

# ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΩΣ

ΤΜΗΜΑ ΧΡΗΜΑΤΟΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗΣ ΚΑΙ ΤΡΑΠΕΖΙΚΗΣ ΔΙΟΙΚΗΤΙΚΗΣ

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΟ ΔΙΠΛΩΜΑ ΕΙΔΙΚΕΥΣΗΣ ΣΤΗ "ΧΡΗΜΑΤΟΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ" ΓΙΑ ΣΤΕΛΕΧΗ

## ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Του Δημητρίου Δράκου

ΜΧΑΝ/0810

### ΘΕΜΑ:

## PAIRS TRADING IN COMMODITY MARKETS



### ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ

ΚΑΘ. Δ. ΜΑΛΛΙΑΡΟΠΟΥΛΟΣ

#### ΤΡΙΜΕΛΗΣ ΕΠΙΤΡΟΠΗ

ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ Ν. ΠΙΤΤΗΣ

ΚΑΘ. Δ. ΜΑΛΛΙΑΡΟΠΟΥΛΟΣ

ΕΠΙΚ. ΚΑΘ. Γ. ΣΚΙΑΔΟΠΟΥΛΟΣ

ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ 2010

## ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Το pairs trading είναι μία στατιστική στρατηγική “arbitrage” που σχεδιάστηκε για να εκμεταλλεύεται μικρής χρονικής διάρκειας αποκλίσεις μιας μακροχρόνιας τιμολογιακής ισορροπίας μεταξύ δύο μετοχών. Παραδοσιακές μέθοδοι αυτής της στρατηγικής αναζητήθηκαν για να εντοπίσουν κατάλληλα ζεύγη διαπραγμάτευσης, βασιζόμενα στην διακύμανση και σε μη παραμετρικούς κανόνες. Όταν εντοπισθούν τα κατάλληλα ζεύγη, ο εκάστων επενδυτής παίρνει μία θέση πώλησης (short) για τη μία μετοχή του ζεύγους και μία θέση αγοράς (long) για την άλλη μετοχή του ζεύγους. Το 1999 ο Gatev και το λίγο αργότερα το 2003 ο Nath χρησιμοποίησαν σε εμπειρικά τεστ μία μέθοδο του “pairs trading” την επονομαζόμενη μέθοδο της απόστασης (distance method). Το 2005 ο Elliot πρόβαλε μία μέθοδο της τεχνικής του “pairs trading” στην οποία μοντελοποιεί την μέση συμπεριφορά του “spread” σε συνεχή χρονικά διάρκεια. Το 2006 ο Gatev, ο Goetzmann, και ο Rouwenhorst κατασκεύασαν εμπειρικά τεστ διαπραγμάτευσης ζευγών κοινών μετοχών. Απέδειξαν ότι η στρατηγική του pairs trading είναι κερδοφόρα, ακόμη και όταν υπολογισθούν τα κόστη διεξαγωγής της διαπραγμάτευσης (transaction costs). Ο Vidyamurthy το 2004 προσπάθησε να θέσει παραμέτρους στην στρατηγική του pairs trading, ερμηνεύοντας την πιθανότητα της συνολοκλήρωσης, όπως αυτή αναλύθηκε από τον Engle και Granger το 1987. Η στρατηγική αυτή έχει αναλυθεί διεξοδικά για ζεύγη μετοχών, όχι όμως και για ζεύγη αγαθών (commodities). Λόγου της φύσης τους όμως, δηλαδή το ότι έχουν μεγάλη μεταβλητότητα, θεωρείται σχεδόν σίγουρο ότι η εφαρμογή αυτής της στρατηγικής θα έχει επιτυχημένο αποτέλεσμα. Όπως ήδη ανέφερε ο Alexander το 1999, η αγορά των ενεργειακών συμβολαίων μελλοντικής εκπλήρωσης εμφανίζεται χαρακτηρίζεται από τιμές με υψηλή μεταβλητότητα.

## Περιεχόμενα

1. Ιστορική αναδρομή.....	σελίδα 4
2. Η στρατηγική του Pairs Trading.....	σελίδα 5
3. Μέθοδοι εφαρμογής του Pairs trading.....	σελίδα 7
3.1. Το μοντέλο της μέσης τιμής.....	σελίδα 7
3.1.1. Συσχέτιση (Correlation).....	σελίδα 8
3.1.2. Beta (Βήτα).....	σελίδα 9
3.2. Η μέθοδος της απόστασης (distance method).....	σελίδα 9
3.3. Η στοχαστική μέθοδος του “spread” (The stochastic spread method).....	σελίδα 10
3.4 Η στοχαστική μέθοδος του residual spread.....	σελίδα 14
3.5. Η μέθοδος της συνολοκλήρωσης (co-integration method).....	σελίδα 15
4. Η στρατηγική του pairs trading στην αγορά των αγαθών (commodities).....	σελίδα 16
4.1. Αργό Πετρέλαιο (Crude Oil).....	σελίδα 18
4.1.1. Παράγοντες επηρεασμού των οικονομιών του πετρελαίου. (Ιστορική αναδρομή).....	σελίδα 18
4.1.2. Pairs trading στα Futures Πετρελαίου.....	σελίδα 22
4.2. Gasoil.....	σελίδα 26
4.2.1. Crack Spread και ευκαιρίες για pairs trading.....	σελίδα 26
4.3. Ζάχαρη (Sugar).....	σελίδα 30
4.3.1. Το ζεύγος διαπραγμάτευσης Ζάχαρη – Αιθανόλη .....	σελίδα 31
4.3.2. Σύνδεση της Ζάχαρης U.S. Dollar Index.....	σελίδα 33
4.3.3. Το ζευγάρι διαπραγμάτευσης Sugar No 11 και Sugar No 16...σελίδα 34	
4.4.Καφές (Coffee).....	σελίδα 35
4.4.1. Σχέση του Καφέ με τον U.S. Dollar Index.....	σελίδα 37
Βιβλιογραφία .....	σελίδα 41
Πηγές .....	σελίδα 43

## 1. Ιστορική αναδρομή.

Στα μέσα της δεκαετίας του 1980, ένας ειδικευμένος επιστήμονας της Wall Street, ο οποίος ασχολούνταν με τη παροχή πληροφοριών, τις οποίες συγκέντρωνε με τη βοήθεια τεχνικών αναλύσεων στο χώρο των χρηματοοικονομικών, ο επονομαζόμενος Νούντσιο Ταρτάλια (Nunzio Tartaglia) συγκέντρωσε μια ομάδα αποτελούμενη από φυσικούς, μαθηματικούς και επιστήμονες ηλεκτρονικών υπολογιστών.

Ο σκοπός αυτής της ομάδας ήταν να ανακαλύψουν ευκαιρίες arbitrage<sup>(1)</sup> στις αγορές μετοχών (equity markets). Χρησιμοποίησαν ιδιαίτερα περίπλοκες και δύσκολα κατανοητές στατιστικές μεθόδους με σκοπό να δημιουργήσουν προγράμματα συναλλαγών υψηλής τεχνολογίας. Αυτά τα προγράμματα εκτελούνταν μέσω αυτόνομων συστημάτων συναλλαγών που στηριζόταν σε καθορισμένους και πειθαρχημένους κανόνες. Πέρα των άλλων δυνατοτήτων που είχαν τα προγράμματα αυτά μπορούσαν να εντοπίζουν ζευγάρια χρεογράφων, των οποίων οι τιμές έτειναν να κινούνται μαζί.

Οι χρηματοοικονομικές συναλλαγές που πραγματοποιήθηκαν μεταξύ αυτών των ζευγαριών είχε μεγάλη επιτυχία, ιδιαίτερα το 1987 που η ομάδα του Ταρτάλια είχε κέρδος 50 εκατομμύρια δολάρια. Αν και η ομάδα αυτή διαλύθηκε το 1989, μετά από μερικά χρόνια μέτριων και κακών αποδόσεων, η μεθοδολογία και η στρατηγική του “pairs trading” έγινε από τότε μια αυξανόμενη στη διάρκεια του χρόνου διάσημη επενδυτική στρατηγική που δύναται να χρησιμοποιηθεί τόσο από μεμονωμένους επενδυτές και traders<sup>(2)</sup> όσο και από οργανωμένους χρηματοπιστωτικούς οργανισμούς, αλλά και από διάφορα hedge funds<sup>(3)</sup>.

Η εξήγηση που έδωσε ο ίδιος ο Ταρτάλια, ο δημιουργός της στρατηγικής του “pairs trading”, είναι ψυχολογική. Ισχυρίστηκε: «Οι άνθρωποι δεν αρέσκονται να κάνουν συναλλαγές αντίθετα στην ανθρώπινη φύση τους, η οποία ελκύεται να αγοράζει μετοχές όταν αυτές πηγαίνουν πάνω και όχι κάτω.»

Γι' αυτό λοιπόν θέτει το ερώτημα: «Θα μπορούσαν δηλαδή οι επενδυτές της στρατηγικής αυτής, να είναι πειθαρχημένοι και να εκμεταλλευτούν την απείθαρχη και υπερβολική αντίδραση των ανεξάρτητων επενδυτών;»

Αυτή η άποψη, ότι η στρατηγική του “pairs trading” είναι μία ψυχολογική αντίδραση, έρχεται να συμφωνήσει με την έρευνα των Jegadeesh και Titman's το 1995, ότι οι επενδυτές που κινούνται αντίθετα με τη γενική τάση, δηλαδή οι επενδυτές οι οποίοι ενεργούν αντίθετα από τη γενική κίνηση των άλλων επενδυτών σε μια δεδομένη στιγμή, είναι πολλές φορές κερδισμένοι.

<sup>(1)</sup> **Arbitrage: [κερδοσκοπική αγοραπωλησία]**

Η ταυτόχρονη αγορά ενός νομίσματος (σε συνάλλαγμα ή με δανεισμό), χρεογράφου, πολύτιμου μετάλλου ή άλλου χρηματοοικονομικού παραγώγου (interest rate swap) σε μια αγορά και η πώλησή του σε μια άλλη σε υψηλότερη τιμή με σκοπό το κέρδος. Είναι μια τακτική που εφαρμόζεται συχνά από κερδοσκόπους, οι οποίοι εκμεταλλεύονται παροδικές ανισορροπίες και διαφορές μεταξύ των τιμών και των επιτοκίων που επικρατούν σε δύο αγορές. Το arbitrage είναι δυνατό να ενέχει κίνδυνο, στην περίπτωση που οι εξελίξεις των τιμών στις δύο αγορές δεν είναι οι αναμενόμενες λόγω απρόσμενων εξελίξεων, συν το γεγονός ότι το κέρδος μειώνεται από τα κόστη και τα έξοδα των δύο συναλλαγών (προμήθειες κλπ.).

*Dictionary of economics (Harold S. Sloan, Arnold J. Zurcher)*

Γιατί όταν όλοι είναι σίγουροι ότι κάτι θα συμβεί, τότε αυτό σίγουρα δεν θα συμβεί. Δηλαδή, εάν όλοι οι επενδυτές πιστεύουν ότι η αγορά θα ανέβει, αυτό σημαίνει ότι έχουν επενδύσει το σύνολο των διαθέσιμων τους και δεν έχουν άλλη αγοραστική ικανότητα, άρα η αγορά είναι στο ανώτατο σημείο της και το επόμενο βήμα είναι να πέσει. Το αντίθετο συμβαίνει, όταν όλοι πιστεύουν ότι η αγορά θα πέσει, που σημαίνει ότι έχουν ρευστοποιήσει τους τίτλους τους, άρα η αγορά μπορεί να ανέλθει.

## 2. Η στρατηγική του Pairs Trading.

Η στρατηγική του “pairs trading” είναι μία κερδοσκοπική επενδυτική στρατηγική που βασίζεται σε μια ανωμαλία ή αναποτελεσματικότητα / διαστρέβλωση της αγοράς. Αυτή η αναποτελεσματικότητα ή ανωμαλία μπορεί να οφείλεται σε δύο λόγους:

1. Είτε σε οργανικούς παράγοντες (όπως για παράδειγμα μη δίκαιος ανταγωνισμός, έλλειψη διαφάνειας στην αγορά.)
2. Είτε στις πεποιθήσεις και τις προκαταλήψεις των ανθρώπων της αγοράς, οι οποίες μπορούν να επηρεάζουν τις αποφάσεις των μεμονωμένων επενδυτών.

Συγκεκριμένα αυτή η στρατηγική βασίζεται κυρίως στη διαστρέβλωση της αγοράς που μπορεί να προκύψει μεταξύ δύο μετοχών. Η εφαρμογή της είναι σχετικά πολύ απλή.

Πρέπει να εντοπιστούν μετοχές που ιστορικά, στη διάρκεια του χρόνου, κινούνται μαζί και πρέπει να χωριστούν σε ζεύγη. Κυρίως είναι μετοχές του ίδιου τομέα, όπως για παράδειγμα τραπεζικές μετοχές, μετοχές τηλεπικοινωνιών, μετοχές τεχνολογιών. Η στρατηγική αυτή όμως μπορεί να εφαρμοστεί και σε δείκτες, όπως Dow Jones και S&P500, ή ακόμη και σε αγαθά.

Όταν διαπιστωθεί ότι το διάστημα των τιμών των δύο μετοχών του ζεύγους μεγαλώνει, δηλαδή οι τιμές των μετοχών του ζεύγους αποκλίνουν (spread), τότε ο επενδυτής που θα ακολουθήσει αυτή την στρατηγική, πρέπει να πάρει θέση πώλησης (short) για την μετοχή που η τιμή της μεγαλώνει και θέση αγοράς (long) για την μετοχή που η τιμή της πέφτει. Όταν οι τιμές των μετοχών του ζεύγους θα συγκλίνουν, δηλαδή οι τιμές των μετοχών θα κυμαίνονται στα ίδια επίπεδα, όπως ιστορικά έχει αποδειχθεί, ο επενδυτής θα έχει κέρδος.

### <sup>(2)</sup> **Trader: [Εμπορός]**

Πρόκειται για τον επιχειρηματία ή οποιονδήποτε εκτελεί πράξεις αγοραπωλησίας με σκοπό την επίτευξη κέρδους. Στα χρηματοοικονομικά ο όρος έχει την έννοια εκείνο που προβαίνει σε αγοραπωλησίες χρεογράφων και άλλων χρηματοοικονομικών προϊόντων για δικό του λογαριασμό.

*Dictionary of economics (Harold S. Sloan, Arnold J. Zurcher)*

### <sup>(3)</sup> **Hedge Fund:**

Επενδυτικά κεφάλαια, χαρτοφυλάκια διαρθρωμένα ώστε να εκμεταλλεύονται την κινητικότητα στις συναλλαγματικές ισοτιμίες ή τα επιτόκια, εμπριέχοντας τα αντίστοιχα χρηματοοικονομικά εργαλεία, όπως για παράδειγμα προθεσμιακά συμβόλαια (futures) και δικαιώματα (options, warrants) επί συναλλάγματος ή επιτοκίων.

*Dictionary of economics (Harold S. Sloan, Arnold J. Zurcher)*

Βέβαια δεν είναι απαραίτητο, για να έχουμε κέρδος, οι μετοχές ή οι δείκτες να ακολουθήσουν αυτή την πορεία όπως εξηγήθηκε παραπάνω. Μπορεί να ακολουθήσουν και άλλη πορεία, δηλαδή για παράδειγμα οι τιμές των δύο μετοχών του ζεύγους, να κινηθούν και οι δύο προς τα πάνω, αντί η μία προς τα πάνω και η άλλη προς τα κάτω. Αλλά εάν η τιμή της μετοχής που έχουμε πάρει θέση αγοράς (long) κινηθεί προς τα πάνω πιο γρήγορα και πιο πολύ σε σχέση με την τιμή της μετοχής που έχουμε πάρει θέση πώλησης (short), τότε θα έχουμε και πάλι κέρδος. Επίσης μπορεί να συμβεί και το αντίθετο, δηλαδή οι τιμές και των δύο μετοχών μπορεί να κινηθούν προς τα κάτω. Εάν όμως η τιμή της μετοχής που έχουμε πάρει θέση πώλησης (short) κινηθεί πιο γρήγορα και πιο πολύ προς τα κάτω σε σχέση με την τιμή της μετοχής που έχουμε πάρει θέση αγοράς (long), τότε θα έχουμε και πάλι κέρδος, γιατί το κέρδος που θα έχουμε σχηματίσει από τη μετοχή που πήγαμε short θα είναι μεγαλύτερο από τη ζημία της μετοχής που πήγαμε long. Το ένα μέρος της στρατηγικής αυτής, μπορεί να είναι κερδοφόρο το άλλο όμως μπορεί να είναι ζημιογόνο. Ο σκοπός όμως και ο στόχος είναι πάντα το κέρδος να υπερβαίνει τη ζημία.

Η στρατηγική αυτή, του pairs trading, είναι μια επενδυτική προσέγγιση του long/short, αφού βασίζεται στην ταυτόχρονη εκμετάλλευση της υπερτίμησης και υποτίμησης, παίρνοντας θέση πώλησης (short) σε εκτιμώμενα υπεριτιμημένα αγαθά και θέση αγοράς (long) σε εκτιμώμενα υποτιμημένα αγαθά.

