



ΑΝΟΙΚΤΟ  
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ  
ΚΥΠΡΟΥ

ΣΧΟΛΗ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΩΝ  
ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΚΑΙ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΣΠΟΥΔΩΝ  
ΔΙΟΙΚΗΣΗ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΕΩΝ

## **ΔΙΑΤΡΙΒΗ ΕΠΙΠΕΔΟΥ ΜΑΣΤΕΡ**

Pairs Trading

Athens Stock Exchange applicability

Κυριάκος Μπασινάς

Επιβλέπων καθηγητής: Ιωάννης Λαζαρίδης

ΛΕΥΚΩΣΙΑ, ΙΟΥΝΙΟΣ, 2012

## Περιεχόμενα

Περιεχόμενα.....	2
Περίληψη .....	4
Abstract.....	5
Ευχαριστίες.....	6
Εισαγωγή .....	7
1 Προσδιορισμός προβλήματος και διεθνής εμπειρία .....	9
1.1 Ιστορική αναδρομή .....	9
1.2 Ορισμός Pairs Trading .....	9
1.3 Γιατί να κάνω Pairs Trading; .....	10
1.4 Προσεγγίσεις στρατηγικής Pairs Trading .....	11
1.4.1 Η μέθοδος της απόστασης .....	11
1.4.2 Η μέθοδος της προσέγγισης προβλέψεων.....	12
1.4.3 Η μέθοδος της στοχαστικής προσέγγισης.....	12
1.4.4 Η μέθοδος της συνολοκλήρωσης.....	13
1.5 Pairs Trading στο ΧΑΑ.....	14
1.6 Transactions Costs, liquidity and short sale constraints.....	15
1.7 Δεδομένα .....	16
2 Μεθοδολογία έρευνας.....	17
2.1 Ο σχηματισμός των ζευγών.....	17
2.2 Οικονομοτεχνικό Λογισμικό.....	20
2.3 Περίοδος σχηματισμού (formation period).....	21
2.4 Περίοδος συναλλαγών (trading period) .....	28
2.5 Υπολογισμός Κέρδους / Ζημιάς.....	29
3 Αποτελέσματα Έρευνας.....	31
3.1 Γενικά Συμπεράσματα.....	31

## Pairs Trading: Athens Stock Exchange Applicability

3.2	Αποτελέσματα ανά ζεύγος .....	36
3.3	Αποτελέσματα ανά Δείκτη .....	38
	Συμπεράσματα .....	41
	Βιβλιογραφία .....	42

## Περίληψη

Η παρούσα διπλωματική μελετά την εφαρμογή της επενδυτικής στρατηγικής συναλλαγής ζευγών (Pairs Trading) στις μετοχές του Γενικού Δείκτη (ΓΔ) του Ελληνικού Χρηματιστηρίου. Η μελέτη αναφέρεται σε ιστορικές τιμές κλεισίματος των μετοχών του ΧΑΑ για την περίοδο 2004 έως 2008, ερευνά την εφαρμογή της στρατηγικής και αναλύει αν είναι κερδοφόρα σε σύγκριση με την απλή στρατηγική της αγοράς και διακράτησης των μετοχών (long only).

Η μελέτη χρησιμοποιώντας την μέθοδο της συνολοκλήρωσης ανέλυσε τις μετοχές όλων των κλάδων του ΧΑΑ, επέλεξε 21 ζεύγη μετοχών που καλύπτουν συγκεκριμένα κριτήρια και προσομοίωσε τα ζεύγη αυτά για διάστημα 3 ετών.

Τα αποτελέσματα δείχνουν ότι η στρατηγική Pairs Trading είναι κερδοφόρα και ξεπερνά σε απόδοση την Long Only στρατηγική.

## **Abstract**

The current thesis studies the Pairs Trading strategy applicability to Athens Stock Exchange. The study refers to the closing prices of ASE stocks for the period from 2004 to 2008, checks the applicability of the strategy and analyzes whether the strategy is profitable compared to the simple long only strategy

The study by using cointegration approach analyzes the stocks of all ASE sectors, selects those 21 pairs that fulfill specific criteria and process them for the trading period of 3 years.

The results show that the Pairs Trading strategy is profitable and overcomes in performance the long only strategy.

## **Ευχαριστίες**

Αυτή η διπλωματική δεν θα ήταν δυνατό να ολοκληρωθεί χωρίς την βοήθεια και υπομονή των δικών μου ανθρώπων. Θα ήθελα να ευχαριστήσω τους 2 δικούς μου ανθρώπους, τη Μαρία και τον Κωνσταντίνο.

## Εισαγωγή

Η στρατηγική συναλλαγών σε ζεύγη είναι μια στρατηγική στατιστικού αρμπιτράζ που σχεδιάστηκε να εκμεταλλεύεται μικρής διάρκειας αποκλίσεις των τιμών δύο μετοχών από την μακροχρόνια σχέση ισορροπίας που έχουν.

Ο σκοπός της διατριβής είναι να αναλύσει κατά πόσο η στρατηγική των συναλλαγών σε ζεύγη (Pairs Trading) μπορεί να εφαρμοστεί στο Χρηματιστήριο Αξιών Αθηνών και ελέγχουμε κατά πόσο είναι κερδοφόρα. Η συγκεκριμένη στρατηγική είναι ευρέως διαδεδομένη στους επαγγελματίες traders και έχει 4 διαφορετικές προσεγγίσεις ως προς την εφαρμογή της. Στην διατριβή επιλέγουμε την προσέγγιση της συνολοκλήρωσης καθώς αυτή θεωρείται αρκετά επιτυχημένη και υπάρχει αρκετή βιβλιογραφία που την αναλύει εκτενώς. Για την ανάλυση και εξομοίωση της στρατηγικής με την μέθοδο της συνολοκλήρωσης θα χρησιμοποιήσουμε τιμές κλεισίματος μετοχών από την πλατφόρμα του Bloomberg καθώς επίσης θα χρησιμοποιηθεί η έτοιμη εφαρμογή για Pairs Trading που παρέχει το Bloomberg σε traders.

Η μέθοδος της συνολοκλήρωσης που ακολουθήθηκε βασίζεται στη μέθοδο του Vidyamrthy (2004) όπου χρησιμοποιούνται οι λογαριθμικές τιμές κλεισίματος των μετοχών και όχι οι κανονικές τιμές κλεισίματος. Για τον σχηματισμό των ζευγαριών επιλέγουμε το έτος 2004 και στο έτος αυτό προσομοιώνουμε όλα τα ζεύγη των δεικτών του ΧΑΑ χρησιμοποιώντας την εφαρμογή του Bloomberg. Από την προσημείωση επιλέγουμε εκείνα τα ζευγάρια μετοχών που πληρούν μια σειρά από κριτήρια και δημιουργούμε ένα χαρτοφυλάκιο. Για τα έτη 2005 έως 2008, στα ζευγάρια του χαρτοφυλακίου προσομοιώνουμε την στρατηγική μας και αναλύουμε τα αποτελέσματα με βάση πάντα την εφαρμογή που μας παρέχει το Bloomberg.

Τα αποτελέσματα της έρευνας είναι άκρως ενθαρρυντικά για την εφαρμοσιμότητα της στρατηγικής στο ΧΑΑ. Η έρευνα έδειξε ότι η συναλλαγή σε ζεύγη είναι κερδοφόρα και επίσης αποδεικνύει αυτό το κύριο χαρακτηριστικό της που είναι ότι είναι market neutral.

Η διατριβή χωρίζεται σε 3 κύρια κεφαλαία. Στο πρώτο κεφάλαιο περιγράφουμε το τι είναι η στρατηγική συναλλαγών σε ζεύγη, την ιστορία της και τον ορισμό της. Επίσης αναφέρουμε τα πλεονεκτήματα της και επίσης αναλύουμε τις διαφορετικές προσεγγίσεις της. Στη συνέχεια μελετάμε από τεχνικής άποψης πως κάποιος μπορεί

να κάνει συναλλαγές σε ζεύγη στο ΧΑΑ. Κατόπιν αναφέρουμε τους περιορισμούς και τις υποθέσεις που κάνουμε στη μεθοδολογία της στρατηγικής. Τέλος κάνουμε αναφορά στην πηγή των δεδομένων μας.

Στο δεύτερο κεφάλαιο αναλύουμε την μεθοδολογία που ακολουθούμε στη διατριβή. Αναλύουμε τον τρόπο σχηματισμού των ζευγαριών, τα κριτήρια επιλογής των ζευγαριών που θα ενταχθούν στο χαρτοφυλάκιο και τα προσομοιώνουμε κατά το έτος 2004. Στη συνέχεια προχωράμε στην περίοδο συναλλαγών και προσομοιώνουμε τα ζευγάρια του χαρτοφυλακίου μας στην περίοδο 2005-2008. Στο τέλος του κεφαλαίου αναφερόμαστε στο τρόπο υπολογισμού του κέρδους ή της ζημιάς που προκύπτουν από τις συναλλαγές.

Στο τρίτο κεφάλαιο παρουσιάζουμε τα αποτελέσματα της έρευνας. Πρώτα γίνεται η παρουσίαση των γενικών αποτελεσμάτων και στη συνέχεια η παρουσίαση των αποτελεσμάτων ανά ζεύγος και μετά ανά δείκτη.



## 1 Προσδιορισμός προβλήματος και διεθνής εμπειρία

### 1.1 Ιστορική αναδρομή

Η στρατηγική των συναλλαγών σε ζεύγη (εφεξής Pairs Trading) ανακαλύφθηκε στις αρχές της δεκαετίας τους 1980 από τον αναλυτή Nunzio Tartaglia και μια ομάδα φυσικών, επιστημόνων πληροφορικής και μαθηματικών. Η ιδέα τους ήταν να αναπτυχθούν στατιστικοί κανόνες έτσι ώστε να μπορούν να εφαρμοστούν αρμπιτράζ συναλλαγές (Gatev et al., 2006) και να μην εξαρτώνται από την ικανότητα των traders. Ο κύριος σκοπός της ομάδας του Tartaglia ήταν να χρησιμοποιήσει μαθηματικές και στατιστικές μεθόδους για την δημιουργία πλατφόρμας αυτόματων συναλλαγών όπου η υποκειμενικότητα του trader δεν θα έχει καμία επιρροή στην διαδικασία απόφασης της αγοράς ή πώλησης της μετοχής. Κατά την έρευνά τους, η ομάδα του Tartaglia ανακάλυψε ζεύγη μετοχών που οι τιμές τους τείνουν να κινούνται με τον ίδιο τρόπο (μαζί). Η ομάδα ξεκίνησε να κάνει συναλλαγές σε ζεύγη το 1987 με μεγάλη επιτυχία. Το σύστημα τους έδειχνε ότι δημιουργούσε κέρδη αλλά το 1989 η Morgan Stanley αποφάσισε να σταματήσει τις συναλλαγές της ομάδας του Tartaglia καθώς είδε ότι η συγκεκριμένη στρατηγική είχε γίνει πλέον γνωστή σε ιδιώτες αλλά και επαγγελματίες trader. Περισσότερες πληροφορίες σχετικά με την ιστορία του Pairs Trading υπάρχουν στον Gatev et al (1999).

### 1.2 Ορισμός Pairs Trading

Η στρατηγική Pairs Trading δουλεύει χρησιμοποιώντας επενδυτικές ευκαιρίες που προκύπτουν από προσωρινές ανωμαλίες μεταξύ των τιμών 2 μετοχών όπου οι μετοχές αυτές έχουν μακροχρόνια σχέση ισορροπίας. Όταν η ανωμαλία συμβεί, η μία μετοχή θα είναι υπερτιμημένη σχετικά με την δεύτερη μετοχή. Η στρατηγική επενδύει στις δύο αυτές μετοχές (ζεύγος) όπου η υπερτιμημένη μετοχή πωλείται (short) και υποτιμημένη μετοχή αγοράζεται (long). Η συναλλαγή κλείνεται κάνοντας το αντίστροφο δηλαδή αγοράζοντας την πρώην υπερτιμημένη μετοχή και πουλώντας την πρώην υποτιμημένη μετοχή όταν οι τιμές των μετοχών έχουν επανέλθει στην μακροχρόνια σχέση ισορροπία τους. Το κέρδος είναι η διαφορά που προκύπτει από την ανωμαλία των τιμών. Η στρατηγική Pairs Trading ανήκει σε εκείνες τις

στρατηγικές που λέμε ότι είναι ουδέτερες, δηλαδή δεν εξαρτώνται από το πώς κινείται η αγορά (ανοδικά ή καθοδικά).

Οι περισσότερες εταιρίες αλλά και ιδιώτες traders εφαρμόζουν την στρατηγική Pairs trading σε μετοχές λόγω της μεγαλύτερης ρευστότητας που έχουν. Η πρώτη εκτενής ανάλυση της στρατηγικής έγινε από Gatev et al.(1999). Στην ανάλυση αυτή χρησιμοποιήθηκαν μετοχές της Wall Street με τιμές κλεισίματος για την περίοδο από το 1962 έως το 1997. Σύμφωνα με τον Gatev et al. (1999), η αυξανόμενη δημοτικότητα της στρατηγικής μπορεί να αποτελέσει πρόβλημα λόγω των όλων και λιγότερων ευκαιριών (ανωμαλιών) που προκύπτουν καθώς όλο και περισσότεροι traders είναι γνώστες της στρατηγικής. Τα κέρδη από την εφαρμογή της στρατηγικής είναι όλο και λιγότερα τα τελευταία χρόνια σε σχέση από τότε που πρωτοεμφανίστηκε. Παρόλο που οι ευκαιρίες λιγοστεύουν, οι Gillespie and Ulph (2001), και Do and Faff (2008) επέδειξαν ότι κέρδη μπορούν ακόμα να δημιουργηθούν από την συγκεκριμένη στρατηγική. Εκτενή αναφορά στην στρατηγική μπορεί κάποιος να βρει στους Gatev et al.(2004), Vidyamyrthy (2004) και Ehrman (2006).

### **1.3 Γιατί να κάνω Pairs Trading;**

Η παραδοσιακή μέθοδος επένδυσης σε μετοχές είναι να βρεθεί κάποια μετοχή ώστε να αγοραστεί και η αγορά αυτή να προσδώσει ευκαιρία για κέρδος. Τα τελευταία χρόνια δίνεται η δυνατότητα σε επενδυτές να κάνουν ανοικτές πωλήσεις σε μετοχές. Οι επενδυτές δανείζονται περιουσιακά στοιχεία που δεν κατέχουν, από άλλους επενδυτές, τα πουλάνε και σε μεταγενέστερη χρονική στιγμή θα αναγκαστούν να τα αγοράσουν πάλι για να τα επιστρέψουν στο δανειστή. Ο δανειστής δεν διατρέχει κανέναν κίνδυνο γιατί θα πάρει πίσω τις μετοχές του συν μία μικρή απόδοση για την διάρκεια που τις είχε δανείσει. Ο short seller ελπίζει να κερδίσει από την πτώση των τιμών των χρεογράφων, επωφελούμενος την διαφορά στις τιμές μεταξύ ημερομηνίας αγοράς-πώλησης.

