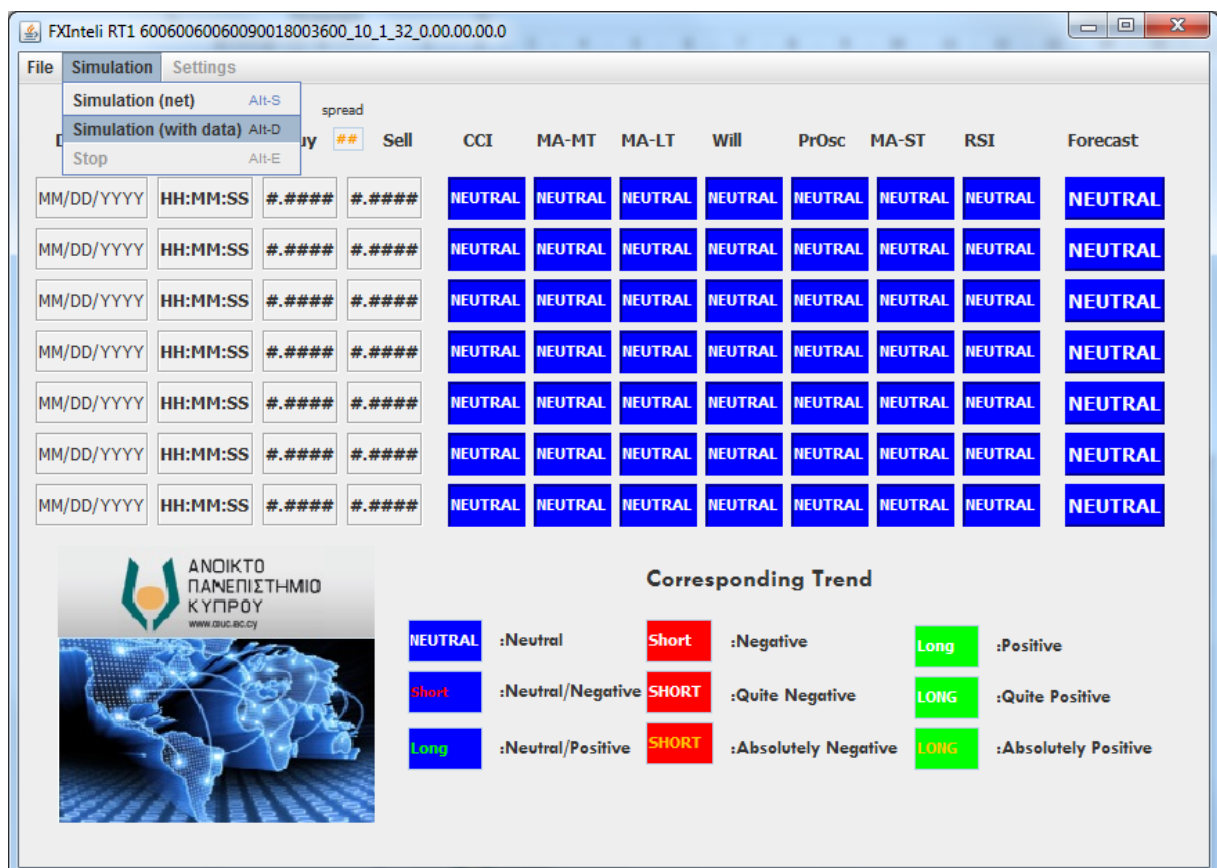


Εικόνα 4.5: Κονσόλα κατά την εκκίνηση της εφαρμογής.



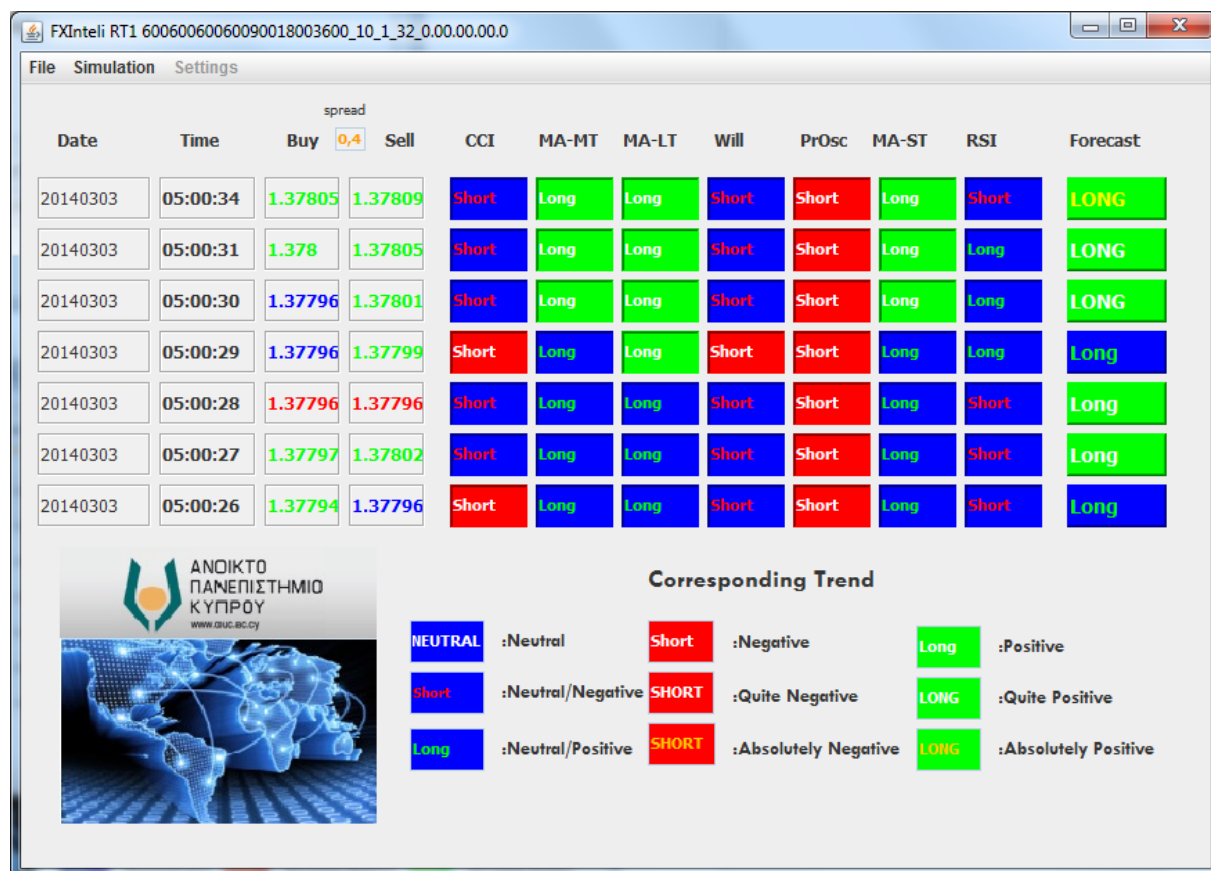
Εικόνα 4.6: Οθόνη επιλογής του αρχείου παραμέτρων της εφαρμογής(.fxipf).

Μετά την επιλογή του αρχείου παραμέτρων (PES700_zafeiriou.fxipf), το οποίο βρίσκεται συνήθως στον φάκελο που βρίσκεται το εκτελέσιμο αρχείο java (PES700_zafeiriou.jar), εμφανίζεται η κεντρική οθόνη της εφαρμογής(Εικόνα 4.7).



Εικόνα 4.7: Κεντρική Οθόνη της εφαρμογής επιλογής του αρχείου παραμέτρων της εφαρμογής(.fxipf).

Επιλέγοντας από το μενού Simulation την επιλογή Simulation (with data) (Εικόνα 4.7) η προσομοίωση ξεκινά(Εικόνα 4.8)



Εικόνα 4.8: Κεντρική Οθόνη της εφαρμογής κατά την προσομοίωση.

Η κεντρική οθόνη προσομοίωσης όπως διαφαίνεται και στην εικόνα 4.8 περιλαμβάνει την ημερομηνία, την ώρα, την τιμή αγοράς, την τιμή πώλησης, το περιθώριο(spread) των δύο αυτών τιμών (που αποτελεί την προμήθεια του παρόχου των συναλλαγών), την πρόβλεψη του ταλαντωτή CCI, του μεσοπρόθεσμου ΚΜΟ που έχει επιλεγεί, του μακροπρόθεσμου ΚΜΟ, του ταλαντωτή Williams, του ταλαντωτή τιμής, του ταλαντωτή RSI και την πρόβλεψη(forecast) του συστήματος του ΤΝΔ.

Η πρόβλεψη της τάσης αποδίδεται μέσω των ενδείξεων όπως επεξηγούνται στο κάτω μέρος της οθόνης και αντιστοιχούν στις τιμές: [-2: **SHORT**, -1.5: **SHORT**, -1: **Short**, -0.5: **Short**, 0: **NEUTRAL**, +0.5: **Long**, +1: **Long**, +1.5: **LONG**, +2 **LONG**]

Η 1^η γραμμή αποτελεί, όπως φαίνεται και στην εικόνα, τα τρέχοντα δεδομένα και στοιχεία πρόβλεψης. Όταν η χρονική στιγμή παρέλθει τα δεδομένα της 1^{ης} γραμμής ολισθαίνουν στην 2^η γραμμή, της 2^{ης} στην 3^η κ.ο.κ και στην 1^η γραμμή εμφανίζονται τα νέα δεδομένα.

Ο τίτλος της κεντρικής οθόνης είναι: FXIntelI_Kωδική Ονομασία Προσομοίωσης όπως περιγράφεται στην παράγραφο 4.3.

Ταυτόχρονα με την έναρξη της προσομοίωσης ανοίγουν και εκτελούνται ελαχιστοποιημένες (minimized) (εικόνα 4.9) οι οθόνες προσομοίωσης των μηχανών αυτοματοποιημένων συναλλαγών, όπως αυτές έχουν οριστεί (τόσο σε πλήθος όσο και σε συμπεριφορά) βάσει του αρχείου παραμέτρων του συστήματος (εικόνα 4.10). Στην παρούσα επιλεχθείσα προσομοίωση ο αριθμός των μηχανών αυτοματοποιημένων συναλλαγών ανέρχεται σε 32.



Εικόνα 4.9: Οι οθόνες της εφαρμογής κατά την προσομοίωση όπως εμφανίζονται στο μενού της μπάρας εργασιών του windows.

FXIntelRCI Autotrade 30_0_1.00031.00031.0012_1200_1800_1.0 (60060060060090018003600_10_1_32_0.00.00.00.0)										
Date	Time	Price	Prediction	Pred	Close Time	Close Price	Profit(pips)	maxProfit time	max Profit(pips)	
20140303	04:38:01	1.37783	Short	-1.0	04:39:00	1.37788	(0.5)	04:44:16	1.5	
20140303	04:40:33	1.37774	Short	-1.0	04:42:55	1.37789	(1.5)	04:44:16	0.6	
20140303	04:44:14	1.37773	Short	-1.0	04:53:28	1.37789	(1.6)	04:44:16	0.5	
20140303	04:58:40	1.37795	LONG	1.5	05:01:42	1.37786	(0.9)	06:21:57	13.1	
20140303	05:00:31	1.37805	LONG	1.5	05:07:31	1.37786	(1.9)	06:21:57	12.1	
20140303	05:09:21	1.37813	Long	1.0	05:22:07	1.378	(1.3)	06:21:57	11.3	
20140303	05:11:17	1.37812	LONG	1.5	05:26:25	1.37809	(0.3)	06:21:57	11.4	
20140303	05:24:18	1.37819	Long	1.0	05:37:54	1.37861	4.2	06:21:57	10.7	
20140303	05:29:47	1.3783	Long	1.0	05:40:17	1.37831	0.1	06:21:57	9.6	
20140303	05:31:41	1.37846	LONG	2.0	05:42:57	1.37813	(3.3)	06:21:57	8.0	
20140303	05:34:24	1.37842	Long	1.0	05:48:36	1.37812	(3.0)	06:21:57	8.4	
20140303	05:37:09	1.37864	LONG	2.0	05:51:58	1.37811	(5.3)	06:21:57	6.2	
20140303	05:55:30	1.37813	Short	-1.0	06:01:26	1.37826	(1.3)	07:06:11	2.9	
20140303	06:02:56	1.37806	Short	-1.0	06:04:09	1.37849	(4.3)	07:06:11	2.2	
20140303	06:04:54	1.37867	LONG	2.0	06:08:00	1.37853	(1.4)	06:21:57	5.9	
20140303	06:06:01	1.37869	Long	1.0	06:14:48	1.37868	(0.1)	06:21:57	5.7	
20140303	06:09:27	1.3787	Long	1.0	06:18:40	1.37918	4.8	06:21:57	5.6	
20140303	06:12:12	1.37871	Long	1.0	06:18:40	1.37918	4.7	06:21:57	5.5	
20140303	06:13:32	1.3788	Long	1.0	06:19:15	1.37924	4.4	06:21:57	4.6	
20140303	06:15:36	1.37886	Long	1.0	06:24:29	1.37912	2.6	06:21:57	4.0	
20140303	06:16:51	1.37887	Long	1.0	06:25:39	1.37897	1.0	06:21:57	3.9	
20140303	06:18:10	1.37903	Long	1.0	06:41:22	1.37872	(3.1)	06:21:57	2.3	
20140303	06:19:26	1.37918	Long	1.0	07:03:32	1.3783	(8.8)	06:21:57	0.8	
20140303	06:20:36	1.37924	Long	1.0	07:04:42	1.37814	(11.0)	06:21:57	0.2	
20140303	06:28:54	1.379	Long	1.0	07:05:38	1.378	(10.0)	06:29:25	2.5	
20140303	06:31:01	1.37925	Long	1.0	07:07:13	1.37787	(13.8)	06:31:25	(0.1)	
20140303	06:32:58	1.37905	Long	1.0	07:08:55	1.37793	(11.2)	06:50:31	1.0	
20140303	06:35:29	1.3788	Long	1.0	07:11:00	1.37803	(7.7)	06:50:36	3.5	
20140303	06:37:15	1.37896	Long	1.0	07:15:25	1.37795	(10.1)	06:50:36	1.9	
20140303	06:42:07	1.37875	Long	1.0				06:50:36	4.0	
20140303	06:44:31	1.3789	Long	1.0				06:50:36	2.5	
20140303	06:45:56	1.37899	LONG	1.5				06:50:36	1.6	
20140303	06:48:43	1.37913	LONG	1.5				06:50:36	0.2	
20140303	06:50:31	1.37918	LONG	1.5				06:50:36	(0.3)	
20140303	06:57:17	1.37904	Long	1.0				06:59:45	0.1	
20140303	06:59:00	1.37904	Long	1.0				06:59:45	0.1	
20140303	07:01:04	1.37883	Long	1.0				07:01:14	(0.1)	
20140303	07:02:10	1.37853	LONG	1.5				07:02:21	0.0	
20140303	07:17:29	1.37814	Long	1.0				07:20:00	3.0	

Εικόνα 4.10: Οθόνη μιας εκ των μηχανών αυτοματοποιημένων συναλλαγών.

Στις οθόνες των μηχανών αυτοματοποιημένων συναλλαγών βλέπουμε σε πραγματικό χρόνο την εξέλιξη των πράξεων των συναλλαγών και όλα τα δεδομένα και στοιχεία αυτών όπως περιγράφονται στην παράγραφο 3.3.1(σελίδα 70).

Εκτός αυτών των οθονών, επίσης ελαχιστοποιημένα (εικόνα 4.9), ενεργοποιείται και η οθόνη των συγκεντρωτικών αποτελεσμάτων (εικόνα 4.11) των μηχανών αυτοματοποιημένων συναλλαγών.

Η οθόνη αυτή αποτελείται από τόσες σειρές όσες και οι μηχανές αυτοματοποιημένων συναλλαγών.

Σε κάθε σειρά εμφανίζεται το όνομα της εκάστοτε μηχανής, και ενημερώνονται σε πραγματικό χρόνο ο αριθμός των πράξεων που έχει πραγματοποιήσει, το κέρδος ή η ζημία μέχρι εκείνη την στιγμή και το μέγιστο θεωρητικό κέρδος που θα μπορούσε να είχε επιτευχθεί αν η θέση είχε κλείσει την ιδανική χρονική στιγμή, εντός του μέγιστου χρόνου αναμονής ανοικτής θέσης, όπως έχει οριστεί στο αρχείο παραμέτρων του συστήματος και περιγράφεται στην παράγραφο 3.3.1.

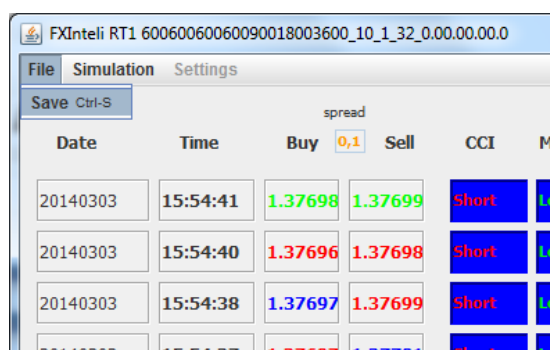
Στην εικόνα 4.12 βλέπουμε την επιφάνεια εργασίας κατά την εκτέλεση της εφαρμογής. Στο αριστερό τμήμα βλέπουμε εννέα από τις ενεργοποιημένες μηχανές αυτοματοποιημένων συναλλαγών και στο δεξιό τμήμα την κεντρική οθόνη προσομοίωσης(πάνω) και την οθόνη των συγκεντρωτικών αποτελεσμάτων των μηχανών αυτοματοποιημένων συναλλαγών(κάτω). Να σημειωθεί ότι οι μηχανές είναι πολύ περισσότερες (32 σε αυτή την περίπτωση) από αυτές που δύναται να εμφανιστούν ταυτόχρονα στην επιφάνεια εργασίας (λόγω χώρου).

Με το πέρας της προσομοίωσης και το κλείσιμο της κεντρικής οθόνης πατώντας το [X], αυτόματα αποθηκεύονται στον φάκελο των αρχικών δεδομένων τα αρχεία εξαγωγής πράξεων των μηχανών αυτοματοποιημένων συναλλαγών (εικόνα 4.14, μπλε αγκύλη) όπως αυτά περιγράφονται στην παράγραφο 4.4.

Επίσης αποθηκεύονται αυτόματα (εικόνα 4.14, κόκκινες οβάλ επισημάνσεις) και τα νέα αρχεία βαρών όπως προέκυψαν από την ημερήσια προσομοίωση και περιγράφονται στην παράγραφο 4.3.

Τα αρχεία αυτά τα μεταφέρουμε στον φάκελο των δεδομένων της επόμενης μέρας, τα μετονομάζουμε σε wheightsHO.fxipf και wheightsIH.fxipf και είμαστε έτοιμοι να εκτελέσουμε την επόμενη προσομοίωση.

Επίσης η εφαρμογή μας δίδει την δυνατότητα οποιαδήποτε στιγμή το επιθυμούμε, χωρίς να διακόψουμε την προσομοίωση, επιλέγοντας από το μενού “File” την επιλογή “Save” ή πατώντας ταυτόχρονα CTRL+S να αποθηκευτούν στον φάκελο των αρχικών δεδομένων τα αρχεία εξαγωγής πράξεων των μηχανών αυτοματοποιημένων συναλλαγών όπως έχουν διαμορφωθεί μέχρι τη στιγμή εκείνη (εικόνα 4.13).