Είναι δύσκολο βέβαια να κατανοηθεί πως μία τόσο απλή στρατηγική μπορεί να επιφέρει κέρδος, όμως αυτή η κερδοσκοπική στρατηγική βασίζεται σε μια απλή λειτουργία της αγοράς, την αναποτελεσματικότητά της. Εάν η αγορά ήταν πάντα αποτελεσματική, η στρατηγική αυτή δεν θα μπορούσε να εφαρμοστεί και δεν θα είχε κέρδος.

Πολλά hedge funds και επενδυτικές τράπεζες χρησιμοποιούν αυτήν την απλή στατιστικά arbitrage στρατηγική με σκοπό το κέρδος. Πολλοί μη παραδοσιακοί χρηματοοικονομικοί μάνατζερ την έχουν χρησιμοποιήσει με φαινομενικά μεγάλο βαθμό επιτυχίας.

Βέβαια θα πρέπει να επισημανθεί ότι η εφαρμογή αυτή της στρατηγικής εμπεριέχει και μεγάλο κίνδυνο αποτυχίας, που μπορεί να οδηγήσει και στην χρεοκοπία ενός χαρτοφυλακίου. Η ευαισθησία της είναι σημαντική, για αυτό και δεν μπορεί να θεωρηθεί τίποτα ως σταθερό και βέβαιο. Η αβεβαιότητα και ατέλεια της αγοράς όπως οι διαφορές στις ημερομηνίες αποκοπής των μερισμάτων, τα εμπόδια της αγοράς όπως λειτουργικά κόστη, χρηματοοικονομικά κόστη και οι φόροι, κάνουν την εφαρμογή της στρατηγικής πιο δύσκολη και τα κέρδη χαμηλότερα.

### 3. Μέθοδοι εφαρμογής του Pairs trading.

Υπάρχουν πολλές μέθοδοι και μοντέλα εφαρμογής της στρατηγικής αυτής, όπως:

- η μέθοδος της απόστασης (distance method),
- η μέθοδος της συνολοκλήρωσης (co-integration method),
- η στοχαστική μέθοδος του “spread”,
- το μοντέλο της μέσης τιμής της διαφοράς των τιμών του ζεύγους.

Η μέθοδος της απόστασης (distance method) αναλύθηκε από τον Gatev το 1999 και από τον Nath το 2003 για την εφαρμογή εμπειρικών τεστ, η μέθοδος της συνολοκλήρωσης (co-integration method) αναλύθηκε από τον Vidyamurthy το 2004. Και οι δύο αυτές μέθοδοι έχουν μέχρι σήμερα εφαρμοστεί διεξοδικά από επαγγελματίες. Το μοντέλο της μέσης τιμής της διαφοράς των τιμών ενός ζεύγους είναι μία εμπειρική μέθοδος. Η στοχαστική μέθοδος του “spread” αναλύθηκε πρόσφατα, το 2004, από τον Elliot.

#### 3.1. Το μοντέλο της μέσης τιμής.

Ο σκοπός της στρατηγικής του Pairs Trading, όπως ήδη έχει αναλυθεί, είναι να δημιουργήσει κέρδος από μία κατάσταση στην οποία για παράδειγμα μία μετοχή είναι πιο φθηνή ή ακριβή από την άλλη. Το μοντέλο αυτό αποσκοπεί σε μία πιο ενορατική/διαισθητική προσέγγιση της στρατηγικής αυτής.

Γενικά το μοντέλο αυτό κοιτά στην μέση τιμή της διαφοράς των τιμών των μετοχών του ζεύγους στη διάρκεια του χρόνου της διαπραγμάτευσης των μετοχών αυτών. Δηλαδή όταν επιλέξουμε τα ζευγάρια των μετοχών, αφαιρούμε τη τιμή της μιας μετοχής από την τιμή της άλλης και μετά ελέγχουμε εάν η μέση τιμή της διαφοράς των τιμών των μετοχών ιστορικά στη διάρκεια του χρόνου, είναι υψηλή ή χαμηλή, σε σχέση με τη τρέχουσα διαφορά των τιμών των μετοχών. Με αυτόν τον τρόπο μπορούμε να κρίνουμε εάν είναι συμφέρον να πάρουμε θέση long ή short, βασιζόμενοι πάντα στο εάν η διαφορά των τιμών των μετοχών του ζεύγους είναι υψηλή ή χαμηλή σε σχέση με την μέση τιμή της διαφοράς της τιμής των μετοχών.

Για παράδειγμα έχουμε δύο μετοχές A και B. Η μέση τιμή της διαφοράς των τιμών αυτών των μετοχών αντιστοιχεί σε 1€. Εάν η τρέχουσα τιμή της μετοχής A είναι 60€ και η τρέχουσα τιμή της μετοχής B 55€, τότε η τρέχουσα διαφορά τους είναι 5€ ( $A - B = 60 - 55 = 5$ ). Η τιμή αυτή 5 είναι 4 μονάδες υψηλότερη από την μέση τιμή 1. Επομένως ευελπιστούμε ότι στην συνέχεια η διαφορά αυτή θα επανέλθει στα ιστορικά δεδομένα, δηλαδή η διαφορά αυτή των 4 μονάδων θα μειωθεί στη 1 μονάδα. Με αυτό το σκεπτικό ένας επενδυτής που θα ακολουθούσε αυτό το μοντέλο θα διαπίστωνε είτε ότι η μετοχή A είναι υπεριμνημένη, είτε η μετοχή B είναι υποτιμημένη. Επομένως θα μπορούσε να πάρει θέση “long” για την υποτιμημένη μετοχή και θέση “short” για την υπεριμνημένη μετοχή, ευελπιστώντας ότι η διαφορά τους θα επανέλθει στα ιστορικά δεδομένα του 1€. Αν η στρατηγική αυτή επιβεβαιωθεί τότε ο επενδυτής θα έχει κέρδος 4€ σε αυτό το ζεύγος μετοχών που διαπραγματεύτηκε.

Εναλλακτικά εάν ο επενδυτής περιμένει αυτή η διαφορά των τιμών των μετοχών του ζεύγους να αυξάνει, δηλαδή για παράδειγμα η τιμή της μετοχής της A να αυξάνει σε σχέση με την τιμή της μετοχής της B (μπορεί η τιμή της B να παραμένει σταθερή), τότε θα ακολουθήσει αντίθετη τεχνική. Δηλαδή θα πάρει θέση “long” για την μετοχή της A και θέση “short” για την μετοχή της B.

Το μοντέλο αυτό μπορεί να εφαρμοστεί σε ζευγάρια μετοχών, αλλά εξίσου πετυχημένα σε ζευγάρια χρηματιστηριακών δεικτών αλλά και σε ζεύγη από commodities. Τα ζεύγη αυτά όμως θα πρέπει να έχουν θετική συσχέτιση (correlation), αλλά και betas που είναι σταθερά στο χρόνο. Επομένως για να εφαρμοστεί αυτό το μοντέλο στην πράξη, θα πρέπει να σχηματίσουμε ζεύγη έχοντας ως κριτήριο επιλογής δύο μεταβλητές, την συσχέτιση (correlation) και το beta.

### 3.1.1. Συσχέτιση (Correlation).

Η συσχέτιση (correlation) είναι μία στατιστική μεταβλητή που μετρά πόσο ισχυρή είναι η σχέση μεταξύ δύο μεταβλητών, με όριο διακύμανσης από +1 έως -1. Για να κατανοηθεί καλύτερα η ιδέα πως εφαρμόζεται η συσχέτιση θα αναλυθεί ένα παράδειγμα.

Έχουμε δύο μετοχές, την μετοχή A και την μετοχή B. Εάν οι μετοχές αυτές κινούνται μαζί πάνω ή κάτω στον ίδιο χρόνο τότε έχουμε υψηλή θετική συσχέτιση, κοντά στο +1. Εάν οι μετοχές κινούνται αντίθετα, δηλαδή η μετοχή A κινείται προς τα πάνω ενώ η μετοχή B προς τα κάτω, τότε οι μετοχές αυτές έχουν υψηλή αρνητική συσχέτιση, κοντά στο -1. Εάν οι μετοχές A και B κινούνται εντελώς τυχαία, τότε έχουν μηδενική συσχέτιση.

Η συσχέτιση υπολογίζεται από την διαίρεση της συνδιακύμανσης του ποσοστού της αλλαγής κάθε μετοχής με τη τυπική απόκλιση των δύο μετοχών. Η συνδιακύμανση μετρά τη ροπή της κίνησης των δύο μετοχών του ζεύγους (θα μπορούσε να ήταν χρηματιστηριακοί δείκτες ή ζεύγη από commodities) και η το αποτέλεσμα της διαίρεσής της με την τυπική απόκλιση δίνει τιμές με εύρος +1 έως -1. Πολλά λειτουργικά προγράμματα χρησιμοποιούν την συσχέτιση με σκοπό να εντοπίσουν το βαθμό της σχέσης μεταξύ δύο μετοχών.

Στην στρατηγική του pairs trading έχουμε ως σκοπό και στόχο να βρούμε ζεύγη μετοχών, δεικτών, αγαθών που έχουν σχέση μεταξύ τους, δηλαδή κινούνται μαζί στο χρόνο, και να εκμεταλλευτούμε αυτή τη σχέση τη στιγμή που το ζεύγος αυτό φαίνεται να έχει εκτραπεί. Γι' αυτό θα πρέπει να αναζητούμε ζεύγη για να εφαρμόσουμε το pairs trading με συσχέτιση 0,80 και πάνω. Βέβαια τίθεται το ερώτημα πόσα στοιχεία πρέπει να χρησιμοποιηθούν ώστε να υπολογίσουμε τον συντελεστή συσχέτισης των μετοχών του ζεύγους. Δηλαδή τα στοιχεία που θα συγκεντρώσουμε για τις τιμές των μετοχών πόση διάρκεια θα καλύπτουν. Για παράδειγμα η συσχέτιση δύο μετοχών ενός ζεύγους με τρίμηνα στοιχεία να είναι 0,35 ενώ με στοιχεία τριών χρόνων να είναι 0,53. Το ερώτημα που τίθεται είναι ποια συσχέτιση πρέπει να χρησιμοποιήσουμε. Η απάντηση είναι πολύ απλή. Εξαρτάται από τον επενδυτή. Μία καλή στρατηγική είναι ο επενδυτής να χρησιμοποιεί την συσχέτιση εκείνη που σε χρονική περίοδο συμπίπτει με τη χρονική περίοδο που θέλει να κρατήσει «ανοικτή» τη θέση του στην αγορά. Μία τεχνική είναι να υπολογίσει τις συσχετίσεις 30 ημερών, 60 ημερών, 90 ημερών, 120 ημερών και να τις συγκρίνει μεταξύ τους. Όσο πιο πολύ συμπίπτουν μεταξύ τους τόσο πιο σίγουρο θα είναι ότι το ζεύγος θα έχει την ίδια συσχέτιση στην διάρκεια του χρόνου.



### 3.1.2. Beta (Βήτα).

Beta ή βήτα είναι ακόμη ένας άλλος συντελεστής, που χρησιμοποιείται στην στρατηγική αυτή. Ο συντελεστής αυτός προβλέπει τη συμπεριφορά μίας μετοχής ή ενός δείκτη βασιζόμενος στις πληροφορίες σχετικά με την άλλη μετοχή ή τον δείκτη του ζεύγους και υπολογίζεται με ένα μοντέλο γραμμικής παλινδρόμησης. Στην παλινδρόμηση, η ποσοστιαία απόδοση της μετοχής τίθεται ως η ανεξάρτητη μεταβλητή και η ποσοστιαία απόδοση της άλλης μετοχής του ζεύγους τίθεται ως η εξαρτημένη μεταβλητή. Σε όρους διαπραγμάτευσης ο συντελεστής βήτα δείχνει κατά πόσο % θα κινηθεί η μετοχή ενός ζεύγους, όταν η άλλη μετοχή του ζεύγους θα κινηθεί κατά 1%. Συνήθως όμως ο βήτα δείχνει τη ποσοστιαία μεταβολή της μετοχής εναντίον ενός Δείκτη, όπως για παράδειγμα ο S&P 500 των Η.Π.Α. Για παράδειγμα η μετοχή της IBM έχει beta 1.6, που σημαίνει όταν ο δείκτης S&P 500 κινηθεί κατά 1% η μετοχή της IBM θα κινηθεί κατά 1.6%.

Όπως και στην συσχέτιση έτσι και στον συντελεστή Βήτα τίθενται το ερώτημα, πόση διάρκεια θα καλύπτουν τα στοιχεία που θα συγκεντρώσουμε για τις τιμές των μετοχών με σκοπό να υπολογίσουμε το βήτα. Οι απάντηση θα είναι η ίδια που δόθηκε παραπάνω, εξαρτάται από το προφίλ του επενδυτή. Μία καλή στρατηγική που θα μπορούσε να ακολουθήσει ένας επενδυτής είναι, η χρονική διάρκεια των στοιχείων του ζεύγους των μετοχών που έχει συγκεντρώσει, να συμπίπτει με εκείνη της συσχέτισης και να παρακολουθεί το βήτα να μην αλλάζει πολύ κατά τα χρονικά πλαίσια.

Επειδή ο βήτα υπολογίζει το μέγεθος της σχέσης δύο μετοχών ή δεικτών ενός ζεύγους, μπορεί να εφαρμοστεί ο συντελεστής βήτα στο Δέλτα των θέσεων που θέλουμε να πάρουμε με σκοπό να υπολογίσουμε την ποσότητα της κάθε μετοχής που θα χρησιμοποιήσουμε στο ζευγάρι, δηλαδή πόσα μερίδια κάθε μετοχής θα χρησιμοποιήσουμε για το pairs trading.

Ο Δέλτα μετράει κατά πόσο θα αλλάξει η αξία ενός option, όταν αλλάξει η τιμή της μετοχής κατά μία μονάδα. Για παράδειγμα, εάν μία μετοχή Α έχει βήτα 2.00 σε σχέση με την μετοχή Γ, τότε εάν η μετοχή Γ κινηθεί κατά 1% προς τα πάνω, η μετοχή Α αναμένεται να κινηθεί πάνω κατά 2%. Αυτό σημαίνει ότι χρειαζόμαστε 200 μερίδια της μετοχής Γ και 100 μερίδια της μετοχής Α για να έχουμε το ίδιο πιθανό ρίσκο και κέρδος. Εάν ο επενδυτής χρησιμοποιήσει ζευγάρι μετοχών ή δεικτών που έχουν βήτα κοντά στην μονάδα, τότε θα αποφύγει το μεγάλο ρίσκο και τα Δέλτα του ζεύγους θα είναι ισάξια μεταξύ τους.

### 3.2. Η μέθοδος της απόστασης (distance method).

Το 1999 ο Gatev και το λίγο αργότερα το 2003 ο Nath χρησιμοποίησαν σε εμπειρικά τεστ μία μέθοδο του “pairs trading” την επονομαζόμενη μέθοδο της απόστασης (distance method). Με βάση αυτή τη μέθοδο η κίνηση ενός ζευγαριού (pair) μετριέται με την απόσταση ή από το σύνολο των διαφορών των τετραγώνων ανάμεσα σε δύο κανονικές σειρές τιμών. Ο Gatev κατασκεύασε έναν αθροιστικό πίνακα απόδοσης για κάθε μετοχή που αναφέρονταν στην χρονική περίοδο της μελέτης του. Για κάθε μετοχή, με βάση αυτόν τον πίνακα, διάλεξε και το αντίστοιχο «ταίρι» της. Η επιλογή των ζευγαριών βασίστηκε στο ότι για κάθε μετοχή έπρεπε να βρεθεί η αντίστοιχη μετοχή που θα ελαχιστοποιούσε την απόσταση. Η διαπραγμάτευση των ζευγαριών ξεκινούσε όταν η απόσταση έφθανε σε ένα

σημείο αφετηρίας που είχε καθοριστεί. Αυτό το σημείο αφετηρίας ήταν δύο τυπικές αποκλίσεις που είχαν υπολογισθεί κατά την αρχική περίοδο μορφοποίησης.

Ο Gatev στην μέθοδό του χρησιμοποίησε ως μέτρα διαπραγμάτευσης «ανοίγματος» και «κλεισίματος» θέσεων ένα μετρικό σύστημα τυπικών αποκλίσεων. Συγκεκριμένα μία θέση διαπραγμάτευσης του ζευγαριού, αγοράς ή πώλησης, ξεκινούσε όταν οι τιμές των μετοχών του ζεύγους ξεπερνούσαν τουλάχιστον δύο ιστορικές αποκλίσεις, όπως είχαν υπολογισθεί κατά την περίοδο μορφοποίησης.