Οι Jacobs, Levy και Stareg (1993) προτείνουν ότι, όταν οι επενδυτές μπορούν να ξεπεράσουν τους περιορισμούς των ανοικτών πωλήσεων και έχουν την δυνατότητα να επενδύσουν είτε αγοράζοντας είτε πωλώντας (short) μετοχές, μπορούν να επωφεληθούν. Ο παραδοσιακός τρόπος διαχείρισης κεφαλαίων δεν επιτρέπει σε

διαχειριστές κεφαλαίων να εφαρμόσουν τις ανοικτές πωλήσεις στη διαχείριση των χαρτοφυλακίων τους και έτσι οι διαχειριστές επικεντρώνονται κυρίως σε αναζήτηση μετοχών που είναι υποτιμημένες. Αλλά γιατί όμως να ψάχνει ο επενδυτής μόνο μετοχές που ελπίζει ότι θα ανέβουν οι τιμές τους; Η αντιστροφή λογική μπορεί να εφαρμοστεί και ο επενδυτής να επενδύσει σε μετοχές που πιστεύει ότι θα πέσουν οι τιμές τους.

Η δυνατότητα της αγοράς και πώλησης μετοχών ανήκει στην κατηγορία της στρατηγικής που λέγεται ότι είναι market neutral, ότι δηλαδή δημιουργεί κέρδη ανεξάρτητα από το πώς κινούνται οι αγορές. Ένα χαρτοφυλάκιο που θεωρείται market neutral παρουσιάζει μηδενικό συστημικό ρίσκο. Ο Nath (2003) αναφέρει ότι η στρατηγική συναλλαγών σε ζεύγη είναι market neutral.

### **1.4 Προσεγγίσεις στρατηγικής Pairs Trading**

Υπάρχουν τέσσερις κύριες προσεγγίσεις αναφορικά με την υλοποίηση της στρατηγικής Pairs Trading:

- η μέθοδος της απόστασης (distance approach)
- η μέθοδος της προσέγγισης προβλέψεων (forecast approach)
- η μέθοδος της στοχαστικής προσέγγισης (stochastic approach)
- η μέθοδος της συνολοκλήρωσης (cointegration approach)

#### **1.4.1 Η μέθοδος της απόστασης**

Μελέτες που αναφέρονται σχετικά με την μέθοδο της απόστασης μπορεί κάποιος να βρει στους Gatev et al(1999, 2006), Nath (2003), Andrade et al. (2005). Στη συγκεκριμένη προσέγγιση, η παράλληλη κίνηση των τιμών των μετοχών μετριέται σχετικά με την απόσταση ή το άθροισμα των τετραγώνων των διαφορών μεταξύ δύο κοινωνικοποιημένων τιμών μετοχών. Οι Gatev et al(1999) στην ανάλυσή τους βασίζουν τους κανόνες συναλλαγής (άνοιγμα και κλείσιμο) στην τυπική απόκλιση. Ένα ζεύγος μετοχών ανοίγει συναλλαγή (long και short) όταν οι τιμές κλεισίματος των μετοχών αποκλίνουν περισσότερο από 2 τυπικές αποκλίσεις (standard deviations) όπως αυτές έχουν υπολογιστεί προηγουμένως (formation period). Το κλείσιμο της συναλλαγής γίνεται όταν οι τιμές των μετοχών έχουν διασταυρωθεί πάλι. Ένα χαρακτηριστικό στην μέθοδο των Gatev et al (1999) είναι ότι δεν εφαρμόζουν κανένα είδος διαχείρισης ρίσκου στην στρατηγική τους. Αντιθέτως, ο Nath (2003)

χρησιμοποιεί stop loss ενεργοποιητές όπου κλείνουν τις ανοικτές συναλλαγές όταν η απόσταση των τιμών περνάει το όριο του 5<sup>ου</sup> εκατοστημόριου και επίσης όταν η περίοδος που η συναλλαγή παραμένει ανοιχτεί ξεπεράσει το προκαθορισμένο όριο που έχει θέσει.

Η μέθοδος της απόστασης εκμεταλλεύεται πλήρως την στατιστική σχέση των μετοχών σε επίπεδο τιμής των μετοχών. Η συγκεκριμένη μέθοδος στηρίζεται στη υπόθεση ότι η απόσταση των τιμών των μετοχών πρέπει να παραμένει σταθερή στο χρόνο. Η υπόθεση αυτή μπορεί να είναι ακριβής για μικρά χρονικά διαστήματα αλλά είναι εφαρμόσιμη μόνο σε μετοχές που είναι πολύ όμοιες.

### **1.4.2 Η μέθοδος της προσέγγισης προβλέψεων**

Η μέθοδος της προσέγγισης προβλέψεων αναφέρεται εκτενώς από τον Huck (2009, 2010). Εν συντομία, η μέθοδος χωρίζεται σε τρία στάδια: την πρόβλεψη, την κατάταξη και την συναλλαγή. Η διαφοροποίηση της συγκεκριμένη μεθόδου έγκειται στο γεγονός ότι δεν χρησιμοποιεί κάποιου είδους μοντέλου ισορροπίας ή σύγκλισης. Δεν υπάρχει εκτενής βιβλιογραφία για να μπορέσουμε να αναφερθούμε παραπάνω για αυτή την μέθοδο.

### **1.4.3 Η μέθοδος της στοχαστικής προσέγγισης**

Μελέτες σχετικά με την στοχαστική μέθοδο υπάρχουν στους Elliott et al.(2005), Bertram (2009). Η συγκεκριμένη μέθοδος μοντελοποιεί την συμπεριφορά της επαναφοράς στο μέσο (mean reverting) του spread (spread είναι η διαφορά μεταξύ των τιμών των μετοχών) στο χρόνο. Η μέθοδος βασίζεται στην υπόθεση ότι το spread ακολουθεί την Ornstein-Uhlenbeck διαδικασία. Οι Elliott et al.(2005) αναφέρουν ότι το μοντέλο τους προσφέρει 3 κύρια πλεονεκτήματα. Πρώτον, το μοντέλο αναγνωρίζει την επαναφορά στο μέσο όπου είναι το κλειδί του Pairs Trading. Δεύτερον, το μοντέλο είναι συνεχές στο χρόνο, ότι δηλαδή μπορεί να χρησιμοποιηθεί για πρόβλεψη. Σύμφωνα με τους Elliott et al.(2005), ο trader μπορεί να υπολογίσει το εκτιμώμενο χρόνο που το spread θα συγκλίνει στο μέσο όρο και έτσι με αυτό τον τρόπο ο trader μπορεί να γνωρίζει την εκτιμώμενη περίοδο συναλλαγής και το αναμενόμενο κέρδος. Το τρίτο πλεονέκτημα της μεθόδου είναι ότι είναι πλήρως παρακολουθήσιμη.

Παρόλα όμως τα παραπάνω πλεονεκτήματα, η μέθοδος αυτή έχει ένα θεμελιώδες περιορισμό. Αυτός είναι ότι σε βάθος χρόνου τα ζευγάρια των μετοχών που επιλέχθηκαν πρέπει να παρέχουν την ίδια απόδοση. Αυτό περιορίζει πολύ το μοντέλο καθώς είναι δύσκολο στην πράξη να βρεις 2 μετοχές με παρόμοια απόδοση. Το μοντέλο αυτό θα μπορούσε να εφαρμοστεί σε μετοχές εταιριών που συναλλάσσονται σε δύο χρηματιστήρια.

#### 1.4.4 Η μέθοδος της συνολοκλήρωσης

Η μέθοδος της συνολοκλήρωσης (cointegration) αναφέρεται από τους Vidyamurthy (2004), Lin et al.(2006), Alexander and Dimitriu (2002). Η μέθοδος της συνολοκλήρωσης ενσωματώνει την υπόθεση επαναφοράς στο μέσο (mean reversion) με την όλη μεθοδολογία των συναλλαγών σε ζεύγη. Η μέθοδος Mean reversion προσπαθεί να προσδιορίσει ποια ζεύγη συνολοκληρώνονται. Η στρατηγική πρώτα προσδιορίζει την μακροχρόνια σχέση των τιμών του ζεύγους, μέσω της γραμμικής παλινδρόμησης δύο χρονοσειρών και μετά καθορίζει πότε οι τρέχουσες τιμές των μετοχών έχουν αποκλίνει από αυτή τη σχέση.

Η συνολοκλήρωση (cointegration) είναι η στατιστική σχέση όπου μια χρονολογική σειρά ολοκληρώνεται στην τάξη d-b, όπου  $b > 0$ . Στις συναλλαγές σε ζεύγη αναφερόμαστε στην περίπτωση όπου I(1) σειρά τιμών μετοχών συνδυάστηκαν ώστε να παράξουν μία σταθερή ή I(0) χρονολογική σειρά (residuals). Εάν αυτή η χρονολογική σειρά έχει διακυμάνσεις γύρω από την γραμμή ισορροπίας τότε όποια απόκλιση από αυτή είναι γεγονός για συναλλαγή.

Για την δοκιμή της συνολοκλήρωσης ο Viduamurthy (2004) εφαρμόζει την Engle και Granger μέθοδο (Engle and Granger, 1987). Η Engle και Granger μέθοδος αποτελείται από δύο βήματα. Στη μέθοδο αυτή η λογαριθμική τιμή της μετοχής A παλινδρομείται ως προς την τιμή της μετοχής B. Η εξίσωση είναι :

$$\log(p_t^A) - \gamma \log(p_t^B) = \mu + \varepsilon_t$$

όπου  $\gamma$  είναι ο "συντελεστής συνολοκλήρωσης". Η παραπάνω εξίσωση μας λέει ότι για ένα ζεύγος μετοχών A και B, όπου για κάθε 1 long μετοχή της A έχουμε  $\gamma$  μετοχές short της B, υπάρχει μια τιμή ισορροπίας  $\mu$  και οποιαδήποτε απόκλιση από την τιμή αυτή είναι προσωρινές διακυμάνσεις ( $\varepsilon_t$ ). Το χαρτοφυλάκιο των 2 μετοχών A και B είναι γνωστό ότι θα επιστρέψει στην μακρόχρονη γραμμή ισορροπίας καθώς το ( $\varepsilon_t$ )

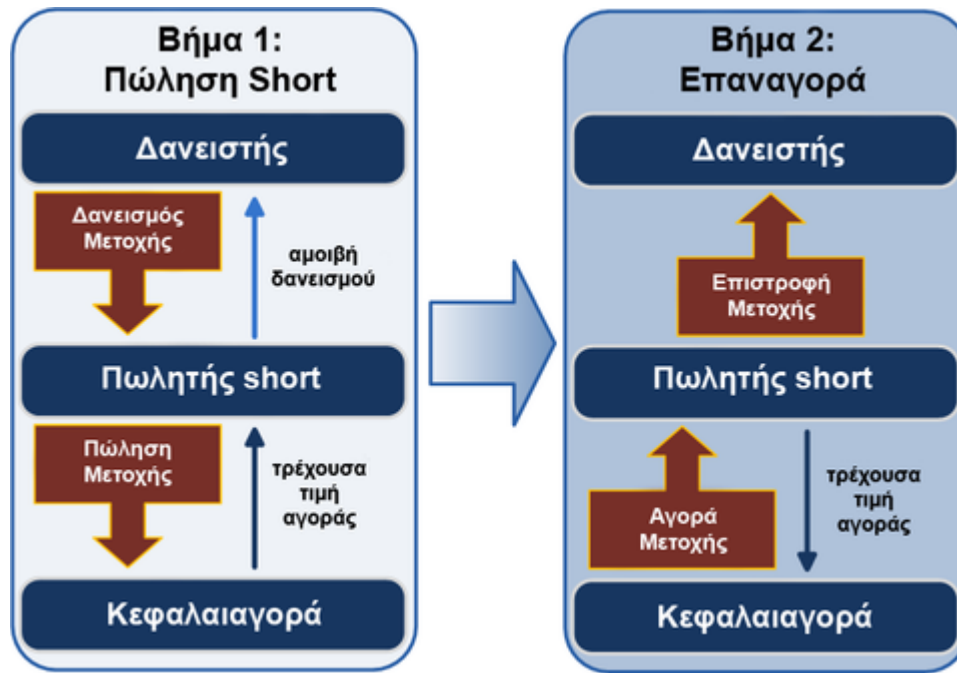
είναι  $I(0)$ . Η βασική ιδέα της στρατηγικής είναι ο επενδυτής να αγοράσει την μετοχή αυτή η οποία είναι αρκετά κάτω από την γραμμή ισορροπίας  $(\mu - \Delta)$  και ομοίως να πωλήσει την μετοχή που είναι αρκετά πάνω από την γραμμή ισορροπίας  $(\mu + \Delta)$ . Το κλειδί σε αυτή τη μέθοδο είναι ποιά είναι εκείνη η τιμή του  $\Delta$  η οποία θα μεγιστοποιήσει τα κέρδη. Ο Viduamurthy (2004) προτείνει 2 τρόπους. Η πρώτη μέθοδος μοντελοποιεί τα residuals ως μια διαδικασία ARMA και μετά χρησιμοποιεί την φόρμουλα του Rice (1945) για να υπολογίσει το ρυθμό των διασταυρώσεων στο 0 και το επίπεδο των διασταυρώσεων για διάφορες τιμές  $\Delta$  έτσι ώστε να σχεδιάσει την γραμμή κέρδους. Η μέγιστη τιμή της γραμμής κέρδους είναι η τιμή  $\Delta$  που επιλέγετε.

Η δεύτερη μέθοδος είναι η εμπειρική μέθοδος που επιλέγουμε ζεύγη των οποίων η γραμμή των residuals διασταυρώνεται με το 0 τις πιο πολλές φορές και ταυτόχρονα έχουν όσο το δυνατόν μικρότερη περίοδο διασταύρωσης. Η δεύτερη μέθοδος είναι και εκείνη που προτείνει ο Viduamurthy λόγω της απλότητάς της.

### 1.5 Pairs Trading στο XAA

Συγκεκριμένα, στην ελληνική αγορά, για να κάνεις short selling, ο επενδυτής μπορεί να δανειστεί τις μετοχές (αφού αυτές υπάρχουν στο pool της ΕΤΕΣΕΠ) με τόκο από την αγορά παραγώγων και να τις πουλήσει στη spot αγορά (αγορά μετοχών). Για αυτήν τη διαδικασία πρέπει να προϋπάρχει λογαριασμός τόσο στη spot όσο και στην αγορά παραγώγων.