Εικόνα 4.13: Δυνατότητα αποθήκευσης αρχείων εξαγωγής πράξεων των μηχανών αυτοματοποιημένων συναλλαγών χωρίς να διακόψουμε την προσομοίωση

κός (E:) > OneDrive > PES700 > RT1		
Βοήθεια		
κη ▾	Κοινή χρήση με ▾	Εγγραφή Νέος φάκελος
Όνομα	Ημερομηνία τροπ...	Τύπος
data_EURUSD.csv	16/4/2014 3:36 μμ	Microsoft Excel C...
PES700_zafeiriou.bat	24/5/2014 5:27 μμ	Αρχείο δέσμης Wi...
profit_indicate0_30_0_1.00031.00031.0003...	24/5/2014 5:57 μμ	Microsoft Excel C...
profit_indicate0_30_1_1.00031.00031.0003...	24/5/2014 5:57 μμ	Microsoft Excel C...
profit_indicate0_60_0_1.00061.00061.0006...	24/5/2014 5:57 μμ	Microsoft Excel C...
profit_indicate0_60_1_1.00061.00061.0006...	24/5/2014 5:57 μμ	Microsoft Excel C...
profit_indicate1_30_0_1.00061.000451.000...	24/5/2014 5:57 μμ	Microsoft Excel C...
profit_indicate1_30_1_1.00061.000451.000...	24/5/2014 5:57 μμ	Microsoft Excel C...
profit_indicate1_60_0_1.00121.00091.0006...	24/5/2014 5:57 μμ	Microsoft Excel C...
profit_indicate1_60_1_1.00121.00091.0006...	24/5/2014 5:57 μμ	Microsoft Excel C...
profit_indicate2_30_0_1.00061.000451.000...	24/5/2014 5:57 μμ	Microsoft Excel C...
profit_indicate2_30_1_1.00061.000451.000...	24/5/2014 5:57 μμ	Microsoft Excel C...
profit_indicate2_60_0_1.00121.00091.0006...	24/5/2014 5:57 μμ	Microsoft Excel C...
profit_indicate2_60_1_1.00121.00091.0006...	24/5/2014 5:57 μμ	Microsoft Excel C...
profit_indicate3_30_0_1.00061.000451.000...	24/5/2014 5:57 μμ	Microsoft Excel C...
profit_indicate3_30_1_1.00061.000451.000...	24/5/2014 5:57 μμ	Microsoft Excel C...
profit_indicate3_60_0_1.00121.00091.0006...	24/5/2014 5:57 μμ	Microsoft Excel C...
profit_indicate3_60_1_1.00121.00091.0006...	24/5/2014 5:57 μμ	Microsoft Excel C...
profit_indicate4_30_0_1.00061.000451.000...	24/5/2014 5:57 μμ	Microsoft Excel C...
profit_indicate4_30_1_1.00061.000451.000...	24/5/2014 5:57 μμ	Microsoft Excel C...
profit_indicate4_60_0_1.00121.00091.0006...	24/5/2014 5:57 μμ	Microsoft Excel C...
profit_indicate4_60_1_1.00121.00091.0006...	24/5/2014 5:57 μμ	Microsoft Excel C...
profit_indicate5_30_0_1.00061.000451.000...	24/5/2014 5:57 μμ	Microsoft Excel C...
profit_indicate5_30_1_1.00061.000451.000...	24/5/2014 5:57 μμ	Microsoft Excel C...
profit_indicate5_60_0_1.00121.00091.0006...	24/5/2014 5:57 μμ	Microsoft Excel C...
profit_indicate5_60_1_1.00121.00091.0006...	24/5/2014 5:57 μμ	Microsoft Excel C...
profit_indicate6_30_0_1.00061.000451.000...	24/5/2014 5:57 μμ	Microsoft Excel C...
profit_indicate6_30_1_1.00061.000451.000...	24/5/2014 5:57 μμ	Microsoft Excel C...
profit_indicate6_60_0_1.00121.00091.0006...	24/5/2014 5:57 μμ	Microsoft Excel C...
profit_indicate6_60_1_1.00121.00091.0006...	24/5/2014 5:57 μμ	Microsoft Excel C...
profit_indicate7_30_0_1.00061.000451.000...	24/5/2014 5:57 μμ	Microsoft Excel C...
profit_indicate7_30_1_1.00061.000451.000...	24/5/2014 5:57 μμ	Microsoft Excel C...
profit_indicate7_60_0_1.00121.00091.0006...	24/5/2014 5:57 μμ	Microsoft Excel C...
profit_indicate7_60_1_1.00121.00091.0006...	24/5/2014 5:57 μμ	Microsoft Excel C...
wheightsHO.fxipf	16/4/2014 5:17 μμ	Αρχείο FXIPF
wheightsHO_RT1_60060060060090018003...	24/5/2014 5:57 μμ	Αρχείο FXIPF
wheightsIH.fxipf	16/4/2014 5:17 μμ	Αρχείο FXIPF
wheightsIH_RT1_600600600600900180036...	24/5/2014 5:57 μμ	Αρχείο FXIPF

Εικόνα 4.14: Φάκελος της 3ης Μαρτίου 2014 μετά από την προσομοίωση στον οποίο έχουν προστεθεί αυτόματα τα αρχεία εξαγωγής πράξεων των μηχανών αυτοματοποιημένων συναλλαγών και τα νέα βάρη του ΤΝΔ τα οποία θα χρησιμοποιηθούν για την προσομοίωση της επόμενης ημέρας.

Κεφάλαιο 5

Πειραματισμός, Αποτελέσματα και Ανάλυση

Στο παρόν κεφάλαιο θα προσδιορίσουμε το πεδίο πειραματισμού μας, την παραμετροποίηση της εφαρμογής που επιλέχτηκε για τον πειραματισμό και τέλος θα παρουσιάσουμε και θα αναλύσουμε τα αποτελέσματα του πειραματισμού.

5.1 Πεδίο Πειραματισμού

Ως πηγή δεδομένων πειραματισμού επιλέχτηκε η Truefx[41] όπως περιγράφεται αναλυτικά στην παράγραφο 3.1.2

Ως πεδίο πειραματισμού επιλέχτηκαν τα δεδομένα (tick to tick) της ισοτιμίας ευρώ/δολαρίου του Μαρτίου του 2014. Το μέγεθος του πεδίου πειραματισμού ανέρχεται σε **2.023.351 (Δύο εκατομμύρια είκοσι τρεις χιλιάδες τριακόσιες πενήντα μία)** σειρές δεδομένων. Τα αρχικά δεδομένα όπως αντλήθηκαν από την Truefx βρίσκονται στο παράρτημα Β και συγκεκριμένα στο αρχείο EURUSD-2014-03.csv.

Τα δεδομένα επεξεργάστηκαν και χωρίστηκαν σε αρχεία ημερήσιων δεδομένων όπως περιγράφεται στην παράγραφο 3.1.3. Συγκεκριμένα προέκυψαν 20 αρχεία ημερήσιων δεδομένων. Η εξόρυξη των δεδομένων, η επεξεργασία και δημιουργία των ημερήσιων αρχείων πραγματοποιήθηκε με μια κατάλληλα υλοποιημένη εφαρμογή της Microsoft Access 2013 η οποία βρίσκεται στο παράρτημα Β και συγκεκριμένα στο αρχείο EURUSD_DATA_MAR14.accdb.

Το κάθε ημερήσιο αρχείο δεδομένων τοποθετήθηκε σε διαφορετικό φάκελο όπως περιγράφεται στην παράγραφο 4.5. Συγκεκριμένα δημιουργήθηκαν οι φάκελοι DAY1 έως DAY20 στους οποίους τοποθετήθηκαν με αύξουσα σειρά τα ημερήσια αρχεία δεδομένων από τις 3 έως τις 31 Μαρτίου 2014.

5.2 Επιλογή Τιμών Παραμέτρων Εφαρμογής

Η εφαρμογή είναι πλήρως παραμετροποιήσιμη μέσω του αρχείου παραμέτρων τύπου .fxipf όπως περιγράφεται αναλυτικά στην παράγραφο 4.2. Το αρχείο παραμετροποίησης του συστήματος (εικόνα 5.1) εμπεριέχεται στο παράρτημα Β και ονομάζεται PES700_zafeiriu.fxipf

5.2.1 Τιμές Παραμέτρων Νευρωνικού Δικτύου

Οι τιμές των παραμέτρων που επιλέχτηκαν για το νευρωνικό δίκτυο της εφαρμογής φαίνονται στον πίνακα 5.1.

A/A	Παράμετρος	Τιμή
1	Αριθμός Εποχών ΤΝΔ	10
2	Αριθμός Κρυφών Νευρώνων ΤΝΔ	14
3	Ρυθμός Μάθησης Συνάψεων των Νευρώνων Κρυφού Επιπέδου με τους Νευρώνες Εισόδου (LR-Inputs)	0.001
4	Ρυθμός Μάθησης Συνάψεων των Νευρώνων Κρυφού Επιπέδου με τους Νευρώνες Εξόδου (LR-Output)	0.001
5	Αριθμός Κρυφών Επιπέδων ΤΝΔ	1
6	Αριθμός Νευρώνων Εξόδου	1
7	Αριθμός Νευρώνων Εισόδου	7
8	Περίοδος (σε αριθμό τιμών) βοηθητικού ΚΜΟ (χρησιμοποιείται αντί στιγμιαίων τιμών ώστε να μην υφίσταται ενδεχόμενη στιγμιαία στρέβλωση τιμών(άστοχα peaks τιμών) λόγω υψηλής συχνότητας (tick to tick) δεδομένων)	10
9	Παράμετρος Επιλογής Αλγόριθμου προσδιορισμού Πραγματικής Τάσης (1: Βάσει του πίνακα 3.4 ή 2: Βάσει του πίνακα 3.3)	1

Πίνακας 5.1: Τιμές παραμέτρων ΤΝΔ.

Η επιλογή των παραμέτρων από 1 έως 7 στηρίχτηκαν στα πειραματικά αποτελέσματα των Ζαφειρίου και Καλλέ [08].

Η επιλογή του βοηθητικού ΚΜΟ των 10 ημερών όπως επίσης και η τιμή 1 στην παράμετρο επιλογής προσδιορισμού πραγματικής τάσης (παράγραφος 3.2.1) επιβεβαιώθηκαν με τη βοήθεια προκαταρκτικού πειραματισμού(Παράρτημα Α).

5.2.2 Τιμές Παραμέτρων Προσομοιωτών Δεικτών Τεχνικής Ανάλυσης

Οι τιμές των παραμέτρων που επιλέχτηκαν για τους προσομοιωτές των δεικτών τεχνικής ανάλυσης όπως αυτοί περιγράφονται στην παράγραφο 3.2.2 φαίνονται στον πίνακα 5.2.

A/A	Παράμετρος	Τιμή
1	Περίοδος (σε αριθμό τιμών) Ταλαντωτή RSI	600
2	Περίοδος (σε αριθμό τιμών) Ταλαντωτή Williams	600
3	Περίοδος (σε αριθμό τιμών) Ταλαντωτή CCI	600
4	Περίοδος (σε αριθμό τιμών) Βραχυπρόθεσμου ΚΜΟ	900
5	Περίοδος (σε αριθμό τιμών) Μεσοπρόθεσμου ΚΜΟ	1800
6	Περίοδος (σε αριθμό τιμών) Μακροπρόθεσμου ΚΜΟ	3600
7	Κινητοί Μέσοι Όροι του Ταλαντωτή Τιμής	(900, 1800, 3600)

Πίνακας 5.2: Τιμές παραμέτρων προσομοιωτών τεχνικών δεικτών.

Η περίοδος του ταλαντωτή price oscillator συσχετίζεται με την περίοδο των τριών επιλεγμένων κινητών μέσων όρων(βραχυπρόθεσμου, μεσοπρόθεσμου και μακροπρόθεσμου) όπως περιγράφεται στην παράγραφο 2.2.6

Οι περίοδοι που επιλέχτηκαν συνάδουν με την βραχυπρόθεσμη πρόβλεψη υψηλών συχνοτήτων που επιχειρούμε στην παρούσα μεταπτυχιακή διατριβή [10 -17].

5.2.3 Τιμές Παραμέτρων Μηχανών Αυτοματοποιημένων Συναλλαγών

Το πλήθος των παραμετροποιημένων μηχανών αυτοματοποιημένων συναλλαγών του πειραματισμού ανέρχεται σε τριάντα δύο. Πρόκειται για ένα πολύ ευρύ πλήθος μηχανών το οποίο δύναται να εκτελεί πράξεις ταυτόχρονα λόγω της υψηλής ποιότητας αντικειμενοστρέφειας της υλοποίησης.

Αναλυτικά:

Οι μισές μηχανές είναι κλάσης «0» και οι άλλες μισές κλάσης «1» (παράγραφος 3.3.1). Στις μηχανές κλάσης «1», όπου αντίθετα σήματα δεν κλείνουν το ένα την θέση του άλλου, ο μέγιστος χρόνος αναμονής πρέπει να είναι περιορισμένος, γιατί αλλιώς κινδυνεύουμε να μείνουμε με αρκετές θέσεις ανοικτές στο τέλος της ημερήσιας συνεδρίασης.

Οι μισές μηχανές της κάθε κλάσης(0 ή 1) είναι υψηλότερης ευαισθησίας (τιμή 30) και οι άλλες μισές χαμηλότερης ευαισθησίας(τιμή 60).

Οι μηχανές της υψηλότερης ευαισθησίας έχουν μικρότερους συντελεστές κατοχύρωσης κερδών και μικρότερους χρόνους αναθεώρησης και μέγιστης αναμονής από αυτές της χαμηλότερης ευαισθησίας.

Η επιλογή αυτή στηρίζεται στη λογική ότι η μηχανή που ανοίγει «ευκολότερα» μια θέση, επομένως ανοίγει περισσότερες θέσεις στην ομάδα του χρόνου, θα πρέπει να την κλείνει και ευκολότερα δηλαδή να «ικανοποιείται» με μικρότερα ποσοστά κέρδους.

Επίσης θα πρέπει να έχει μικρότερες ανοχές στα περιθώρια των ζημιών, δηλαδή να έχει μικρότερο συντελεστή μέγιστων αποδεκτών απωλειών (Stop Loss), αφού η μεγαλύτερη ευκολία στο άνοιγμα μιας θέσης αυξάνει την πιθανότητα αστοχίας.

Βάσει των παραπάνω ομαδοποιούμε τις μηχανές σε **τέσσερις** γενικές παραμετροποιήσεις που από δω και στο εξής θα τις ονομάζουμε **γενικούς τύπους μηχανών**(ή απλώς τύπους μηχανών).

Κάθε προσομοιωτής τεχνικού δείκτη(επτά στο σύνολο) και το σύστημα πρόβλεψης του ΤΝΔ τροφοδοτεί με σήματα πρόβλεψης μια μηχανή από κάθε τύπο.

Επομένως ενεργοποιούμε για προσομοίωση **4 X (7+1) = 32 μηχανές** αυτοματοποιημένων συναλλαγών.

Αναλυτικά οι τιμές των παραμέτρων των τριάντα δύο μηχανών αυτοματοποιημένων συναλλαγών που θα χρησιμοποιήσουμε στα πλαίσια του πειραματισμού διαφαίνονται στους πίνακες 5.3, 5.4, 5.5, και 5.6.

A/A	Γενικός Τύπος I (_30_0_1.00060_1.00045_1.00030_1.012_1800_21600_1_«Πηγή Τάσης») Δείτε παράγραφο 4.4	Τιμή
1	Ευαισθησία Μηχανής (1000 έως 0). Δείτε παρ. 3.3.1.	30
2	Κλάση Μηχανής (0 ή 1). Δείτε παρ. 3.3.1.	0
3	Συντελεστής Κατοχύρωσης Κερδών (Take Profit) για σήματα πολύ ισχυρής έντασης ± 2 . Δείτε παρ. 3.3.1.	1.00060
4	Συντελεστής Κατοχύρωσης Κερδών (Take Profit) για σήματα ισχυρής έντασης ± 1.5 . Δείτε παρ. 3.3.1.	1.00045
5	Συντελεστής Κατοχύρωσης Κερδών (Take Profit) για σήματα μέσης έντασης ± 1 . Δείτε παρ. 3.3.1.	1.00030
6	Συντελεστής Μέγιστων Αποδεκτών Απωλειών (Stop Loss). Δείτε παρ. 3.3.1.	1.012
7	Χρόνος Αναθεώρησης Συντελεστή Κατοχύρωσης Κερδών. Δείτε παρ. 3.3.1.	1800
8	Μέγιστος Χρόνος Αναμονής Ανοικτής Θέσης. Δείτε παρ. 3.3.1.	21600
9	Αναθεωρημένος Συντελεστής Επιθυμητού Κέρδους. Δείτε παρ. 3.3.1.	1
Πηγή Σημάτων Πρόβλεψης της Τάσης		Τιμή
TNA -> 0, CCI-600 -> 1, KMO-3600- > 2, Williams-600 -> 3, KMO-1800 -> 4, PriceOsc(900,1800,3600)->5, KMO-900->6, RSI-600 -> 7		0 έως 7
ΣΥΝΟΛΟ ΜΗΧΑΝΩΝ:		8

Πίνακας 5.3: Τιμές παραμέτρων Μηχανών Γενικού Τύπου I.

A/A	Γενικός Τύπος II (_30_1_1.00060_1.00045_1.00030_1.012_1200_1800_1_«Πηγή Τάσης») Δείτε παράγραφο 4.4	Τιμή
1	Ευαισθησία Μηχανής (1000 έως 0). Δείτε παρ. 3.3.1.	30
2	Κλάση Μηχανής (0 ή 1). Δείτε παρ. 3.3.1.	1
3	Συντελεστής Κατοχύρωσης Κερδών (Take Profit) για σήματα πολύ ισχυρής έντασης ± 2 . Δείτε παρ. 3.3.1.	1.00060
4	Συντελεστής Κατοχύρωσης Κερδών (Take Profit) για σήματα ισχυρής έντασης ± 1.5 . Δείτε παρ. 3.3.1.	1.00045
5	Συντελεστής Κατοχύρωσης Κερδών (Take Profit) για σήματα μέσης έντασης ± 1 . Δείτε παρ. 3.3.1.	1.00030
6	Συντελεστής Μέγιστων Αποδεκτών Απωλειών (Stop Loss). Δείτε παρ. 3.3.1.	1.012
7	Χρόνος Αναθεώρησης Συντελεστή Κατοχύρωσης Κερδών. Δείτε παρ. 3.3.1.	1200
8	Μέγιστος Χρόνος Αναμονής Ανοικτής Θέσης. Δείτε παρ. 3.3.1.	1800
9	Αναθεωρημένος Συντελεστής Επιθυμητού Κέρδους. Δείτε παρ. 3.3.1.	1
Πηγή Σημάτων Πρόβλεψης της Τάσης		Τιμή
TNA -> 0, CCI-600 -> 1, KMO-3600- > 2, Williams-600 -> 3, KMO-1800 -> 4, PriceOsc(900,1800,3600)->5, KMO-900->6, RSI-600 -> 7		0 έως 7
ΣΥΝΟΛΟ ΜΗΧΑΝΩΝ:		8

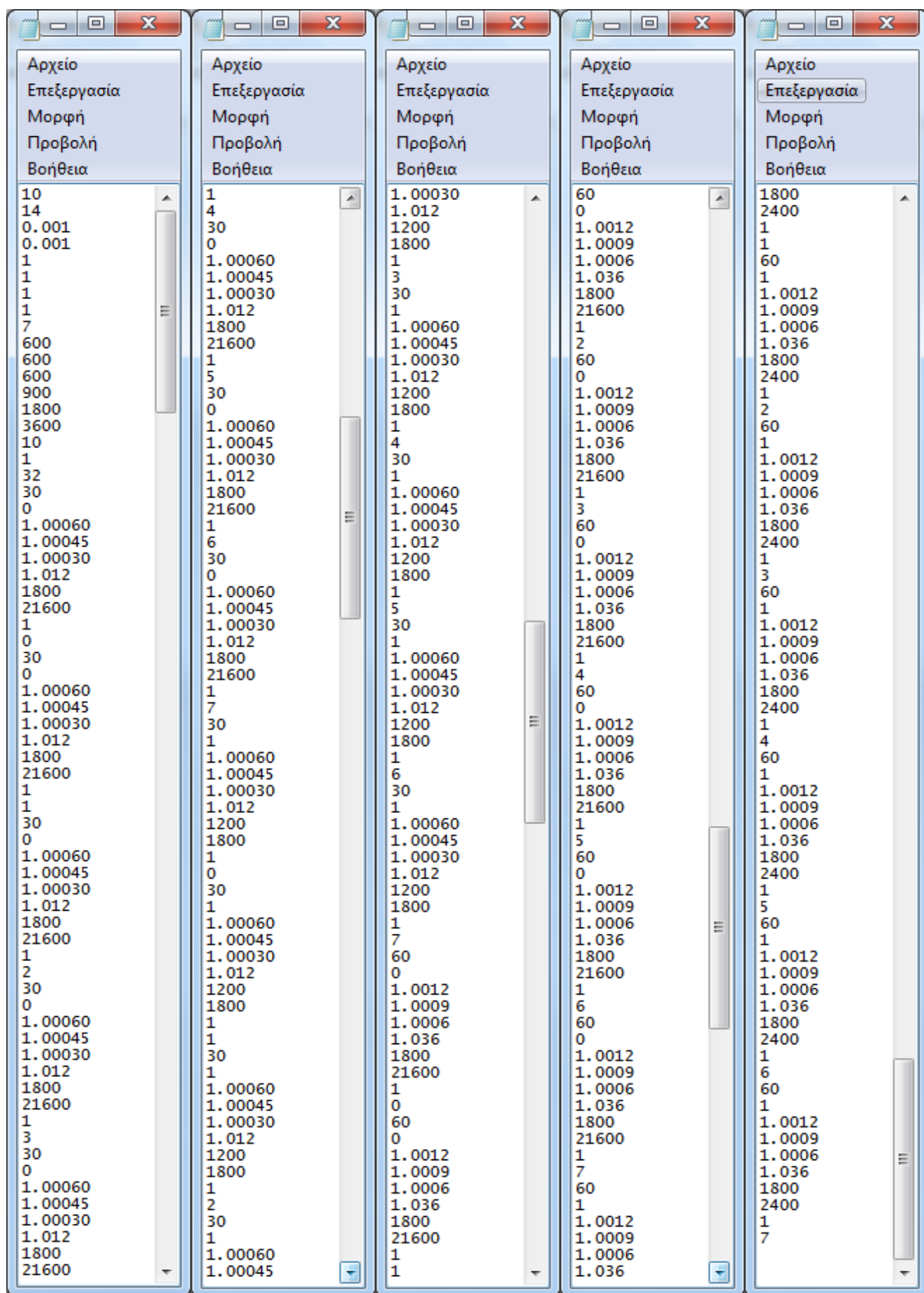
Πίνακας 5.4: Τιμές παραμέτρων Μηχανών Γενικού Τύπου II.