Ο Nath το 2003 χρησιμοποίησε επίσης μία μέθοδο μέτρησης της απόστασης για να προσδιορίσει πιθανά ζεύγη που θα μπορούσαν να διαπραγματευτούν, όμως η προσέγγισή του δεν υποδεικνύει αποκλειστικά αμοιβαία ζευγάρια. Η μέθοδος του Nath βασίζεται σε ένα αρχείο με ιστορικές τιμές των αποστάσεων των ζευγαριών. Κάθε φορά που ένα ζευγάρι ξεπερνάει το 15% της απόστασης που έχει υπολογισθεί ιστορικά, τότε αυτόματα ξεκινά η διαπραγμάτευσή του στην αγορά. Η μέθοδος του Nath εφαρμόζει ένα αυτόματο σταμάτημα της ανοικτής θέσης όταν η απόσταση του ζευγαριού αυξηθεί και άλλο και φθάσει ίση με 5%, με σκοπό να περιοριστούν οι ζημιές. Επιπρόσθετα στην μέθοδο αυτή εφαρμόζεται ανώτατη χρονικά περίοδος διαπραγμάτευσης του ζεύγους, στην οποία όλες οι θέσεις κλείνουν, ακόμη και εάν δεν έχουν φθάσει την απόσταση που έχει τεθεί ως στόχος.

Σε αντίθεση με την μέθοδο Gatev, στην μέθοδο του Nath ένας χρηματοοικονομικός τίτλος είναι δυνατόν να διαπραγματευτεί εναντίον πολλών τίτλων ταυτόχρονα. Μια περαιτέρω διαφορά αυτών των δύο μεθόδων που αναλύθηκαν παραπάνω είναι ότι ο Gatev δεν έχει συμπεριλάβει στην μέθοδό του καμία τεχνική μέτρησης του ρίσκου.

Η μέθοδος της απόστασης αξιοποιεί την στατιστική σχέση ενός ζεύγους χρηματοοικονομικών τίτλων σε συγκεκριμένο επίπεδο τιμών. Είναι ένα καθαρό μοντέλο και έχει το πλεονέκτημα από άλλα μοντέλα που φέρουν έλλειψη προδιαγραφών και εκτιμήσεων. Όμως φέρει έλλειψη πρόβλεψης γιατί στηρίζεται στην σύγκλιση του χρόνου και την προκαθορισμένη περίοδο κράτησης μία θέσης στην αγορά διαπραγμάτευσης. Αυτή η μέθοδος για να είναι επιτυχής θα πρέπει τα ζευγάρια τίτλων να είναι σχεδόν ισάξια, δηλαδή η απόδοση του ρίσκου να είναι σχεδόν ταυτόσημη.

### 3.3. Η στοχαστική μέθοδος του “spread” (The stochastic spread method).

Το 2005 ο Elliot πρόβαλε μία μέθοδο της τεχνικής του “pairs trading” στην οποία μοντελοποιεί την μέση συμπεριφορά του “spread” σε συνεχή χρονικά διάρκεια. Σαν “spread” ορίζεται η διαφορά μεταξύ δύο τίτλων, για παράδειγμα δύο μετοχών. Το “spread” εκφράζεται σαν μία μεταβλητή  $x$ , η οποία υποθέτουμε ότι ακολουθεί την διαδικασία του Vasicek:

$$dx_t = k(\theta - x_t)dt + \sigma dB_t$$

όπου  $dBt$  σταθερή κίνηση Brownian σε ορισμένο χώρο πιθανοτήτων. Η μεταβλητή επανέρχεται στον μέσο  $\theta$  με τιμή  $\kappa$ . Το “spread” για να είναι ίσο της μεταβλητής εκφράζεται ως:

$$y_t = x_t + H\omega_t \quad \text{όπου } \omega_t \sim N(0,1).$$

Ο Elliot υποστήριξε ότι αυτή η μέθοδος παρέχει τρία πλεονεκτήματα σε σύγκριση με τις εμπειρικές απεικονίσεις. Πρώτον υποστηρίζει τη μέση απόδοση το οποίο ενισχύει την τεχνική του pairs trading. Παρόλο αυτά, σύμφωνα με τον Do (2006) το spread θα πρέπει να οριστεί ως η διαφορά των λογαρίθμων των τιμών και εκφράζεται ως:

$$\omega_t = \log(ptA) - \log(ptB)$$

Γενικότερα με βάση τον Elliot ο μακροχρόνιος μέσος της διαφοράς ενός ζεύγους μετοχών δεν μπορεί να είναι συνεχής, αλλά διευρύνεται όσο οι μετοχές αυξάνουν και σμικρύνει όσο αυτές μειώνονται. Η εξαίρεση είναι όταν οι μετοχές διαπραγματεύονται σε ίδιες τιμές. Αλλά εάν ορίσουμε το spread ως την διαφορά των λογαρίθμων, τότε το πρόβλημα λύνεται.

Το δεύτερο πλεονέκτημα αυτής της μεθόδου είναι ότι αποτελεί ένα χρονικά συνεχές μοντέλο, με αποτέλεσμα να αποτελεί ένα εύκολο εργαλείο για προβλέψεις. Ο επενδυτής μπορεί να υπολογίσει τον απαιτούμενο χρόνο που χρειάζεται για να συγκλίνει το spread στον λογαριθμικό του μέσο, με αποτέλεσμα να έχει απαντήσεις στα ερωτήματα που σχετίζονται με τον απαιτούμενο χρόνο κράτησης της θέσης του επενδυτή και αναμενόμενη απόδοσή της.

Το τρίτο πλεονέκτημα είναι ότι το μοντέλο είναι απολύτως υπάκουο και οι παράμετροί του μπορούν εύκολα να εκτιμηθούν από το φίλτρο του Kalman.

Παρά τα πλεονεκτήματα αυτής της μεθόδου, υπάρχει όμως ένας θεμελιώδης περιορισμός. Σε μεγάλη χρονική διάρκεια διαπραγμάτευσης το ζεύγος μετοχών που έχει επιλεγεί θα πρέπει να αποδίδει τη ίδια απόδοση, που σημαίνει εάν η απόδοση της μίας μετοχής απομακρυνθεί από την ισότητα αυτή, τότε θα αναμένουμε να διορθωθεί στην συνέχεια. Όμως στην πράξη είναι αρκετά δύσκολο να εντοπισθούν μετοχές με διαχρονικά πανομοιότυπες αποδόσεις και αυτός ο λόγος θέτει περιορισμούς στην γενική εφαρμογή του μοντέλου. Ενώ πολλά μοντέλα risk-return όπως το Arbitrage Pricing Theory (APT) και το Capital Asset Pricing Model (CAPM) υποδεικνύουν ότι δύο μετοχές με παρόμοιους συντελεστές κινδύνου θα πρέπει να παρουσιάζουν ίδιες αναμενόμενες αποδόσεις, στην πραγματικότητα δεν είναι απαραίτητο γιατί κάθε μετοχή είναι υποκείμενη στο ρίσκο της εταιρείας.

Αυτή η μέθοδος, σε κάποιες περιπτώσεις, μπορεί να είναι εφαρμόσιμη στην πράξη παρά τον περιορισμό που αναφέρθηκε προηγουμένως. Μία περίπτωση είναι σε εταιρείες που είναι εισηγμένες σε χρηματιστήρια διαφορετικών κρατών όπως για παράδειγμα ο ΟΤΕ που είναι εισηγμένος στο ΧΑΑ αλλά και στον NYSE. Ένα άλλο παράδειγμα τέτοιων εταιρειών είναι η Unilever NV/PLC που είναι εισηγμένη σε τέσσερα χρηματιστήρια όπως το Euronex

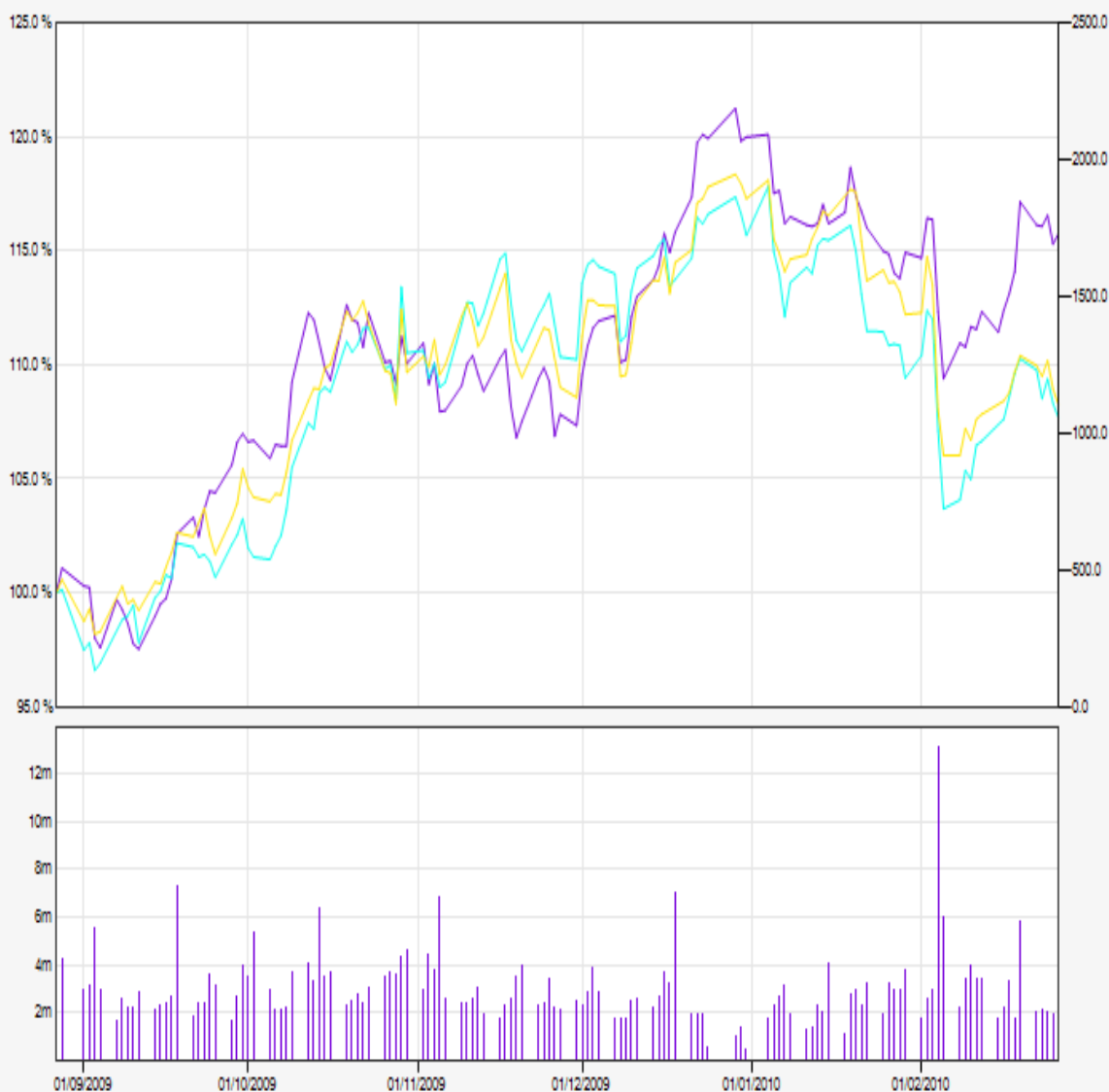
Amsterdam, το New York Stock Exchange, το London Stock Exchange, το New York Stock Exchange και η Royal Dutch Petroleum/Shell που είναι εισηγμένη σε τρία χρηματιστήρια του Άμστερνταμ, του Λονδίνου και της Νέας Υόρκης. Παρακάτω παρατίθενται διαγραμματικά οι μετοχές της Unilever NV/PLC σε εξαμηνιαία και ετήσια βάση. Σε αυτές τις εταιρείες οι μέτοχοι κατέχουν τίτλους που ενώ έχουν τις ίδιες ταμειακές ροές, διαπραγματεύονται σε διαφορετικούς χρηματιστηριακούς δείκτες και αρκετές φορές έχουν διαφορετικές αξίες, με αποτέλεσμα να δημιουργούνται ευκαιρίες για την εφαρμογή του pairs trading. Τέλος υπάρχουν και εταιρείες που μπορεί να είναι εισηγμένες σε διαφορετικά χρηματιστήρια της ίδιας χώρας, όπως στο NASDAQ και NYSE στις Η.Π.Α.

### Unilever NV/PLC Τιμές των μετοχών σε εξαμηνιαία απεικόνιση

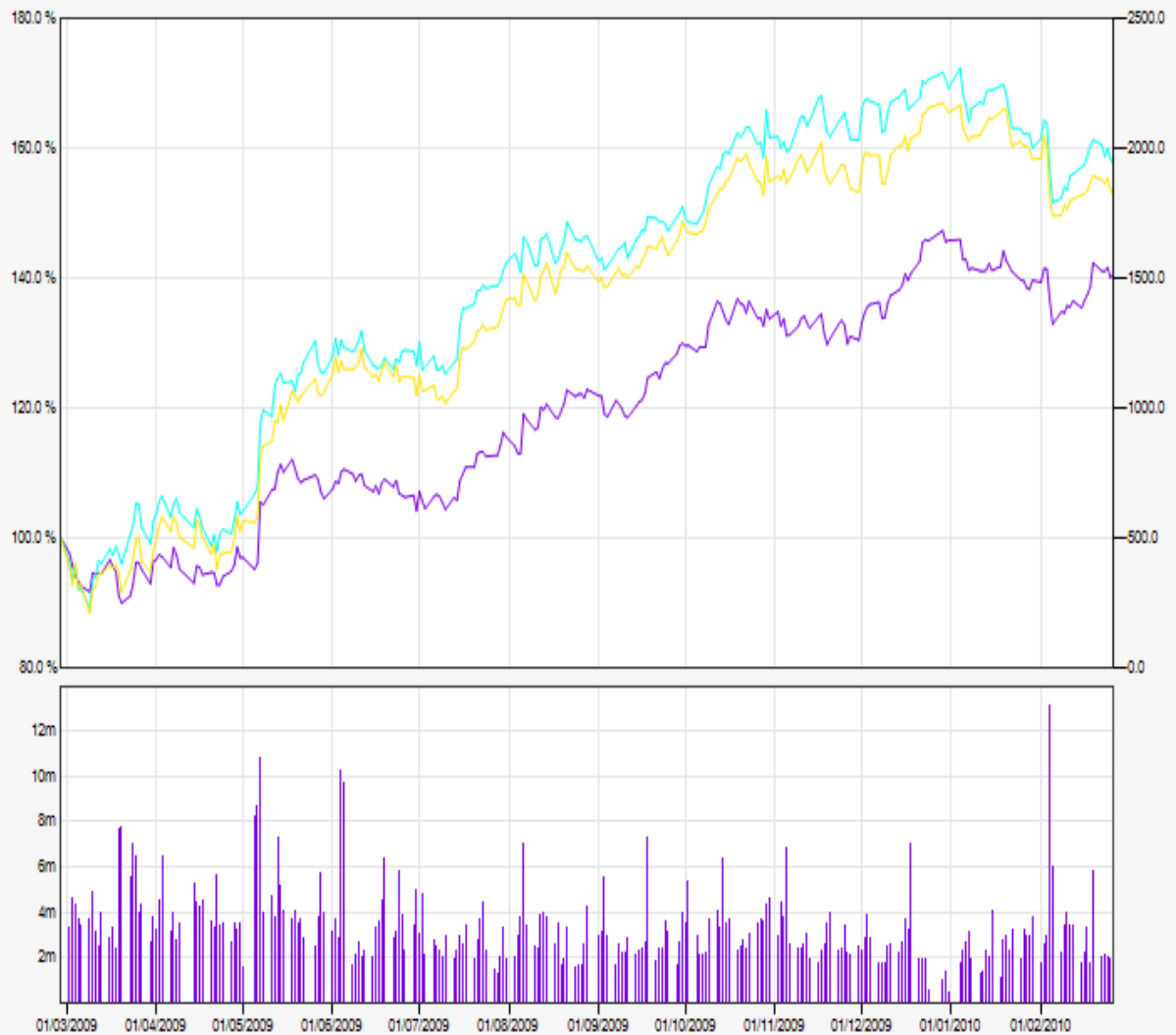
01/09/09

—

01/02/10



## Unilever NV/PLC Τιμές των μετοχών σε ετήσια απεικόνιση 01/03/09 – 01/02/10



### 3.4 Η στοχαστική μέθοδος του residual spread

Το 2006 ο Do, ο Faff και ο Hanmza πρότειναν μία άλλη μέθοδο της στρατηγικής του pairs trading που την διαφοροποιούσε από τις ήδη υπάρχοντες. Αυτή η μέθοδος, η επονομαζόμενη Στοχαστική μέθοδος του Residual Spread, μοντελοποίησε το “mispricing” σε επίπεδο απόδοσης σε αντίθεση με τα πιο παραδοσιακά έως τώρα μοντέλα σε επίπεδο τιμής. Η μέθοδος αυτή με σκοπό να απαλείψει τους ειδικούς κανόνες διαπραγμάτευσης ενός ζεύγους μετοχών που είχαν επικρατήσει σε προηγούμενες μελέτες, εξετάζει μία θεωρητική προσέγγιση της τιμολογιακής σχέσης του ζεύγους.