Στη παρακάτω εικόνα φαίνεται σχηματικά η αναπαράσταση της πώλησης σε 2 βήματα. Ο πωλητής δανείζεται τα χρεόγραφα τα οποία πουλάει αμέσως. Αργότερα τα αγοράζει και τα επιστρέφει στον δανειστή.[21]



Εικόνα 1. Σχηματική αναπαράσταση της πώλησης Short σε 2 βήματα. Ο πωλητής short δανείζεται τα χρεόγραφα τα οποία πουλάει αμέσως. Αργότερα περιμένει ελπίζοντας η τιμή των χρεογράφων να πέσει, για να τα αγοράσει και να τα επιστρέψει στον δανειστή.[21]

Αντίθετα, αν κάποιος σκοπεύει να διακρατήσει καιρό τις μετοχές του, μπορεί να τις δανείσει στη ΕΤΕΣΕΠ, κερδίζοντας αντίστοιχα τόκο, ξεχωριστά για κάθε τίτλο.

## 1.6 Transactions Costs, liquidity and short sale constraints

Τα κόστη των συναλλαγών όπως οι προμήθειες των broker, τα κόστη του ΧΑΑ και όποιοι άλλοι φόροι δεν έχουν συνυπολογισθεί στα αποτελέσματα της διατριβής. Τα κόστη αυτά δεν είναι αμελήτεια καθώς μπορεί να είναι μέχρι και το 1% σε κάθε συναλλαγή ζεύγους. Το κόστος της προμήθειας των broker είναι διαπραγματεύσιμο και μπορεί να μειωθεί σε κάποιο βαθμό με κάποιου είδους συμφωνία στον όγκο των συναλλαγών. Τα κόστη του ΧΑΑ δεν είναι διαπραγματεύσιμα και είναι ποσοστό επί της αξίας των συναλλαγών.

Η ρευστότητα (liquidity) της μετοχής είναι κατά πόσο κάποιος μπορεί να αγοράσει εύκολα μέσω χρηματιστηρίου αριθμό μετοχών έτσι ώστε να μην προκαλέσει αλλαγή στην τιμή της. Ποιός αριθμός είναι εκείνος που καθορίζει εκείνη την τιμή της μετοχής που δεν θα προκαλέσει αλλαγή στην τιμή της εξαρτάται από τον αριθμό των αγοραστών και πωλητών των μετοχών που ενδιαφέρονται για την μετοχή. Στις συναλλαγές σε ζεύγη συνήθως προτιμώνται μετοχές όπου έχουν μεγάλη

κεφαλαιοποίηση. Η κεφαλαιοποίηση της μετοχής θεωρείται ότι είναι ο σημαντικός παράγοντας που κρίνει τη ρευστότητα της μετοχής. Γενικά, στις συναλλαγές σε ζεύγη είναι προτιμώτερο να επιλέγονται μετοχές με μεγάλη κεφαλαιοποίηση καθώς δεν επιθυμούμε την πιθανότητα να μην υπάρχουν μετοχές προς αγορά ή πώληση όταν έρθει το "σήμα" για άνοιγμα συναλλαγής. Στην μεθοδολογία της διατριβής δεν έχει υπολογισθεί η δυνατότητα να μην υπάρχουν διαθέσιμες προς πώληση ή αγορά μετοχές μιας εταιρείας. Αν και το ποσό αγοράς ή πώλησης ανά ζευγός έχει οριστεί στο ποσό των 50.000 €, δεν μπορούμε να κρίνουμε κατά πόσο υπήρχαν διαθέσιμες οι μετοχές αυτής της αξίας.

Η δυνατότητα του short selling είναι ένα από τους πιο σημαντικούς παράγοντες στη στρατηγική Pairs Trading. Υπάρχουν μετοχές που θεωρούνται δύσκολες ως προς τον δανεισμό τους και αυτός ο παράγοντας πρέπει να ληφθεί σοβαρά υπόψη κατά τη δημιουργία του χαρτοφυλακίου. Στην μεθοδολογία της διατριβής έχουμε υποθέσει ότι όλες οι μετοχές των 21 ζευγαριών είναι διαθέσιμες για shorting.

### **1.7 Δεδομένα**

Τα δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν στην διατριβή είναι ιστορικές τιμές των μετοχών που απαρτίζουν τους δείκτες του ΧΑΑ και υπήρχαν ως μετοχές στο ταμπλό το ΧΑΑ το διάστημα 2004-2008. Το δείγμα των τιμών των μετοχών ξεκινάει από 01/01/2004 έως 31/12/2008. Όλες οι τιμές των μετοχών που χρησιμοποιήθηκαν προήρθαν απευθείας από την πλατφόρμα του Bloomberg μέσω του προγράμματος Excel που χρησιμοποιήσαμε για την προσομοίωση της στρατηγικής.



## 2 Μεθοδολογία έρευνας

Για την εμπειρική προσέγγιση της στρατηγικής Pairs Trading στο ΧΑΑ ακολουθήθηκε η παρακάτω προσέγγιση. Πρώτα αναλύσαμε όλους τους δείκτες του ΧΑΑ (σχηματισμός ζευγών). Για κάθε δείκτη του ΧΑΑ αναλύσαμε για την περίοδο 01/01/2004 έως 31/12/2004 όλα τα πιθανά ζεύγη μετοχών (περίοδος σχηματισμού και παλινδρόμησης). Με την επιλογή των καλύτερων ζευγών, προχωρήσαμε στην περίοδο των συναλλαγών για το διάστημα 01/01/2005 έως 31/12/2008. Τέλος για την περίοδο συναλλαγών υπολογίσαμε το κέρδος ή τη ζημία από κάθε συναλλαγή.

### 2.1 Ο σχηματισμός των ζευγών

Στο ΧΑΑ χρησιμοποιείται η κατηγοριοποίηση ανά Κλάδο και ανά δείκτη. Οι κλάδοι του ΧΑΑ είναι οι εξής :

Αεροπορικές Εταιρίες	Κατασκευές
Αλουμίνιο	Κατασκευή Κατοικιών
Αναψυκτικά	Λιαν. & Χονδρ. Τροφ.
Απόσταξη & Οινοπαρ.	Λιαν. & Χονδρ. Τροφ. (ΕΝΑ)
Ασφ. Ιδιοκ. & Ζημιών	Λογισμικό
Βασικά Χημικά	Λογισμικό (ΕΝΑ)
Γεωργία & Αλιεία	Μεσίτες Ασφαλίσεων
Διαδίκτυο	Μη Σιδηρούχα Μέταλλα
Διαρκή Καταν. Αγαθά	Μηχαν. Βιομ. Εξοπλ.
Διαφήμιση	Μηχαν. Βιομ. Εξοπλ. (ΕΝΑ)
Διαφοροπ. Βιομηχ.	Ξενοδοχεία
Διαχείριση Κεφαλαίων (ΕΝΑ)	Οικιακός Εξοπλισμός
Δυλιστήρια	Οικοδ. Υλ. & Εξαρτ.
ΕΕΑΠ Βιομηχ. Χώρων	Ορυχεία
Είδη Προσωπ. Φροντ.	Παιχνίδια

## Pairs Trading: Athens Stock Exchange Applicability

Εκδόσεις	Προμηθευτές Βιομηχ.
Εμπ. Οχήμ. & Φορτηγά	Ρουχισμός & Αξεσουάρ
Εμπόριο Ενδυμάτων	Σταθερή Τηλεφωνία
Εμπόριο Ενδυμάτων (ΕΝΑ)	Συμβατικός Ηλεκτρ.
Εναλλακτικός Ηλεκτρ.	Συμμ. Ακιν. Περιουσ.
Εξειδ.Χρημ.Υπηρεσίες	Ταξίδια & Τουρισμός
Εξειδ/νο Λιαν. Εμπ.	Τηλεόραση & Ψυχαγ.
Εξειδικευμ. ΕΕΑΠ	Τράπεζες
Εξειδικευμένα Χημικά	Τρόφιμα
Εξοπλισμός Τηλ/νίων	Τρόφιμα (ΕΝΑ)
Εξοπλισμός Τηλ/νίων (ΕΝΑ)	Τυχερά Παιχνίδια
Επενδυτικ. Υπηρεσίες	Ύδρευση
Επενδυτικ. Υπηρεσίες (ΕΝΑ)	Υλικά Συσκευασίας
Έπιπλα	Υλικό Υπολογιστών
Εστίαση	Υπηρ. Ακιν. Περιουσ.
Εταιρείες Επενδύσεων	Υπηρ. Διαχ. Απορριμ. (ΕΝΑ)
Ηλεκτ. Μέρη & Εξοπλ.	Υπηρεσίες Η/Υ
Ηλεκτρ. Εξοπλ. Γραφ.	Υπηρεσίες Η/Υ (ΕΝΑ)
Θαλάσσιες Μεταφορές	Υπηρεσίες Μεταφορών
Ιατρικές Υπηρεσίες	Υπηρεσίες Μεταφορών (ΕΝΑ)
Ιατρικές Υπηρεσίες (ΕΝΑ)	Υποδήματα
Ιατρικός Εξοπλισμός	Υποστ. Υπηρ. Επιχ.
Καθ.Ετ.Πετ.&Φυσ.Αερ.	Φαρμακ/κά Προϊόντα
Καπνός	Χάλυβας

Πίνακα 1. Κλάδοι ΧΑΑ

## Pairs Trading: Athens Stock Exchange Applicability

Για την αναζήτηση των κατάλληλων ζευγών από το σύνολο του ΧΑΑ, οι Do et al.(2006) και ο Schmidt (2008) προτείνουν να επιλέγουμε ζεύγη με βάση από τον ίδιο κλάδο. Η συγκεκριμένη κατηγοριοποίηση δεν ενδείκνυται για την στρατηγική Pairs Trading στο ΧΑΑ καθώς υπάρχουν κλάδοι όπου αποτελούνται από 1 ή και 2 μετοχές. Επίσης το πλήθος των εισηγμένων εταιριών δεν είναι αρκετό για την στρατηγική. Η κατηγοριοποίηση ανά κλάδο ενδείκνυται όταν οι μετοχές που απαρτίζουν τον κλάδο είναι πάνω από 4 ή 5 έτσι ώστε να μπορέσει να σχηματιστεί ένα καλό δείγμα ζευγών προς ανάλυση.

Η δεύτερη κατηγοριοποίηση είναι ανά Δείκτη ΧΑΑ. Οι δείκτες του ΧΑΑ είναι οι εξής:

FTSE/ATHEX FTSE XA 20	FTSE/ATHEX Δείκτης Μεσαίας&Μικρής Κεφ/σης
FTSE/ATHEX FTSE XA MID CAP	FTSE/ATHEX FTSE XA ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΥ ΚΑΙ ΑΕΡΙΟΥ
FTSE/ATHEX FTSE XA Δείκτης Αγοράς	FTSE/ATHEX FTSE XA ΠΡΟΣΩΠ. ΚΑΙ ΟΙΚ. ΠΡ.
FTSE/ATHEX Γενικός Δείκτης	FTSE/ATHEX FTSE XA ΠΡΩΤΕΣ ΥΛΕΣ
FTSE/ATHEX FTSE XA-ΧΑΚ Τραπεζικός Δείκτης	FTSE/ATHEX FTSE XA ΤΑΞΙΔΙΑ ΚΑΙ ΑΝΑΨΥΧΗ
FTSE/ATHEX FTSE X.A. Liquid Mid	FTSE/ATHEX FTSE XA ΤΗΛΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΕΣ
FTSE/ATHEX FTSE/XA 20 NET ΣΥΝΟΛΙΚΗΣ ΑΠΟΔΟ	FTSE/ATHEX FTSE XA ΤΡΟΦΙΜΑ ΚΑΙ ΠΟΤΑ
FTSE/ATHEX Ακίνητης Περιουσίας	FTSE/ATHEX FTSE XA ΤΡΑΠΕΖΕΣ
FTSE/ATHEX FTSE XA ΒΙΟΜΗΧ. ΠΡ. ΚΑΙ ΥΠΗΡΕΣ	FTSE/ATHEX FTSE XA ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ
FTSE/ATHEX FTSE XA ΕΜΠΟΡΙΟ	FTSE/ATHEX FTSE XA ΥΓΕΙΑ
FTSE/ATHEX FTSE XA ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ ΚΑΙ ΥΛΙΚΑ	FTSE/ATHEX FTSE XA ΧΡΗΜΑΤΟΟΙΚ. ΥΠΗΡ.
FTSE/ATHEX FTSE XA ΚΟΙΝΗΣ ΩΦΕΛΕΙΑΣ	FTSE/ATHEX Συνολικής Απόδοσης Γενικού

Πίνακας 2. Δείκτες ΧΑΑ

Από τον παραπάνω πίνακα και για τις ανάγκες της μελέτης χρησιμοποιήθηκαν οι Δείκτες σε πλάγια γραφή καθώς κατηγοριοποιούν τις μετοχές εν μέρη σε κλάδους.

Για τον σχηματισμό των ζευγών χρησιμοποιήθηκαν οι μετοχές όλων των δεικτών του Χρηματιστηρίου όπου υπήρχαν και διαπραγματεύονταν κατά την περίοδο 01/01/2004 έως 31/12/2008.

## 2.2 Οικονομοτεχνικό Λογισμικό

Για την ανάλυση και εξομοίωση ανάλυση της στρατηγικής χρησιμοποιήθηκε το δωρεάν με την πλατφόρμα Bloomberg αρχείο Excel "Pairs Trading Spreadsheet". Το συγκεκριμένο πρόγραμμα έχει αναπτυχθεί από την εταιρεία Bloomberg. Ο χρήστης τερματικού της Bloomberg έχει την δυνατότητα να χρησιμοποιήσει την εντολή XLTP (Excel Template Library). Το Bloomberg Desktop Build Group έχει αναπτύξει μια σειρά από Excel Templates έτοιμα προς χρήση από traders και καλύπτει σχεδόν όλο το εύρος της αγοράς π.χ. CDS, Commodities, Currency, Equities, Fixed Income. Το πρόγραμμα XLTP παρέχει πάνω από 350 έτοιμα Excel με απευθείας σύνδεση με την Bloomberg για παροχή live ή/και ιστορικών τιμών.



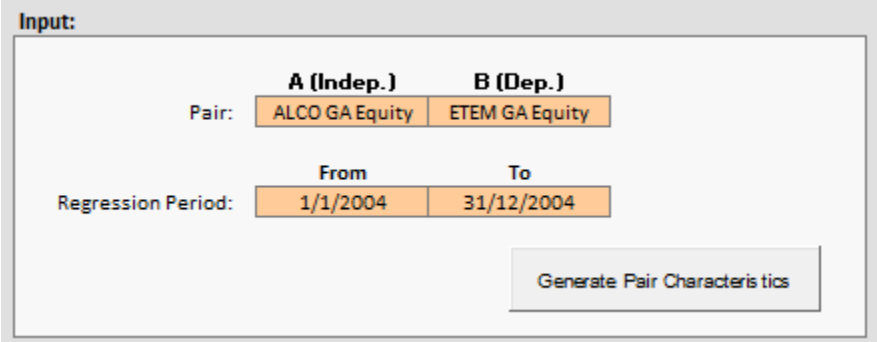
Εικόνα 2. Bloomberg Excel Templates

Το "Pair Trading, Cointegration with Mean Reverting Spreadsheet" μπορεί να χρησιμοποιηθεί μόνο σε Bloomberg τερματικό σταθμό.