A/A	Γενικός Τύπος III (_60_0_1.0012_1.0009_1.0006_1.036_1800_21600_1_ «Πηγή Τάσης») Δείτε παράγραφο 4.4	Τιμή
1	Ευαισθησία Μηχανής (1000 έως 0). Δείτε παρ. 3.3.1.	60
2	Κλάση Μηχανής (0 ή 1). Δείτε παρ. 3.3.1.	0
3	Συντελεστής Κατοχύρωσης Κερδών (Take Profit) για σήματα πολύ ισχυρής έντασης ± 2 . Δείτε παρ. 3.3.1.	1.0012
4	Συντελεστής Κατοχύρωσης Κερδών (Take Profit) για σήματα ισχυρής έντασης ± 1.5 . Δείτε παρ. 3.3.1.	1.0009
5	Συντελεστής Κατοχύρωσης Κερδών (Take Profit) για σήματα μέσης έντασης ± 1 . Δείτε παρ. 3.3.1.	1.0006
6	Συντελεστής Μέγιστων Αποδεκτών Απωλειών (Stop Loss). Δείτε παρ. 3.3.1.	1.036
7	Χρόνος Αναθεώρησης Συντελεστή Κατοχύρωσης Κερδών. Δείτε παρ. 3.3.1.	1800
8	Μέγιστος Χρόνος Αναμονής Ανοικτής Θέσης. Δείτε παρ. 3.3.1.	21600
9	Αναθεωρημένος Συντελεστής Επιθυμητού Κέρδους. Δείτε παρ. 3.3.1.	1
Πηγή Σημάτων Πρόβλεψης της Τάσης		Τιμή
TNA -> 0, CCI-600 -> 1, KMO-3600- > 2, Williams-600 -> 3, KMO-1800 -> 4, PriceOsc(900,1800,3600)->5, KMO-900->6, RSI-600 -> 7		0 έως 7
ΣΥΝΟΛΟ ΜΗΧΑΝΩΝ:		8

Πίνακας 5.5: Τιμές παραμέτρων Μηχανών Γενικού Τύπου III.

A/A	Γενικός Τύπος IV (_60_1_1.0012_1.0009_1.0006_1.036_1800_2400_1_ «Πηγή Τάσης») Δείτε παράγραφο 4.4	Τιμή
1	Ευαισθησία Μηχανής (1000 έως 0). Δείτε παρ. 3.3.1.	60
2	Κλάση Μηχανής (0 ή 1). Δείτε παρ. 3.3.1.	1
3	Συντελεστής Κατοχύρωσης Κερδών (Take Profit) για σήματα πολύ ισχυρής έντασης ± 2 . Δείτε παρ. 3.3.1.	1.0012
4	Συντελεστής Κατοχύρωσης Κερδών (Take Profit) για σήματα ισχυρής έντασης ± 1.5 . Δείτε παρ. 3.3.1.	1.0009
5	Συντελεστής Κατοχύρωσης Κερδών (Take Profit) για σήματα μέσης έντασης ± 1 . Δείτε παρ. 3.3.1.	1.0006
6	Συντελεστής Μέγιστων Αποδεκτών Απωλειών (Stop Loss). Δείτε παρ. 3.3.1.	1.036
7	Χρόνος Αναθεώρησης Συντελεστή Κατοχύρωσης Κερδών. Δείτε παρ. 3.3.1.	1800
8	Μέγιστος Χρόνος Αναμονής Ανοικτής Θέσης. Δείτε παρ. 3.3.1.	2400
9	Αναθεωρημένος Συντελεστής Επιθυμητού Κέρδους. Δείτε παρ. 3.3.1.	1
Πηγή Σημάτων Πρόβλεψης της Τάσης		Τιμή
TNA -> 0, CCI-600 -> 1, KMO-3600- > 2, Williams-600 -> 3, KMO-1800 -> 4, PriceOsc(900,1800,3600)->5, KMO-900->6, RSI-600 -> 7		0 έως 7
ΣΥΝΟΛΟ ΜΗΧΑΝΩΝ:		8

Πίνακας 5.6: Τιμές παραμέτρων Μηχανών Γενικού Τύπου IV.



Εικόνα 5.1: Το αρχείο παραμετροποίησης της προσομοίωσης PES700_zafeiriou.fxprf όπως φαίνεται μέσω του σημειωματάριου του windows.

5.3 Παρουσίαση και Ανάλυση Αποτελεσμάτων

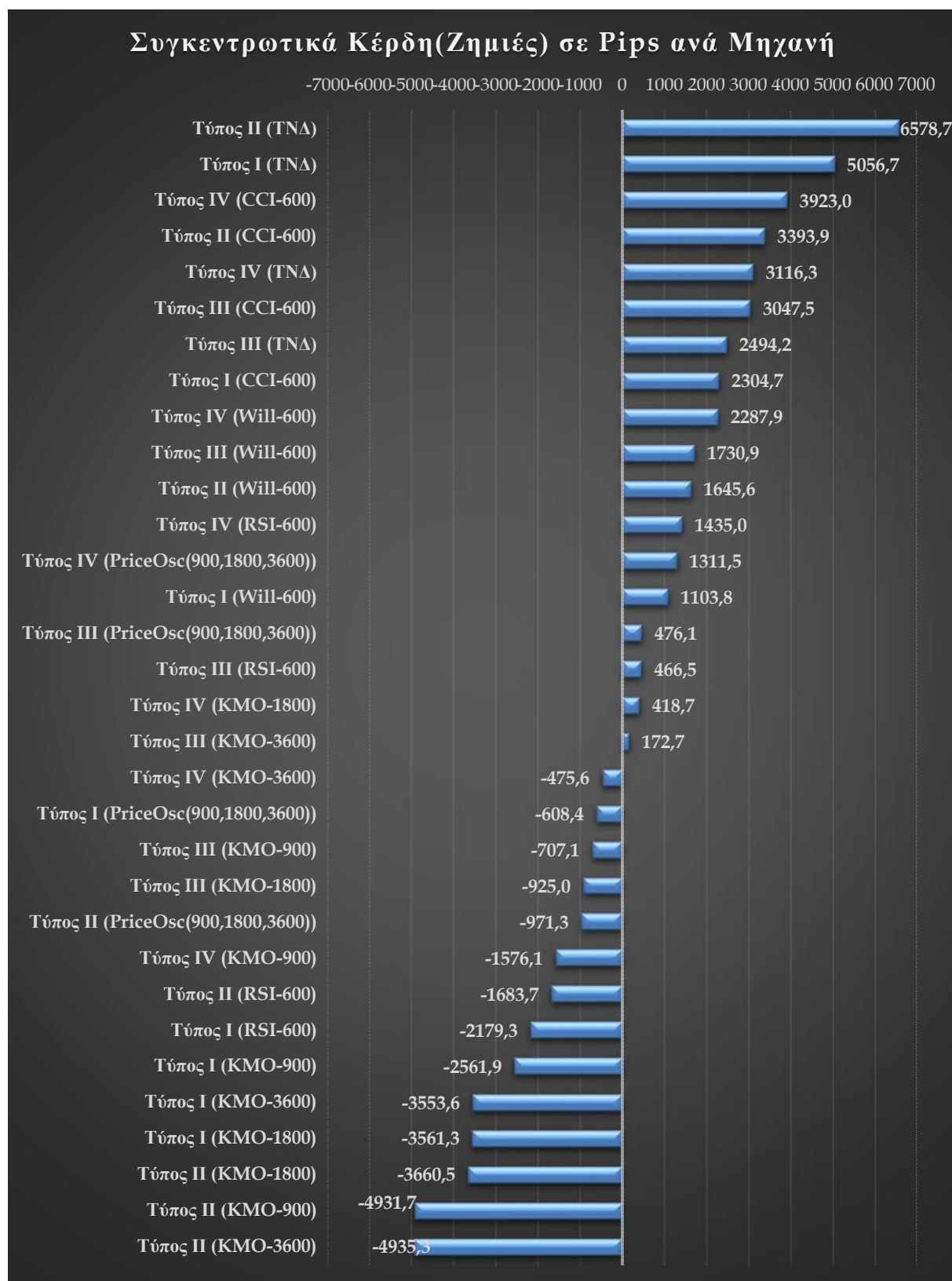
Ο πειραματισμός εκτελέστηκε όπως περιεγράφηκε στις παραγράφους 4.5 και 4.6 και με τις παραμέτρους που προσδιορίσαμε στην παράγραφο 5.2.

Στον πίνακα 5.7 βλέπουμε τα συγκεντρωτικά μηνιαία αποτελέσματα του πειραματισμού ανά μηχανή αυτοματοποιημένων συναλλαγών.

Μηχανή Αυτοματοποιημένων Συναλλαγών <i>Γενικός Τύπος(Πηγή Πρόβλεψης Τάσης)</i>	Συναλλα γές	Κέρδη - Ζημιές (PIPS)	Κέρδη (PIPS) ανά Συναλλαγή	Μέρες Με κέρδη	Μέρες Με ζημιές
Τύπος I (TNA)	4629	5056,7	1,092396	13	7
Τύπος I (CCI-600)	2282	2304,7	1,009947	16	4
Τύπος I (KMO-3600)	4297	-3553,6	-0,827	9	11
Τύπος I (Will-600)	2002	1103,8	0,551349	14	6
Τύπος I (KMO-1800)	4249	-3561,3	-0,83815	9	11
Τύπος I (PriceOsc(900,1800,3600))	2586	-608,4	-0,23527	10	10
Τύπος I (KMO-900)	4322	-2561,9	-0,59276	7	13
Τύπος I (RSI-600)	5065	-2179,3	-0,43027	4	16
Τύπος II (TNA)	8024	6578,7	0,819878	15	5
Τύπος II (CCI-600)	4188	3393,9	0,810387	16	4
Τύπος II (KMO-3600)	7997	-4935,3	-0,61714	7	13
Τύπος II (Will-600)	3289	1645,6	0,500334	13	7
Τύπος II (KMO-1800)	7899	-3660,5	-0,46341	8	12
Τύπος II (PriceOsc(900,1800,3600))	5403	-971,3	-0,17977	10	10
Τύπος II (KMO-900)	7663	-4931,7	-0,64357	5	15
Τύπος II (RSI-600)	6157	-1683,7	-0,27346	6	14
Τύπος III (TNA)	6511	2494,2	0,383075	11	9
Τύπος III (CCI-600)	3390	3047,5	0,898968	13	7
Τύπος III (KMO-3600)	6148	172,7	0,02809	11	9
Τύπος III (Will-600)	2990	1730,9	0,578896	12	8
Τύπος III (KMO-1800)	6341	-925	-0,14588	8	12
Τύπος III (PriceOsc(900,1800,3600))	3621	476,1	0,131483	9	11
Τύπος III (KMO-900)	6799	-707,1	-0,104	11	9
Τύπος III (RSI-600)	9150	466,5	0,050984	11	9
Τύπος IV (TNA)	10456	3116,3	0,298039	11	9
Τύπος IV (CCI-600)	5526	3923	0,709917	15	5
Τύπος IV (KMO-3600)	10710	-475,6	-0,04441	10	10
Τύπος IV (Will-600)	4362	2287,9	0,524507	14	6
Τύπος IV (KMO-1800)	10943	418,7	0,038262	10	10
Τύπος IV (PriceOsc(900,1800,3600))	7095	1311,5	0,184848	10	10
Τύπος IV (KMO-900)	11260	-1576,1	-0,13997	9	11
Τύπος IV (RSI-600)	11068	1435	0,129653	10	10

Πίνακας 5.7: Συγκεντρωτικά Μηνιαία αποτελέσματα πειραματισμού ανά μηχανή.

Παρατηρούμε ότι τις καλύτερες επιδόσεις έναντι όλων σε απόλυτο κέρδος (6578,7 pips) πετυχαίνει η μηχανή τύπου II με πηγή πρόβλεψης της τάσης το TNA και ακολουθεί η μηχανή τύπου I πάλι με πηγή πρόβλεψης της τάσης το TNA (5056,7 pips) (γράφημα 5.1).



Γράφημα 5.1: Συγκεντρωτικά μηνιαία αποτελέσματα πειραματισμού ανά μηχανή σε φθίνουσα σειρά.

Την πρώτη δεκάδα συμπληρώνουν η μηχανή τύπου IV με πηγή πρόβλεψης της τάσης τον ταλαντωτή CCI, η μηχανή τύπου II με πηγή πρόβλεψης της τάσης τον ταλαντωτή CCI, η μηχανή τύπου IV με πηγή πρόβλεψης της τάσης το TNΔ, η μηχανή τύπου III με πηγή πρόβλεψης της τάσης τον ταλαντωτή CCI, η μηχανή τύπου I με πηγή πρόβλεψης της τάσης τον ταλαντωτή CCI, η μηχανή τύπου III με πηγή πρόβλεψης της τάσης το TNΔ και τέλος ο η μηχανή τύπου IV με πηγή πρόβλεψης της τάσης τον ταλαντωτή Williams.

Παρατηρούμε ότι τις πρώτες θέσεις από άποψη απόδοσης καταλαμβάνουν οι μηχανές με πηγή πρόβλεψης της τάσης το TNΔ και τον ταλαντωτή CCI. Ακολουθούν οι μηχανές με πηγή πρόβλεψης της τάσης τον ταλαντωτή Williams. Το θετικό πρόσημο(κέρδη) διατηρούν ακόμη η μηχανές τύπου IV και III (η παράμετρος ευαισθησίας τους ισούται με 60) με πηγή πρόβλεψης της τάσης τον ταλαντωτή RSI και τον ταλαντωτή τιμής(PriceOsc), η μηχανή τύπου IV με πηγή πρόβλεψης της τάσης τον KMO-1800 και η μηχανή τύπου III με πηγή πρόβλεψης της τάσης τον KMO-3600.

Οι υπόλοιπες μηχανές, οι οποίες στην πλειοψηφία τους έχουν ως πηγή πρόβλεψης της τάσης τους κινητούς μέσους όρους, εμφανίζουν ζημιές. Την χειρότερη απόδοση πετυχαίνει η μηχανή τύπου II με πηγή πρόβλεψης της τάσης τον KMO-3600 (-4935,3 rips) και ακολουθεί πάλι μηχανή τύπου II με πηγή πρόβλεψης της τάσης τον KMO-900 (-4931,7 rips).

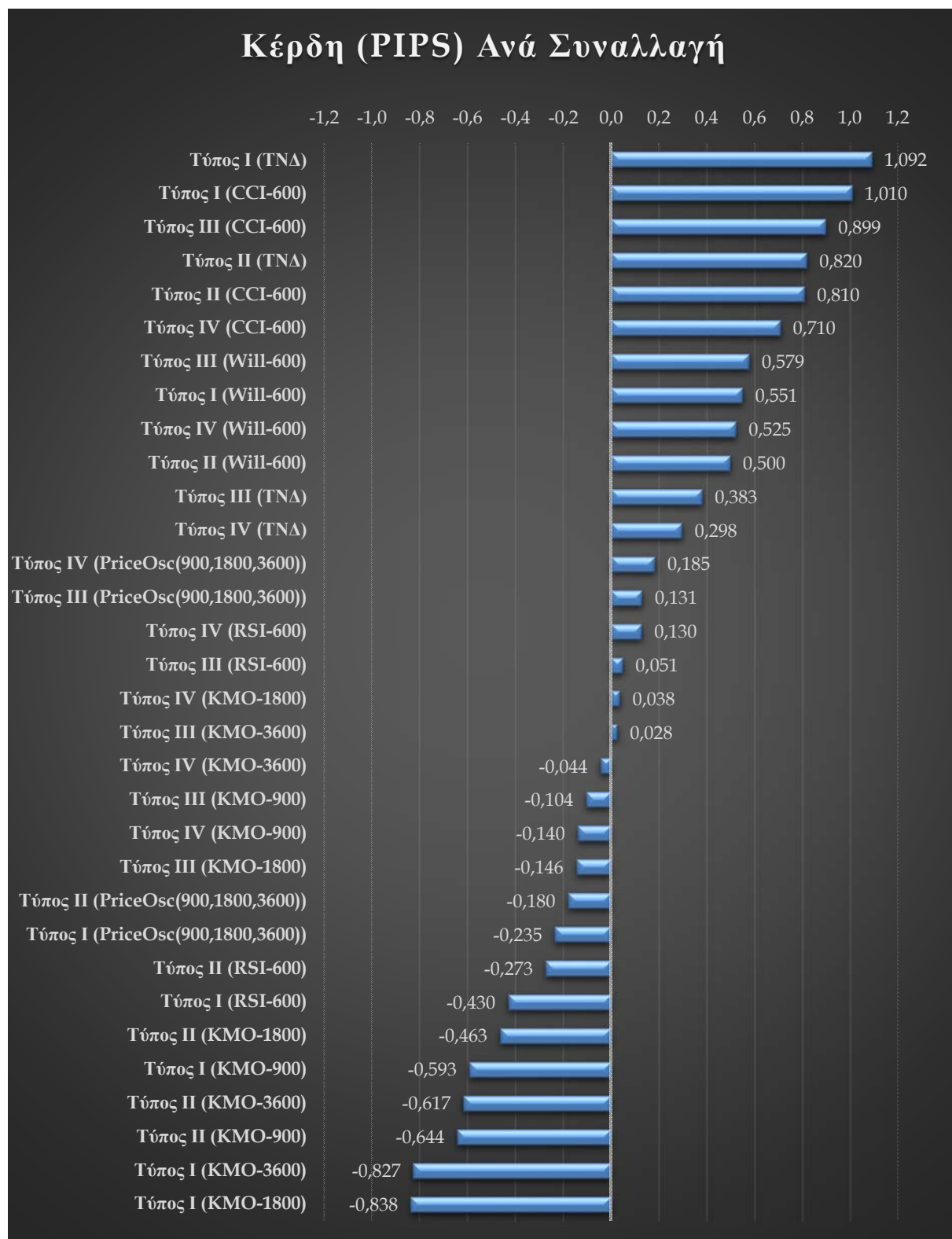
Γενικά παρατηρούμε ότι οι μηχανές με τύπο I και II (η παράμετρος ευαισθησίας τους ισούται με 30) με πηγές σήματος πρόβλεψης της τάσης τους KMO, τον ταλαντωτή RSI και τον ταλαντωτή τιμής έχουν χειρότερες επιδόσεις από τις μηχανές τύπου III και IV (η παράμετρος ευαισθησίας τους ισούται με 60) με αντίστοιχες πηγές πρόβλεψης της τάσης.

Αντίθετα οι μηχανές με τύπο I και II με πηγή πρόβλεψης της τάσης το TNΔ υπεραποδίδουν σε σχέση με τις αντίστοιχες μηχανές τύπου III και IV.

Από την άλλη οι μηχανές τύπου IV και II, δηλαδή οι μηχανές που η παράμετρος «Κλάση μηχανής» ισούται με τη μονάδα (παράγραφος 5.2.3 – αντίθετα σήματα δεν κλείνουν το ένα τη θέση του άλλου) φαίνεται ότι υπεραποδίδουν σε σχέση με τις μηχανές τύπου I και III (η παράμετρος «Κλάση μηχανής» ισούται με 0) όταν η πηγή πρόβλεψης είναι ο ταλαντωτής CCI.