Η μελέτη αυτή ξεκινάει με μία υπόθεση, ότι υπάρχει μία ισορροπία στην αποτίμηση της αξίας των δύο μετοχών μετρούμενη από ένα “spread”. Το “mispricing” ερμηνεύεται ως μία κατάσταση ανισορροπίας που προσδιορίζεται από μία συνάρτηση του “residual spread” και δίνεται ως:

$$G(RtA, RtB, Ut)$$

Όπου **U** υποδηλώνει ένα διάνυσμα που δυνητικά παρουσιάζεται για να σχηματίσει την ισορροπία. Ο όρος “residual spread” υποδηλώνει ότι η συνάρτηση περιλαμβάνει οποιαδήποτε υπέρβαση, πάνω ή κάτω, του μακροχρόνιου “spread” και μπορεί να πάρει μη-μηδενικές τιμές εξαρτώμενη από την μορφοποίηση του “spread”. Όπως σε προηγούμενες μελέτες έτσι και σε αυτή, οι θέσεις διαπραγμάτευσης «ανοίγουν» όταν η ανισορροπία του “spread” είναι αρκετά μεγάλη και ο χρόνος της αναμενόμενης διόρθωσης σχετικά μικρός.

Η μελέτη αυτή χρησιμοποιεί το ίδιο μοντέλο και το ίδιο πλαίσιο εκτίμησης που χρησιμοποίησε και ο Elliot το 2005 στην μελέτη του. Συγκεκριμένα χρησιμοποιεί ένα συντελεστή στοχαστικού μοντέλου για να περιγράψει μία κατάσταση ανισορροπίας (ένα mispricing) και υπολογίζεται με την συνάρτηση **G**. Εάν **x** είναι το υπερκανονικό spread (residual spread) τότε η ανισορροπία μπορεί να εκφραστεί με την εξίσωση:

$$y_t = G_t = x_t + \omega$$

$$dx_t = k(\theta - x_t)dt + \sigma dB_t$$

Αυτές οι δύο εξισώσεις αποτελούν ένα μοντέλο της κατάστασης της σχετικής ανισορροπίας των τιμών (του “mispricing”) και καθορίζεται σε συνάρτηση με τη σχέση ισορροπίας των δύο τίτλων / αγαθών. Η σχέση ισορροπίας ή εναλλακτικά η residual spread συνάρτηση **G** είναι επηρεασμένη από το μοντέλο Arbitrage Pricing Theory (APT) (Ross, 1976).

### 3.5. Η μέθοδος της συνολοκλήρωσης (co-integration method)

Η μέθοδος της συνολοκλήρωσης είναι μία προσπάθεια του Vidyamurthy το 2004 να θέσει παραμέτρους στην στρατηγική του pairs trading, ερμηνεύοντας την πιθανότητα της συνολοκλήρωσης, όπως αυτή αναλύθηκε από τον Engle και Granger το 1987.

Η συνολοκλήρωση είναι μία στατιστική σχέση, στην οποία δύο χρονολογικές σειρές που ενσωματώνονται κάτω από την ίδια εντολή  $d$ , μπορούν να συνδυαστούν γραμμικά και να παράγουν μία μοναδική χρονολογική σειρά που εντάσσεται στην εντολή  $d-b$ , όπου  $b > 0$ . Η πιο απλή περίπτωση είναι όταν  $d=b=1$ .

Η συνολοκλήρωση καταφέρνει να ενσωματώσει το “mean reversion” (επιαναφορά στο μέσο) σε ένα πλαίσιο της τεχνικής του pairs trading, που είναι η απαραίτητη στατιστική σχέση που απαιτείται για επιτυχία. Όταν η αξία ενός χαρτοφυλακίου κυμαίνεται γύρω από τη τιμή ισορροπίας, τότε όποια απόκλιση γύρω από αυτή την τιμή μπορεί να διαπραγματευτεί εναντίον.

Ο Vidyamurthy για να εφαρμόσει την συνολοκλήρωση στην πράξη εφάρμοσε την μέθοδο δύο βημάτων του Engle και Granger. Σύμφωνα με αυτή την μέθοδο η λογαριθμική τιμή μιας μετοχής  $A$  κινείται σε αντίθετη φορά με την λογαριθμική τιμή της μετοχής  $B$  και δίνεται από την εξίσωση:

$$\text{Log}(p_t^A) - \gamma \text{log}(p_t^B) = \mu + \varepsilon_t$$

Όπου  $\gamma$  ο συντελεστής της συνολοκλήρωσης και  $\mu$  το premium της μετοχής  $A$  εναντίον της μετοχής  $B$ . Η εξίσωση αυτή δηλώνει ότι έχουμε ένα χαρτοφυλάκιο αποτελούμενο από μία μονάδα της μετοχής  $A$  που έχουμε πάρει θέση long και  $\gamma$  μονάδες της μετοχής  $B$  που έχουμε πάρει θέση, το οποίο έχει μία μακροχρόνια αξία ισορροπίας  $\mu$  και οποιαδήποτε απόκλιση από αυτή την ισορροπία είναι προσωρινές αυξομειώσεις ( $\varepsilon_t$ ).

Ο Vidyamurthy ανέπτυξε στρατηγικές διαπραγμάτευσης στηριζόμενος σε αυτή την θεωρία. Η βασική ιδέα είναι να πάρει ο επενδυτής μία θέση αγοράς (long) όταν το χαρτοφυλάκιο διαπραγμάτευσης είναι αρκετά κάτω από την μακροχρόνια ισορροπία ( $\mu - \Delta$ ) και αντίστοιχα μία θέση πώλησης (short) όταν είναι αρκετά πάνω από την ισορροπία ( $\mu + \Delta$ ). Όταν το χαρτοφυλάκιο επιστρέψει στην μέση τιμή ισορροπίας η θέση κλείνει, με αποτέλεσμα ο επενδυτής να έχει σχηματίσει κέρδος  $\varepsilon \Delta$  ανά διαπραγμάτευση. Το ερώτημα που τίθεται είναι πόση ποσότητα του  $\Delta$  θα μεγιστοποιήσει το κέρδος. Ο Vidyamurthy για να διεξάγει αυτή την ανάλυση ανέπτυξε δύο μεθόδους, μια παραμετρική και μία μη παραμετρική εμπειρική μέθοδο.

Με τη πρώτη μέθοδο προσπαθεί να εντοπίσει τα το ποσοστό των σημείων μηδέν (zero crossings) της συνάρτησης για διάφορες τιμές του  $\Delta$ , με σκοπό να εντοπίσει την συνάρτηση κέρδους. Η τιμή του  $\Delta$  που μεγιστοποιεί τη συνάρτηση του κέρδους τίθεται ως ο «διακόπτης» της διαπραγμάτευσης.

Με την δεύτερη μη παραμετρική μέθοδο κατασκεύασε μία κατανομή από σημεία μηδέν (zero crossings) της συνάρτησης βασισμένο σε ένα εκτιμώμενο δείγμα. Ο  $\Delta$  που διαλέγεται από αυτό το δείγμα έχει ως στόχο να μεγιστοποιήσει την συνάρτηση κέρδους. Αυτή η τιμή στην συνέχεια εφαρμόζεται στην κατασκευή ενός πραγματικού χαρτοφυλακίου.

#### 4. Η στρατηγική του pairs trading στην αγορά των αγαθών (commodities).

Η διαπραγμάτευση των commodities στην αγορά είναι μία από τις αρχαιότερες και σημαντικότερες αγοραπωλησίες στην ιστορία της ανθρωπότητας. Αγαθά όπως το βαμβάκι και η ζάχαρη διαπραγματευόταν στην αγορά πριν από 3000 χρόνια. Η διαπραγμάτευση των αγαθών αποτελεί μέχρι και σήμερα ένα θεμελιώδη στοιχείο της οικονομικής ανάπτυξης. Η διακύμανση της τιμής ενός αγαθού μπορεί να προκαλέσει πολλά προβλήματα στην ανάπτυξη μιας χώρας και ιδιαίτερα στη χώρα που είναι παραγωγός αυτού του αγαθού. Πολλά από τα αγαθά, όπως ο καφές, η ζάχαρη, το βαμβάκι, το κακάο, διαπραγματεύονται εδώ και πολλά χρόνια τώρα, με την μορφή συμβολαίων μελλοντικής εκπλήρωσης, στην αγορά διαπραγμάτευσης τέτοιων συμβολαίων της Νέας Υόρκης, το New York Board of Trade (NYBOT).

Η στρατηγική του pairs trading έχει αναλυθεί διεξοδικά και εφαρμοστεί σε ζεύγη μετοχών, που παρουσιάζουν μεγάλη μεταβλητότητα. Λόγο αυτής της ιδιότητας, θεωρείται σχεδόν σίγουρη η εφαρμογή αυτής της στρατηγικής σε συναλλαγματικούς δείκτες αλλά και σε αγαθά (commodities).

Τα commodities παρουσιάζουν σημαντικά χαρακτηριστικά σε σύγκριση με τις μετοχές. Τέτοια χαρακτηριστικά είναι η εποχικότητα, το δυνατό mean-reversion, η μεγάλη μεταβλητότητα και οι ξαφνικές αυξομειώσεις των τιμών. Αυτά τα χαρακτηριστικά μπορεί να έχουν θετικές ή αρνητικές επιπτώσεις στην στρατηγική του pairs trading.

Στην συνέχεια αναλύονται τα προφίλ τεσσάρων κύριων αγαθών και πως διαπραγματεύονται στην αγορά των συμβολαίων μελλοντικής εκπλήρωσης (futures) σε σχέση με άλλα αγαθά, αλλά και το συναλλαγματικό δείκτη του Δολαρίου. Πριν προχωρήσουμε στην ανάλυση των αγαθών αυτών θεωρείται σημαντικό να αναφερθούν οι βασικές κατηγορίες των commodities.

##### 1. Metals

Copper (χαλκός)

Gold (χρυσός)

Silver (ασήμι)

##### 2. Softs

Coffee (καφές)

Cocoa (κακάο)

Cotton (βαμβάκι)

Sugar (ζάχαρη)



### **3. Livestock**

Live cattle (βοοειδή)

Lean hogs (χοίροι)

### **4. Grains**

Corn (καλαμπόκι)

Soybeans (σόγια)

Wheat (σιτάρι)

### **5. Energies**

Crude oil (αργό πετρέλαιο)

Heating oil (πετρέλαιο θέρμανσης)

Natural gas (φυσικό αέριο)

Gasoline (βενζίνη)

### **6. Lumber**

Orange juice (χυμός πορτοκάλι)

## 4.1. Αργό Πετρέλαιο (Crude Oil).



### 4.1.1. Παράγοντες επηρεασμού των οικονομιών του πετρελαίου. (Ιστορική αναδρομή)

Οι τιμές του αργού πετρελαίου συμπεριφέρονται σχεδόν όπως και οι τιμές των άλλων αγαθών, με μεγάλες ταλαντώσεις στις τιμές σε περιόδους ανεπάρκειας ή υπερπαραγωγής. Ο οικονομικός κύκλος του αργού πετρελαίου εκτείνεται σε πολλές δεκαετίες αντιδρώντας στις αλλαγές της ζήτησης και προσφοράς.

Οι ενεργειακές αγορές είναι υψηλά ρευστές, όπως το αργό πετρέλαιο, το φυσικό αέριο και ο ηλεκτρισμός και επηρεάζουν σε μεγάλο βαθμό την παγκόσμια οικονομική ψυχολογία. Η παραγωγή του πετρελαίου ως καύσιμο για να εξυπηρετήσει τους σκοπούς της καθημερινής ζωής του ανθρώπου με σκοπό την κίνησή του, την θέρμανσή του και τον φωτισμό, έδωσε μια τεράστια οικονομική ανάπτυξη στην ιστορία της ανθρωπότητας. Το πετρέλαιο αποτελεί μία μη ανανεώσιμη πηγή ενέργειας, που προκαλεί στον άνθρωπο το φόβο της εξάντλησης των αποθεμάτων. Σε αντίθεση με τα άλλα αγαθά, όπως γεωργικά αγαθά που μπορούν να ανανεωθούν κάθε εποχιακή σεζόν ή τα μέταλλα που μπορούν να ανακυκλωθούν, το πετρέλαιο, το φυσικό αέριο και το κάρβουνο καταναλώνονται με μικρή πιθανότητα αντικατάστασης ή ανακύκλωσης. Οι παραγωγοί δαπανούν όλο και περισσότερα χρήματα για να φέρουν στην αγορά νέες ποσότητες πετρελαίου που όλο και λιγοστεύουν. Αυτός ο φόβος και ο στρατηγικής σημασίας ύπαρξης του πετρελαίου στην παγκόσμια αγορά βεβαιώνουν το μόνιμο ενδιαφέρον των κυβερνήσεων για την αγορά του αργού πετρελαίου.

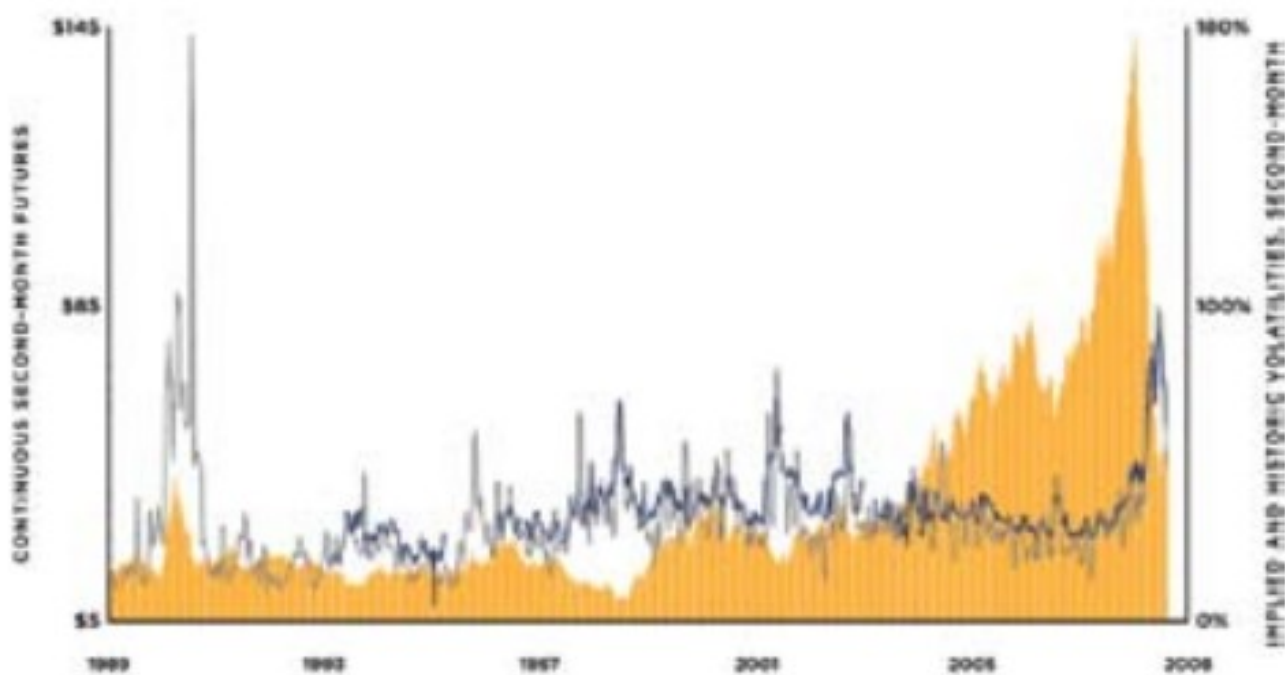
Η ανελαστική φύση των τιμών του αργού πετρελαίου επιβεβαιώνουν την αστάθεια της τιμής του τόσο σε βραχυχρόνια όσο και σε μακροχρόνια περίοδο. Η οικονομική ύφεση στα μέσα του 1980, το 1998 και το 2008 οδήγησαν στην δραστική μείωση της τιμής. Η αλληλεπίδραση των πολιτικών γεγονότων με την ποσότητα της παραγωγής του πετρελαίου και την ζήτησή του, καθώς και άλλους αστάθμητους παράγοντες καταστούν δύσκολη, έως αδύνατη την πρόβλεψη της τιμής του πετρελαίου.

Για πολλές δεκαετίες, οι τιμές και η παραγωγή του πετρελαίου εξαρτιόνταν από διεθνείς εταιρείες πετρελαίου, οι επονομαζόμενες Seven Sisters. Μετά την είσοδο του OPEC και την επιτυχημένη προσπάθεια νέων εταιρειών να προσφέρουν προνομιακούς όρους στις χώρες παραγωγής πετρελαίου, η τιμολόγηση και η παραγωγή πέρασε στα χέρια των χωρών παραγωγής, περί τις αρχές του 1970. Αυτό οδήγησε στην πρώτη πετρελαϊκή κρίση του 1973-1974. Η δεύτερη κρίση ήρθε με την Ιρανική επανάσταση το 1979 και τον ιρανικό-

ιρακινό πόλεμο, που ξεκίνησε το 1980. Μαζί με την ανακάλυψη νέων κοιτασμάτων στα μέσα του 1980, όλα αυτά τα γεγονότα οδήγησαν στην κατάρρευση της τιμής του «μαύρου χρυσού». Στα μέσα του 1988, μετά από όλα αυτά τα γεγονότα, έγινε η εισαγωγή της διαπραγμάτευσης στην αγορά των συμβολαίων μελλοντικής εκπλήρωσης (futures) πετρελαίου Brent.