Η συγκεκριμένη εφαρμογή εξομοιώνει την στρατηγική Pairs Trading με συνολοκλήρωση και παλινδρόμηση στο μέσο όπως αυτή αναφέρεται στον Vidyamurthy (2004). Για την ανάλυση και μελέτη των αποτελεσμάτων παρέχονται στον χρήστη μια σειρά από γραφήματα.

Το πρώτο βήμα της εφαρμογής είναι να εισάγει ο χρήστης τα σύμβολα των μετοχών όπως αυτά απεικονίζονται στο Bloomberg π.χ. το σύμβολο (ticker) της ΔΕΗ στο ΧΑΑ είναι ΔΕΗ αλλά στο Bloomberg είναι ο λατινικός κωδικός PPC. Το ticker μετοχής της ΔΕΗ στο Bloomberg είναι PPC GA Equity.

Το επόμενο βήμα είναι να ορίσει την περίοδο παλινδρόμησης που είναι κοινή για όλα τα πιθανά ζεύγη και είναι 01/01/2004 έως 31/12/2004. Το πρόγραμμα για αυτή την περίοδο παλινδρόμησης θα φτιάξει την καμπύλη παλινδρόμησης.



	A (Indep.)	B (Dep.)
Pair:	ALCO GA Equity	ETEM GA Equity
Regression Period:	From: 1/1/2004	To: 31/12/2004

Generate Pair Characteristics

Εικόνα 3. Εισαγωγή συμβόλων ζευγών και ορισμός περιόδου παλινδρόμησης

### 2.3 Περίοδος σχηματισμού (formation period)

Δεν υπάρχει προκαθορισμένος κανόνας στη βιβλιογραφία αναφορικά με το μήκος της περιόδου που θα πρέπει να χρησιμοποιηθεί για την περίοδο σχηματισμού. Παρόλα αυτά, η περίοδος σχηματισμού πρέπει να είναι αρκετά μεγάλη έτσι ώστε να μπορέσουμε να επιβεβαιώσουμε ότι υπάρχει συνολοκλήρωση. Η περίοδος σχηματισμού θα πρέπει να είναι τόση ώστε να μπορέσουν να δημιουργηθούν οι ευκαιρίες (ανωμαλίες) ώστε να γίνουν αγορές και πωλήσεις έτσι ώστε να μπορέσει να ελεγχθεί η στρατηγική αλλά και όχι αρκετά μεγάλη γιατί είναι αρκετά πιθανό η σχέση της συνολοκλήρωσης να αλλάξει.

Συνεχίζοντας με την χρήση του λογισμικού και πατώντας ο χρήστης το button "Generate Pair Characteristics", το πρόγραμμα αναλύει την γραμμική παλινδρόμηση,

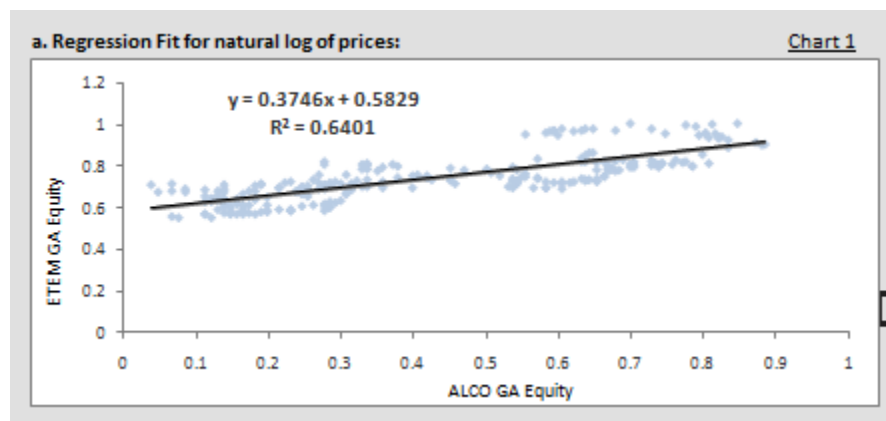
## Pairs Trading: Athens Stock Exchange Applicability

απεικονίζει την καμπύλη παλινδρόμησης και υπολογίζει τον συντελεστή προσδιορισμού  $R^2$  για την περίοδο 01/01/2004 - 31/12/2004. Ο συντελεστής προσδιορισμού με τιμή όσο πιο κοντά στο 1 υποδηλώνει ότι γραμμική τάσης είναι πιο κοντά στα δεδομένα. Η εξίσωση που εμφανίζεται στο γράφημα δηλώνει την θεωρητική αξία μιας μετοχής της ALCO. Για παράδειγμα η τιμή της ALCO προσδιορίζεται ως:

$$ALCO = 0.3746 * ETEM + 0.5829 \text{ €}.$$

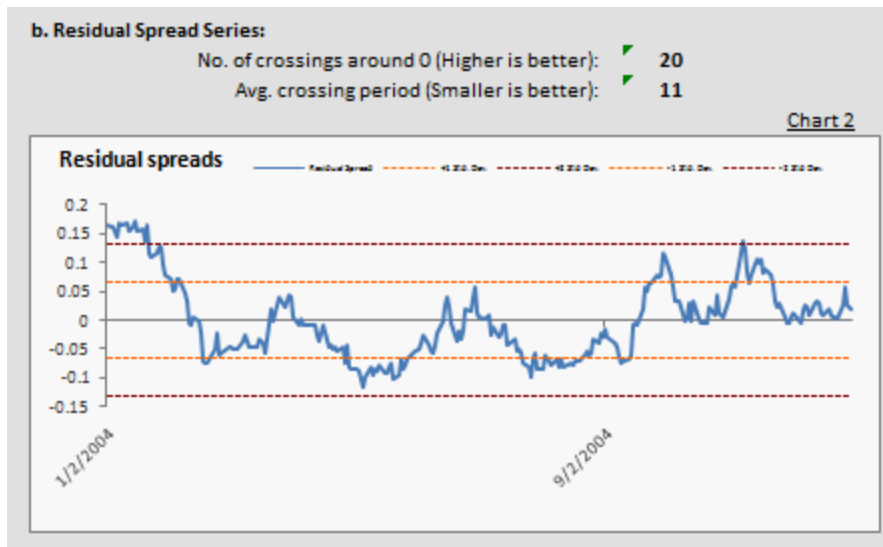
Η παραπάνω εξίσωση εξηγείται από το 64% των τιμών της ALCO που εξετάστηκαν για το διάστημα από 01/01/2004 έως 31/12/2004. Η αλλιώς, 64% η παραπάνω εξίσωση επαληθεύεται από τις τιμές των μετοχών και όποια απόκλιση από αυτή θα πρέπει να θεωρηθεί ως ανωμαλία. Επίσης η εξίσωση μας δείχνει ότι ο επενδυτής θα πρέπει να επενδύσει κατά μέσο όρο 0,5829 € για να αγοράσει μια μετοχή της ALCO και ταυτόχρονα να πωλήσει (short)  $0.3746 * \text{τιμή της ETEM}$ .

Ένα βασικό κριτήριο για την ανάλυση μας είναι το ζεύγος να έχει υψηλό συντελεστή προσδιορισμού  $R^2$  που υποδηλώνει και υψηλή συσχέτιση.



**Διάγραμμα 1. Απεικόνιση γραμμικής εξίσωσης και συντελεστή προσδιορισμού**

Επίσης, σημαντικό ρόλο στην ανάλυση είναι η γραφική απεικόνιση των υπολοίπων (residual). Όπως συστήνει και ο Vidyamurthy (2004), επιλέγουμε ζεύγη όπου η γραμμή των υπολοίπων (residual) διασταυρώνεται με το 0 τις πιο πολλές φορές και ταυτόχρονα έχουν όσο το δυνατόν μικρότερη περίοδο διασταύρωσης.



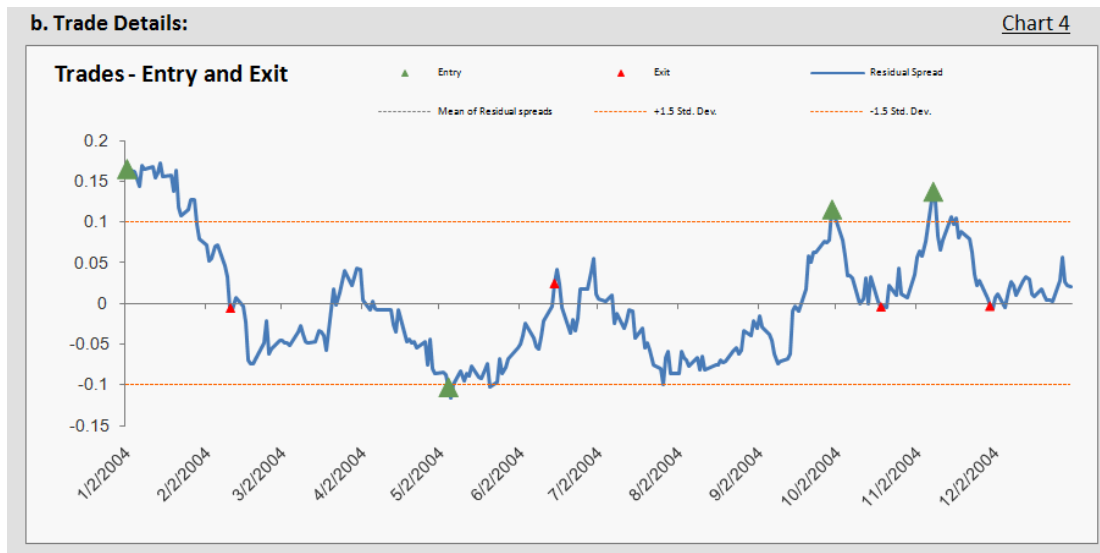
**Διάγραμμα 2. Γραφική απεικόνιση υπολοίπων (residual spread)**

Το παραπάνω διάγραμμα απεικονίζει το residual spread στο χρόνο καθώς και την απόκλιση του κάθε φορά από την 1η (θετική/αρνητική) τυπική απόκλιση και την 2η (θετική/αρνητική) τυπική απόκλιση.

Τέλος, ένα ζεύγος για να μπορέσει να επιλεγεί θα πρέπει να έχει για την περίοδο σχηματισμού θετικά αποτελέσματα συναλλαγών δηλαδή να είναι κερδοφόρο. Αυτό επιτυγχάνεται εξομοιώνοντας της στρατηγική στα ζεύγη για την ίδια περίοδο.

Για την εξομοίωση της στρατηγικής το λογισμικό της Bloomberg υπολογίζει για κάθε μέρα το residual του spread κάθε ζεύγους. Η βασική ιδέα της στρατηγικής είναι ο επενδυτής να αγοράσει την μετοχή όπου είναι αρκετά κάτω από την γραμμή ισορροπίας ( $\mu - \Delta$ ) και ομοίως να πωλήσει την μετοχή που είναι αρκετά πάνω από την γραμμή ισορροπίας ( $\mu + \Delta$ ). Όταν οι τιμές των μετοχών επανέλθουν στην γραμμή ισορροπίας, τότε ο επενδυτής εκτελεί τις αντίστροφες συναλλαγές στις δύο μετοχές και το κέρδος που αποκομίζει είναι το  $\Delta$ . Για την μελέτη αυτή έχει επιλεγεί η τιμή  $\pm 1.5$  ως  $\Delta$ , δηλαδή η τυπική απόκλιση του residual είναι  $\pm 1.5$ . Για παράδειγμα, όταν το residual του ζεύγους ALCO - ETEM απέχει 1.5 φορές από την τυπική απόκλιση τότε το σύστημα αγοράζει μετοχές της ALCO και αντιστοίχως πωλεί μετοχές ETEM.

## Pairs Trading: Athens Stock Exchange Applicability



Για παράδειγμα στο ζεύγος ALCO - ETEM, την 05/05/2004 το residual spread απείχε -1.5 φορές από το μέσο και έτσι το σύστημα επέλεξε να πωλήσει 27.933 μετοχές της ALCO και να αγοράσει 24876 μετοχές της ETEM. Η συναλλαγή αυτή έκλεισε στις 15/06/2004 (29 ημέρες μετά) όταν το residual spread επέστρεψε στο μέσο. Το κέρδος από αυτή την συναλλαγή ήταν 9.784 €.