Όσον αφορά το μέσο κέρδος ανά συναλλαγή τις καλύτερες επιδόσεις τις πετυχαίνει η μηχανή τύπου I με πηγή πρόβλεψης της τάσης το TNΔ (1,092 rips ανά συναλλαγή) ενώ ακολουθεί και

πάλι η μηχανή τύπου I με πηγή πρόβλεψης της τάσης τον ταλαντωτή CCI (1,010 pips ανά συναλλαγή) (γράφημα 5.2).



Γράφημα 5.2: Συγκεντρωτικά μηνιαία αποτελέσματα πειραματισμού ανά συναλλαγή και μηχανή σε φθίνουσα σειρά.

Την πρώτη δεκάδα συμπληρώνουν η μηχανή τύπου III με πηγή πρόβλεψης της τάσης τον ταλαντωτή CCI, οι μηχανές τύπου II με πηγή πρόβλεψης της τάσης το TND και τον ταλαντωτή CCI, η μηχανή τύπου IV με πηγή πρόβλεψης της τάσης τον ταλαντωτή CCI, οι μηχανές τύπου III, I, IV και II με πηγή πρόβλεψης της τάσης τον ταλαντωτή Williams.

Το θετικό πρόσημο(κέρδη ανά συναλλαγή) διατηρούν ακόμη οι μηχανές τύπου III και IV (η παράμετρος ευαισθησίας τους ισούται με 60) με πηγή πρόβλεψης της τάσης το TND, τον ταλαντωτή RSI και τον ταλαντωτή τιμής(PriceOsc). Οριακά θετικά βρίσκονται και οι μηχανές τύπου IV με πηγή πρόβλεψης της τάσης τον KMO-1800 και τον KMO-3600.

Οι υπόλοιπες μηχανές, οι οποίες στην πλειοψηφία τους έχουν ως πηγή πρόβλεψης της τάσης τους κινητούς μέσους όρους, εμφανίζουν ζημιές. Την χειρότερη απόδοση πετυχαίνει η μηχανή τύπου I με πηγή πρόβλεψης σημάτων τάσης τον KMO-1800 (-0,838 pips ανά συναλλαγή) και ακολουθεί πάλι μηχανή γενικού τύπου I με πηγή πρόβλεψης της τάσης τον KMO-3600 (-0,827 pips ανά συναλλαγή).

Γενικά παρατηρούμε και όσον αφορά το μέσο κέρδος ανά συναλλαγή, ότι οι μηχανές με τύπο I και II (η παράμετρος ευαισθησίας τους ισούται με 30) με πηγές πρόβλεψης της τάσης τους KMO, τον ταλαντωτή RSI και τον ταλαντωτή τιμής έχουν χειρότερες επιδόσεις από τις μηχανές τύπου III και IV (η παράμετρος ευαισθησίας τους ισούται με 60) με αντίστοιχες πηγές πρόβλεψης της τάσης.

Αντίστοιχα και οι μηχανές με τύπο I και II με πηγές σήματος πρόβλεψης το TND υπεραποδίδουν σε σχέση με τις μηχανές τύπου III και IV.

Από την άλλη οι μηχανές τύπου IV και II, δηλαδή οι μηχανές που η παράμετρος «Κλάση μηχανής» ισούται με τη μονάδα (παράγραφος 5.2.3 – αντίθετα σήματα δεν κλείνουν το ένα τη θέση του άλλου) φαίνεται ότι υποαποδίδουν, όσον αφορά το μέσο κέρδος ανά συναλλαγή, σε σχέση με τις μηχανές τύπου I και III (η παράμετρος «τύπος μηχανής» ισούται με 0) όταν η πηγή πρόβλεψης της τάσης είναι ο ταλαντωτής CCI.

Οι μηχανές τύπου I και II με πηγή πρόβλεψης της τάσης τον ταλαντωτή CCI εμφανίζουν τις περισσότερες κερδοφόρες συνεδριάσεις μέσα στον μήνα (16/20) (γράφημα 5.3).

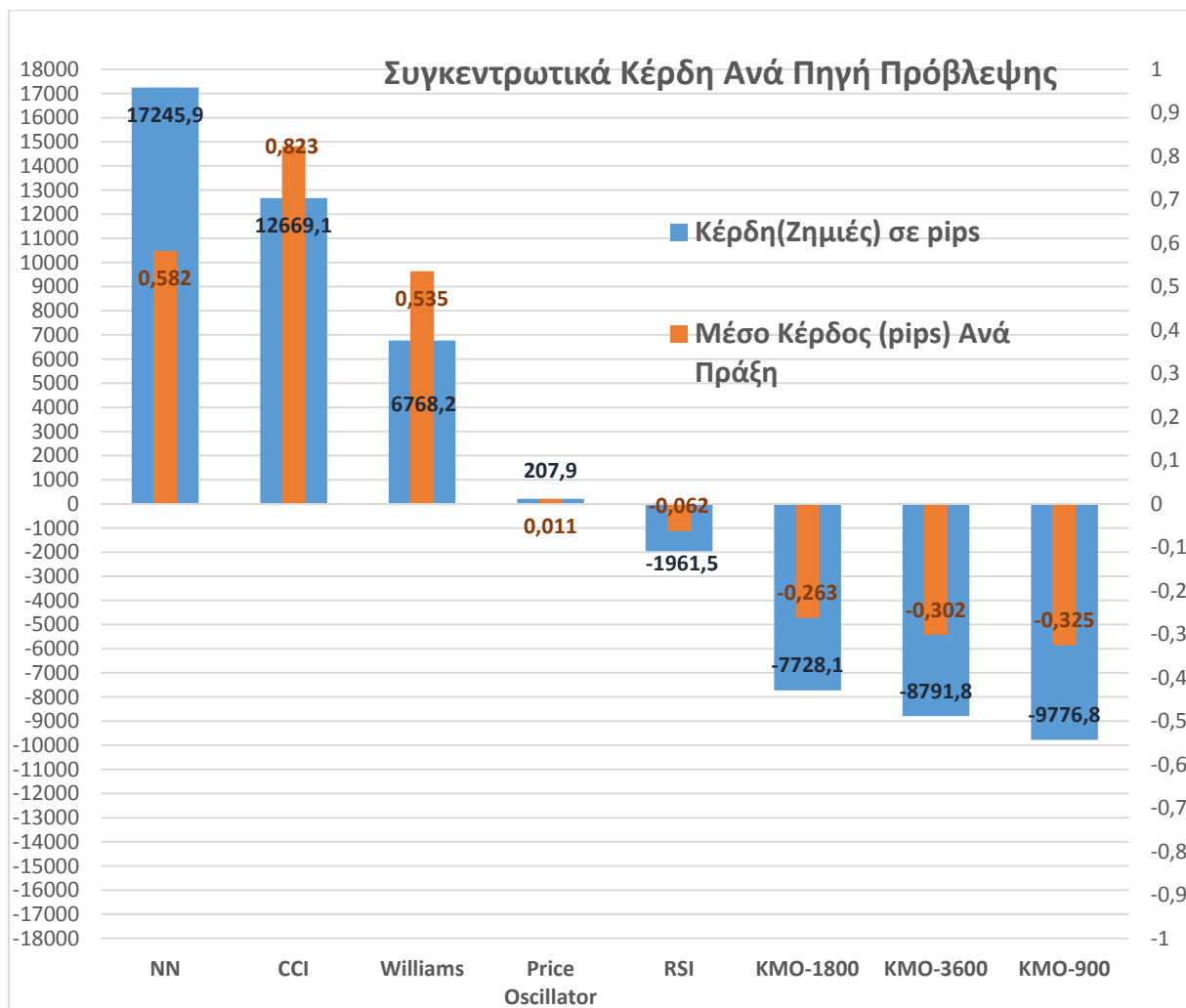
Σε γενικές γραμμές φαίνεται ότι ο αριθμός των κερδοφόρων συνεδριάσεων ανά μηχανή είναι ανάλογες των συγκεντρωτικών κερδών ανά μηχανή εκτός ελαχίστων εξαιρέσεων, με πιο

αξιοσημείωτη την μηχανή τύπου I με πηγή πρόβλεψης της τάσης τον ταλαντωτή RSI η οποία είχε μόνο 4 από τις 20 συνεδριάσεις κερδοφόρες, παρά του ότι τα συγκεντρωτικά αποτελέσματα σε *rips* δεν ήταν σε αναλογία τα χειρότερα δυνατά (χειρότερη επίδοση είχαν μηχανές με πηγές σημάτων πρόβλεψης τους ΚΜΟ). Αυτό οφείλεται, όπως θα δούμε και στη συνέχεια, στο ότι οι ζημιές στις ζημιογόνες συνεδριάσεις των μηχανών με πηγή πρόβλεψης της τάσης τον ταλαντωτή RSI δεν έχουν τόσο μεγάλο εύρος όσο των μηχανών με πηγές πρόβλεψης της τάσης τους ΚΜΟ.



Γράφημα 5.3: Ημέρες με κέρδη ανά μηχανή σε φθίνουσα σειρά.

Στο γράφημα 5.4 βλέπουμε τα συγκεντρωτικά κέρδη ανά πηγή πρόβλεψης στο σύνολο των μηχανών τόσο σε απόλυτο αριθμό *rips* όσο και σε μέσο κέρδος ανά πράξη.

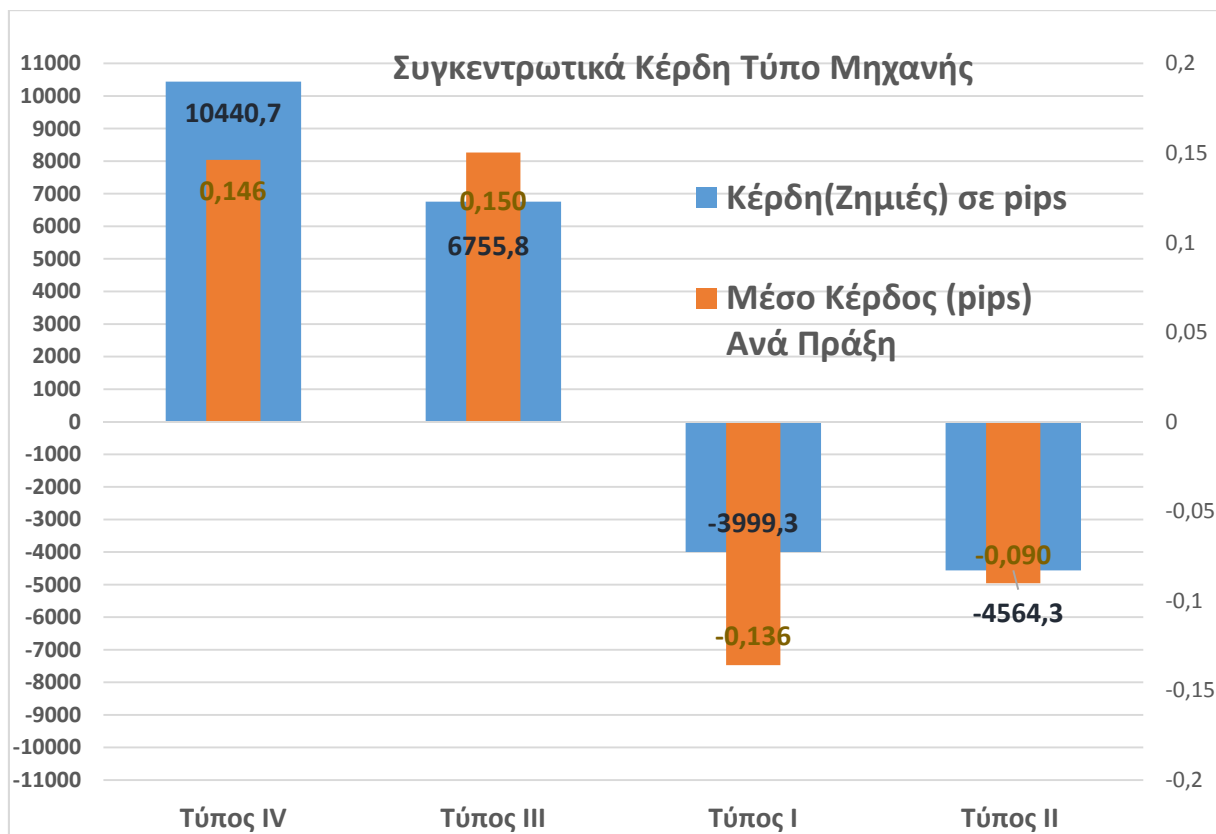


Γράφημα 5.4: Συγκεντρωτικά κέρδη ανά πηγή πρόβλεψης (Απόλυτος αριθμός pips vs μέσο κέρδος ανά πράξη).

Το ΤΝΔ είναι το αποδοτικότερο με 17245,9 pips, ακολουθεί ο ταλαντωτής CCI με 12669,1 pips, ο ταλαντωτής Williams με 6768,2 pips και ταλαντωτής τιμής με 207,9 pips. Οι υπόλοιποι τεχνικοί δείκτες εμφανίζουν ζημιές με τη χειρότερη απόδοση να έχουν οι κινητοί μέσοι όροι.

Όσον αφορά το μέσο κέρδος ο ταλαντωτής CCI (0,823 pips/πράξη) και ο ταλαντωτής Williams (0,535 pips/πράξη) υπεραποδίδουν σε σχέση με το κέρδος σε απόλυτα νούμερα. Για το ΤΝΔ το μέσο κέρδος ανά συναλλαγή ανέρχεται στα 0,582 pips. Αυτό σημαίνει ότι οι μηχανές με πηγή πρόβλεψης της τάσης το ΤΝΔ ανοίγουν περισσότερες κερδοφόρες θέσεις από τις μηχανές με πηγές πρόβλεψης της τάσης τους δύο αυτούς ταλαντωτές, αλλά το μέσο κέρδος ανά θέση είναι μικρότερο.

Στο γράφημα 5.5 βλέπουμε τα συγκεντρωτικά κέρδη ανά γενικό τύπο μηχανής τόσο σε απόλυτο αριθμό pips όσο και σε μέσο κέρδος ανά πράξη.

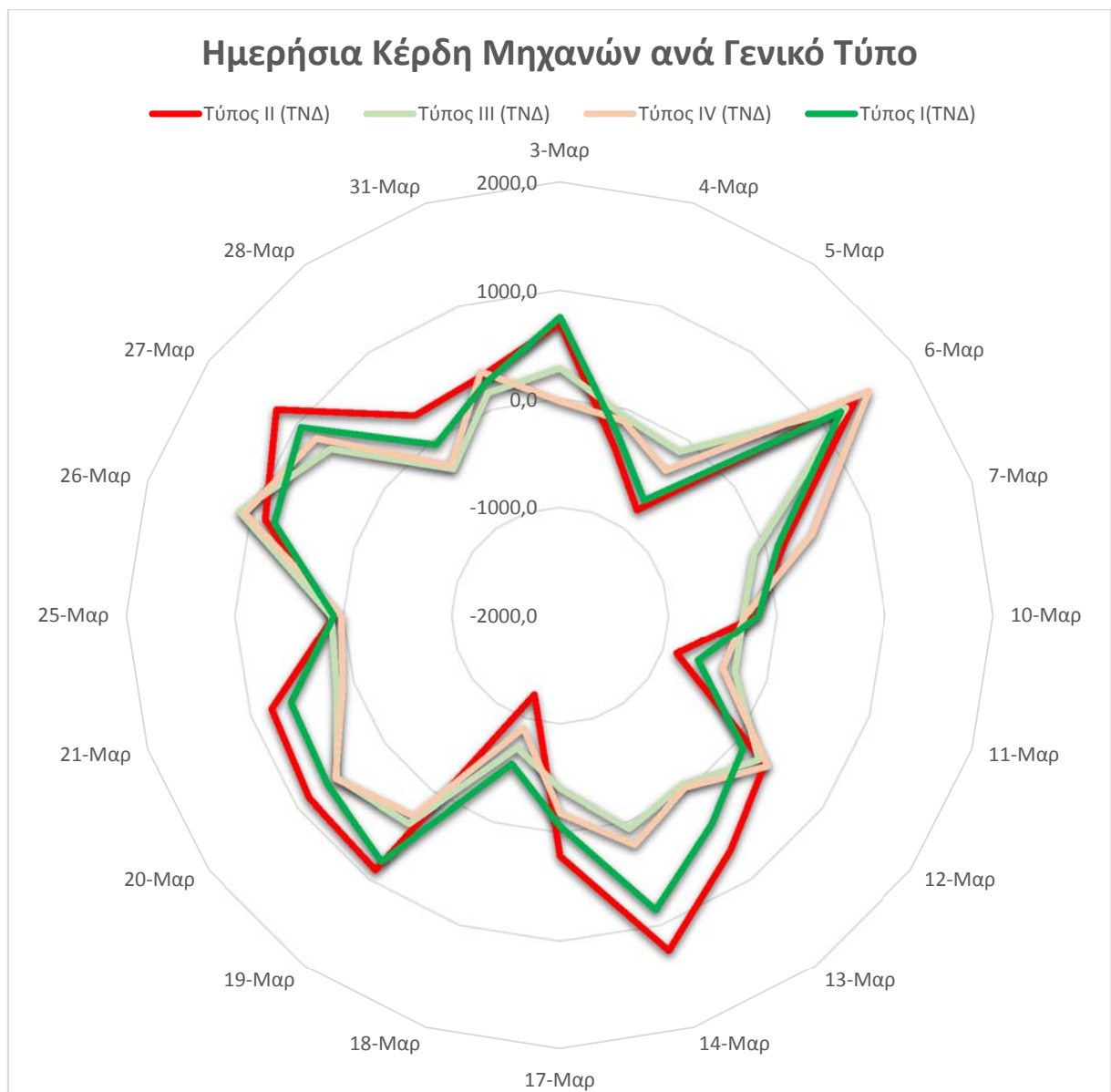


Γράφημα 5.5: Συγκεντρωτικά κέρδη ανά γενικό τύπο μηχανής (Απόλυτος αριθμός rips vs μέσο κέρδος ανά πράξη).

Ο αποδοτικότερος γενικός τύπος φαίνεται να είναι ο τύπος IV (10440,7 rips) ακολουθούμενος από τον τύπο III(6755,8 rips). Επομένως φαίνεται ότι αν δεν λάβουμε υπόψη μας την πηγή του σήματος πρόβλεψης αποδοτικότεροι γενικοί τύποι είναι αυτοί με την χαμηλότερη ευαισθησία (δείτε παράγραφο 3.3.1 και 5.2.3).

Στο γράφημα 5.6 βλέπουμε τις συγκριτικές ημερήσιες αποδόσεις των τεσσάρων γενικών τύπων των μηχανών αυτοματοποιημένων συναλλαγών.