Ένας νέος οικονομικός κύκλος ξεκίνησε αμέσως μετά με τον Πόλεμο του Κόλπου το 1990-1991. Με όλη αυτή την αναταραχή η μεταβλητότητα (volatility) του Brent εκτινάχτηκε σημειώνοντας υψηλά ιστορικά. Όμως τίποτα δεν μπορεί να συγκριθεί στην σημαντική αύξηση των τελευταίων ετών, από τις αρχές του 1999, που οφείλεται στην ραγδαία αυξανόμενη ζήτηση πετρελαίου από τις νέες βιομηχανοποιημένες χώρες, Κίνα και Ινδία, μέχρι σήμερα που οι τιμές του πετρελαίου κατέρρευσαν, καθώς η παγκόσμια οικονομική κρίση μείωσε σε μεγάλο βαθμό την ζήτηση.

### Brent Volatility 1989-2008



Source: Bloomberg

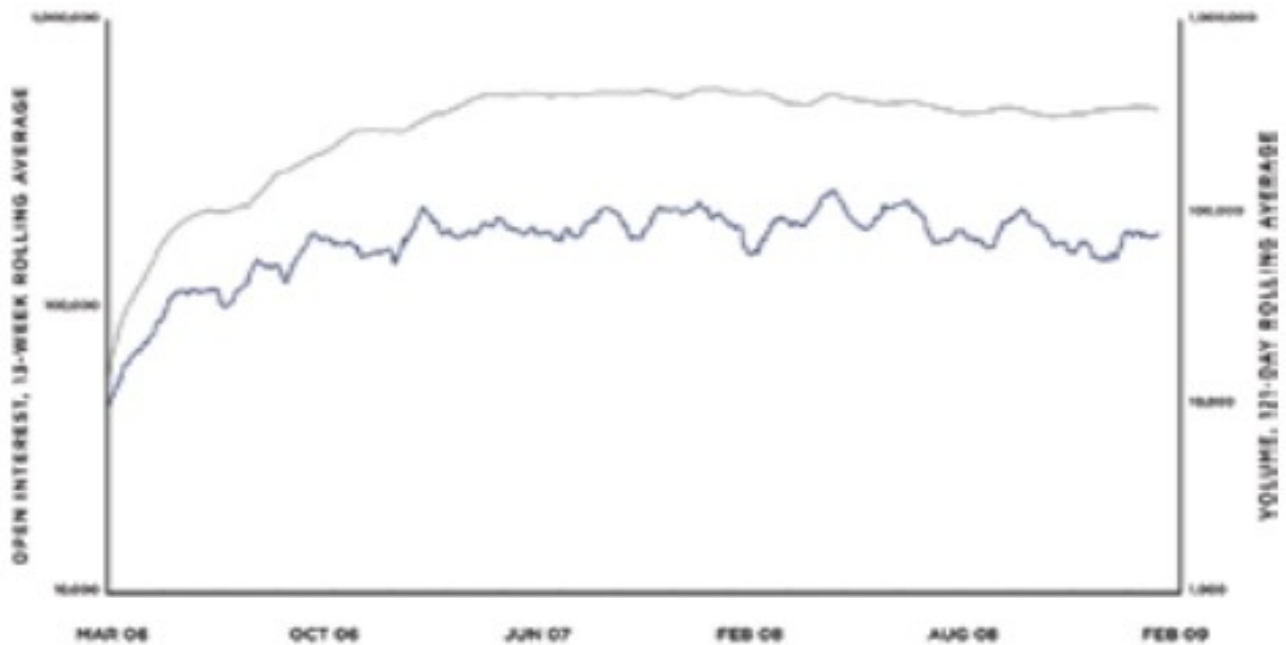
Καθώς το προφίλ των συμβολαίων μελλοντικής εκπλήρωσης Brent (futures) ολοένα και αυξανόταν, οι επενδυτές στράφηκαν σε αυτά τα συμβόλαια για να διαχειριστούν τον κίνδυνο της τιμής στην παγκόσμια αγορά πετρελαίου.

### Long-Term Success of BRENT Futures.



Source: CRB-Infotech CD-ROM

Το Φεβρουάριο του 2006, ξεκίνησε στον δείκτη ICE Futures Europe η διαπραγμάτευση των συμβολαίων μελλοντικής εκπλήρωσης (futures) πετρελαίου WTI (West Texas Intermediate). Τα συμβόλαια αυτά είχαν μεγάλη επιτυχία και σύντομα απέκτησαν ένα μεγάλο όγκο και αριθμό συμβολαίων στην αγορά.



Source: CRB-Infotech CD-ROM

#### 4.1.2. Pairs trading στα Futures Πετρελαίου.

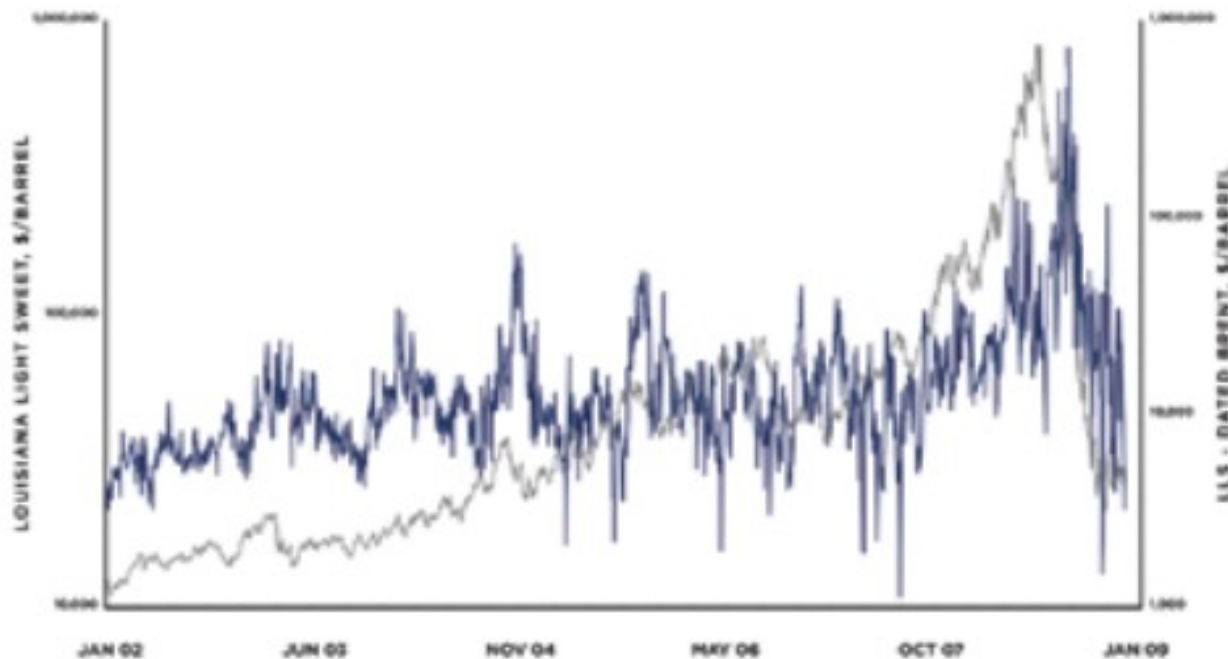
Οι επενδυτές άμεσα αντιλήφθηκαν και επικεντρώθηκαν στο “spread” που δημιουργείται μεταξύ των συμβολαίων μελλοντικής εκπλήρωσης (futures) πετρελαίου WTI και του Brent, που εκφράζεται για ευκολία ως “Brent-TI spread”.

Τα συμβόλαια Brent βασίζονται σε φορτία από την Βόρεια Θάλασσα και τα συμβόλαια WTI βασίζονται στη μεταφορά μέσω πετρελαιαγωγών και παράδοση στο Cushing της Oklahoma, περίπου 300.000 – 400.000 βαρέλια ανά ημέρα. Η κατεύθυνση των πετρελαιαγωγών είναι από το Texas της Αμερικής προς Cushing της Oklahoma όσον αφορά το πετρέλαιο WTI και από τον Καναδά προς την Αμερική για την μεταφορά του αργού πετρελαίου. Όταν τα αποθέματα στο Cushing αυξάνουν και πιέζουν την τιμή του WTI, το πετρέλαιο WTI δεν μπορεί να επιστρέψει πίσω στην Αμερική. Από την άλλη μεριά το πετρέλαιο Brent για να μεταφερθεί στην Αμερική μέσω του Ατλαντικού Ωκεανού απαιτείται χρόνος περίπου δύο εβδομάδων. Σε αυτό το χρονικό διάστημα η τιμή του πετρελαίου μπορεί να αυξηθεί ή να μειωθεί. Αντιστοίχως η τιμή του Brent θα πρέπει να προσαρμοστεί στο ένα μισό του spread ανάμεσα στον πρώτο και το δεύτερο μήνα των Brent futures. Μία καλή αντιπαράθεση της μεταφοράς του πετρελαίου Brent στην Αμερική δίνεται από το spread μεταξύ Brent και LLS (Light Luisian Sweet). Το LLS-Brent spread έχει παρουσιάσει κατά τη διάρκεια του χρόνου τάσεις επιστροφής στη μέση τιμή. Η μόνη

εξαίρεση ήταν η καθυστερημένη διόγκωση του spread κατά την διάρκεια του «ράλι» το 2008 και η καθυστερημένη καθίζηση του spread όταν οι τιμές LLC έπεσαν.

### Το LSS - BRENT SPREAD και οι τιμές του LLS

Ιαν 02 – Ιαν 09

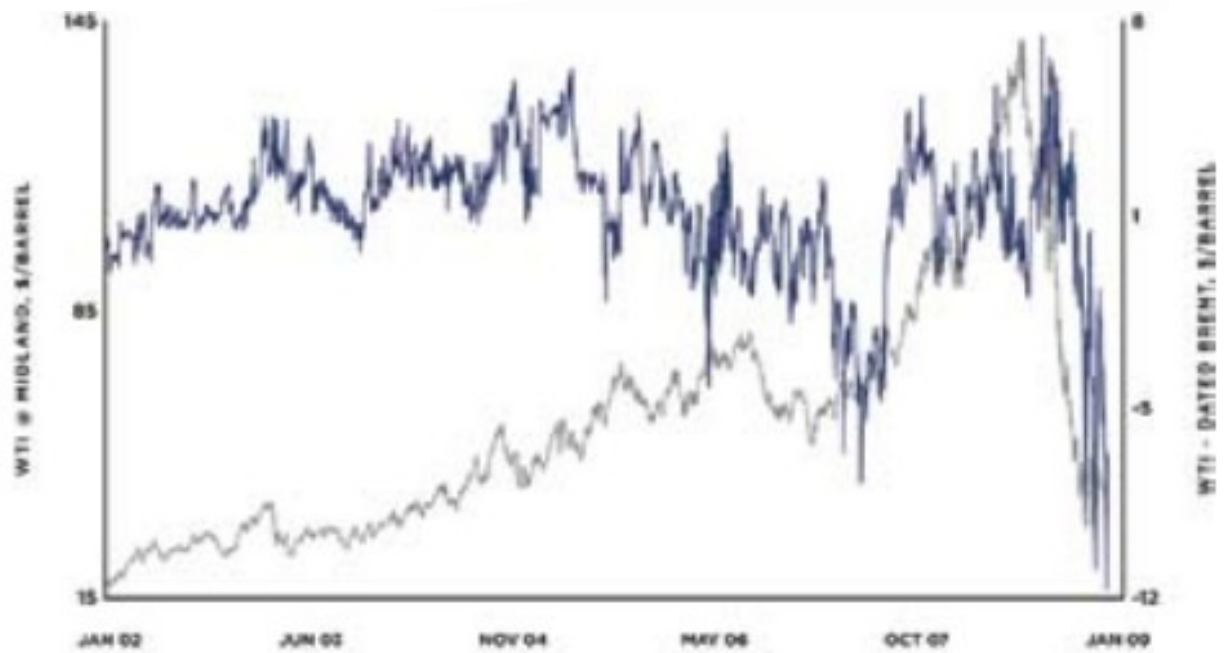


Source: Bloomberg

Σε αντιπαραβολή με το spread μεταξύ Brent και LLS δίνεται παρακάτω διαγραμματικά το spread μεταξύ του πετρελαίου WTI και Brent. Οι αυξομειώσεις αυτού του spread παρατηρούμε ότι είναι μεγαλύτερες και αυτό οφείλεται στις αποθηκευτικές συνθήκες στην αγορά του Cushing που πίεσαν τις τιμές του πετρελαίου WTI. Το spread βασίζεται κατά ένα μεγάλο μέρος στην εποχικότητα. Οι διαιρέτες αυτού του spread είναι μεγαλύτεροι της μονάδας για του μήνες Ιούνιο, Σεπτέμβριο, Οκτώβριο και Νοέμβριο και κάτω από την μονάδα για τους υπόλοιπους μήνες. Αυτή η εποχικότητα παρουσιάζεται και διαγραμματικά παρακάτω.

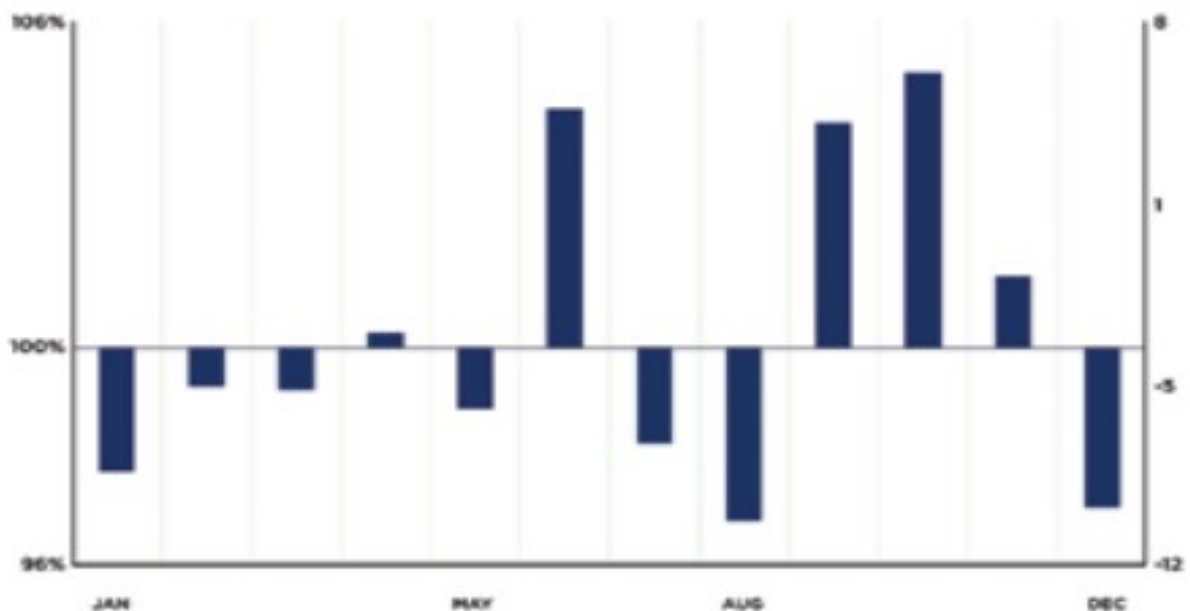
### Το WTI - BRENT SPREAD και οι τιμές του WTI

Ιαν 02 – Ιαν 09



Source: Bloomberg

### Εποχική προσαρμογή διαιρετών στο BRENT-WTI spread

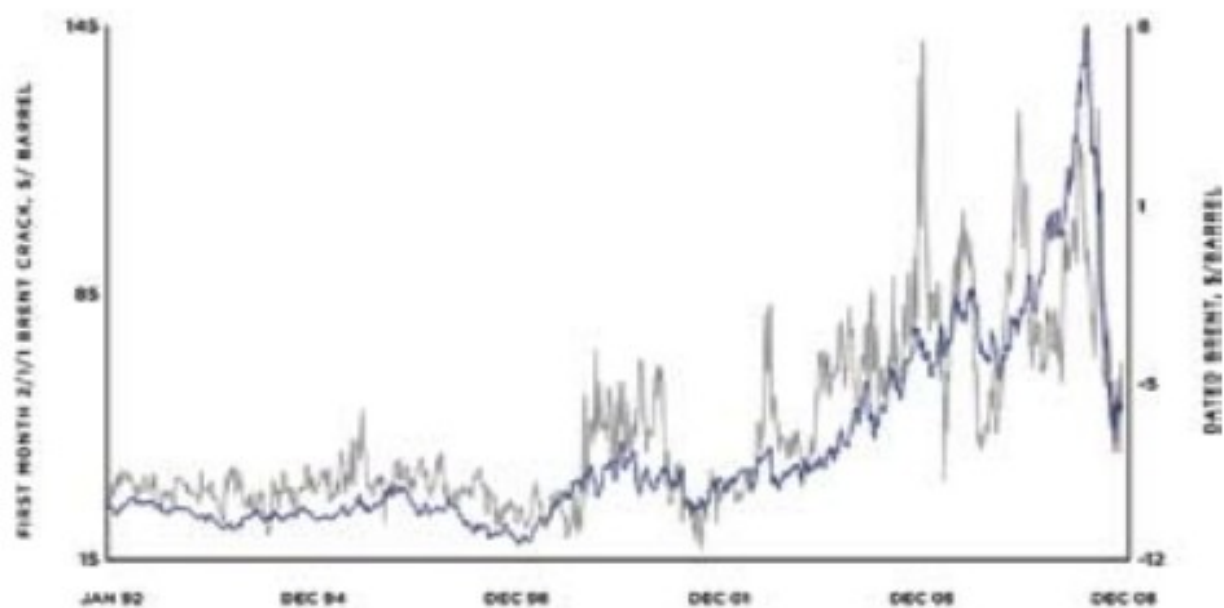


Source: Bloomberg

Ακόμη μία άλλη σχέση που έχει μεγάλη επίδραση στην τιμή του πετρελαίου Brent είναι το “crack spread”, δηλαδή το spread που δημιουργείται από την αγορά συμβολαίων

μελλοντικής εκπλήρωσης (futures) πετρελαίου και την αντιστάθμιση της θέσης πουλώντας συμβολαίων μελλοντικής εκπλήρωσης βιομηχανικών παραγόντων του πετρελαίου, όπως βενζίνη και πετρέλαιο θέρμανσης. Αυτή η σχέση σε αριθμούς αντιστοιχεί σε 2 προς 1. Δηλαδή απαιτούνται δύο βαρέλια πετρελαίου για την διύλιση ενός βαρελιού βενζίνης ή πετρελαίου θέρμανσης. Αυτή η σχέση του ζευγαριού δίνει περιθώρια κέρδους από το μεταξύ τους spread όπως παρατηρείται και στο παρακάτω διάγραμμα.