Trades List											
Date	Entry/Exit	No. of trading Day	Price (A) CO GA Equi	Price (B) EM GA Equi	Qty (A) CO GA Equi	Qty (B) EM GA Equi	Entry/Exit Cashflow	Cumulative Cashflow	Individual P&L	Cumulative P&L	
1/2/2004	Entry		1.74	2.6	28736	-19231	(0.04)	(0.04)			
2/11/2004	Exit	28	2.42	2.48	-28736	19231	21,848.24	21,848.20	21,848.20	21,848.20	
5/5/2004	Entry		1.79	2.01	-27933	24876	(0.69)	21,847.51			
6/15/2004	Exit	29	1.6	2.19	27933	-24876	9,785.64	31,633.15	9,784.95	31,633.15	
9/30/2004	Entry		1.04	2.04	48077	-24510	0.32	31,633.47			
10/19/2004	Exit	14	1.15	1.88	-48077	24510	9,209.75	40,843.22	9,210.07	40,843.22	
11/8/2004	Entry		1.32	2.28	37879	-21930	0.12	40,843.34			
11/30/2004	Exit	17	1.39	2.02	-37879	21930	8,353.21	49,196.55	8,353.33	49,196.55	

### Πίνακας 3 Αποτελέσματα συναλλαγών κατά την περίοδο σχηματισμού

Με βάση την παραπάνω μέθοδο εξετάστηκαν όλοι οι πιθανοί συνδυασμοί ζευγών μετοχών κάθε δείκτη. Για παράδειγμα για τον δείκτη FTSE XA ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ που αποτελείται από της μετοχές Intracom Holdings, MLS Πληροφορική, Profile και Quality & Reliability δημιουργήθηκαν 6 πιθανοί συνδυασμοί ζευγών:

INTKA

ΜΛΣ



<b>INTKA</b>	<b>ΠΡΟΦ</b>
<b>INTKA</b>	<b>ΚΟΥΑΛ</b>
<b>ΜΛΣ</b>	<b>ΠΡΟΦ</b>
<b>ΜΛΣ</b>	<b>ΚΟΥΑΛ</b>
<b>ΠΡΟΦ</b>	<b>ΚΟΥΑΛ</b>

Πίνακας 4. Ζεύγη δείκτη FTSE ΧΑ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ

Κατά την ανάλυση των παραπάνω ζευγών προέκυψαν 2 ζεύγη που καλύπτουν τα κριτήρια ένταξης και είναι τα ζεύγη ΜΛΣ-ΠΡΟΦ και ΜΛΣ-ΚΟΥΑΛ. Συγκεκριμένα το ζεύγος ΜΛΣ-ΠΡΟΦ για την περίοδο 01/01/2004 - 31/12/2004 είχε  $R^2 = 0.7317$ , το residual spread είχε 15 διασταυρώσεις με το 0 και ο μέσος όρος διασταυρώσεων με το 0 ήταν 15 μέρες. Ακόμα, κατά την ίδια περίοδο δημιούργησε κέρδη της τάξεως των 36,836,21 €. Το ζεύγος ΜΛΣ-ΚΟΥΑΛ για την ίδια περίοδο είχε  $R^2 = 0.8616$ , το residual spread είχε 23 διασταυρώσεις με το 0 και ο μέσος όρος διασταυρώσεων με το 0 ήταν 8 ημέρες. Τέλος για την ίδια περίοδο το κέρδος από την εξομοίωση συναλλαγών ήταν 29,638.36 €

Θα άξιζε επίσης να αναφέρουμε ένα παράδειγμα εδώ ενός ζεύγους που απορρίφθηκε και να δείξουμε την αξία των κριτηρίων που έχουμε επιλέξει. Το ζεύγος INTKA-ΚΟΥΑΛ για την ίδια περίοδο είχε  $R^2 = 0,8043$ , residual spread διασταυρώσεις με το 0 ίσο με 13 και 15 ημέρες μέσο όρο ανά διασταύρωση. Το κέρδος από την εξομοίωση των συναλλαγών για την ίδια περίοδο ήταν 15,245.12 €. Στο συγκεκριμένο παράδειγμα παρατηρούμε μια πολύ καλή τιμή  $R^2$  αλλά περίοδο διασταυρώσεων 15 ημερών και 13 συνολικά διασταυρώσεις. Τέλος παρατηρούμε από την εξομοίωση μικρό σχετικά κέρδος.

Τα συνολικά ζεύγη από όλα τους κλάδους που πληρούν τα παραπάνω κριτήρια κατά την περίοδο σχηματισμού είναι 21:

ΔΕΙΚΤΗΣ	METOXH 1	METOXH 2
FTSE ΧΑ ΒΙΟΜΗΧ. ΠΡ. ΚΑΙ ΥΠΗΡΕΣ	<b>DION.AT</b>	<b>ELKA.AT</b>

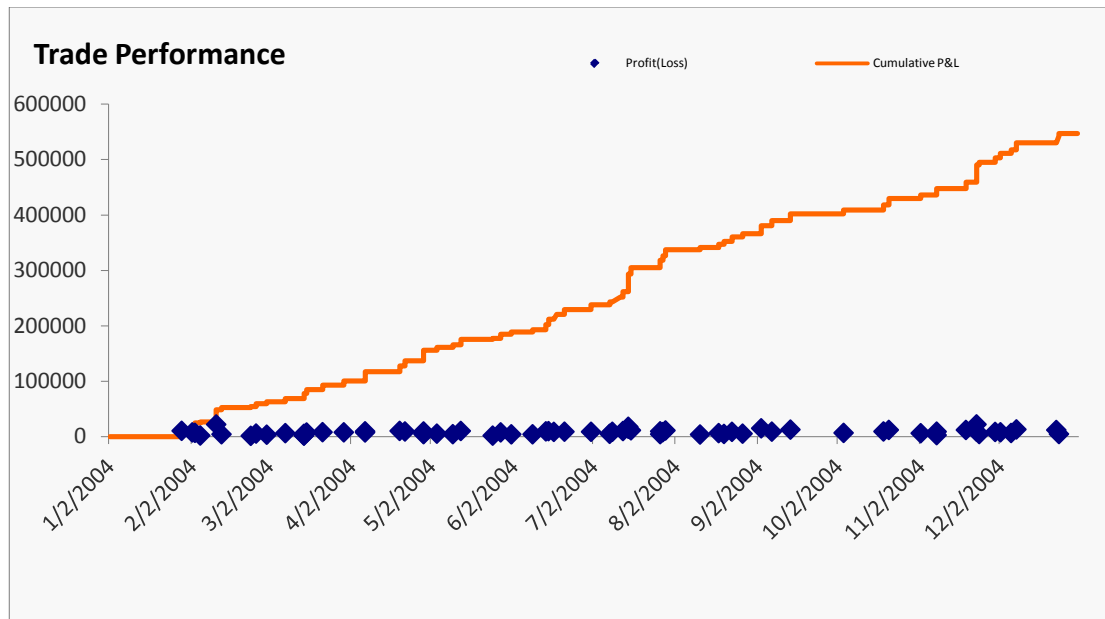
Pairs Trading: Athens Stock Exchange Applicability

FTSE ΧΑ ΒΙΟΜΗΧ. ΠΡ. ΚΑΙ ΥΠΗΡΕΣ	<b>FRIGO.AT</b>	<b>OLTH.AT</b>
FTSE ΧΑ ΒΙΟΜΗΧ. ΠΡ. ΚΑΙ ΥΠΗΡΕΣ	<b>METKK.AT</b>	<b>OLTH.AT</b>
FTSE ΧΑ ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ ΚΑΙ ΥΛΙΚΑ	<b>AVAX.AT</b>	<b>INKAT.AT</b>
FTSE ΧΑ ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ ΚΑΙ ΥΛΙΚΑ	<b>GEK.AT</b>	<b>IKTIN.AT</b>
FTSE ΧΑ ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ ΚΑΙ ΥΛΙΚΑ	<b>GEK.AT</b>	<b>KLM.AT</b>
FTSE ΧΑ ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ ΚΑΙ ΥΛΙΚΑ	<b>GEK.AT</b>	<b>INKAT.AT</b>
FTSE ΧΑ ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ ΚΑΙ ΥΛΙΚΑ	<b>INKAT.AT</b>	<b>KLM.AT</b>
FTSE ΧΑ ΚΟΙΝΗΣ ΩΦΕΛΕΙΑΣ	<b>EYAPS.AT</b>	<b>PPC.AT</b>
FTSE ΧΑ ΠΡΩΤΕΣ ΥΛΕΣ	<b>ALCO.AT</b>	<b>ETEM.AT</b>
FTSE ΧΑ ΠΡΩΤΕΣ ΥΛΕΣ	<b>ELSTR.AT</b>	<b>SIDE.AT</b>
FTSE ΧΑ ΠΡΩΤΕΣ ΥΛΕΣ	<b>ELSTR.AT</b>	<b>ETEM.AT</b>
FTSE ΧΑ ΠΡΩΤΕΣ ΥΛΕΣ	<b>ETEM.AT</b>	<b>SOLK.AT</b>
FTSE ΧΑ ΠΡΩΤΕΣ ΥΛΕΣ	<b>ETEM.AT</b>	<b>MYTIL.AT</b>
FTSE ΧΑ ΠΡΩΤΕΣ ΥΛΕΣ	<b>MYTIL.AT</b>	<b>SIDE.AT</b>
FTSE ΧΑ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ	<b>MLS.AT</b>	<b>PROF.AT</b>
FTSE ΧΑ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ	<b>MLS.AT</b>	<b>QUAL.AT</b>
FTSE ΧΑ ΤΡΟΦΙΜΑ ΚΑΙ ΠΟΤΑ	<b>HSI.AT</b>	<b>KMOL.AT</b>
FTSE ΧΑ ΤΡΟΦΙΜΑ ΚΑΙ ΠΟΤΑ	<b>KMOL.AT</b>	<b>KREKA.AT</b>
FTSE ΧΑ ΥΓΕΙΑ	<b>HYGEIA.AT</b>	<b>LAVI.AT</b>
FTSE ΧΑ ΥΓΕΙΑ	<b>IATR.AT</b>	<b>LAVI.AT</b>

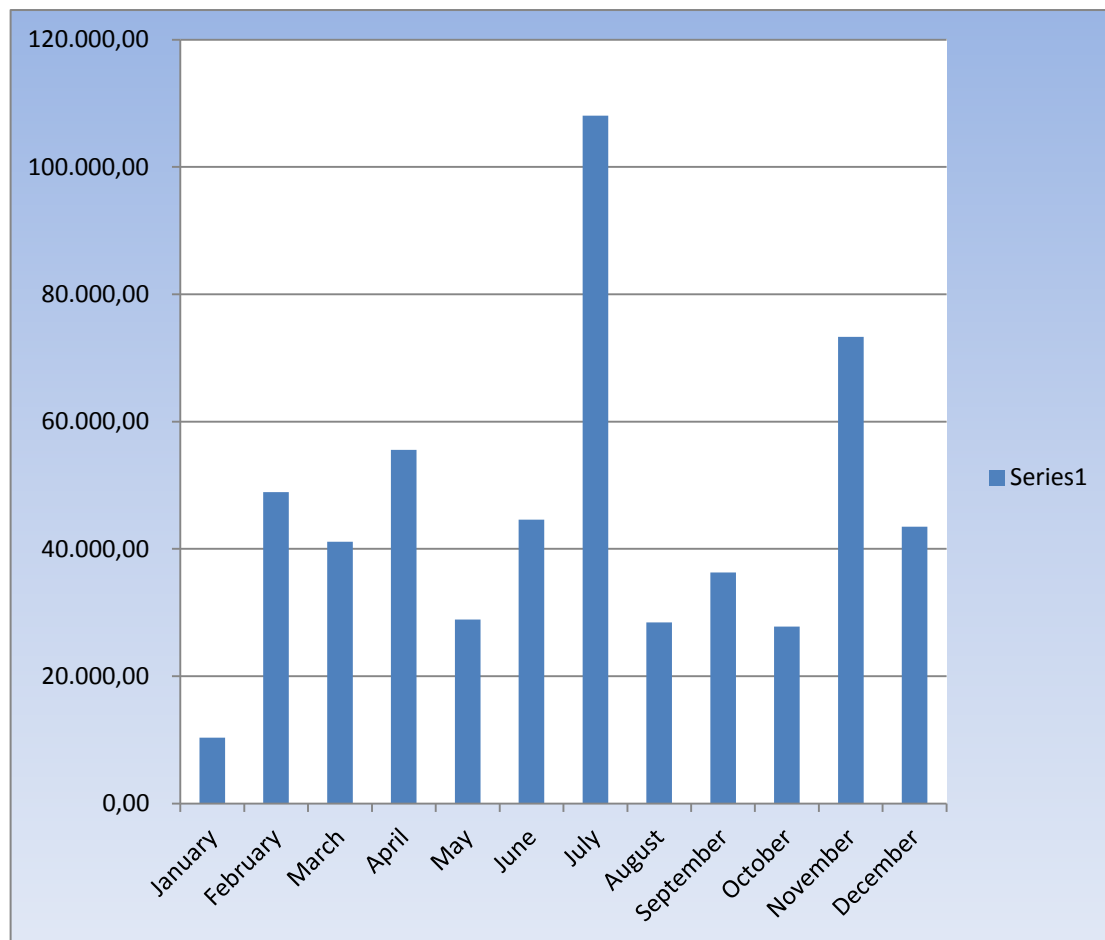
Πίνακας 5. Τα τελικά 21 ζεύγη της περιόδου σχηματισμού

Αξίζει εδώ να αναφερθεί ότι το συνολικό κέρδος των 21 ζευγών για την περίοδο 01/01/2004 - 31/12/2004 είναι 546,818 €. Η παρακάτω γραφική παράσταση απεικονίζει την συνολική απόδοση της εξομοίωσης συναλλαγών των 21 ζευγών καθώς επίσης και το κέρδος/ζημία ανά μήνα.

## Pairs Trading: Athens Stock Exchange Applicability



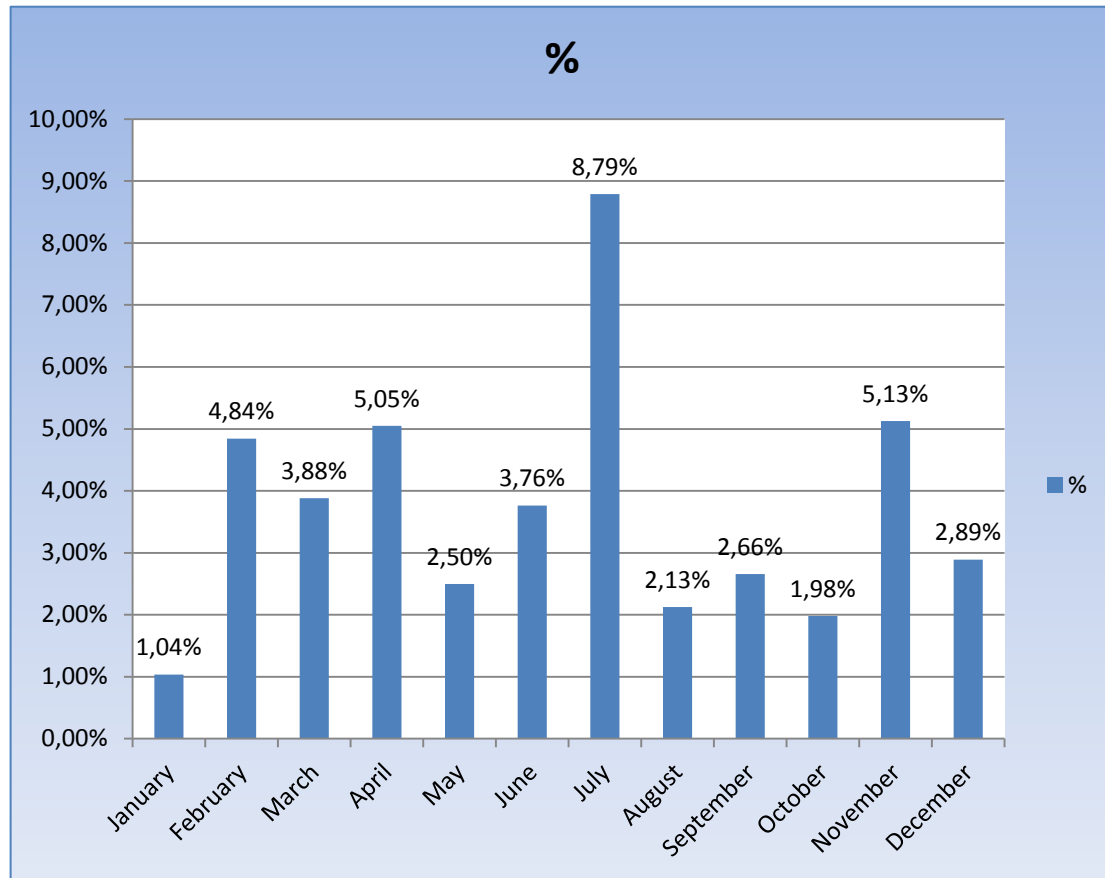
Διάγραμμα 3 Συνολικό κέρδος/ζημία των 21 ζευγών κατά την περίοδο σχηματισμού



Διάγραμμα 4 Κέρδος/Ζημία σε €/μήνα κατά την περίοδο σχηματισμού

## Pairs Trading: Athens Stock Exchange Applicability

Η παρακάτω γραφική παράσταση απεικονίζει το κέρδος ή την ζημία εκφρασμένο σε ποσοστό.