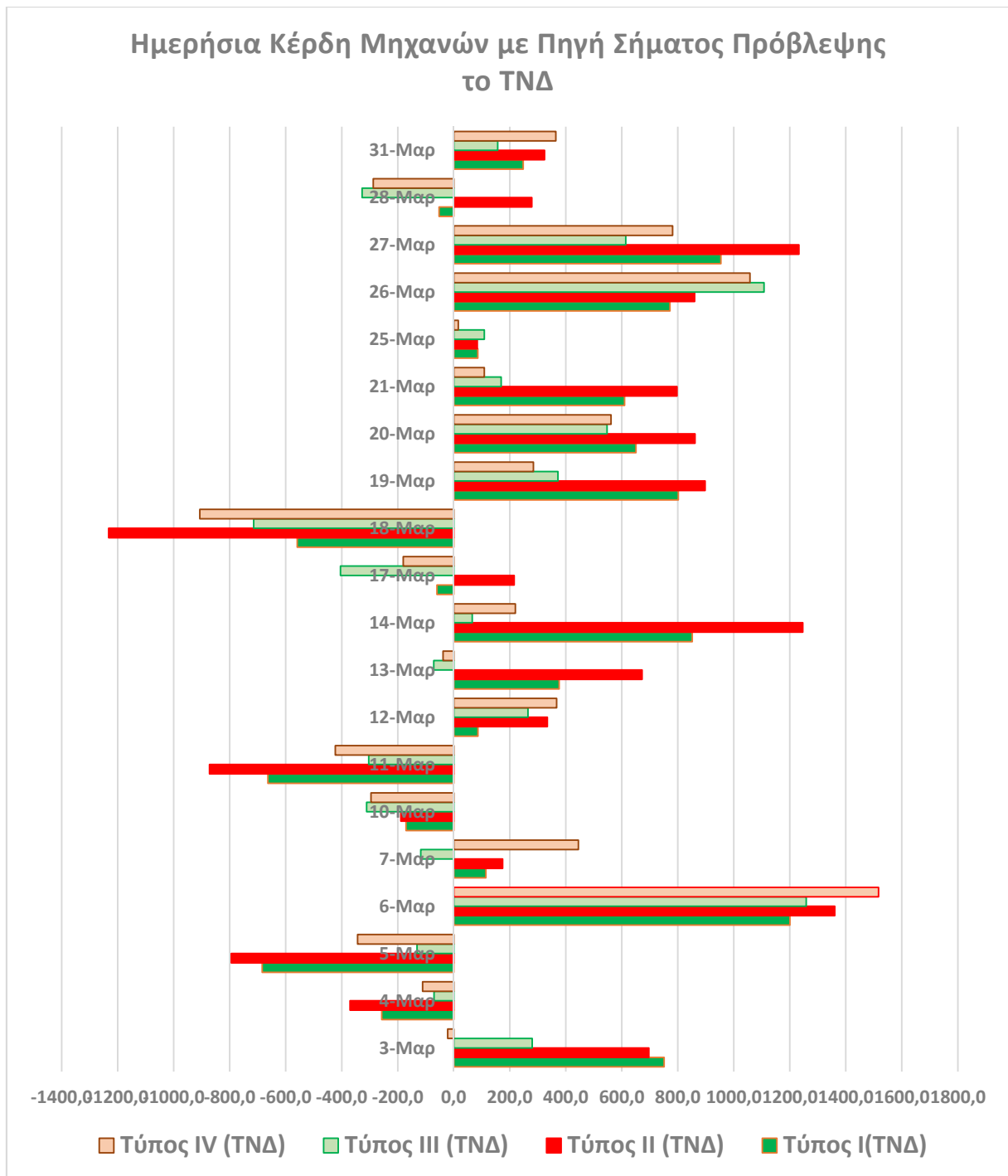
Παρατηρούμε ότι οι μηχανές με την μεγαλύτερη ευαισθησία(I & II) είναι πιο ευάλωτες στις μεγάλες ζημιές αλλά και στα μεγάλα κέρδη. Επίσης ανάμεσα σε μηχανές ίδιας ευαισθησίας (I & II ή III & IV) παρατηρούμε ότι αυτές με κλάση «1»(παράγραφος 3.3.1) είναι πιο ευάλωτες σε σχέση με αυτές με κλάση «0». Επομένως η φθίνουσα ταξινόμηση των μηχανών, ως προς το πόσο είναι ευάλωτες στις μεγάλες ζημιές αλλά και στα μεγάλα κέρδη, είναι: II > I > IV > III.



Γράφημα 5.6: Ημερήσια κέρδη μηχανών ανά γενικό τύπο.

Στο γράφημα 5.7 βλέπουμε τα ημερήσια κέρδη των τεσσάρων τύπων των μηχανών αυτοματοποιημένων συναλλαγών με πηγή πρόβλεψης της τάσης το ΤΝΔ. Παρατηρούμε ότι η μηχανή τύπου II είναι η πιο αποδοτική και με τις λιγότερες ζημιογόνες ημέρες.

Μια ακόμη σημαντική παρατήρηση έχει να κάνει με την διασπορά των ζημιογόνων ημερών. Παρατηρούμε ότι αυτές εμφανίζονται συχνότερα στις πρώτες μέρες του μήνα. Ειδικά η μηχανή II έχει 8 συναπτές θετικές ημέρες στο τέλος του μήνα. Ανάλογη παρατήρηση στις μηχανές με πηγή σήματος πρόβλεψης έναν τεχνικό δείκτη (γράφημα 5.8-5.14) δεν υφίσταται. Ως εκ τούτου αυτό αποτελεί ένδειξη ότι όσο εκπαιδεύεται το ΤΝΔ με τον χρόνο κάνει και πιο επιτυχημένες προβλέψεις.



Γράφημα 5.7: Ημερήσια κέρδη μηχανών με πηγή πρόβλεψης της τάσης το ΤΝΔ.

Οι μηχανές με πηγή πρόβλεψης της τάσης τον ταλαντωτή CCI εμφανίζουν μια σχετική ομοιογένεια (γράφημα 5.8). Γενικά η ομοιογενής κατανομή των ημερήσιων κερδών τους όπως εμφανίζονται επιδεικνύει συνέχεια στην ικανότητα να πετυχαίνουν κέρδη. Η ομοιογενής συμπεριφορά των διαφορετικών μηχανών όταν δέχονται ως πηγή πρόβλεψης τη τάσης τον ταλαντωτή CCI οδηγεί στο συμπέρασμα ότι τα σήματα πρόβλεψης που αυτός παράγει συνάδουν με τη φύση του πεδίου

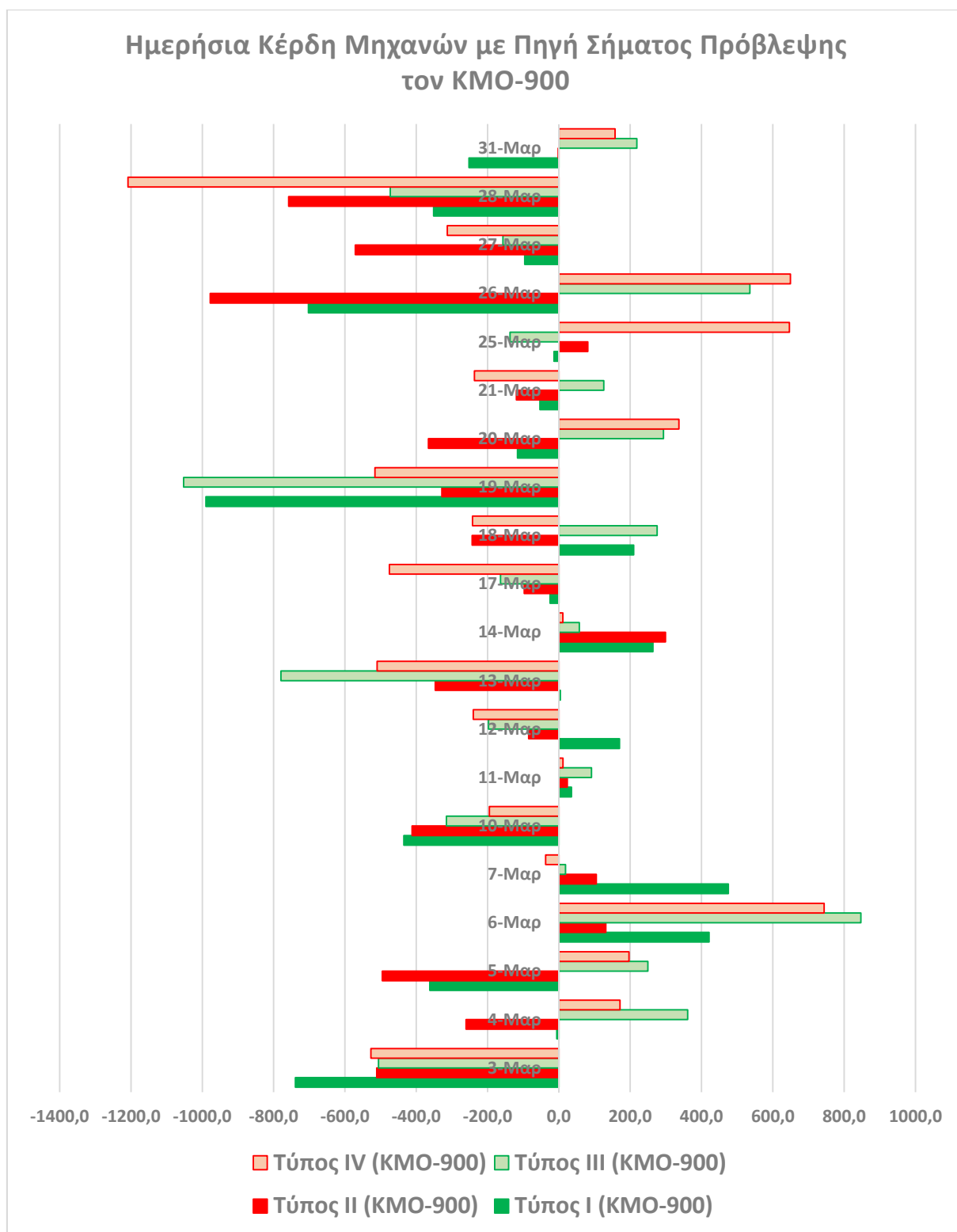
πειραματισμού μας, δηλαδή τις αλγοριθμικές συναλλαγές υψηλής συχνότητας στην αγορά των νομισμάτων.

Η μηχανή τύπου IV φαίνεται ότι υπερτερεί έναντι των άλλων (δείτε και γράφημα 5.1). Η υπεροχή έγκειται στο ότι παρά του ότι δεν υστερεί τις κερδοφόρες ημέρες τις ζημιογόνες ημέρες περιορίζει τις ζημιές της (πχ. Η 20η Μαρτίου).



Γράφημα 5.8: Ημερήσια κέρδη μηχανών με πηγή πρόβλεψης της τάσης το CCI.

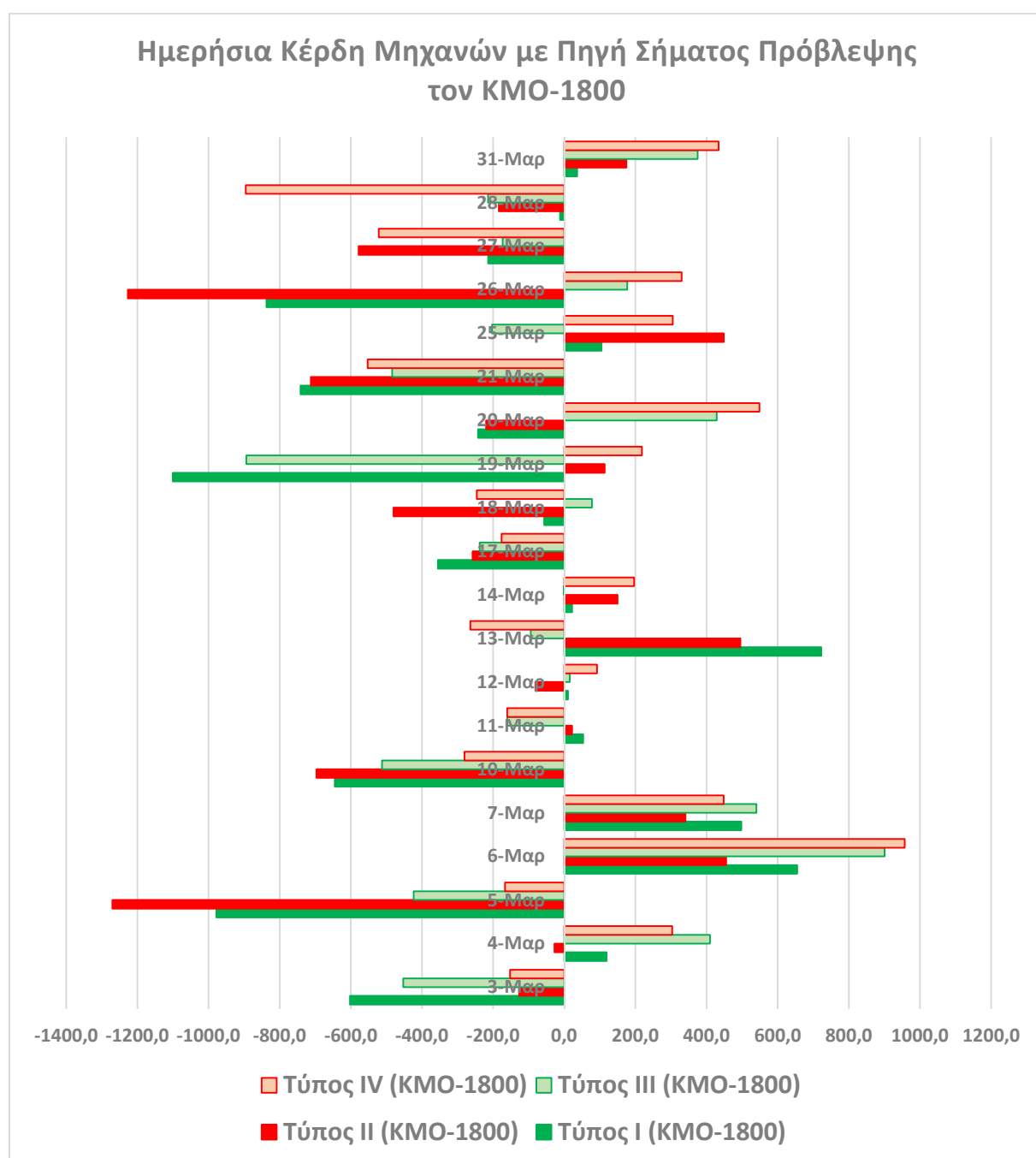
Στα γραφήματα 5.9, 5.10 και 5.11 βλέπουμε τα ημερήσια κέρδη των τεσσάρων τύπων των μηχανών αυτοματοποιημένων συναλλαγών με πηγές πρόβλεψης της τάσης τον ΚΜΟ-900, ΚΜΟ-1800 και ΚΜΟ-3600 αντίστοιχα.



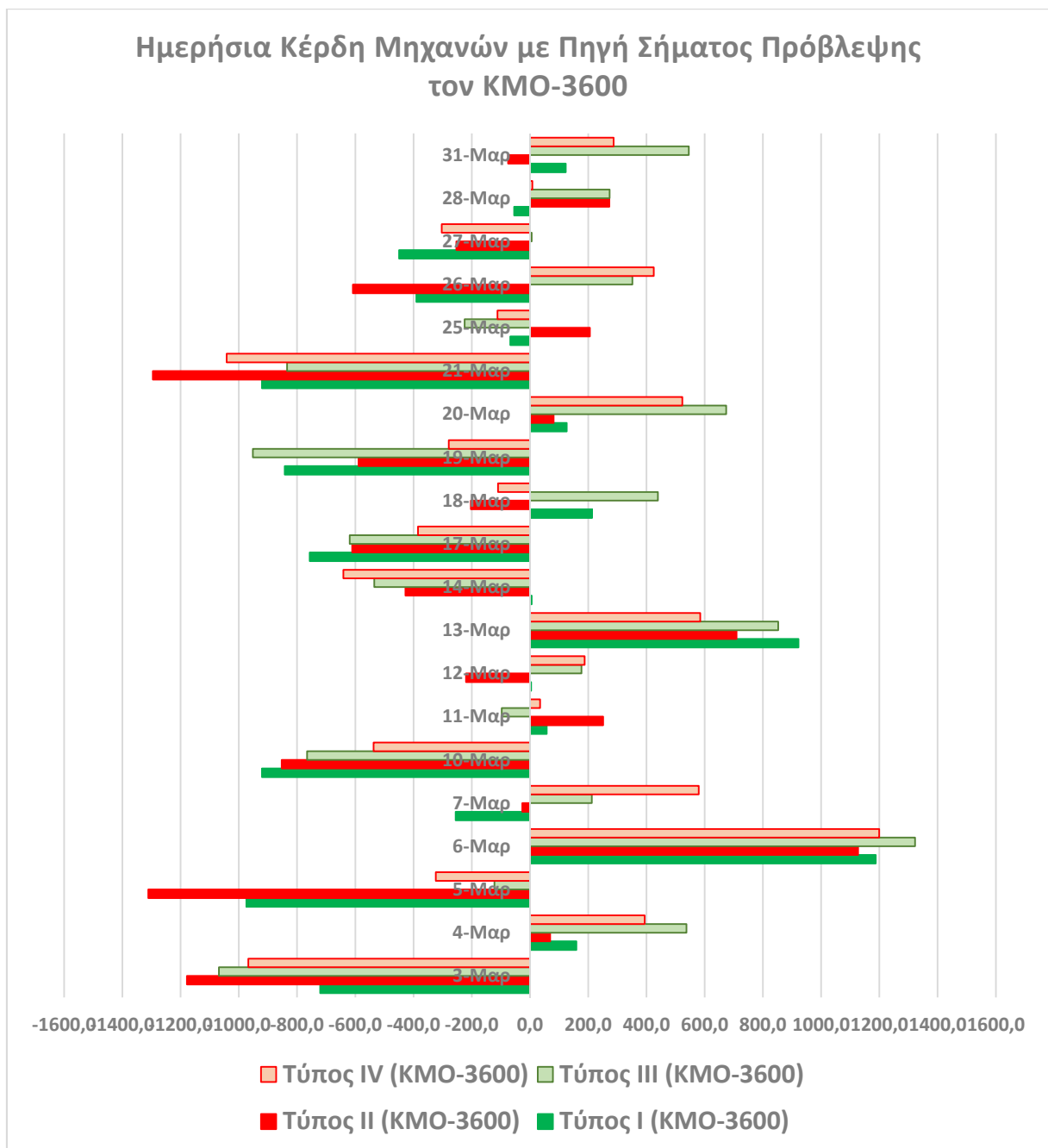
Γράφημα 5.9: Ημερήσια κέρδη μηχανών με πηγή πρόβλεψης της τάσης του ΚΜΟ- 900.

Η κατανομή των ημερήσιων κερδών και στα τρία γραφήματα είναι ανομοιογενής με τις ζημιογόνες ημέρες να υπερτερούν.

Ακόμη και η μηχανή τύπου III με πηγή σήματος πρόβλεψης τον ΚΜΟ-1800, η οποία φαίνεται βάσει του γραφήματος 5.1 να είναι η πιο κερδοφόρα από τις υπόλοιπες μηχανές ΚΜΟ, δεν φαίνεται να έχει κάποια ιδιαίτερα χαρακτηριστικά στην κατανομή της, που την διαφοροποιούν από τις άλλες.



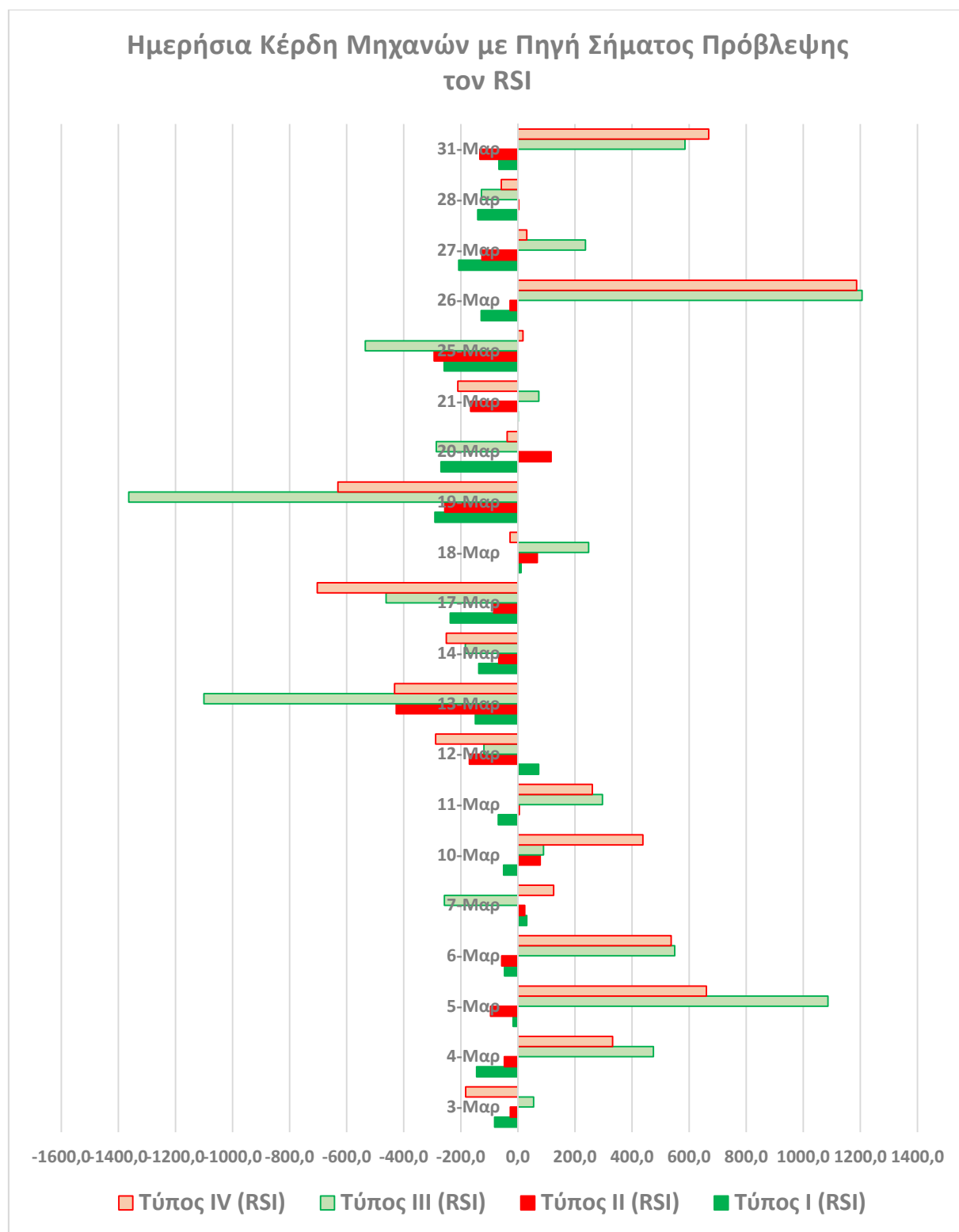
Γράφημα 5.10: Ημερήσια κέρδη μηχανών με πηγή πρόβλεψης της τάσης του ΚΜΟ- 1800.