## TRANS-ATLANTIC CRACK



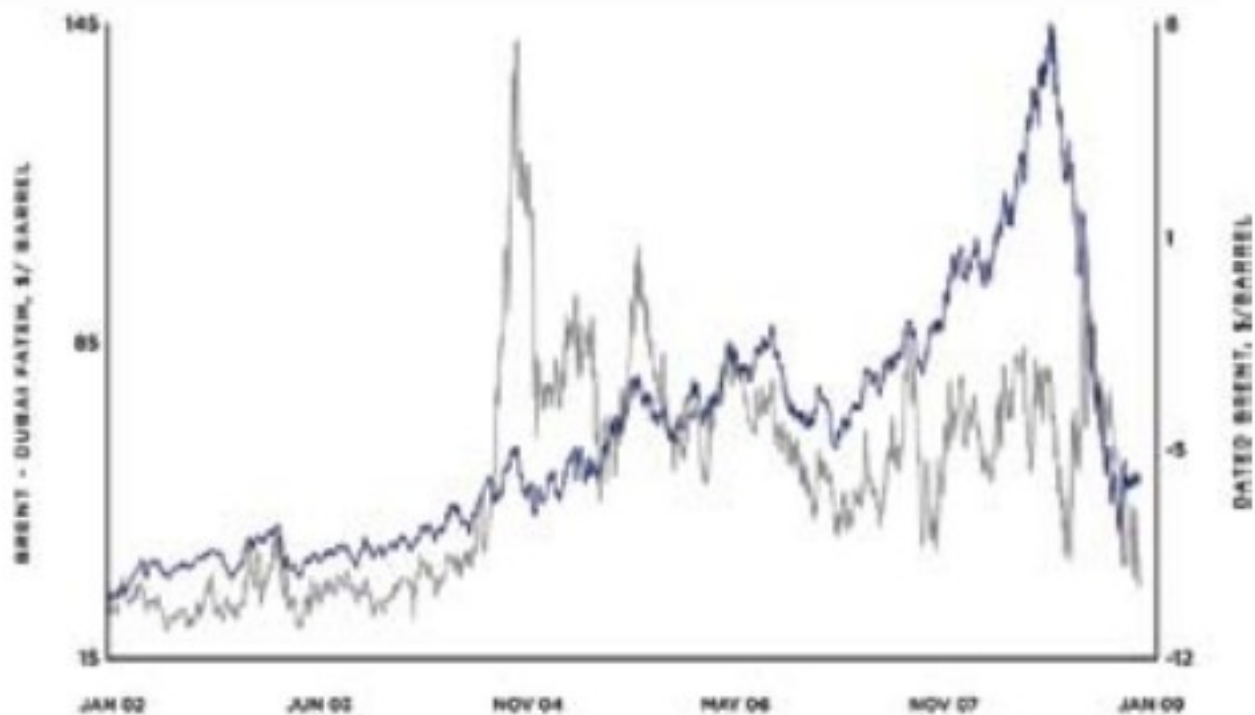
Source: Bloomberg

Ένα άλλο σημαντικό spread που θα μπορούσε να δημιουργήσει ευκαιρίες για “pairs trading” είναι το spread ανάμεσα στο πετρέλαιο Brent και στο αργό πετρέλαιο Dubai. Το πετρέλαιο του Dubai είναι υψηλής περιεκτικότητας σε θείο και μαζί με το πετρέλαιο του Omani, αποτελεί τις κύριες εξαγωγές προς τις αγορές της Ασίας. Οι εξαγωγές αργού πετρελαίου του Περσικού κόλπου προς τις ευρωπαϊκές αγορές τιμολογούνται εναντίον ενός μέσου όρου διαπραγματεύσεων συμβολαίων μελλοντικής εκπλήρωσης πετρελαίου Brent και ονομάζεται το Bwave (Brent Weighted Average). Το spread μεταξύ του πετρελαίου του Dubai και του Brent, το επωνομαζόμενο “sweet-sour spreads” τείνει να αυξάνει σε περιόδους μεγάλης ζήτησης. Η αξία των πετρελαίων με υψηλή περιεκτικότητα σε θείο θα επηρεάζεται και από την σχέση της με την τιμή των καυσίμων. Υψηλής περιεκτικότητας πετρελαίου σε θείο αποδίδει υψηλής ποιότητας καυσίμου. Στην συνέχεια παρατίθεται διαγραμματικά το spread μεταξύ πετρελαίων Brent – Dubai.

## Το BRENT - DUBAI SPREAD

Ιαν 02 – Ιαν 09





Source: Bloomberg

Κατανοώντας αυτά τα spread που δημιουργούνται μεταξύ των προϊόντων πετρελαίου και με τη χρήση των μεθόδων pairs trading που αναλύθηκαν προηγουμένως, ένας επενδυτής θα μπορούσε να πετύχει κέρδος στην αγορά των συμβολαίων μελλοντικής εκπλήρωσης (futures). Δηλαδή παίρνοντας θέσεις πώλησης και αγοράς (long/short) όταν το spread αυξάνει και κλείνοντας τις θέσεις όταν το spread φθάνει στη ιστορική μέση τιμή του.

Όμως η αγορά των συμβολαίων μελλοντικής εκπλήρωσης (futures) περιλαμβάνει μεγαλύτερο ρίσκο από τις άλλες αγορές. Οι αγορές των αγαθών (commodities) και συγκεκριμένα του πετρελαίου έχουν μεγάλη μεταβλητότητα (volatility), γιατί επηρεάζονται άμεσα από πολλούς εξωγενείς παράγοντες, όπως πολιτικούς και γεωγραφικούς.

## 4.2. Gasoil.



Τα συμβόλαια μελλοντικής εκπλήρωσης καυσίμου gasoil πρωτοεμφανίστηκαν στην ενεργειακή αγορά των Η.Π.Α., μαζί με το πετρέλαιο θέρμανσης (heating oil) τον Απρίλιο του 1981. Και το heating, αλλά και το gasoil είναι παράγωγα πετρελαίου «μεσαίου αποστάγματος» και είναι ελαφρύτερα από τα βαριά καύσιμα και βαρύτερα από το νάφθα και τη βενζίνη. Το gasoil προσφέρει πλεονεκτήματα στην αποθήκευση και στην μεταφορά, γιατί είναι σταθερό. Είναι λιγότερο ευμετάβλητο από την βενζίνη και δεν περιέχει βουτάνιο και αιθανόλη.

Τα συμβόλαια καυσίμου gasoil διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο στην over-the-counter αγορά των swap και spread, εναντίον άλλων προϊόντων διύλισης όπως jet fuel και το καύσιμο θέρμανσης.

### 4.2.1. Crack Spread και ευκαιρίες για pairs trading

Τα συμβόλαια μελλοντικής εκπλήρωσης καυσίμου gasoil, είναι για τις «ρεφιναρίες» (διυλιστήρια) και τους επενδυτές σημαντικά για την εφαρμογή του crack spread. Δηλαδή μπορεί να χρησιμοποιηθεί το spread που δημιουργείται μεταξύ του καυσίμου gasoil και του πετρελαίου Brent για την επίτευξη κέρδους, αλλά και την αντιστάθμιση κινδύνου.

Παρά την αυξανόμενη ζήτηση για gasoil τα διυλιστήρια δεν έχουν την δυνατότητα να την καλύψουν. Μία αύξηση της παραγωγής απαιτεί και περισσότερες υποδομές, όπως για παράδειγμα μεγαλύτερες δεξαμενές, μεγαλύτερη ποσότητα ενέργειας, αναδημιουργία αγωγών, μεγαλύτερες αποβάθρες και τερματικά φόρτωσης. Αυτή η αδυναμία κάλυψη της ζήτησης καθιστά αυτό το αγαθό, ως αγαθό με μεγάλη μεταβλητότητα (volatility). Μία απότομη αύξηση της ζήτησης, που μπορεί να προκληθεί από μία ασυνήθιστη μείωση της θερμοκρασίας ή από μία απρόσμενη μείωση της παραγωγής που μπορεί να προκληθεί από ένα ατύχημα, είναι ικανή να διογκώσει το margin. Αλλά το margin μπορεί εύκολα αντιστραφεί όταν όλα τα προβλήματα επιλυθούν.

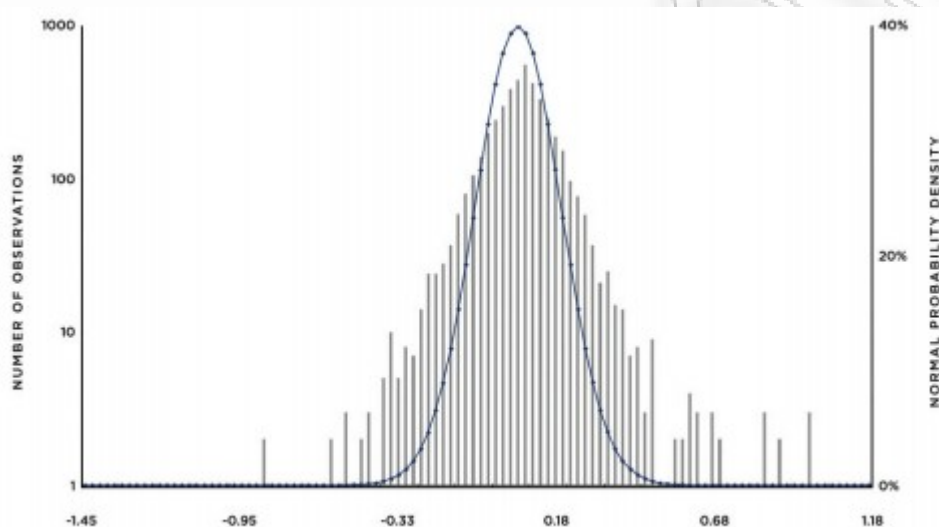
Crack spread, όπως έχει εξηγηθεί, είναι το spread που δημιουργείται από την αγορά futures πετρελαίου και την αντιστάθμιση της θέσης πουλώντας futures προϊόντων διύλισης του

πετρελαίου. Τα spread αυτά χρησιμοποιούνται κυρίως από τις εταιρείες διύλισης με σκοπό το hedging, αλλά θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν και από έναν επενδυτή εφαρμόζοντας την τεχνική του pairs trading με σκοπό το κέρδος.

Υπάρχουν δύο κύριοι τύποι crack spread. Το 2-1-1 spread που αφορά βαρύτερης τάξης πετρέλαια και αναλύεται ως ένα βαρέλι βενζίνης και ένα βαρέλι καυσίμου θέρμανσης για δύο βαρέλια αργού και το 3-2-1 spread που αφορά ελαφρύτερης τάξης πετρέλαιο. Το 3-2-1 αναλύεται ως δύο βαρέλια βενζίνης και ένα βαρέλι καυσίμου θέρμανσης για τρία βαρέλια αργού πετρελαίου WTI.

## DISTRIBUTION OF DAILY RETURNS ON DATED BRENT 2-1-1

### CRACK SPREAD January 1992 - March 2009



Source: CRB-Infotech CD-ROM

Η τιμή του αργού πετρελαίου υπολογίζεται σε βαρέλια αλλά της βενζίνης και του πετρελαίου θέρμανσης σε σεντς ανά γαλόνι. Στην αγορά των futures μία θέση αγοράς αργού πετρελαίου αντιστοιχεί σε 1000 βαρέλια. Μία θέση αγοράς βενζίνης και του πετρελαίου θέρμανσης αντιστοιχεί σε 42000 γαλόνια, αφού ένα βαρέλι αντιστοιχεί σε 42 γαλόνια. Για να κατανοηθεί καλύτερα η τεχνική παραθέτουμε ένα παράδειγμα.

Υποθέτουμε ότι στην αγορά των futures αργού πετρελαίου NYMEX προσφέρεται το ένα βαρέλι με 80\$. Υποθέτουμε ότι τιμή άσκησης συμβολαίου βενζίνης αντιστοιχεί σε 2\$ ανά γαλόνι, δηλαδή 84\$ ανά βαρέλι ( $2\$ \times 42$  γαλόνια) και η τιμή άσκησης συμβολαίου πετρελαίου θέρμανσης σε 2,10\$ ανά γαλόνι, δηλαδή 88,20\$ ανά βαρέλι ( $2,10\$ \times 42$  γαλόνια).

Το 3-2-1 crack spread υπολογίζεται ως εξής:

**3-2-1 Crack Spread = [(2 x Gasoline) + (1 x Heating Oil)] - (3 x Crude Oil) = [(2 x \$84.00) + (1 x \$88.20)] - (3 x \$80.00) = \$16.20 ανά 3 βαρέλια αργού, ή \$5.40 ανά βαρέλι**

Το 2-1-1 crack spread υπολογίζεται ως εξής:

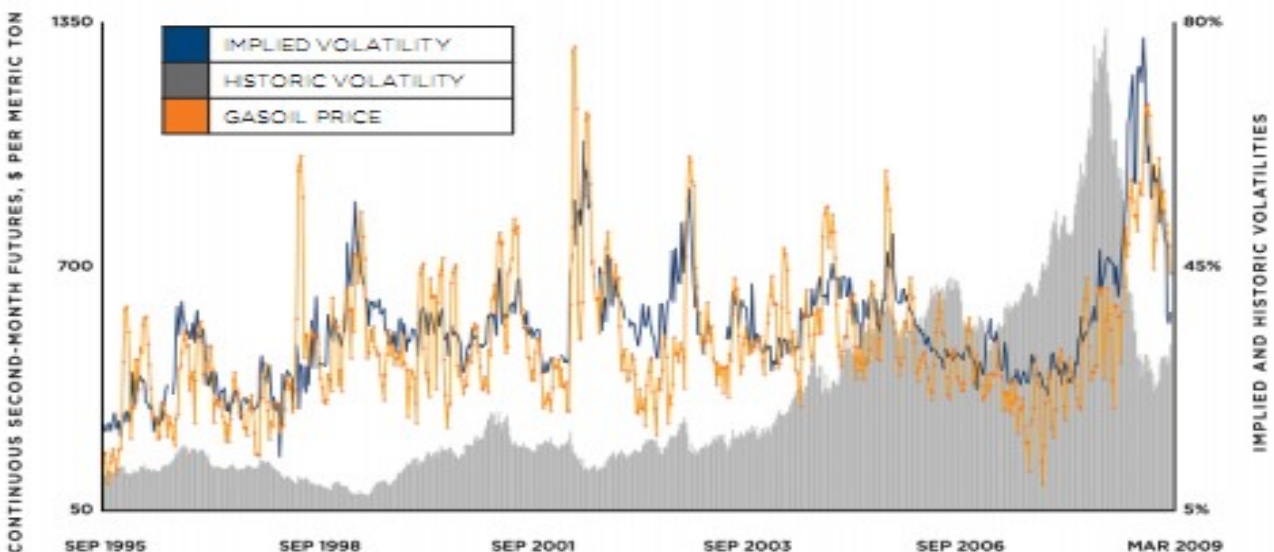
**2-1-1 Crack Spread = [(1 x Gasoline) + (1 x Heating Oil)] - (2 x Crude Oil) = [(1x \$84.00) + (1x \$88.20)] - (2 x \$80.00) = \$12.20 ανά 2 βαρέλια αργού, ή \$6.10 ανά βαρέλι.**

Το 2008 όταν η τιμή του πετρελαίου είχε φθάσει σε ιστορικά υψηλά, συγκεκριμένα 145,29\$ ανά βαρέλι, το 3-2-1 crack spread ήταν 13,12 ανά βαρέλι. Όταν στα μέσα Φεβρουαρίου 2009, το πετρέλαιο έπεσε στα 33,98 ανά βαρέλι το spread είχε αυξηθεί στα 22,98\$ ανά βαρέλι. Βλέπουμε δηλαδή ότι υπάρχει μία αρνητική συσχέτιση μεταξύ των τιμών του αργού πετρελαίου και του crack spread, που σημαίνει όταν η τιμή του πετρελαίου αυξάνει, το περιθώριο κέρδους τείνει να μικραίνει.