Διάγραμμα 5 Κέρδος/Ζημία εκφρασμένο σε ποσοστό/μήνα κατά την περίοδο σχηματισμού

### 2.4 Περίοδος συναλλαγών (trading period)

Μετά το προσδιορισμό των ζευγών που πληρούν τα κριτήρια προχωράμε στην εξομοίωσή τους στην λεγόμενη περίοδο συναλλαγών (trading period). Ως περίοδο συναλλαγών ορίζουμε την περίοδο από 01/01/2005 έως 31/12/2008. Επιλέχθηκε το έτος 2008 ως τελικό έτος καθώς από τις 23 Σεπτεμβρίου 2008 [7] η Ελληνική Επιτροπή Κεφαλαιαγοράς προχώρησε σε λήψη προσωρινών περιοριστικών μέτρων τα οποία αφορούσαν τις ακάλυπτες ανοιχτές πωλήσεις και έθεταν μεταξύ άλλων προϋποθέσεις με σκοπό την ενίσχυση της διαφάνειας. Στη συνέχεια η Ελληνική Επιτροπή Κεφαλαιαγοράς ανανέωνε την απαγόρευση των ανοιχτών πωλήσεων και μέχρι σήμερα η απαγόρευση αυτή είναι ενεργή. Η συγκεκριμένη ρυθμιστική παρέμβαση, η μεταβλητότητα και της ρευστότητας της αγοράς λόγω των πιέσεων που

δημιουργήθηκαν από την δημοσιονομική κατάσταση της χώρας δεν μας επιτρέπει να εξομοιώσουμε τις συναλλαγές στα έτη 2009, 2010 και 2011.

Τα 21 ζεύγη που δημιουργήθηκαν από τη περίοδο σχηματισμού ελέχθησαν για την απόδοση τους κατά την περίοδο των συναλλαγών για τα έτη 2005-2008. Η μέθοδος που ακολουθήθηκε είναι ακριβώς η ίδια που αναπτύχθηκε στην προηγούμενη παράγραφο και εκτελέστηκε για όλα τα ζεύγη.

Ένα σημαντικό θέμα που πρέπει να επεξηγηθεί είναι ότι οι συναλλαγές δεν εκτελούνται με τιμές ημέρας αλλά με τιμές κλεισίματος και εκτελούνται την επόμενη εργάσιμη (one day delay). Επίσης σημαντικό είναι να αναφερθεί ότι δεν έχει εφαρμοστεί στην στρατηγική κανένα είδους προστασία από ζημία (stop loss). Αυτό σημαίνει ότι αν μια θέση που δημιουργήθηκε (trading pair) έχει αποκλείσει πολύ και δεν επιστρέφει στο μέσο για πολύ μεγάλο χρονικό διάστημα ή έχει πολύ μεγάλη ζημία, δεν κλείνει αυτόματα από το λογισμικό. Το λογισμικό αφήνει την συναλλαγή ανοιχτή μέχρι αυτή επιστρέφει (αν ποτέ) στο μέσο.

### **2.5 Υπολογισμός Κέρδους / Ζημιάς**

Για να έχουμε συγκρίσιμα αποτελέσματα, σε κάθε συναλλαγή αγοράζουμε και πουλάμε μετοχές ίσης αξίας. Σε κάθε συναλλαγή ζεύγους αγοράζουμε μετοχές αξίας 50.000 € και πουλάμε μετοχές ίσης αξίας. Επίσης για την απόδοση των αποτελεσμάτων σε ποσοστά υποθέτουμε ότι ο επενδυτής έχει αρχικό κεφάλαιο προς επένδυση 1.000.000 €

Καθώς πολλές συναλλαγές ανοίγουν και κλείνουν κατά την περίοδο συναλλαγών των 4 ετών, ο υπολογισμός του κέρδους ή της ζημιάς δεν είναι ασήμαντος. Όταν ένα ζεύγος ανοίγει και μετά κλείνει (σύγκλιση στο μέσο) έχει θετική ταμειακή ροή. Κατά την διάρκεια των συναλλαγών (trading period) πολλά ζεύγη θα συναλλαγούν και κάποια θα κλείσουν (συγκλίνουν στο μέσο) ενώ κάποια άλλα μπορεί και να μη συγκλίνουν μέχρι το τέλος της περιόδου συναλλαγών. Για αυτό το λόγο ο υπολογισμός του κέρδους / ζημιάς υπολογίζεται με 2 τρόπους:

A) Με τον υπολογισμό μόνο όσων συναλλαγών έχουν ανοίξει και κλείσει κατά την περίοδο συναλλαγών.

B) Με τον υπολογισμό των συναλλαγών που άνοιξαν και έκλεισαν κατά την περίοδο συναλλαγών αλλά στο τέλος της περιόδου συναλλαγών έχουν ανοιχτή θέση.

## Pairs Trading: Athens Stock Exchange Applicability

Ο υπολογισμός το A είναι ο εξής:

$$\text{Συνολικό Κέρδος} = \sum_{k=0}^n \text{Κέρδος ή Ζημία}$$

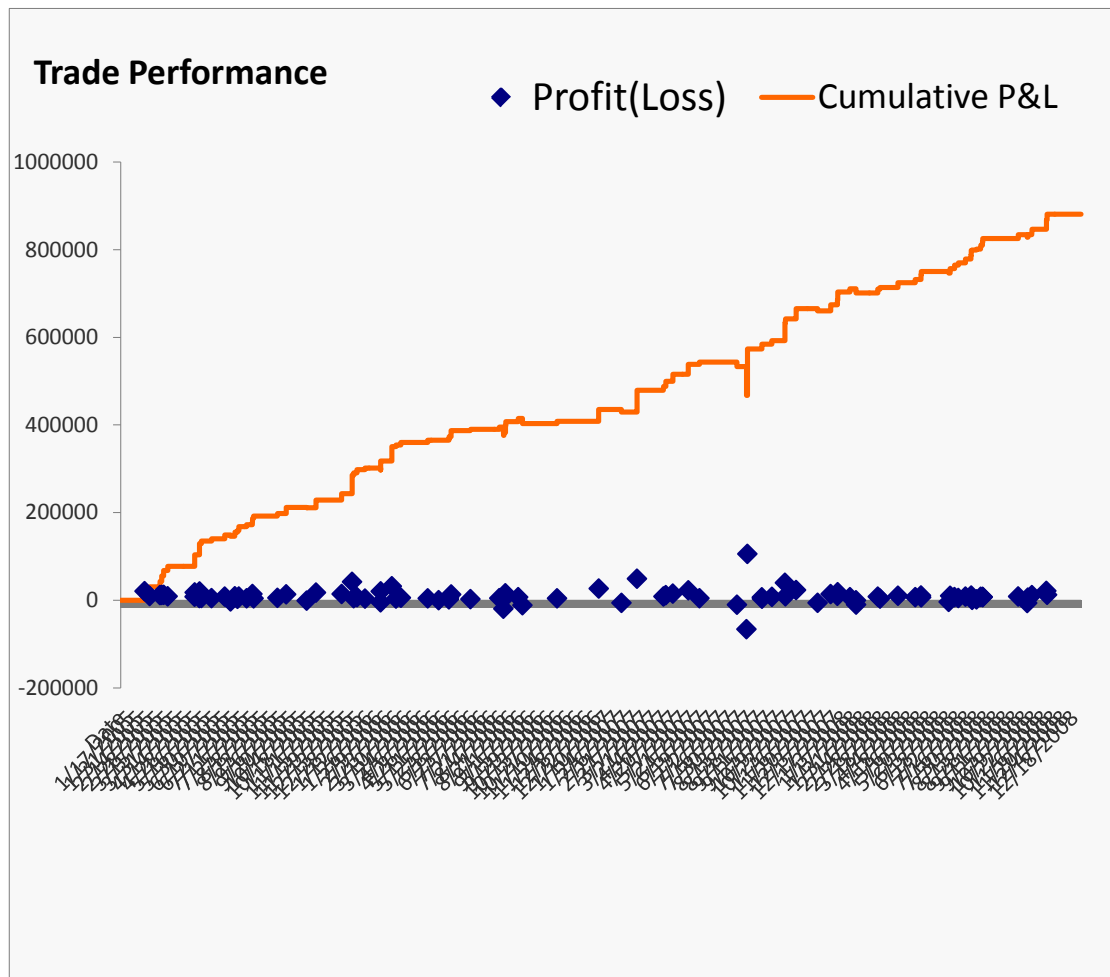
Όπου (Κέρδος ή Ζημία) είναι το κέρδος ή ζημιά της  $k$  συναλλαγής και  $n$  είναι το πλήθος των συναλλαγών.

Ο υπολογισμός του B είναι ο υπολογισμός του A και το κέρδος ή η ζημιά που δημιουργείται με το κλείσιμο της ανοικτής συναλλαγής την τελευταία ημέρα της περιόδου των συναλλαγών (31/12/2008).

### 3 Αποτελέσματα Έρευνας

#### 3.1 Γενικά Συμπεράσματα

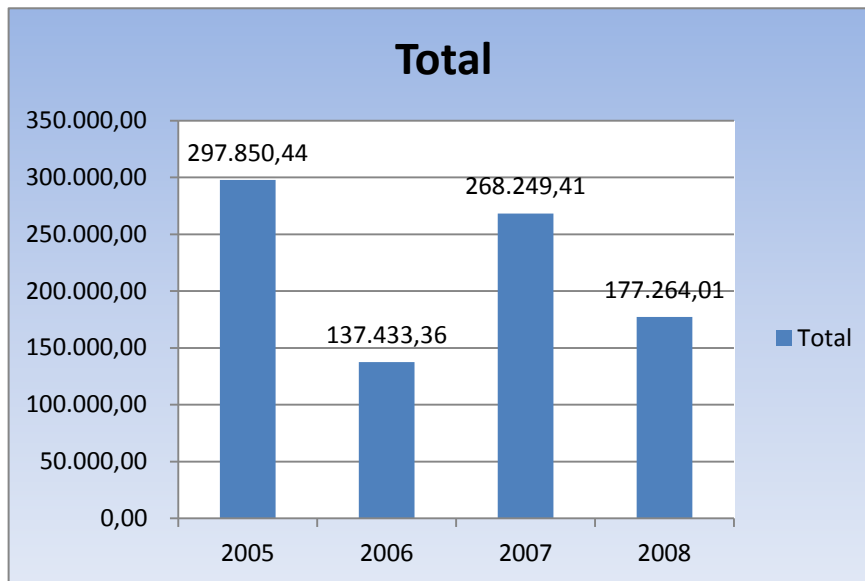
Τα αποτελέσματα των συναλλαγών των 21 ζευγών απεικονίζονται στο παρακάτω γράφημα:



**Διάγραμμα 6. Απεικόνιση Κέρδους/Ζημίας συναλλαγών 2005-2008**

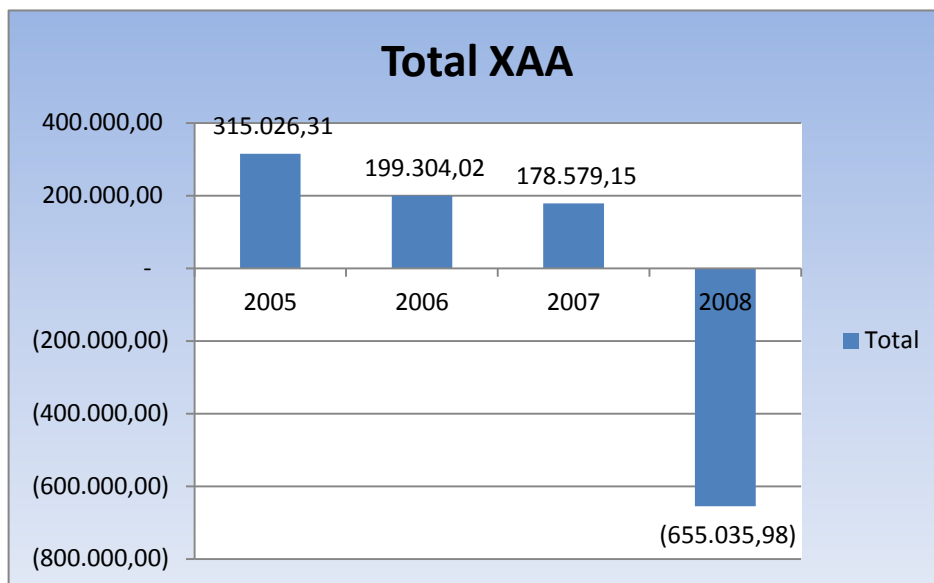
Το Διάγραμμα 6 δείχνει το συνολικό κέρδος υπολογισμένο σύμφωνα με τον τρόπο Α που αναλύθηκε στην προηγούμενη παράγραφο. Δηλαδή απεικονίζει το σύνολο το συναλλαγών που ανοίχτηκαν και έκλεισαν από όλα τα ζεύγη και δεν περιλαμβάνει τις συναλλαγές εκείνες που είναι / ήταν ανοικτές κατά την τελευταία ημέρα της περιόδου συναλλαγών. Στο παραπάνω Διάγραμμα 6 βλέπουμε ότι το συνολικό κέρδος από τις συναλλαγές της στρατηγικής ανήλθε στο ποσό των 880.797 € για την τετραετία.