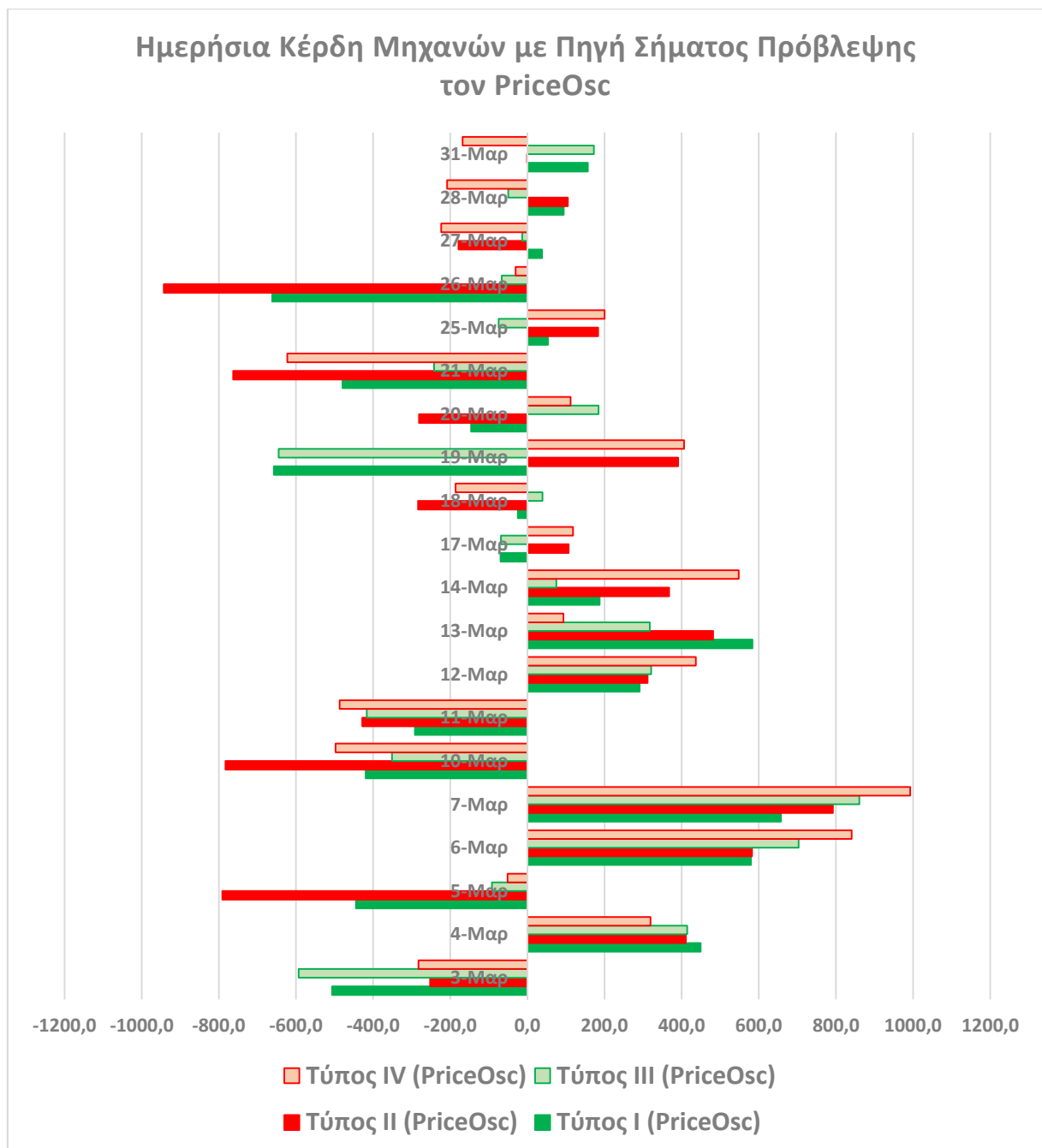
Γράφημα 5.11: Ημερήσια κέρδη μηχανών με πηγή πρόβλεψης της τάσης τον ΚΜΟ- 3600.

Οι μηχανές τύπου III και IV με πηγή πρόβλεψης της τάσης τον ταλαντωτή RSI (γράφημα 5.12) δείχνουν να έχουν καλύτερη κατανομή ημερήσιων κερδών σε σχέση με τις μηχανές I και II. Επομένως θεωρούμε καταλληλότερες τις μηχανές με χαμηλή ευαισθησία (παράγραφος 5.2) όπως η III και IV σε σχέση με μηχανές υψηλότερης ευαισθησίας όπως η I και II για την τροφοδότηση με σήματα πρόβλεψης από τον ταλαντωτή RSI.

Η υπεροχή των συγκεντρωτικών κερδών που φαίνεται να έχει η μηχανή IV με πηγή πρόβλεψης της τάσης του RSI σε σχέση με την μηχανή III (γράφημα 5.1) οφείλεται στην καλύτερη συμπεριφορά στις ζημιογόνες ημέρες της 13ης και 19ης Μαρτίου (γράφημα 5.12).



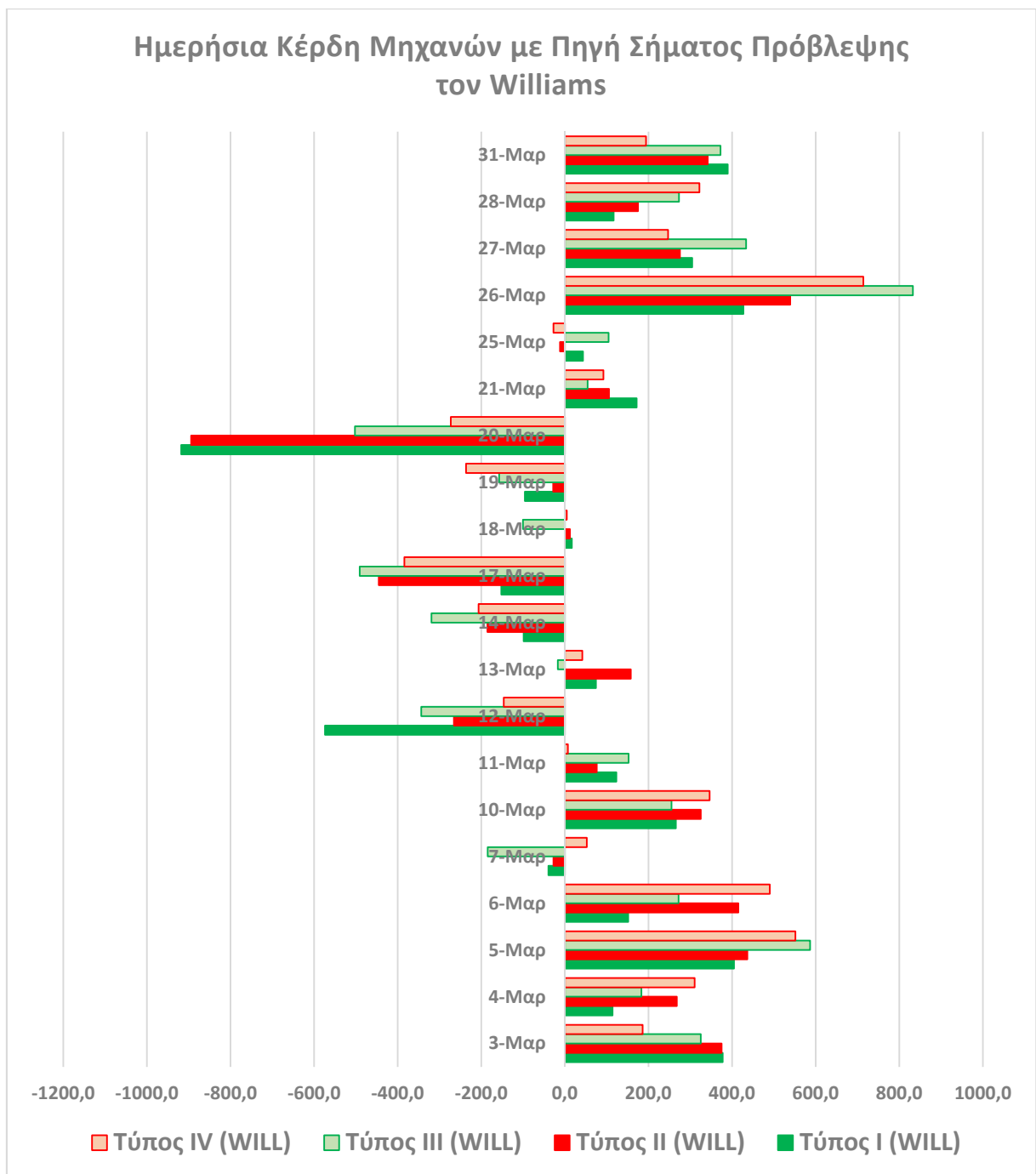
Γράφημα 5.12: Ημερήσια κέρδη μηχανών με πηγή πρόβλεψης της τάσης του RSI-600.



Γράφημα 5.13: Ημερήσια κέρδη μηχανών με πηγή σήματος πρόβλεψης του PriceOsc(900,1800,3600).

Ο ταλαντωτής τιμής (γράφημα 5.13) ο οποίος τροφοδοτείται από τους τρεις ΚΜΟ (παράγραφος 3.2.1 και 2.2.6) δείχνει να έχει καλύτερη συμπεριφορά σε σχέση με τους ΚΜΟ ιδιαίτερα για τις μηχανές χαμηλής ευαισθησίας όπως η III και IV.

Αυτό αποτελεί ένδειξη ότι οι ΚΜΟ μπορεί να είναι ακατάλληλοι για να χρησιμοποιηθούν αυτούσιοι για την παραγωγή σήματος πρόβλεψης της τάσης που θα τροφοδοτήσει μια μηχανή αυτοματοποιημένων συναλλαγών, αλλά η σύνθετη χρήση τους ενδέχεται να έχει καλύτερα αποτελέσματα.

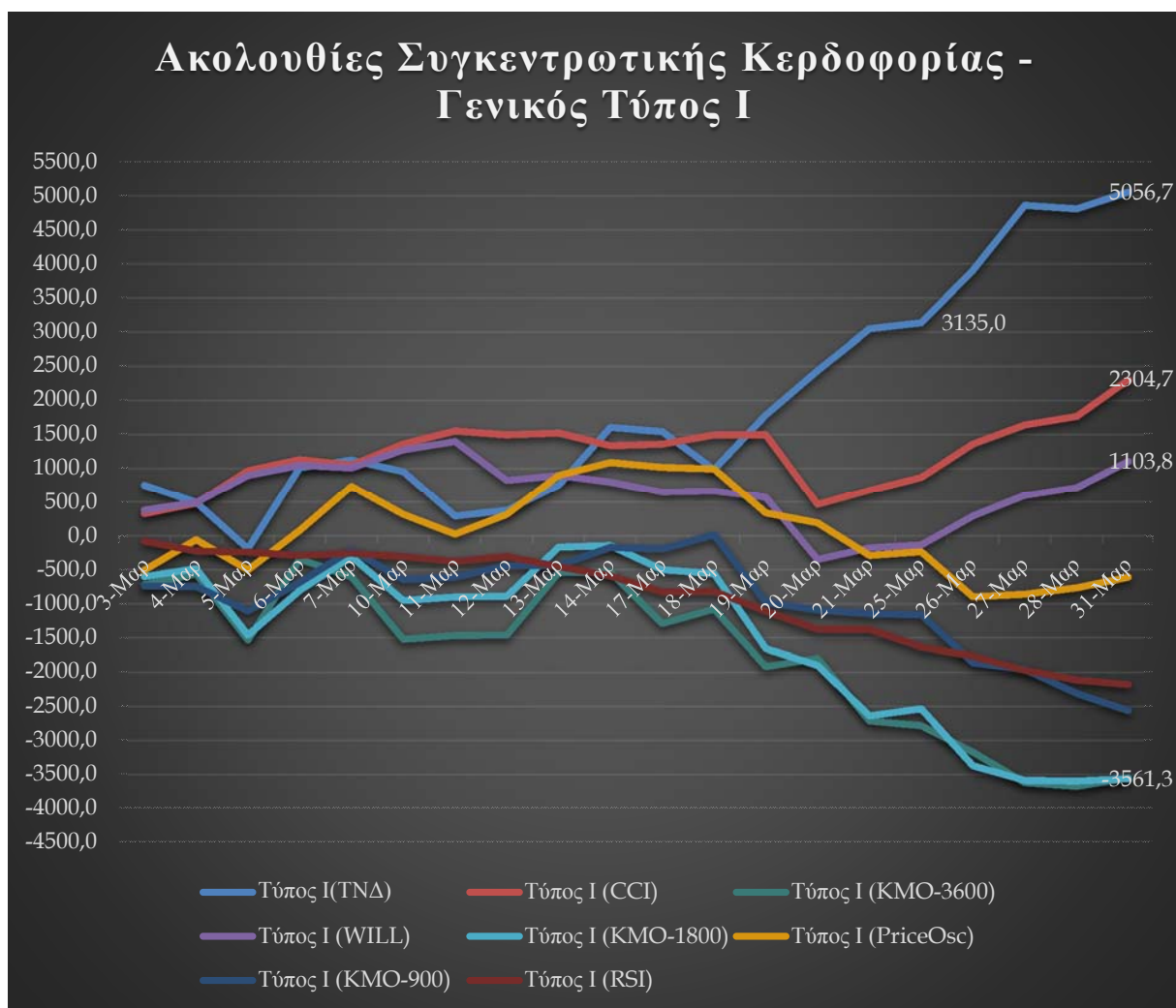


Γράφημα 5.14: Ημερήσια κέρδη μηχανών με πηγή πρόβλεψης της τάσης του Williams-600.

Η κατανομή των ημερήσιων κερδών των μηχανών με πηγή πρόβλεψης της τάσης τον ταλαντωτή Williams (γράφημα 5.14) δείχνει να είναι πιο ομοιογενής ιδιαίτερα για τη μηχανή τύπου IV και δευτερευόντως και για την τύπου III. Η μηχανή τύπου IV φαίνεται να αντιδρά πιο ήπια στις έντονα ζημιογόνες ημέρες όπως π.χ η 20η Μαρτίου. Επομένως και γ' αυτόν τον ταλαντωτή φαίνεται ότι η χαμηλή ευαισθησία μηχανής είναι ενδεικνυόμενη.

Επίσης φαίνεται ότι ανάμεσα σε μηχανές της ίδιας ευαισθησίας όπως οι IV και III ή οι I και II καλύτερη συμπεριφορά έχει η μηχανή που είναι κλάσης «1» (παράγραφο 5.2.1 και 3.3.1), δηλαδή μηχανές που αντίθετα σήματα πρόβλεψης δεν κλείνει το ένα τη θέση του άλλου λειτουργούν αυτοτελώς. Στην προκειμένη περίπτωση κλάσης «1» είναι η μηχανή IV και η μηχανή II.

Επομένως η καταλληλότερη μηχανή για τον ταλαντωτή Williams είναι η μηχανή IV η οποία είναι χαμηλής ευαισθησίας και κλάσης «1».



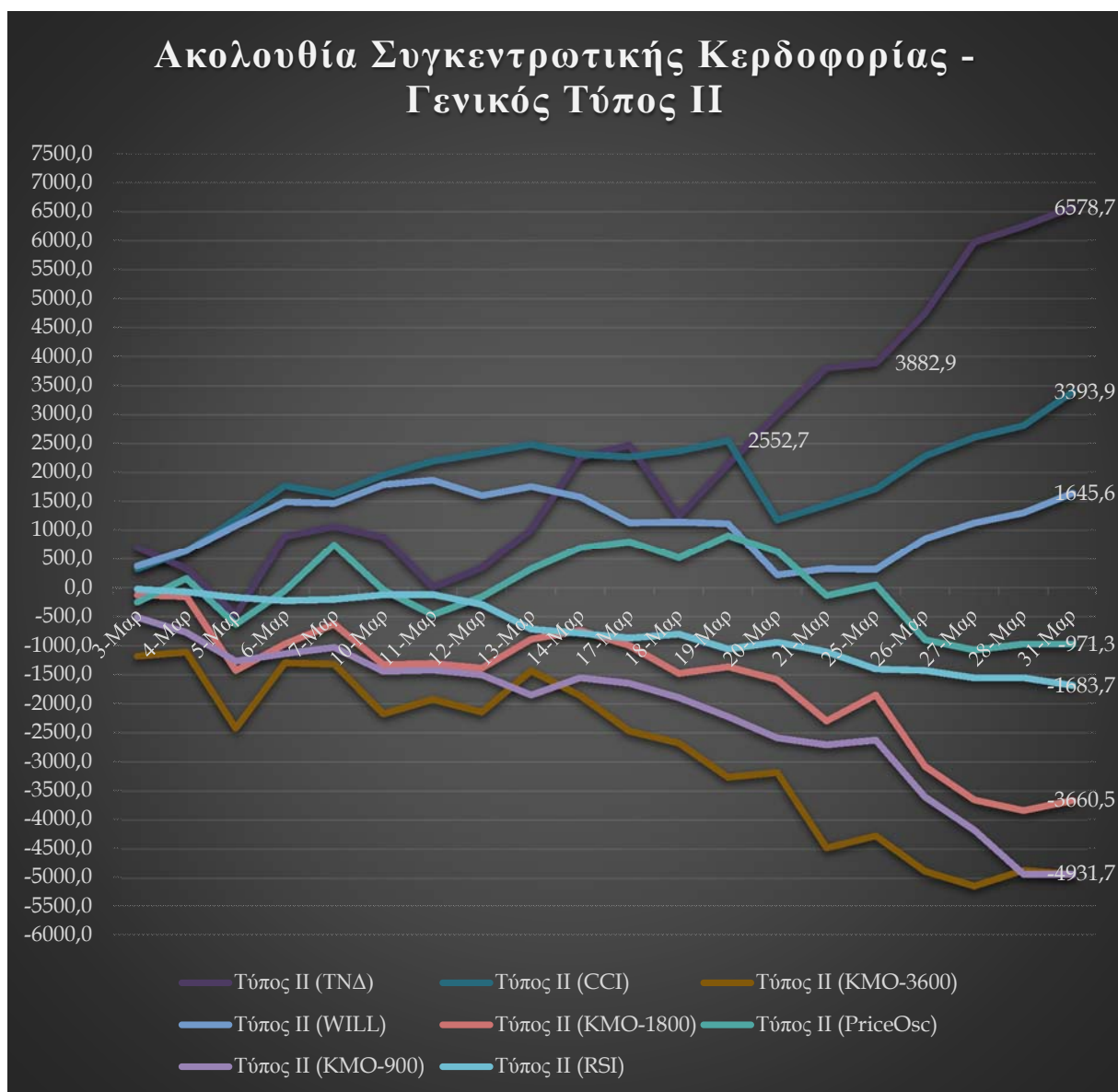
Γράφημα 5.15: Συγκριτικές ακολουθίες συγκεντρωτικής κερδοφορίας μηχανής γενικού τύπου I συναρτήσει της πηγής του σήματος πρόβλεψης της τάσης.

Στα γραφήματα 5.15, 5.16, 5.17 και 5.18 μελετάμε τις συγκριτικές ακολουθίες για κάθε γενικό τύπο μηχανής σε συνάρτηση με την πηγή του σήματος πρόβλεψης.