Τα συμβόλαια μελλοντικής εκπλήρωσης gasoil είναι ένα σημαντικό εργαλείο για τους επενδυτές που θέλουν να εφαρμόσουν την στρατηγική του pairs trading σε προϊόντα πετρελαίου. Υπάρχει αποτελεσματικό spread μεταξύ του gasoil και του πετρελαίου θέρμανσης (heating oil).

Τα δύο αυτά αγαθά έχουν διαφορετική μεταβλητότητα. Η μεταβλητότητα του gasoil αυξάνει όταν οι τιμές πέφτουν, σε αντίθεση με την μεταβλητότητα του heating n οι toil που αυξάνει όταν οι τιμές ανεβαίνουν.

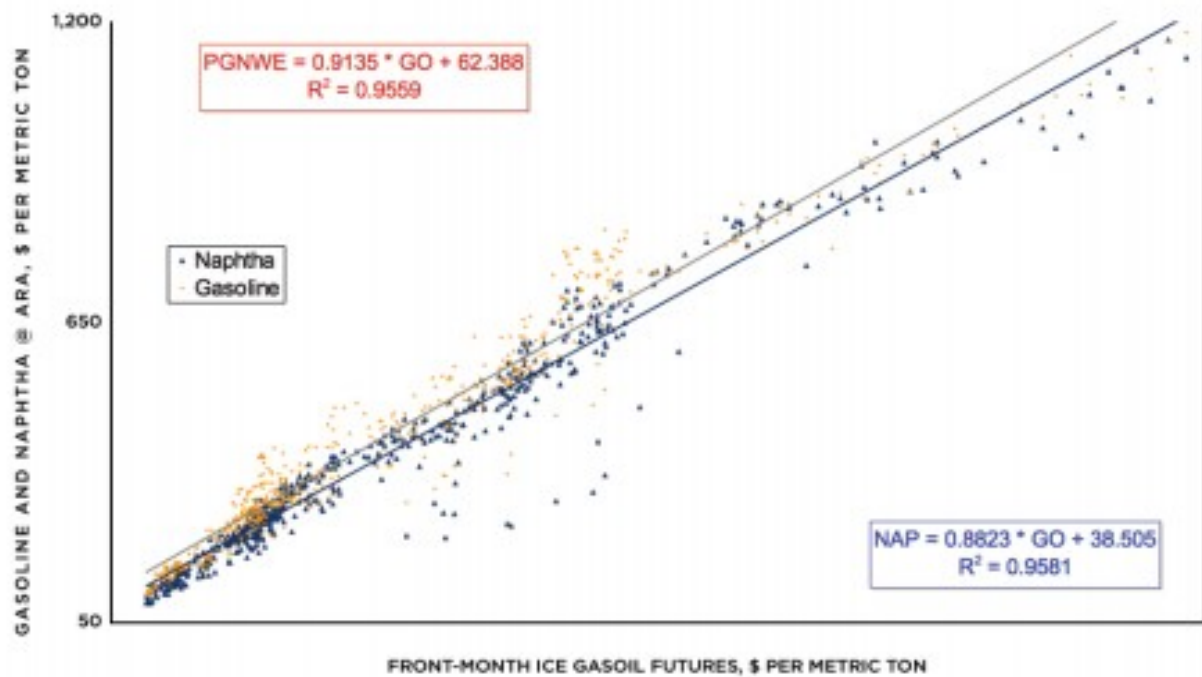
### Η μεταβλητότητα του Gasoil κατά την περίοδο κατάρρευσης των τιμών.



Source: Bloomberg

Όπως και στο ζευγάρι gasoil και heating oil, ευκαιρίες για κέρδος με την στρατηγική του pairs trading μπορούν να προκύψουν και μεταξύ του gasoil και άλλων παραγώγων του πετρελαίου, όπως η νάφθα (NAP) και το καύσιμο gasoline (PGNWE). Αυτά τα προϊόντα είναι ελαφρύτερα προϊόντα από το gasoil, έχουν μεγαλύτερη μεταβλητότητα από το gasoil και μπορούν να εκφραστούν ως μία γραμμική συνάρτηση. Έχουν hedge ratio ανάμεσα σε 0.8 και 1.2 και r-squared μεγαλύτερο 0.8.

## ARA BARGE GASOLINE AND NAPHTHA VS. GASOIL FUTURES



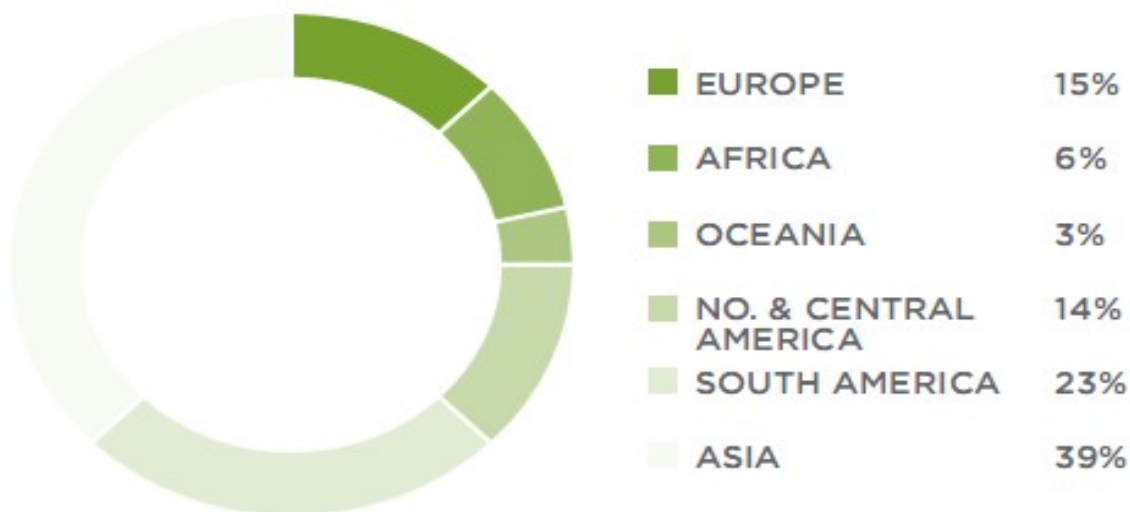
Source: Bloomberg

### 4.3. Ζάχαρη (Sugar).



Η ζάχαρη άρχισε να διαπραγματεύεται στην Νέα Υόρκη από το 1914, με τη μορφή συμβολαίων μελλοντικής εκπλήρωσης (futures). Η ζάχαρη εκτός από ένα αγαθό διατροφής αποτελεί και αγαθό ενέργειας, αφού χρησιμοποιείται στην παραγωγή της αιθανόλης. Η ζάχαρη είναι ένα φυτό που για να αναπτυχθεί χρειάζεται ζεστό κλίμα, για αυτό άλλωστε οι περιοχές με την μεγαλύτερη παραγωγή ζάχαρης, είναι η κεντρική και νότια Αμερική, νότια Ασία και η Καραϊβική. Ο πίνακας που παρατίθεται παρακάτω δείχνει την παγκόσμια παραγωγή ζάχαρης την περίοδο 2007-2008. Η παραγωγή έφθασε τα 173.835 εκατομμύρια μετρικούς τόνους.

#### Παραγωγή ζάχαρης 2007-2008



Source: F.O. Licht

Υπάρχουν διάφορα συμβόλαια διαπραγμάτευσης της ζάχαρης στην αγορά. Για αυτό τον λόγο υπάρχει μία ανισοροπία στη τιμή της ζάχαρης. Η τιμή της αμερικανικής ζάχαρης που διαπραγματεύεται με το συμβόλαιο No 14 (που θα αντικατασταθεί στην συνέχεια από το

συμβόλαιο Νο 16) έχει την διπλάσια τιμή από την ζάχαρη συμβολαίου Νο 11. Οι ευρωπαϊκές τιμές της ζάχαρης ήταν δύο με τρεις φορές υψηλότερες των παγκοσμίων τιμών με αποτέλεσμα να υπάρχει ένα μεγάλο πλεόνασμα ζάχαρης στην Ευρώπη. Οι τιμές αυτές έπεφταν μόνο από την εισαγωγή ζάχαρης από χώρες του «τρίτου» κόσμου, που οι τιμές ήταν πολύ χαμηλές.

Αυτή η διάκριση της τιμής της ζάχαρης σταμάτησε με την υιοθέτηση μιας οδηγίας από την Ευρωπαϊκή Ένωση την πρώτη Ιουλίου του 2006 που θα παραμείνει σε ισχύ μέχρι τον Σεπτέμβριο του 2015. Με βάση αυτή την οδηγία η τιμή της ζάχαρης μειώθηκε, όπως επίσης η παραγωγή και η εξαγωγή της. Πολλοί εισαγωγείς από την Μέση Ανατολή, ενώ στην αρχή εισήγαγαν επεξεργασμένη ζάχαρη, τώρα εισάγουν ακατέργαστη και την επεξεργάζονται εσωτερικά. Αυτό είχε ως αποτέλεσμα να αυξηθεί την τιμή του συμβολαίου ακατέργαστης ζάχαρης Νο 11.

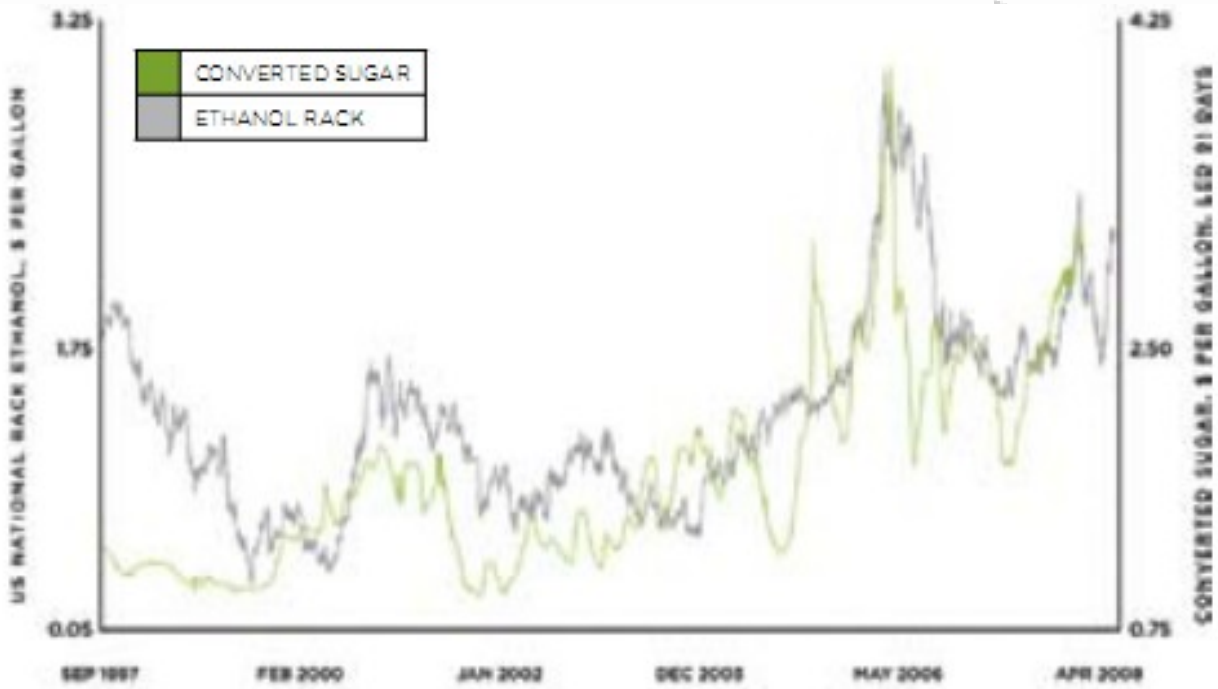
Το συμβόλαιο ζάχαρης Νο 11 είναι πάντα πιο φθηνό από τα άλλα συμβόλαια. Αυτό οφείλεται κυρίως στο ότι η ακατέργαστη ζάχαρη είναι φθηνότερη από την επεξεργασμένη. Επίσης η μεταφορά της ακατέργαστης ζάχαρης είναι φθηνότερη. Τέλος οι τοπικές αγορές πιστεύουν ότι οι τοπικοί παραγωγοί μπορούν να επεξεργαστούν καλύτερα την ζάχαρη και να δημιουργήσουν καλύτερη ποιότητα.

#### **4.3.1. Το ζεύγος διαπραγμάτευσης Ζάχαρη – Αιθανόλη.**

Η μετατροπή της ζάχαρης σε αιθανόλη αποτελεί τα τελευταία χρόνια ένα σημαντικό μέρος της διαπραγμάτευσης της ζάχαρης. Η τιμή της ζάχαρης μετριέται σε σεντς ανά λίρα και μπορεί να μετατραπεί ισάξια σε τιμή αιθανόλης, η οποία μετριέται σε δολάρια ανά γαλόνη. Η μετατροπή αυτή μπορεί να γίνει εάν πολλαπλασιάσουμε την τιμή της ζάχαρης με τον συντελεστή 0,1477. Αυτή η συνθετική αιθανόλη οδηγούσε την τιμή της αιθανόλης υψηλά, μέχρι τα μέσα του 1999. Στη συνέχεια παρατίθεται ένα διάγραμμα που δείχνει την σχέση μεταξύ της αιθανόλης και της ζάχαρης.

Εφόσον η τιμή της ζάχαρης συνδέεται με την τιμή της αιθανόλης, τότε προκύπτει και μία αυξανόμενη συσχέτιση των τιμών της ζάχαρης με τις τιμές άλλων εμπορεύσιμων αγαθών, όπως της βενζίνης και του καλαμποκιού. Αυτή η συσχέτιση αποδείχθηκε πρόσφατα το 2008. Η εξαμηνιαία συσχέτιση των αποδόσεων της ζάχαρης και του καλαμποκιού και της βενζίνης έφθασε σε πρωτοφανή επίπεδα. Η εξαμηνιαία συσχέτιση της αιθανόλης μπορεί να κινηθεί πολύ υψηλά επίσης. Εάν οι Η.Π.Α. μειώσουν τους φόρους εισαγωγής της αιθανόλης από την Βραζιλία, τότε η σχέση μεταξύ της ζάχαρης που τρώμε και της βενζίνης που καταναλώνουμε σαν ύλη καύσης, θα είναι τόσο στενή όσο ποτέ άλλοτε. Στην συνέχεια απεικονίζεται διαγραμματικά αυτή η συσχέτιση.