Το παρακάτω διάγραμμα απεικονίζει το κέρδος σε €της στρατηγικής ανά έτος:



**Διάγραμμα 7 Κέρδος στρατηγικής ανά έτος**

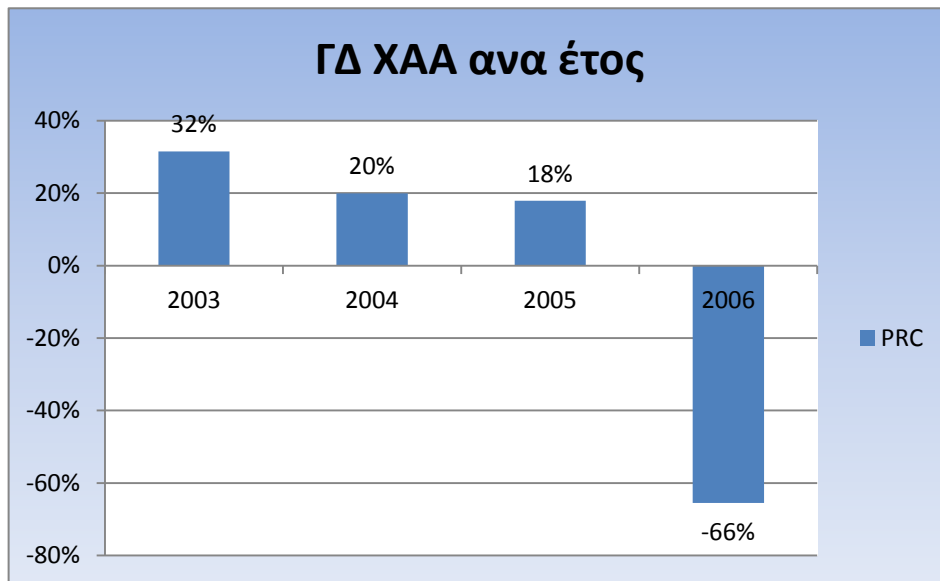
Για λόγους σύγκρισης και καλύτερης απόδοσης των αποτελεσμάτων θα συγκρίνουμε τα αποτελέσματα της στρατηγικής με την απόδοση του γενικού δείκτη του ΧΑΑ για την ίδια περίοδο.



**Διάγραμμα 8 Απόδοση ΧΑΑ εκφρασμένο σε €**

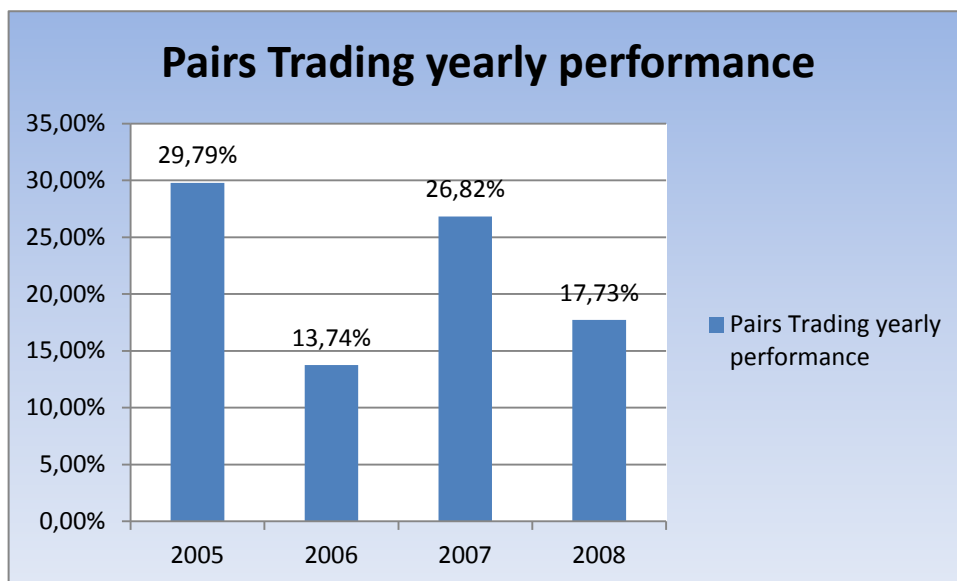
Το Διάγραμμα 8 δείχνει την ετήσια απόδοση σε € του ΓΔ του ΧΑΑ για το ίδιο ποσό επένδυσης. Το Διάγραμμα 9 μας δείχνει την απόδοση του ΓΔ του ΧΑΑ σε ποσοστά ανά έτος.





Διάγραμμα 9 Απόδοση ΓΔ ΧΑΑ για την περίοδο 2005-2008

Τα αποτελέσματα της στρατηγικής Pairs Trading για την ίδια περίοδο εκφρασμένα σε ποσοστά απεικονίζονται στο Διάγραμμα 10.



Διάγραμμα 10 Απόδοση στρατηγικής σε % ανά έτος

Συγκρίνοντας τα διαγράμματα 9 και 10, παρατηρούμε ότι το έτος 2005 η απόδοση του Γενικού Δείκτη (32.00%) ξεπερνάει την απόδοση της στρατηγικής Pairs Trading που είναι για το ίδιο έτος 29.79%. Κατά το έτος 2006, η απόδοση του Γενικού Δείκτη ξεπερνάει κατά 6.26 % την απόδοση της στρατηγικής. Παρόλο όμως την διαφορά αυτή, η απόδοση της στρατηγικής Pairs Trading είναι θετική και αρκετά αξιόλογη. Το έτος 2007, η απόδοση της στρατηγικής είναι 26.82% και υπέρ αποδίδει σε σχέση με το Γενικό Δείκτη κατά 8.82%. Κατά την τελευταία χρονιά της περιόδου συναλλαγών

## Pairs Trading: Athens Stock Exchange Applicability

ο Γενικός Δείκτης έχει μια κατακόρυφη πτώση και η απόδοση του για το έτος 2008 ήταν -66%. Κατά το ίδιο έτος η απόδοση της στρατηγικής είναι 17.73%. Το έτος 2008 ήταν το έτος που ξεκίνησε η παγκοσμια κρίση και χαρακτηρίστηκε με την πτώση της Lehman Brothers. Όλα τα χρηματιστήρια διεθνώς είχαν τεράστιες απώλειες και εξαίρεση δεν μπορεί να είναι το ΧΑΑ. Παρόλα αυτά βλέπουμε ότι και σε περιόδους κρίσης η στρατηγική Pairs Trading αποδίδει θετικά αποτελέσματα που κυρίως οφείλονται στην αντιθετική επενδυτική της στρατηγικής δηλαδή πουλάει ανοικτές μετοχές που είχαν πολύ υψηλές αποδόσεις για το προηγούμενο διάστημα κι αγοράζοντας μετοχές που είχαν πολύ χαμηλές αποδόσεις.

Ο Πίνακας 1 Αριθμός συναλλαγών που άνοιξαν και μέσος όρος κέρδους/ζημίας ανά συναλλαγή μας δείχνει της συναλλαγές που άνοιξαν κατά έτος και το μέσο όρο κέρδους ή ζημίας ανά συναλλαγή.

Year	Entries	Profit per trade
2005	43	6,926.75
2006	25	5,497.33
2007	20	13,412.47
2008	28	6,330.86

**Πίνακας 1** Αριθμός συναλλαγών που άνοιξαν και μέσος όρος κέρδους/ζημίας ανά συναλλαγή

Παρατηρούμε ότι κατά την συνολική περίοδο ο μέσος όρος συναλλαγών που άνοιξε κατά έτος η στρατηγική είναι 29 και ο μέσος όρος κέρδους ανά pair συναλλαγή είναι 8,041.85 €. Σύμφωνα με τα παραπάνω η στρατηγική δημιουργεί 2.42 συναλλαγές ανά μήνα.

Ο Πίνακας 2. Απόδοσεις (%) ανά μήνα Pairs Trading μας παρουσιάζει την απόδοση (%) της στρατηγικής ανά μήνα. Με πράσινο χαρακτηρίζονται οι μήνες που η στρατηγική είχε θετική απόδοση και με κόκκινο οι μήνες με αρνητική απόδοση:

	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
2005	0.00	3.09	4.65	2.65	3.62	1.91	3.27	0.58	1.38	1.72	0.00	6.91
2006	2.02	3.64	0.60	0.46	2.20	0.29	0.00	2.47	-1.11	0.47	0.00	2.70
2007	-0.57	4.94	0.00	3.64	2.78	0.00	-0.99	5.11	0.81	7.31	-0.56	4.34
2008	-0.21	1.26	1.06	0.74	1.81	1.45	3.71	2.36	0.89	1.22	3.44	0.00

**Πίνακας 2.** Απόδοσεις (%) ανά μήνα Pairs Trading

## Pairs Trading: Athens Stock Exchange Applicability

Παρατηρούμε ότι η στρατηγική είχε 5 αρνητικούς μήνες αρνητικής απόδοσης και 43 μήνες με θετική απόδοση. Για λόγους σύγκρισης παραθέτουμε παρακάτω και τις μηνιαίες αποδόσεις του Γενικού Δείκτη του ΧΑΑ για την ίδια περίοδο:

	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
2005	4.80	7.71	-9.23	0.47	3.18	3.42	6.90	-1.23	4.66	-2.21	4.06	6.46
2006	8.57	5.66	-1.92	0.43	-9.34	-1.58	1.47	3.22	1.61	5.03	2.23	4.11
2007	7.19	-4.38	3.09	2.02	4.97	-2.58	1.52	-0.10	4.29	4.12	-5.26	2.47
2008	-15.76	-5.27	-3.56	5.72	-0.89	-17.64	-1.31	-3.00	-13.25	-27.87	-7.12	-6.64

**Πίνακας 3** Αποδόσεις (%) ανά μήνα ΓΔ ΧΑΑ

Ο Γενικός δείκτης είχε 21 αρνητικούς σε απόδοση μήνες και 27 μήνες με θετική απόδοση.

Ο πίνακας μας δείχνει μερικά περιγραφικά στατιστικά της στρατηγικής για την περίοδο συναλλαγών: Όπως φαίνεται και στον πίνακα των περιγραφικών στατιστικών η μέση απόδοση ανά μήνα είναι 1.83%, η χαμηλότερη απόδοση που παρατηρήθηκε ήταν -1.11% ενώ η μεγαλύτερη απόδοση είναι 7.31%

---



---

### Pairs Trading

---

Mean	0.018345833
Standard Error	0.002847104
Median	0.01415
Mode	0
Standard Deviation	0.019725315
Sample Variance	0.000389088
Kurtosis	0.400126315
Skewness	0.836681137
Range	0.0842
Minimum	-0.0111
Maximum	0.0731

## Pairs Trading: Athens Stock Exchange Applicability

Sum	0.8806
Count	48
Largest(1)	0.0731
Confidence Level(95.0%)	0.005727634

**Πίνακας 4 Περιγραφικά στατιστικά στρατηγικής**

### 3.2 Αποτελέσματα ανά ζεύγος

Ο πίνακας μας δείχνει και τα 21 ζεύγη της στρατηγικής και το κέρδος ή ζημία που δημιούργησαν κατά την διάρκεια της περιόδου συναλλαγών. Η τελευταία κολόνα είναι ο υπολογισμός του κέρδους/ζημίας σύμφωνα με το τρόπο B

METOXH 1	METOXH 2	Profit(Loss) on closed positions	Total Profit (Loss) if open positions are closed on last day
ELSTR	ETEM	131,856.47	130,857.38
INKAT	KLM	99,269.48	80,005.00
IATR	LAVI	96,790.96	89,202.35
KMOL	KREKA	96,186.38	82,168.94
MLS	QUAL	85,617.73	84,399.50
FRIGO	OLTH	85,259.00	68,534.87
MLS	PROF	50,687.78	28,742.87
METKK	OLTH	43,036.98	36,071.00
GEK	IKTIN	38,383.02	34,182.92
HSI	KMOL	35,079.77	1,338.29
HYGEIA	LAVI	28,308.51	16,961.19
MYTIL	SIDE	27,566.38	25,579.92
ALCO	ETEM	24,903.91	18,400.87

Pairs Trading: Athens Stock Exchange Applicability

GEK	KLM	19,713.00	17,007.00
EYAPS	PPC	17,640.80	9,950.40
AVAX	INKAT	17,460.25	18,076.82
DION	ELKA	2,238.15	(13,566.54)
GEK	INKAT	-	(23,047.94)
ETEM	SOLK	-	(42,251.10)
ETEM	MYTIL	-	(13,369.82)
ELSTR	SIDE	(19,201.74)	(22,141.28)
	TOTAL	880,796.83	627,102.64

**Πίνακας 5 Αποτελέσματα συναλλαγών ανά ζεύγος**

Στον παραπάνω πίνακα βλέπουμε ότι το ζεύγος των εταιρειών ΕΛΑΣΤΡΟΝ - ΕΤΕΜ είχε την καλύτερη απόδοση για το διάστημα 2005-2008 και δημιούργησε κέρδος 130.856 € με 7 συναλλαγές συνολικά. Κατά το τέλος της περιόδου συναλλαγών (31/12/2008) υπήρχε μια συναλλαγή ανοικτή όπου αν έκλεινε την ίδια μέρα θα μείωνε τα συνολικά κέρδη κατά 1000 € περίπου.

Το ζεύγος ΓΕΚ ΤΕΡΝΑ - ΙΝΤΡΑΚΑΤ δεν δημιουργήθηκε κάποιο κέρδος κατά την ίδια περίοδο. Το ζεύγος άνοιξε μια συναλλαγή όπου έως το τέλος της περιόδου συναλλαγών ήταν ακόμα ανοικτή και δεν είχε κλείσει. Εάν έκλεινε την τελευταία ημέρα θα δημιουργούσε μια ζημιά στο χαρτοφυλάκιο της αξίας 23.047 €.

Στο πίνακα 5 παρατηρούμε ότι από τα 21 ζεύγη που δημιουργήθηκαν κατά το formation period και πληρούσαν τις προϋποθέσεις, εξ αυτών τα 16 δημιούργησαν και απόδωσαν κέρδος στο χαρτοφυλάκιο. Τα υπόλοιπα 5 ζεύγη δημιούργησαν ζημιά. Με όρους στατιστικής βλέπουμε ότι το 31% των επιλεγμένων ζευγών δεν απέδωσαν το ίδιο σε σχέση με την αρχική περίοδο. Για παράδειγμα το ζεύγος ΕΛΑΣΤΡΟΝ - ΣΙΔΕΝΟΡ είχε  $R^2 = 0.80$ , 26 διασταυρώσεις με το 0, περίοδο ανά διασταύρωση 5 ημερών και κέρδος 31.366 € κατά το formation period. Θεωρητικά περιμέναμε το ζεύγος να έχει καλή απόδοση κατά την περίοδο συναλλαγών. Ερευνώντας σχετικά το λόγο που δεν απόδωσε το ζεύγος παρατηρούμε ότι κατά την περίοδο 2005-2008 το ζεύγος "χάλασε" την καλή σχέση συνολοκλήρωσης που είχε την περίοδο 2004. Με βάση το συμπέρασμα αυτό, αντικείμενο μελλοντικής έρευνας της μελέτης θα ήταν το

πώς θα απέδιδε η στρατηγική αν είχαν εφαρμοστεί κανόνες όπως stop loss, αυτόματο κλείσιμο συναλλαγής για ανοικτές συναλλαγές με διάρκεια > 50 ημερών, συνεχής υπολογισμός της σχέσης συνολοκλήρωσης κλπ.