Όσον αφορά τον γενικό τύπο I και II είναι πασιφανές ότι το TNA υπερτερεί σημαντικά έναντι των άλλων, αφού η ακολουθία της συγκεντρωτικής του κερδοφορίας ήταν αύξουσα καθόλη τη

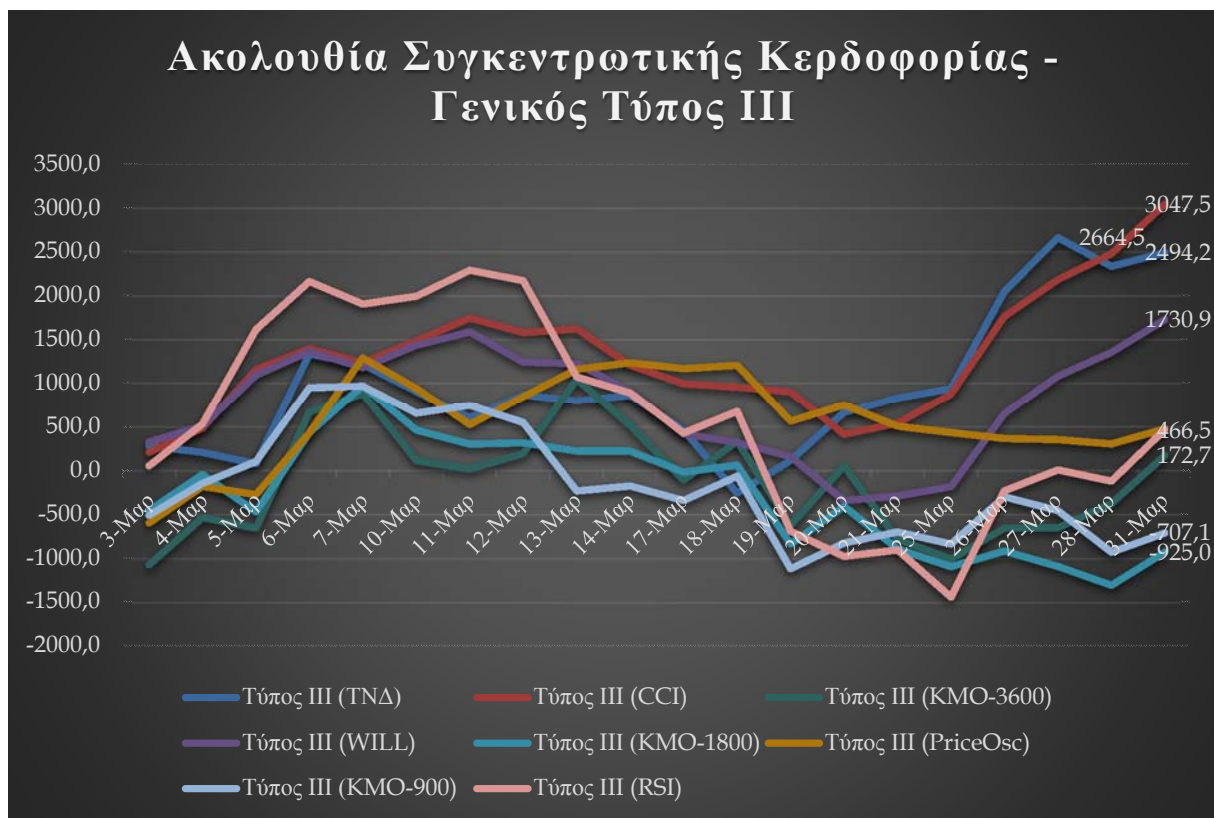
διάρκεια του πεδίου πειραματισμού και ιδιαίτερα στο 2ο μισό αυτού, προφανώς λόγω εκπαίδευσης του δικτύου.

Εξίσου καλή εικόνα εμφανίζει ο ταλαντωτής CCI με αύξουσα ακολουθία αλλά χωρίς αύξηση της κλήσης στο 2ο μισό του πεδίου πειραματισμού, κάτι που κάνει ακόμη πιο δυνατό τον ισχυρισμό ότι η αυξημένη κλίση στην ακολουθία του ΤΝΔ οφείλεται κυρίως στην εκπαίδευσή του με το πέρασ του χρόνου.



Γράφημα 5.16: Συγκριτικές ακολουθίες συγκεντρωτικής κερδοφορίας μηχανής γενικού τύπου II συναρτήσει της πηγής του σήματος πρόβλεψης της τάσης.

Θετική εικόνα εμφανίζει και ο ταλαντωτής Williams ενώ οι άλλοι δείκτες κρίνονται ανεπαρκείς για τις μηχανές τύπου I και II, δηλαδή τις μηχανές αυξημένης ευαισθησίας ως προς το άνοιγμα θέσεων (παράγραφος 3.3.1).



Γράφημα 5.17: Συγκριτικές ακολουθίες συγκεντρωτικής κερδοφορίας μηχανής γενικού τύπου III συναρτήσει της πηγής του σήματος πρόβλεψης της τάσης.

Στις μηχανές τύπου III ο ταλαντωτής CCI μαζί με το TNA υπερτερούν έναντι των άλλων. Σε αυτή τη μηχανή προκαλείται αύξηση στην κλίση της συγκεντρωτικής ακολουθίας προς το τέλος του πεδίου πειραματισμού στους περισσότερους από τους τεχνικούς δείκτες αλλά και στο TNA.

Παρά ταύτα και εδώ ο ρόλος της εκπαίδευσης επί της επίδοσης του TNA είναι καίριος. Από τις 18/3 που εμφανίζει συγκεντρωτικά ζημιές, στις 31/3 εμφανίζεται στις πρώτες θέσεις απόδοσης μαζί με τον ταλαντωτή CCI, υπεραποδίδοντας έναντι των άλλων.

Θετική επίσης απόδοση σε αυτή τη μηχανή έχει ο ταλαντωτής Williams, ενώ ο ταλαντωτής τιμής (PriceOsc) θα μπορούσαμε να τον χαρακτηρίσουμε ως ουδέτερο.

Ο ταλαντωτής RSI δείχνει να ανακάμπτει προς το τέλος χωρίς όμως να μπορούμε με αυτό να εξάγουμε ασφαλή συμπεράσματα ως προς την αποδοτικότητά του.

Αντίστοιχη εικόνα για το TNA και στην μηχανή γενικού τύπου IV όσον αφορά το TNA. Και εδώ ο CCI εμφανίζει την καλύτερη εικόνα. Θετική εικόνα εμφανίζουν επίσης οι υπόλοιποι ταλαντωτές

(Williams, RSI και PriceOsc) και ουδέτερη ο μακροπρόθεσμος(KMO-3600) και ο μεσοπρόθεσμος(KMO-1800) κινητός μέσος όρος.



Γράφημα 5.18: Συγκριτικές ακολουθίες συγκεντρωτικής κερδοφορίας μηχανής γενικού τύπου IV συναρτήσει της πηγής του σήματος πρόβλεψης της τάσης.

5.4 Σύνοψη

Συνοψίζοντας καταλήγουμε στις ακόλουθες κατηγοριοποιημένες διαπιστώσεις:

5.4.1 Αποδοτικότερος Συνδυασμός Μηχανής και Πηγής Πρόβλεψης της Τάσης

Τις καλύτερες επιδόσεις τόσο σε απόλυτο κέρδος(6578,7 rips) όσο και στο μέσο κέρδος ανά συναλλαγή (1,092 rips) πέτυχε η **μηχανή τύπου II (μηχανή κλάσης «1» και υψηλής ευαισθησίας)** με **πηγή πρόβλεψης της τάσης το σύστημα TND**. Την δεύτερη θέση καταλαμβάνει η μηχανή τύπου I με πηγή πρόβλεψης της τάσης πάλι το TND, ακολουθούμενη από την μηχανή τύπου IV με πηγή πρόβλεψης της τάσης τον ταλαντωτή CCI, όσον αφορά το απόλυτο κέρδος, και την μηχανή τύπου I με πηγή πρόβλεψης της τάσης τον ταλαντωτή CCI, όσον αφορά το μέσο κέρδος ανά συναλλαγή.

5.4.2 Αποδοτικότερη Πηγή Πρόβλεψης της Τάσης Ανεξάρτητα από τον Τύπο Μηχανής

Ανεξαρτήτως τύπου μηχανής, συγκρίνοντας και για τους τέσσερις γενικούς τύπους μηχανής την πηγές πρόβλεψης της τάσης, συμπεράναμε ότι **πιο αποδοτικό είναι πάλι το σύστημα ΤΝΔ με 17245,9 rips** ακολουθούμενο από τον ταλαντωτή CCI.

Να σημειώσουμε ότι όσον αφορά το μέσο κέρδος ανά συναλλαγή, σε αυτή την περίπτωση πιο αποδοτικός είναι ο ταλαντωτής CCI με μέσο κέρδος 0,823 rips. Η απόδοσή του δεν οφείλεται σε μεμονωμένες πολύ κερδοφόρες ημέρες, αφού παρατηρείται ομοιογενή κατανομή (γράφημα 5.8) των ημερήσιων κερδών των διαφόρων τύπων μηχανών που εφαρμόζουν την πρόβλεψή του.

5.4.3 Αποδοτικότερος Τύπος Μηχανής Ανεξάρτητα της Πηγής Πρόβλεψης της Τάσης

Ο αποδοτικότερος γενικός τύπος φαίνεται να είναι ο τύπος IV (10440,7 rips) ακολουθούμενος από τον τύπο III (6755,8 rips). Επομένως φαίνεται ότι αν δεν λάβουμε υπόψη μας την πηγή του σήματος πρόβλεψης αποδοτικότεροι γενικοί τύποι είναι αυτοί με την χαμηλότερη ευαισθησία.

Παρατηρήσαμε (γράφημα 5.6) ότι οι μηχανές με την μεγαλύτερη ευαισθησία (I & II) είναι πιο ευάλωτες στις μεγάλες ζημιές αλλά και στα μεγάλα κέρδη. Επίσης ανάμεσα σε μηχανές ίδιας ευαισθησίας (I & II ή III & IV) παρατηρούμε ότι αυτές με κλάση «1» (παράγραφος 3.3.1) είναι πιο ευάλωτες σε σχέση με αυτές με κλάση «0». Επομένως η φθίνουσα ταξινόμηση των μηχανών, ως προς το πόσο είναι ευάλωτες στις μεγάλες ζημιές αλλά και στα μεγάλα κέρδη, είναι: $II > I > IV > III$.

Παρατηρούμε λοιπόν ότι οι μηχανές που είναι λιγότερο ευάλωτες στα μεγάλα κέρδη και στις μεγάλες ζημιές, είναι αποδοτικότερες, αν δεν έχουμε συγκεκριμενοποιήσει την πηγή πρόβλεψης της τάσης.

Επομένως συμπεραίνουμε ότι **αν δεν γνωρίζουμε την πηγή πρόβλεψης εκ' των προτέρων, είναι προτιμότερο να χρησιμοποιούμε μηχανές χαμηλής ευαισθησίας ως προς το άνοιγμα και κλείσιμο των θέσεων, όπως οι τύποι III και IV.**

5.4.4 Αποδοτικότεροι Τύποι Μηχανής για την Κάθε Πηγή Πρόβλεψης της Τάσης

Σε αυτό το σημείο θα αναφερθούμε στους ιδανικότερες μηχανές για την εκάστοτε πηγή πρόβλεψης της τάσης. Γενικά παρατηρούμε ότι στις αποτελεσματικότερες-καταλληλότερες πηγές πρόβλεψης της τάσης συνάδουν καλύτερα οι μηχανές υψηλής ευαισθησίας (τύποι I και II) ενώ στις λιγότερο αποτελεσματικές-κατάλληλες συνάδουν περισσότερο οι μηχανές χαμηλής ευαισθησίας (τύποι III και IV).

1. Αποδοτικότερες Μηχανές για το Σύστημα ΤΝΔ

Αποδοτικότερη μηχανή είναι η **τύπου II** ακολουθούμενη από την τύπου I. Επομένως το ΤΝΔ λειτουργεί αποδοτικότερα με μηχανές υψηλής ευαισθησίας ως προς το άνοιγμα και κλείσιμο των θέσεων. Στις αλγοριθμικές συναλλαγές υψηλών συχνοτήτων είναι επιθυμητό χαρακτηριστικό η ευαισθησία (δηλαδή να ανοιγοκλείνουν γρήγορα οι θέσεις) αν συνοδεύεται από υψηλή κερδοφορία, αφού αυτό μειώνει το περιθώριο και την μόχλευση (παράγραφος 2.1.4), που έτσι και αλλιώς είναι μεγάλη λόγω της φύσης των συναλλαγών αυτών. Περιορίζοντας την μόχλευση μειώνουμε τις πιθανότητες αυτόματης ρευστοποίησης των θέσεων μας (από τον broker) επειδή ξεπεράσαμε το περιθώριο που μας δόθηκε.

2. Αποδοτικότερες Μηχανές για τον Ταλαντωτή CCI

Αποδοτικότερη μηχανή είναι η **τύπου I** ακολουθούμενη από την τύπου III. Επομένως ο ταλαντωτής CCI λειτουργεί αποδοτικότερα με μηχανές υψηλής ευαισθησίας που ταυτόχρονα είναι κλάσης «0», δηλαδή μηχανές που αντίθετα σήματα πρόβλεψης κλείνουν το ένα τη θέση του άλλου (παράγραφος 3.3.1).

3. Αποδοτικότερες Μηχανές για τον Ταλαντωτή Williams, KMO-3600 και KMO-900

Αποδοτικότερη μηχανή είναι η **τύπου III** ακολουθούμενη από την τύπου IV. Επομένως ο ταλαντωτής Williams και οι κινητοί μέσοι όροι των 900 και 3600 τιμών λειτουργούν αποδοτικότερα με μηχανές χαμηλής ευαισθησίας.

4. Αποδοτικότερες Μηχανές για τον Ταλαντωτή Τιμής(PriceOsc), Ταλαντωτής RSI και KMO-1800

Αποδοτικότερη μηχανή είναι η **τύπου IV** ακολουθούμενη από την τύπου III. Επομένως οι ταλαντωτές Williams και RSI όπως επίσης και ο KMO-1800 λειτουργούν αποδοτικότερα

με μηχανές χαμηλής ευαισθησίας, που ταυτόχρονα είναι κλάσης «1», δηλαδή μηχανές που αντίθετα σήματα πρόβλεψης δεν κλείνουν το ένα τη θέση του άλλου (παράγραφος 3.3.1).

5.4.5 Επιμέρους Συμπεράσματα για τις Πηγές Πρόβλεψης της Τάσης

Σε αυτό το σημείο θα αναφερθούμε στα επιμέρους συμπεράσματα για τις διάφορες πηγές πρόβλεψης της τάσης που μελετήσαμε, με έμφαση στην καταλληλότητά τους για αυτοτελή και για αποκλειστική χρήση σε αλγοριθμικές συναλλαγές υψηλής συχνότητας, στην αγορά των νομισμάτων.

1. Σύστημα ΤΝΔ

Το σύστημα του ΤΝΔ είχε την καλύτερη επίδοση εν συνόλω αλλά και στις περισσότερες επιμέρους μηχανές.

Τόσο από την ανάλυση των ημερήσιων κερδών ανά μηχανή, όσο και από την μελέτη των συγκριτικών ακολουθιών συγκεντρωτικής κερδοφορίας για κάθε τύπο μηχανής, προκύπτει ότι με το πέρας του χρόνου το ΤΝΔ υπεραποδίδει έναντι των άλλων πηγών πρόβλεψης της τάσης, αποδεικνύοντας ότι η εκπαίδευσή του λειτουργεί επικερδώς, όσον αφορά την αποτελεσματικότητα της πρόβλεψης.

Επομένως φαίνεται ότι το παρόν σύστημα ΤΝΔ, το οποίο ακολουθεί τη λογική των Ζαφειρίου και Καλλέ[08], αλλά με τις κατάλληλες αλλαγές στην αρχιτεκτονική και στην παραμετροποίηση, ώστε να συνάδει με συναλλαγές υψηλής συχνότητας (tick to tick), **λειτουργεί αποτελεσματικά οδηγώντας σε διόρθωση της πρόβλεψης των τάσεων των τεχνικών δεικτών. Οδηγηθήκαμε επομένως σε ακριβέστερη πρόβλεψη, με την δημιουργία μιας αυτόνομα προσαρμοζόμενης τεχνικής ανάλυσης.**

2. Ταλαντωτής CCI

Ο ταλαντωτής CCI είχε την 2^η καλύτερη επίδοση μετά το σύστημα του ΤΝΔ. Ειδικά όσον αφορά το μέσο κέρδος ο ταλαντωτής CCI (0,823 rips/πράξη) υπεραποδίδει. Οι μηχανές τύπου I και II με πηγή πρόβλεψης της τάσης τον ταλαντωτή CCI εμφανίζουν τις περισσότερες κερδοφόρες ημέρες μέσα στον μήνα (16/20) (γράφημα 5.3).

Οι μηχανές με πηγή πρόβλεψης της τάσης τον ταλαντωτή CCI εμφανίζουν μια σχετική ομοιογένεια (γράφημα 5.8). Γενικά η ομοιογενής κατανομή των ημερήσιων κερδών τους όπως εμφανίζονται, επιδεικνύει συνέχεια στην ικανότητα να πετυχαίνει κέρδη. Η ομοιογενής συμπεριφορά των διαφορετικών μηχανών όταν δέχονται ως πηγή πρόβλεψης τη τάσης τον ταλαντωτή CCI οδηγεί στο συμπέρασμα **ότι τα σήματα πρόβλεψης που**

αυτός παράγει συνάδουν με τη φύση του πεδίου πειραματισμού μας, δηλαδή τις αλγοριθμικές συναλλαγές υψηλής συχνότητας στην αγορά των νομισμάτων.

Από την μελέτη των συγκριτικών ακολουθιών συγκεντρωτικής κερδοφορίας για κάθε τύπο μηχανής προκύπτει ότι τα κέρδη των μηχανών με πηγή πρόβλεψης της τάσης των ταλαντωτή CCI ακολουθούν αύξουσα ακολουθία όπως και στο ΤΝΔ, αλλά χωρίς αύξηση της κλήσης στο 2^ο μισό του πεδίου πειραματισμού, αφού ο CCI δεν εκπαιδεύεται με το πέρας του χρόνου (δεν γίνεται αποδοτικότερος) όπως το σύστημα του ΤΝΔ.

3. Ταλαντωτής Williams

Ο ταλαντωτής Williams είχε τις καλύτερες επιδόσεις μετά το ΤΝΔ και τον ταλαντωτή CCI. Όσον αφορά το μέσο κέρδος ο ταλαντωτής Williams (0,535 pips/πράξη) υπεραποδίδει σε σχέση με το κέρδος του σε απόλυτα νούμερα

Η κατανομή των ημερήσιων κερδών των μηχανών με πηγή πρόβλεψης της τάσης των ταλαντωτή Williams (γράφημα 5.14) δείχνει να είναι πιο ομοιογενής για τη μηχανή τύπου IV και δευτερευόντως για την τύπου III, σε σχέση με την τύπου I και τύπου II. Η μηχανή τύπου IV φαίνεται να αντιδρά πιο ήπια στις έντονα ζημιογόνες ημέρες. Επομένως γι' αυτόν τον ταλαντωτή η χαμηλή ευαισθησία μηχανής είναι ενδεικνυόμενη.

Επίσης φαίνεται ότι ανάμεσα σε μηχανές της ίδιας ευαισθησίας όπως οι IV και III ή οι I και II καλύτερη συμπεριφορά έχει η μηχανή που είναι κλάσης «1» (δηλαδή μηχανές που αντίθετα σήματα πρόβλεψης δεν κλείνει το ένα τη θέση του άλλου). Στην προκειμένη περίπτωση κλάσης «1» είναι η μηχανή IV και η μηχανή II.

Παρατηρώντας τις συγκριτικές ακολουθίες για κάθε γενικό τύπο μηχανής διαπιστώνουμε ότι ο ταλαντωτής Williams εμφανίζει μερικώς αύξουσα ακολουθία σε όλους τους τύπους των μηχανών.

4. Ταλαντωτής RSI

Ο ταλαντωτής RSI δεν φαίνεται να είναι αποδοτικός για αποκλειστική και αυτοτελή χρήση σε αλγοριθμικές συναλλαγές υψηλής συχνότητας στην αγορά των νομισμάτων, αφού μόνο με τις μηχανές τύπου IV και III κατάφερε να πετύχει έστω και περιορισμένα κέρδη. Ειδικά με την μηχανή τύπου I είχε την χειρότερη απόδοση όσον αφορά τον αριθμό των κερδοφόρων ημερών (4/20).

5. Ταλαντωτής Τιμής και Κινητοί Μέσοι Όροι (KMO-900, KMO-1800, KMO-3600) .

Οι κινητοί μέσοι όροι κρίνονται ανεπαρκείς για αποκλειστική και αυτοτελή χρήση σε αλγοριθμικές συναλλαγές υψηλής συχνότητας στην αγορά των νομισμάτων αφού

οδήγησαν στο πλείστο των περιπτώσεων σε ζημιές. Ούτε ο ταλαντωτής τιμής φαίνεται να είναι κατάλληλος, αφού μόνο με τις μηχανές τύπου IV και III κατάφερε να πετύχει κέρδη και μάλιστα περιορισμένα.

Ο ταλαντωτής τιμής (γράφημα 5.13) ο οποίος τροφοδοτείται από τους τρεις κινητούς μέσους όρους, δείχνει να έχει καλύτερη συμπεριφορά σε σχέση με τους κινητούς μέσους όρους ιδιαίτερα για τις μηχανές χαμηλής ευαισθησίας όπως η III και IV.

Αυτό αποτελεί ένδειξη ότι οι κινητοί μέσοι μπορεί να είναι ακατάλληλοι για να χρησιμοποιηθούν αυτούσιοι για την παραγωγή σήματος πρόβλεψης της τάσης που θα τροφοδοτήσει μια μηχανή αυτοματοποιημένων συναλλαγών αλλά ενδεχομένως η σύνθετη χρήση τους να είναι χρήσιμη έχοντας καλύτερα αποτελέσματα.

Κεφάλαιο 6

Επίλογος

Στα πλαίσια της παρούσης μεταπτυχιακής διατριβής δημιουργήσαμε ένα ολοκληρωμένο σύστημα αλγοριθμικών συναλλαγών, της υψηλότερης δυνατής συχνότητας (tick to tick), το οποίο περιλαμβάνει όλα τα στάδια της διαδικασίας της διαπραγμάτευσης, δηλαδή την Ανάλυση Δεδομένων Διαπραγμάτευσης (pretrade), την Παραγωγή του Σήματος Συναλλαγών (πρόβλεψη τάσης) και την Εκτέλεση των Συναλλαγών.

Το υλοποιημένο σύστημα είναι πλήρως παραμετροποιήσιμο μέσω κατάλληλης γραμμογράφησης εξωτερικών αρχείων παραμετροποίησης, τα οποία μας δίνουν την δυνατότητα αλλαγής των παραμέτρων της εφαρμογής στα πλαίσια του πειραματισμού, χωρίς τροποποίηση του πηγαίου κώδικα.

Επίσης, η ισχυρή αντικειμενοστρέφεια της εφαρμογής μας έδωσε την δυνατότητα να δοκιμάσουμε ταυτόχρονα ένα μεγάλο πλήθος μηχανών αυτοματοποιημένων συναλλαγών, οι οποίες με τη σειρά τους αντλούσαν τα δεδομένα πρόβλεψης της τάσης από μια σειρά από προσομοιωτές τεχνικών δεικτών, όπως επίσης και από ένα σύστημα τεχνικού νευρωνικού δικτύου το οποίο επιχειρούσε την διόρθωση της πρόβλεψης των τεχνικών δεικτών. Το σύστημα

του ΤΝΔ ακολουθεί τη λογική των Ζαφειρίου και Καλλέ[08], αλλά με τις κατάλληλες αλλαγές στην αρχιτεκτονική και στην παραμετροποίηση, ώστε να συνάδει με αλγοριθμικές συναλλαγές υψηλής συχνότητας (tick to tick) στις οποίες αναφέρεται η παρούσα μεταπτυχιακή διατριβή..

Στα πάρα πάνω πλαίσια για το επιλεγμένο πεδίο πειραματισμού (δεδομένα tick to tick ζευγών ισοτιμίας eur/usd Μαρτίου 2014), δηλαδή για 2.023.351 σειρές δεδομένων, παραμετροποιήσαμε τέσσερις γενικούς τύπους μηχανών αυτοματοποιημένων συναλλαγών, όπως αυτές περιγράφονται στην παράγραφο 5.2.3. Κάθε πηγή πρόβλεψης τάσης (7 παραμετροποιημένοι προσομοιωτές τεχνικών δεικτών(παράγραφος 5.2.2) και το σύστημα του ΤΝΔ(παράγραφος 5.2.1)) τροφοδοτεί κάθε έναν από τους γενικούς αυτούς τύπους. Ως εκ' τούτου δοκιμάσαμε στο σύνολο 32 μηχανές αυτοματοποιημένων συναλλαγών.

Στηριζόμενοι στα αποτελέσματα του πειραματισμού συμπεραίνουμε ότι το σύστημα αλγοριθμικών συναλλαγών που υλοποιήσαμε με την κατάλληλη παραμετροποίηση μπορεί να λειτουργεί, με πλήρη αυτονομία, επικερδώς για τον επενδυτή.

Οι επιθετικότερες (πιο ευαίσθητες) μηχανές αυτοματοποιημένων συναλλαγών ως προς το άνοιγμα νέων θέσεων είναι καταλληλότερες όταν η πηγή πρόβλεψης της τάσης τους παράγει σχετικώς αξιόπιστα σήματα (όπως στην προκειμένη περίπτωση το σύστημα ΤΝΔ ή ο ταλαντωτής CCI). Στην περίπτωση που η πηγή πρόβλεψης της τάσης δεν είναι κατάλληλη ή είναι άγνωστη (black box) προτιμότερες είναι οι λιγότερο ευαίσθητες μηχανές.

Ο ιδανικότερος και προτεινόμενος συνδυασμός φάνηκε ότι είναι η χρήση μιας ευαίσθητης μηχανής (τύπου I ή II) με πηγή πρόβλεψης της τάσης το σύστημα ΤΝΔ. Επομένως φαίνεται ότι το παρόν σύστημα ΤΝΔ λειτουργεί αποτελεσματικά οδηγώντας σε διόρθωση της πρόβλεψης των τάσεων των τεχνικών δεικτών. Οδηγηθήκαμε επομένως σε ακριβέστερη πρόβλεψη, με την δημιουργία μιας αυτόνομα προσαρμοζόμενης τεχνικής ανάλυσης.

Ως εναλλακτική πηγή πρόβλεψης της τάσης μπορεί να χρησιμοποιηθεί ο ταλαντωτής CCI ο οποίος φαίνεται να αποδίδει ικανοποιητικά. Οι υπόλοιποι τεχνικοί δείκτες που μελετήθηκαν και ειδικά οι κινητοί μέσοι όροι δεν προτείνονται για αποκλειστική και αυτοτελή χρήση ως πηγές πρόβλεψης της τάσης που θα τροφοδοτούν μηχανές αυτοματοποιημένων συναλλαγών. Παρά ταύτα η σύνθετη μη αυτοτελή χρήση τους (ως είσοδοι στο ΤΝΔ ή ως μέρος ενός σύνθετου τεχνικού δείκτη) φάνηκε να είναι χρήσιμη.

Στα πλαίσια των μελλοντικών επεκτάσεων θα εξετάσουμε την ενσωμάτωση και άλλων δεικτών της τεχνικής ανάλυσης όπως η ορμή(momentum)[55] και ο MACD[56]. Επίσης θα επεκτείνουμε τον πειραματισμό αρχικά σε άλλες ισοτιμίες και στη συνέχεια και σε άλλες αξίες όπως οι μετοχές και τα εμπορεύματα. Τέλος θα γίνει προσπάθεια τοποθέτησης του πυρήνα της εφαρμογής σε έναν dedicated server[57] και την υλοποίηση ενός WEB API σε JSP [58]μέσω του οποίου θα μπορούν να έχουν πρόσβαση εξουσιοδοτημένοι χρήστες, οι οποίοι θα δύναται να δοκιμάζουν τις παραμετροποιήσεις τους στα διάφορα πεδία πειραματισμού.

Βιβλιογραφία

- [01] Foreign exchange market, Wikipedia,
http://en.wikipedia.org/wiki/Foreign_exchange_market
- [02] Margin(finance). Wikipedia, http://en.wikipedia.org/wiki/Margin_%28finance%29
- [03] Algorithmic trading http://en.wikipedia.org/wiki/Algorithmic_trading
- [04] Trader. Wikipedia, [http://en.wikipedia.org/wiki/Trader_\(finance\)](http://en.wikipedia.org/wiki/Trader_(finance))
- [05] High Frequency Automated trading System. <http://www.virtu.com/>
- [06] Technical Indicator, Investopedia,
<http://www.investopedia.com/terms/t/technicalindicator.asp>
- [07] Τεχνητά Νευρωνικά Δίκτυα. Γεωργόπουλος Ε., ‘Τεχνητή Νοημοσύνη και Εφαρμογές’, ΕΔΥ, Ελληνικό Ανοικτό Πανεπιστήμιο, 2009.
- [08] Theodoros Zafeiriou, and Dimitris Kalles. ‘Short-term Trend Prediction of Foreign Exchange Rates with a Neural-Network Based Ensemble of Financial Technical indicators’. International Journal on Artificial Intelligence Tools 22.03 (2013).
- [09] Stop Loss. Ευρετήριο Οικονομικών Όρων, <http://www.euretirio.com/2010/10/stop-loss-order.html>
- [10] Take Profit, Investopedia, <http://www.investopedia.com/terms/t/take-profitorder.asp>
- [11] Technical Analysis. Wikipedia, http://en.wikipedia.org/wiki/Technical_analysis
- [12] Market Indicators. Steven B. Achelis, ‘Technical Analysis from A to Z’ (Equis International, Salt Lake City, 2000), p. 13.
- [13] Moving Averages. Steven B. Achelis, ‘Technical Analysis from A to Z’ (Equis International, Salt Lake City, 2000), p. 67.

- [14] Cycles. Steven B. Achelis, "Technical Analysis from A to Z" (Equis International, Salt Lake City, 2000), p. 39.
- [15] Commodity Channel Index. . Wikipedia,
http://en.wikipedia.org/wiki/Commodity_channel_index
- [16] Relative Strength Index. Steven B. Achelis, "Technical Analysis from A to Z" (Equis International, Salt Lake City, 2000), p. 93.
- [17] William's Accumulation-Distribution. Steven B. Achelis, "Technical Analysis from A to Z" (Equis International, Salt Lake City, 2000), p. 118.
- [18] Detrended Price Oscillator. Steven B. Achelis, "Technical Analysis from A to Z" (Equis International, Salt Lake City, 2000), p. 41.
- [19] Neural networks. Patterson, Dan.W, 'Neural networks (Computer science)', Prentice Hall (Singapore and New York), 1996.
- [20] Neural Networks. Haykin, S, 'Neural Networks. A Comprehensive Foundation', Macmillan, New York, 1994.
- [21] Efficient Market Hypothesis-EMH. Fama, E.F. and W.Schwert, 'Asset returns and inflation', Journal of Financial Economics, vol.38 (1965), p. 34-105.
- [22] Regular type of Efficient Market Hypothesis. Haugen, R, 'Modern Investment theory', Upper Saddle River, NJ, Prentice-Hall, 1997.
- [23] Technical Analysis. Smirlock, M. and L.Starks, 'An empirical Analysis of the stock price-volume relationship', Journal of Banking and Finance, vol. 12 (1990) p.31-42.
- [24] Technical Analysis. Dourra, H. and P.Siy, 'Investment Using Technical Analysis and Fuzzy Logic', Fuzzy Sets and Systems, vol.127(2002), p.221-240.
- [25] Εύκαμπτη Υπολογιστική και τεχνική Ανάλυση. Ατσαλάκης, Γ., 'Σύστημα πρόβλεψης της βραχυχρόνιας τάσης της τιμής των μετοχών με τη χρήση νευρο-ασαφών μεθόδων',

Διδακτορική Διατριβή: Τμήμα Μηχανικών Παραγωγής και Διοίκησης, Πολυτεχνείο Κρήτης, (2006), σελ.220.

- [26] List of Algorithms, Wikipedia, http://en.wikipedia.org/wiki/List_of_algorithms
- [27] Non-linear statistical methods. Currym B., P. Morgan and M.Silver, 'Neural networks and non-linear statistical methods', Computers and Operations Research, vol.29 (2002), p.951-969.
- [28] Neural networks vs. statistical technics. Venugopal, V. and W.Baets, 'NeuralNetworks and statistical techniques in marketing research: An conceptual comparison', Marketing Intelligence and planning, vol.12 (1994), p.30-38.
- [29] Lin, X., Yang, Z., Song, Y., 'Intelligent Stock Trading System based on Improved Technical Analysis and Echo State Network', Expert Systems with Applications, Article in Press Proof (2011).
- [30] Abraham, M. U. Chowdhury, S. Petrovic-Lazarevic, 'Australian Forex Market Analysis Using Connectionist Models', Management Journal of Management Theory and Practice, vol.29 (2003), p.18--22.
- [31] J.Yao, Ch.L. Tan, 'A case study on using neural networks to perform technical forecasting of forex', Neurocomputing, vol.34 (2000), p.79--98.
- [32] B.Vanstone , G.Finnie, 'An empirical methodology for developing stockmarket trading systems using artificial neural networks', Expert Systems with Applications, vol.36 (2009), p.6668--6680.
- [33] He Ni, H.Yin, 'Exchange rate prediction using hybrid neural networks and trading indicators', Neurocomputing vol.72 (2009), p.2815--2823.
- [34] Rodríguez-González, Á. García-Crespo, R. Colomo-Palacios, F. G. Iglesias, J.M. Gómez-Berbís, 'CAST: Using neural networks to improve trading systems based on technical analysis by means of the RSI financial indicator', Expert Systems with Applications, Article in Press (2011).

- [35] Th. Chavarnakul, D. Enke, 'Intelligent technical analysis based equivolume charting for stock trading using neural networks', Expert Systems with Applications, vol.34 (2008), p.1004--1017.
- [36] Nuti, G. Mirghaemi, M. ; Treleaven, P. ; Yingsaeree, C. 'Algorithmic Trading'. Computer, vol.44(2011), p.61 – 69.
- [37] Kearns, M, Ortiz, L. 'The Penn-Lehman automated trading project'. Intelligent Systems, IEEE, vol.18(2003), p.22 – 31.
- [38] Charles A.E. Goodhart, Maureen O'Hara. 'High frequency data in financial markets: Issues and applications', Journal of Empirical Finance , vol.4(1997), p.73–114.
- [39] Nuti, G. Mirghaemi, M. ; Treleaven, P. ; Yingsaeree, C. 'Algorithmic Trading'. Computer, vol.44(2011), p.61-69.
- [40] Data mining, Wikipedia. http://en.wikipedia.org/wiki/Data_mining
- [41] TrueFX, www.truefx.gr
- [42] Integral, www.integral.com.
- [43] Tick, Investopedia. <http://www.investopedia.com/terms/t/tick.asp>
- [44] TrueFX Market Data Web AP, Integral Development Corp, 2009.
http://www.truefx.com/dev/data/TrueFX_MarketDataWebAPI_DeveloperGuide.pdf
- [45] March 2014 Historical Tick-by-Tick Data, Integral Development Corp
<http://www.truefx.com/?page=download&description=march2014&dir=2014/MARCH-2014>
- [46] Microsoft Access 2013, Microsoft Corp., 2013. <http://office.microsoft.com/el-gr/access/>
- [47] Long/Short Equity, Investopedia, <http://www.investopedia.com/terms/l/long-shortequity.asp>

- [48] Class Diagram-UML, http://en.wikipedia.org/wiki/Class_diagram
- [49] Visual Paradigm, <http://www.visual-paradigm.com/>
- [50] Java, http://www.java.com/en/download/whatis_java.jsp
- [51] NetBeans IDE, <https://netbeans.org/>
- [52] Batch Files, http://en.wikipedia.org/wiki/Batch_file
- [53] Java Parameters, <http://stackoverflow.com/questions/14763079/what-are-the-xms-and-xmx-parameters-when-starting-jvms>
- [54] Java SE Development Kit,
<http://www.oracle.com/technetwork/java/javase/downloads/jdk8-downloads-2133151.html>
- [55] Momentum (technical analysis), Wikipedia,
[http://en.wikipedia.org/wiki/Momentum_\(technical_analysis\)](http://en.wikipedia.org/wiki/Momentum_(technical_analysis))
- [56] MACD, Wikipedia, <http://en.wikipedia.org/wiki/MACD>
- [57] Dedicated hosting service, Wikipedia,
http://en.wikipedia.org/wiki/Dedicated_hosting_service
- [58] Java Server Pages, Wikipedia, http://en.wikipedia.org/wiki/JavaServer_Pages

Παράρτημα Α

Αναλυτικά Αποτελέσματα

Πειραματισμού

Τα αναλυτικά αποτελέσματα πειραματισμού αποτελούνται από τα αρχεία δεδομένων των εκτελεσθέντων πράξεων της εκάστοτε μηχανής αυτοματοποιημένων συναλλαγών για την κάθε μέρα πειραματισμού. Τα αρχεία εξάγονται αυτόματα με το πέρας της εκάστοτε ημερήσιας προσομοίωσης συναλλαγών (παράγραφος 4.4).

Τα αρχεία αυτά βρίσκονται σε ηλεκτρονική μορφή στον φάκελο «Α. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΣΜΟΥ», χωρισμένα σε υποφακέλους με βάση την ημερομηνία («DAY1», «DAY2» κ.ο.κ)

Εντός του φακέλου «Α. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΣΜΟΥ» βρίσκονται επίσης τα αρχεία results_03_2014.xlsx και graphs.xlsx.

Το 1^ο περιλαμβάνει τα συγκεντρωτικά αποτελέσματα της κάθε μηχανής αυτοματοποιημένων συναλλαγών ανά μέρα και μήνα, την προκαταρκτική ανάλυση των αποτελεσμάτων και τον προκαταρκτικό πειραματισμό. Το 2^ο περιλαμβάνει όλα τα γραφήματα που περιγράφονται στο κεφάλαιο 5.

Παράρτημα Β

Εφαρμογή, Δεδομένα & Εκτελέσιμα Αρχεία

Αυτό το παράρτημα περιλαμβάνεται στον φάκελο «Β. ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΕΚΤΕΛΕΣΙΜΑ ΑΡΧΕΙΑ» και αποτελείται από:

1. Το διάγραμμα κλάσεων ως project του visual paradigm όπως αυτό περιγράφεται στην παράγραφο 3.4 (αρχείο: class_diagram.vpp).
2. Τα raw data των δεδομένων πειραματισμού όπως περιγράφονται στις παραγράφους 3.1.2 και 3.1.3 (αρχείο: EURUSD-2014-03.csv).
3. Εφαρμογή της Microsoft Access 2013 μέσω της οποίας δημιουργούνται από τα raw data τα αρχεία εισόδου του συστήματος όπως περιγράφονται στην παράγραφο 3.1.3 (αρχείο: EURUSD_DATA_MAR14.accdb).
4. Τα αρχεία εισόδου του συστήματος όπως περιγράφονται στην παράγραφο 3.1.3. Το αρχείο εισόδου της εκάστοτε ημέρας βρίσκεται στον αντίστοιχο υποφάκελο της κάθε ημέρας («DAY1», «DAY2» κ.ο.κ) (αρχεία: DAY_\data_EURUSD.csv).

5. Το αρχείο παραμετροποίησης του συστήματος όπως περιγράφεται 5.3 βρίσκεται στον υποφάκελο RT1 (αρχείο: RT1\PES700_zafeiriou.fxipf).
6. Το εκτελέσιμο αρχείο της εφαρμογής όπως περιγράφεται στην παράγραφο 4.6. βρίσκεται στον υποφάκελο RT1 (αρχείο: RT1\PES700_zafeiriou.jar).
7. Τα αρχεία batch όπως περιγράφονται στην παράγραφο 4.5 βρίσκονται στον αντίστοιχο υποφάκελο της κάθε ημέρας («DAY1», «DAY2» κ.ο.κ) (αρχεία: DAY_\PES700_zafeiriou.bat).
8. Τα αρχεία των αρχικών αλλά και τελικών βαρών των συνάψεων των νευρώνων του ΤΝΔ για την κάθε ημέρα, όπως περιγράφονται στην παράγραφο 4.3 βρίσκονται στον αντίστοιχο υποφάκελο της κάθε ημέρας («DAY1», «DAY2» κ.ο.κ) (αρχεία: DAY_\wheightsIH.fxipf, DAY_\ wheightsHO.fxipf, DAY_\ wheightsIH _Κωδική Ονομασία Προσομοίωσης.fxipf, DAY_\ wheightsHO _Κωδική Ονομασία Προσομοίωσης.fxipf,).
9. Το netbeans project βρίσκεται στον υποφάκελο PES700_zafeiriou.