### 3.3 Αποτελέσματα ανά Δείκτη

Πριν προχωρήσουμε στην ανάλυση των αποτελεσμάτων ανά δείκτη ΧΑΑ, θα ήταν σκόπιμο να αναφέρουμε την συμμετοχή των 21 ζευγαριών στο χαρτοφυλάκιο.

ΔΕΙΚΤΗΣ			Ποσοστό συμμετοχής
ΒΙΟΜΗΧ.	ΠΡ.	ΚΑΙ	
ΥΠΗΡΕΣ			14.29%
ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ ΚΑΙ ΥΛΙΚΑ			23.81%
ΚΟΙΝΗΣ ΩΦΕΛΕΙΑΣ			4.76%
ΠΡΩΤΕΣ ΥΛΕΣ			28.57%
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ			9.52%
ΤΡΟΦΙΜΑ ΚΑΙ ΠΟΤΑ			9.52%
ΥΓΕΙΑ			9.52%
Grand Total			100.00%

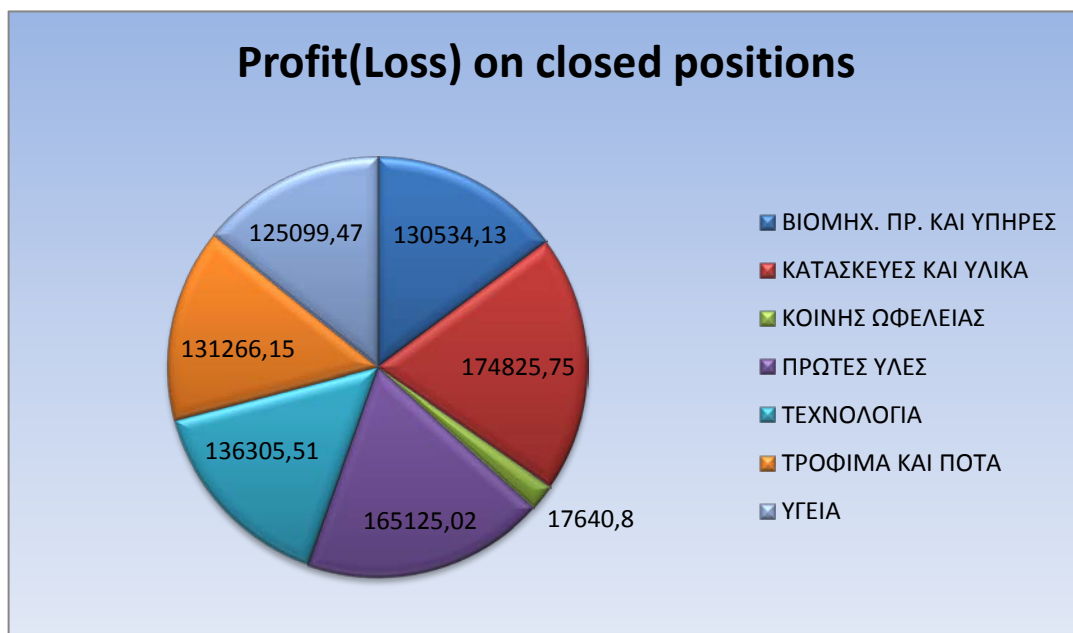
**Πίνακας 6. Ποσοστά συμμετοχής ζευγαριών ανά δείκτη στο χαρτοφυλάκιο**

Ο πίνακας 6 μας δείχνει ότι από το σύνολο των ζευγαριών που δημιουργήθηκαν το 28% ανήκει στο δείκτη Πρώτων Υλών. Δεύτερο σε πλήθος είναι ο δείκτης Κατασκευών και Υλικών και τρίτος μετοχές από το δείκτη Βιομηχανικών Προϊόντων και Υπηρεσιών. Συμμετοχή με 1 ζεύγος έχουμε από το δείκτη Κοινής Ωφέλειας και με 2 ζεύγη από τους δείκτες, Τεχνολογία, Τρόφιμα & Ποτά και Υγεία. Το διάγραμμα 11 μας δείχνει σε pie chart το ποσοστό συμμετοχής ζευγαριών ανά Δείκτη στη στρατηγική.



Διάγραμμα 11 Συμμετοχής ζευγαριών ανά δείκτη στη στρατηγική

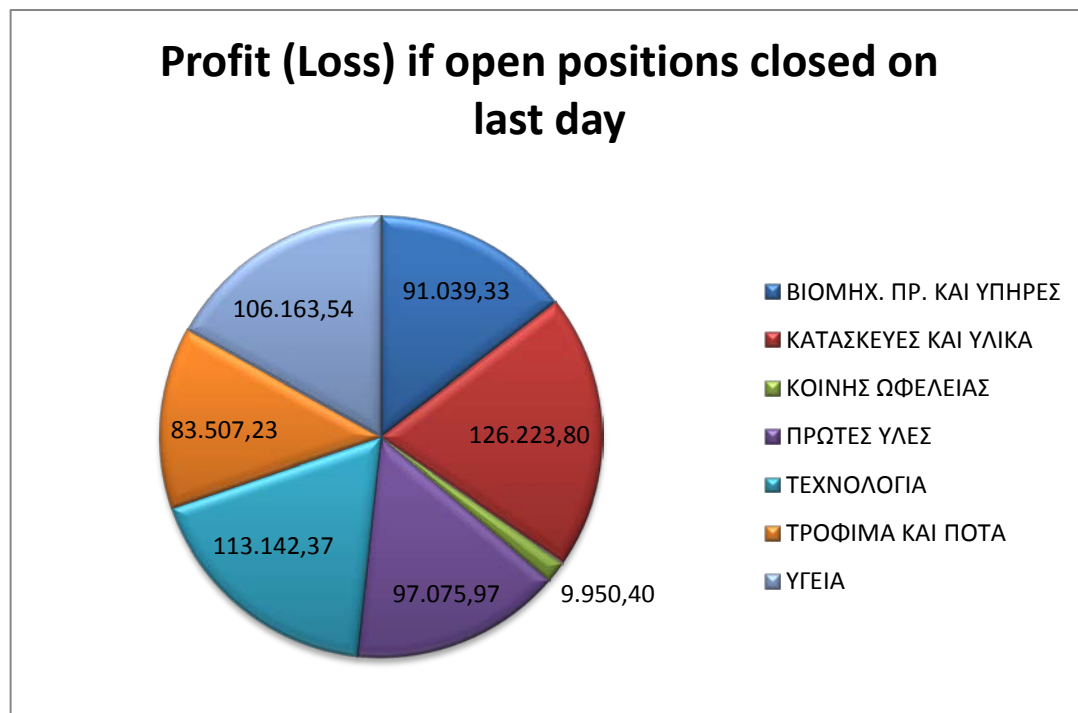
Εξετάζοντας τα αποτελέσματα των συναλλαγών ανά δείκτη παρατηρούμε ότι το μεγαλύτερο κέρδος προέρχεται από το δείκτη Κατασκευών και Υλικών που συμμετέχουν στη στρατηγική με 6 ζευγάρια. Δεύτερος έρχεται ο δείκτης Πρώτων Υλών με συμμετοχή 5 ζευγάρια. Αναλυτικά τα αποτελέσματα ανά δείκτη απεικονίζονται στο Διάγραμμα 12.



Διάγραμμα 12. Αποτελέσματα κερδών ανά δείκτη

Όπως φαίνεται και στο διάγραμμα 12, ο δείκτης Τεχνολογίας παρόλο που συμμετείχε με 2 ζευγάρια, είχε πολύ καλή απόδοση και έδωσε κέρδος 136.305 €. Κοντά σε απόδοση ήταν και ο δείκτης Τροφίμων και Ποτών καθώς και ο δείκτης Υγείας. Στο διάγραμμα 12 παρατηρούμε επίσης μια ισόποση κατανομή των κερδών ανά δείκτη παρόλο που ο κάθε δείκτης συμμετείχε με διαφορετικό πλήθος ζευγαριών.

Τέλος παρουσιάζουμε και τα αποτελέσματα του κέρδους ανά δείκτη με το υπολογισμό Β δηλαδή με κλείσιμο των ανοικτών συναλλαγών κατά την τελευταία ημέρα της περιόδου συναλλαγών.



**Διάγραμμα 13. Αποτελέσματα κερδών ανά δείκτη με υπολογισμού κέρδους με την μέθοδο Β.**

Στο διάγραμμα 13 παρατηρούμε ότι η συμμετοχή των δεικτών στα συνολικά κέρδη της στρατηγικής μειώνεται αλλά ταυτόχρονα παραμένει αναλογικά η ίδια όπως στο Διάγραμμα 12. Αξίζει να σημειωθεί εδώ ότι το κέρδος υπολογισμένο σύμφωνα με την μέθοδο Β μειώνεται από τα 880.796 € στα 627.102 € αλλά παραμένει πάντα θετικό και υπεραποδίδει σε σχέση με την απόδοση του Γενικού Δείκτη.



## **Συμπεράσματα**

Εξετάσαμε την στρατηγική συναλλαγών ανά ζεύγη και την εφαρμοσιμότητά της στο Χρηματιστήριο Αξιών Αθηνών χρησιμοποιώντας την έννοια την συνολοκλήρωσης (cointegration) στις τιμές των μετοχών. Τα ζευγάρια των μετοχών επιλέχθηκαν από τους δείκτες του ΧΑΑ και αξιολογήθηκαν σύμφωνα με τα κριτήρια της συνολοκλήρωσης. Τα αποτελέσματα της μελέτης δείχνουν ότι η στρατηγική συναλλαγών ανά ζεύγη έχει εφαρμοσιμότητα στο ΧΑΑ και μπορεί να αποφέρει κέρδη που ξεπερνούν σε απόδοση των Γενικό Δείκτη του. Επίσης παρατηρήθηκε ότι τα αποτελέσματα της στρατηγικής είναι ασυσχέτιστα με την απόδοση του ΓΔ. Η μελέτη δεν λαμβάνει υπόψη της το κόστος των συναλλαγών και προϋποθέτει ότι δεν υπάρχουν περιορισμοί στις ανοιχτές πωλήσεις. Αντικείμενο μελλοντικής έρευνας είναι να ελεχθεί η στρατηγική με άλλες μεθόδους στρατηγικής συναλλαγών ανά ζεύγη όπως η μέθοδος της απόστασης και η στοχαστική μέθοδος για να μπορέσουμε να έχουμε μια πιο ολοκληρωμένη εικόνα σχετικά με την εφαρμοσιμότητα αλλά και την απόδοση των μεθόδων αυτών.

## Βιβλιογραφία

1. **Jacobs, Heiko and Weber, Martin**, Losing Sight of the Trees for the Forest? Pairs Trading and Attention Shifts (March 15, 2012). Available at SSRN: <http://ssrn.com/abstract=2023539>
2. **Chen, Huafeng (Jason), Chen, Shaojun Jenny and Li, Feng**, Empirical Investigation of an Equity Pairs Trading Strategy (February 29, 2012). Available at SSRN: <http://ssrn.com/abstract=1361293>
3. **Gatev, E., G., W. Goetzmann and K. Rouwenhorst**, 1999, Pairs Trading: Performance of a Relative Value Arbitrage Rule, working paper (Yale School of Management)
4. **Gatev, Evan, Goetzmann, William N. and Rouwenhorst, K. Geert**, Pairs Trading: Performance of a Relative-Value Arbitrage Rule ( 2006). The [Review](#) of Financial Studies, Vol. 19, Issue 3, pp. 797-827, 2006. Available at SSRN: <http://ssrn.com/abstract=1095996>
5. **Do, Binh Huu and Faff, Robert W.**, Are Pairs Trading Profits Robust to Trading Costs? (January 31, 2011). Available at SSRN: <http://ssrn.com/abstract=1707125>
6. **Do, Binh Huu and Faff, Robert W.**, Does Simple Pairs Trading Still Work? (July 1, 2010). Financial Analysts Journal, Vol. 66, No. 4, pp. 83-95, 2010. Available at SSRN: <http://ssrn.com/abstract=1656954>
7. [1/488/10.10.2003 \(Φ.Ε.Κ. Β' 2176/23.10.2008\) Τροποποίηση της απόφασης της Επιτροπής Κεφαλαιαγοράς 1/485/23.9.2008 «Ανοικτές πωλήσεις μετοχών εισηγμένων στο Χρηματιστήριο Αθηνών».](#)
8. **Gatev E., Goetzman W. N., Rouwenhorst K. G.** "Pairs Trading: Performance of a Relative Value Arbitrage Rule", Working Paper, Yale School of Management, 1999.
9. **Alexander, C. and A. Dimitriu**, 2002, The Cointegration Alpha: Enhanced Index Tracking and Long-Short Equity Market Neutral Strategies, working paper (ISMA Center of the University of Reading, UK)
10. **Alexander, C. and A. Dimitriu**, 2005, Index and Statistical Arbitrage: Tracking error or Cointegration? working paper (SMA Center of the University of Reading, UK)

11. **Elliott, R., J. Van der Hoe and W. Malcolm**, 2005, Pairs Trading, Quantitative Finance 5, (3), pp. 271-276.
12. **Engle, R.F and C.W.J. Granger**, 1987, Co-integration and Error Correction: Representation, Estimation and Testing, Econometrica 55, (2), pp.251-76
13. **Engle, R. and C. Granger**, 1987, Co-integration and Error Correction: Representation, Estimation, and Testing”, Econometrica 55, (2), pp. 251-276
14. **Jacobs, B. and K. Levy**, 1993, Long/Short Equity Investing, Journal of Portfolio Management 20 (1), pp. 52-64
15. **Lin, Y., M. McRae and C. Gulati**, 2006, Loss Protection in Pairs Trading through Minimum Profit Bounds: A Cointegration Approach, Journal of Applied Mathematics and Decision Sciences 6, pp.1-14
16. **Nath, P.**, 2003, High Frequency Pairs Trading with U.S Treasury Securities: Risks and Rewards for Hedge Funds, working paper (London Business School)
17. **Rice, S.O.**, 1945, Mathematical Analysis of Random Noise, Bell System Technical Journal 24, pp.146-156
18. **Vidyamurthy, G.**, 2004, Pairs Trading, Quantitative Methods and Analysis, John Wiley & Sons, Canada
19. **Gillespie, T. and Ulph, C.** (2001) Pair trades methodology A question of mean reversion. In 8<sup>th</sup> International Conference of Forum for Interdisciplinary Mathematics
20. Do, B. and Faff, R (2008) Does naïve pairs trading still work? Working Paper, Monash University
21. [http://el.wikipedia.org/wiki/%CE%91%CE%BD%CE%BF%CE%B9%CF%87%CF%84%CE%AE\\_%CF%80%CF%8E%CE%BB%CE%B7%CF%83%CE%B7](http://el.wikipedia.org/wiki/%CE%91%CE%BD%CE%BF%CE%B9%CF%87%CF%84%CE%AE_%CF%80%CF%8E%CE%BB%CE%B7%CF%83%CE%B7)