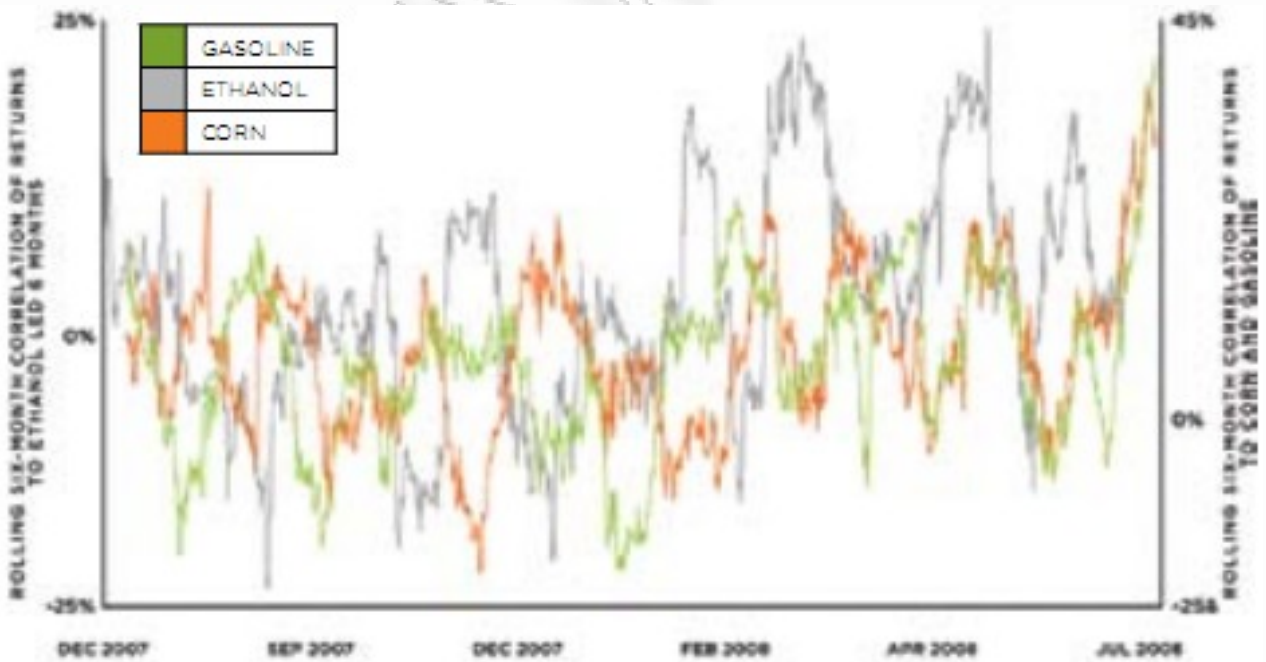
## Αιθανόλη σε σύγκριση με τη ζάχαρη



Source: F.O. Licht

## Συσχέτιση ζάχαρης – αιθανόλης – καλαμποκιού

Δεκ 07 – Ιουλ 08



Source: Bloomberg



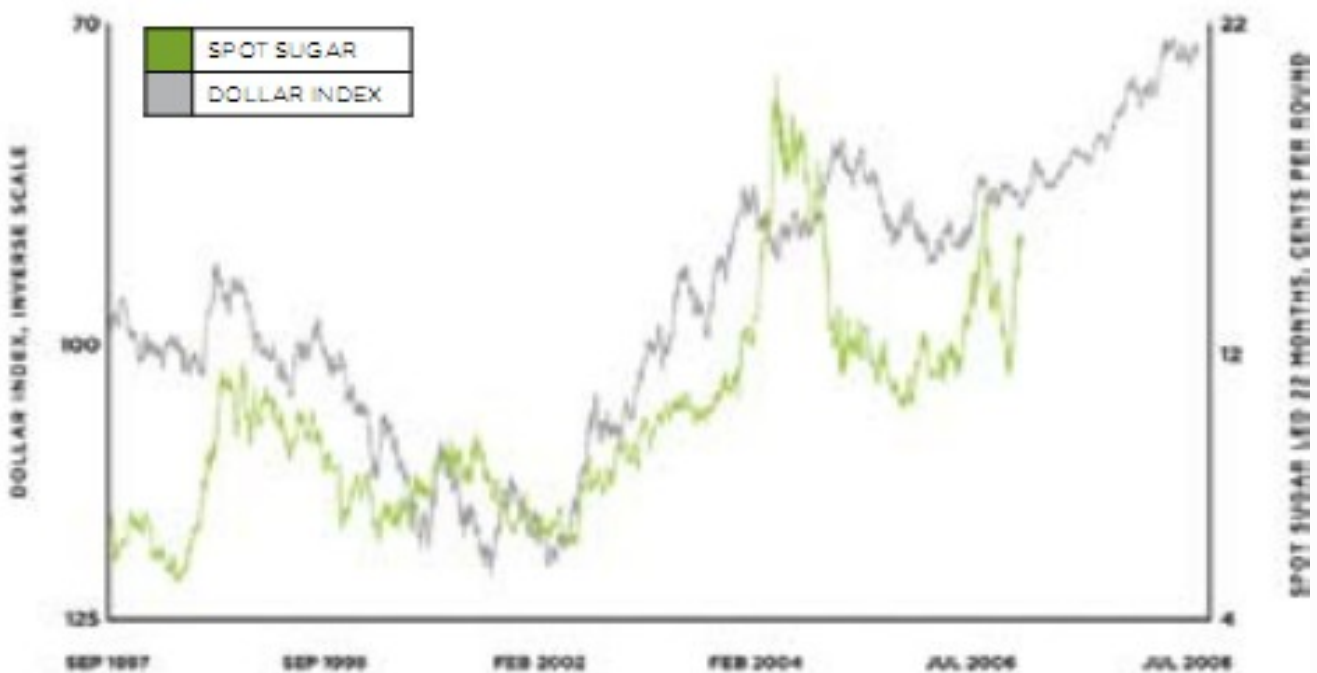
### 4.3.2. Σύνδεση της Ζάχαρης U.S. Dollar Index

Η ζάχαρη όπως και πολλά αγαθά (commodities) τιμολογείται σε δολάρια Αμερικής. Αυτό δημιουργεί ένα συναλλαγματικό κίνδυνο για τους παραγωγούς που μπορεί ενώ τα έξοδα τους να είναι σε νόμισμα που ισχυροποιείται έναντι του δολαρίου, όμως τα έσοδα τους να είναι σε δολάρια.

Τα συμβόλαια μελλοντικής εκπλήρωσης του δείκτη U.S. Dollar Index (USDIX) αποτελούν ένα αξιόπιστο τρόπο για την αποφυγή μεγάλων απωλειών από την μείωση του δολαρίου σε σχέση με άλλα νομίσματα.

Η σύνδεση αυτή της ζάχαρης με το δολάριο αποτελεί ένα εργαλείο για τους παραγωγούς που θέλουν να εφαρμόσουν την τεχνική του hedging, αλλά και ένα τρόπο κερδοφορίας για τους επενδυτές που θέλουν να εφαρμόσουν την τεχνική του pairs trading. Όπως θα δούμε και στην συνέχεια διαγραμματικά το spread μεταξύ της ζάχαρης και του δείκτη αυτού άλλοτε συγκλίνει και άλλοτε αποκλίνει δίνοντας ευκαιρίες για κέρδος. Εάν υπολογισθεί μία μέση τιμή του spread, τότε κάθε φορά που θα αποκλίνει το ζευγάρι θα παίρνουμε θέσεις long / short και κάθε φορά που θα συγκλίνει θα κλείνουμε τις θέσεις.

### Σχέση δολαρίου και ζάχαρης



Source: Bloomberg

### 4.3.3. Το ζευγάρι διαπραγμάτευσης Sugar No 11 και Sugar No 16.

Η ζάχαρη στην αγορά των συμβολαίων μελλοντικής εκπλήρωσης διαπραγματεύεται με δύο συμβόλαια, το συμβόλαιο Sugar No 11 και Sugar No 16. Το συμβόλαιο Sugar No 11 αφορά την ακατέργαστη ζάχαρη και το συμβόλαιο Sugar No 16 την επεξεργασμένη ζάχαρη. Η επεξεργασμένη ζάχαρη, για ευνόητους λόγους, διαπραγματεύεται σε υψηλότερη τιμή από την ακατέργαστη ζάχαρη. Παρόλο αυτά τα τελευταία χρόνια, για λόγους που ήδη έχουν αναλυθεί, η τιμή της ακατέργαστης ζάχαρης έχει αυξηθεί. Αυτό το ζεύγος αποτελεί ένα κάλο «εργαλείο» για τον κερδοσκόπο επενδυτή που επιθυμεί να παράγει κέρδος με την εφαρμογή της μεθόδου του “pairs trading”. Σχεδόν πάντοτε η τιμή του συμβολαίου Sugar No 16 είναι υψηλότερη από την τιμή του συμβολαίου Sugar No 11, αλλά η μέση τιμή του spread των δύο συμβολαίων δεν είναι ίδια. Πολλές φορές συγκλίνει, όταν η τιμή του “future” Sugar No 11 αυξάνει, όπως συμβαίνει τα τελευταία χρόνια με αποτέλεσμα να δημιουργούνται ευκαιρίες για “pairs trading”.

Στο διάγραμμα που παρατίθεται στη συνέχεια μπορούμε να διακρίνουμε την αυξητική πορεία της ποσότητας διαπραγμάτευσης του “future” Sugar No 11. Παρατηρούμε ότι το ενδιαφέρον για την διαπραγμάτευση αυτών των συμβολαίων αυξάνει συνεχώς με τη πάροδο του χρόνου.

### Η μακροχρόνια επιτυχία του Future Sugar No 11



Source: CRB-Infotech CD-ROM

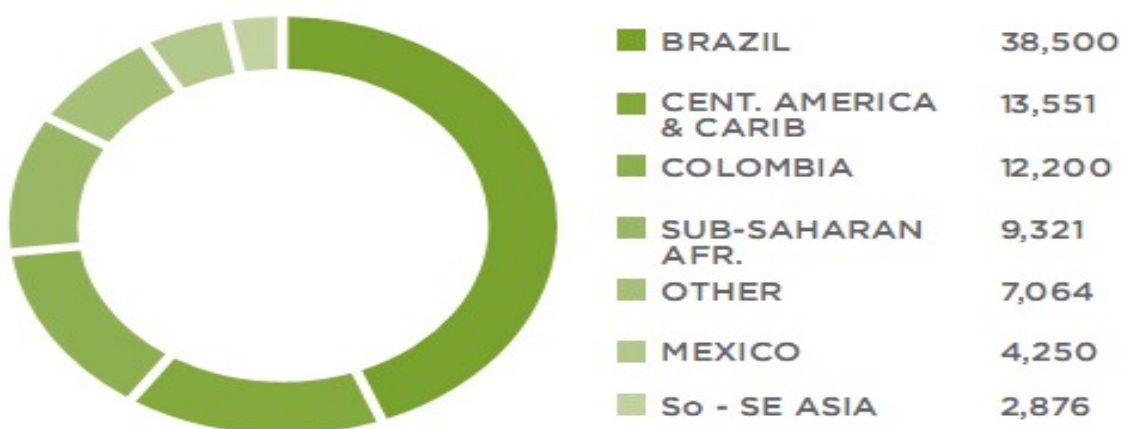
#### 4.4.Καφές (Coffee).



Ο καφές ως συμβόλαιο μελλοντικής εκπλήρωσης (future) διαπραγματεύεται στην αγορά της Νέας Υόρκης από το 1882. Πρώτα διαπραγματευόταν στον Exchange of New York, στην συνέχεια στον New York Board of Trade, τώρα στον ICE Futures U.S. και συμβολίζεται ως Coffee "C".

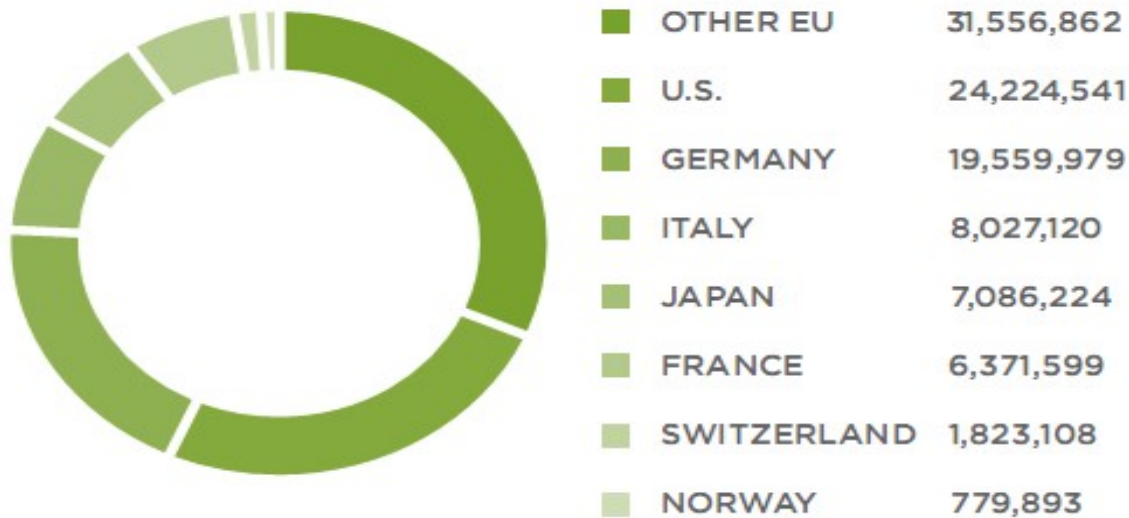
Οι κύριες εισαγωγικές χώρες του καφέ είναι οι χώρες του OECD (Organization for Economic Cooperation and Development) αφού αυτές δεν παράγουν σχεδόν καθόλου καφέ. Σε αντίθεση με τα άλλα διαπραγματεύσιμα αγαθά, όπως η ζάχαρη, το βαμβάκι και ο παγωμένος συμπυκνωμένος χυμός πορτοκαλιού, η επιδότηση της παραγωγής και της εξαγωγής του καφέ είναι απύσχα από τα διεθνή φόρουμ διαπραγμάτευσης. Αυτό καθιστά την παγκόσμια διαπραγμάτευση και την τιμή του καφέ να παραμένει ανθεκτική στην παγκόσμια οικονομία. Στην συνέχεια παρατίθενται διαγραμματικά οι κύριες χώρες εξαγωγής του καφέ και οι κύριες χώρες εισαγωγής.

#### Χώρες εξαγωγής του καφέ Arabica (60 κιλά ανά σάκο) περίοδος 2008-2009



Source: U.S. Department of Agriculture

## Χώρες εισαγωγής του καφέ Arabica (60 κιλά ανά σάκο) περίοδος 2007



Source: International Coffee Organization

Η τιμή του καφέ στη διάρκεια του χρόνου έχει αποκτήσει μεγάλη μεταβλητότητα (volatility). Οι λόγοι που κάνουν το καφέ να έχει υψηλό “volatility” οφείλονται στο ότι είναι ευπαθή στις καιρικές συνθήκες, όπως βέβαια και τα άλλα αγαθά, αλλά και στην είσοδο νέων χωρών εξαγωγής, όπως το Βιετνάμ στα τέλη του 1999, που εξήγαν καφέ σε πολύ χαμηλότερη τιμή. Η υψηλή μεταβλητότητα του συμβόλαιου μελλοντικής εκπλήρωσης coffee “C” το καθιστούν ως το αγαπημένο συμβόλαιο διαπραγμάτευσης των επενδυτών (day – traders) της αγοράς αυτής. Στο παρακάτω διάγραμμα φαίνεται αυτή η υψηλή μεταβλητότητα του καφέ τα τελευταία 40 περίπου χρόνια.

## Η υψηλή μεταβλητότητα της τιμής του καφέ

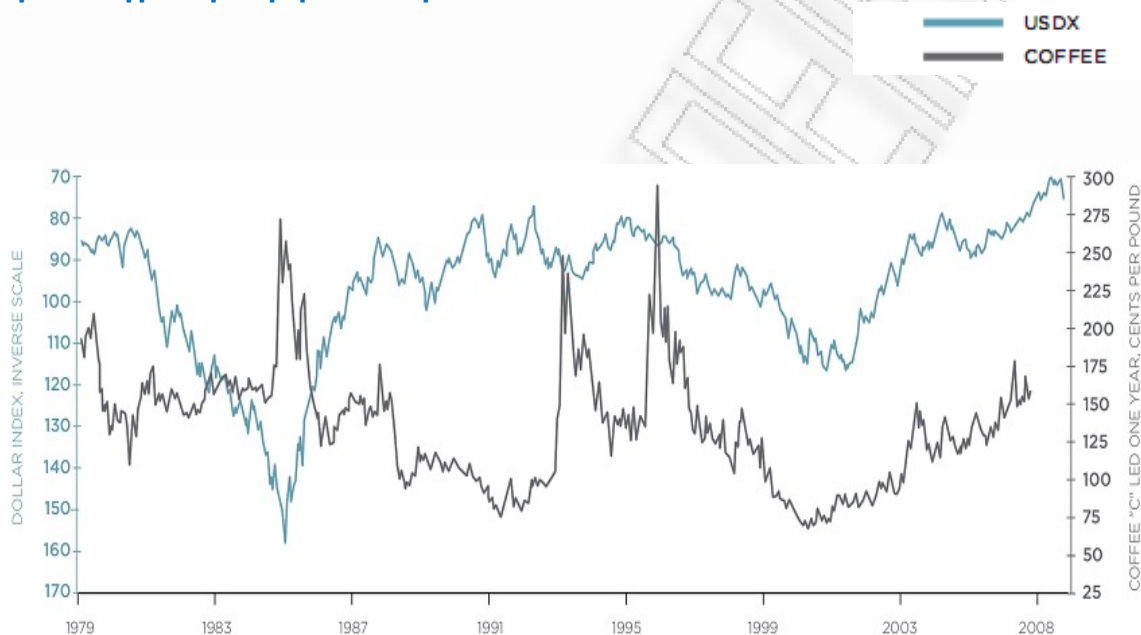


Source: CRB-Infotech CD-ROM

#### 4.4.1. Σχέση του Καφέ με τον U.S. Dollar Index

Ο καφές, όπως και τα άλλα αγαθά (commodities) που διαπραγματεύονται στην παγκόσμια αγορά, διαπραγματεύεται σε τιμές δολαρίου. Επομένως είναι φυσικό να υπάρχει μία έντονη σχέση μεταξύ του καφέ και του δολαρίου. Εάν συγκρίνουμε τον ICE U.S. Dollar Index® (USDIX®) με το Coffee “C” σε μεγάλη διάρκεια χρόνου, παρατηρούμε ότι ο δείκτης ICE U.S. Dollar καθοδηγεί το future του καφέ Coffee “C”. Στα παρακάτω διαγράμματα φαίνεται έντονα αυτή η σχέση καφέ/δολαρίου.

#### Το δολάριο οδηγεί την τιμή του καφέ



Source: CRB-Infotech CD-ROM



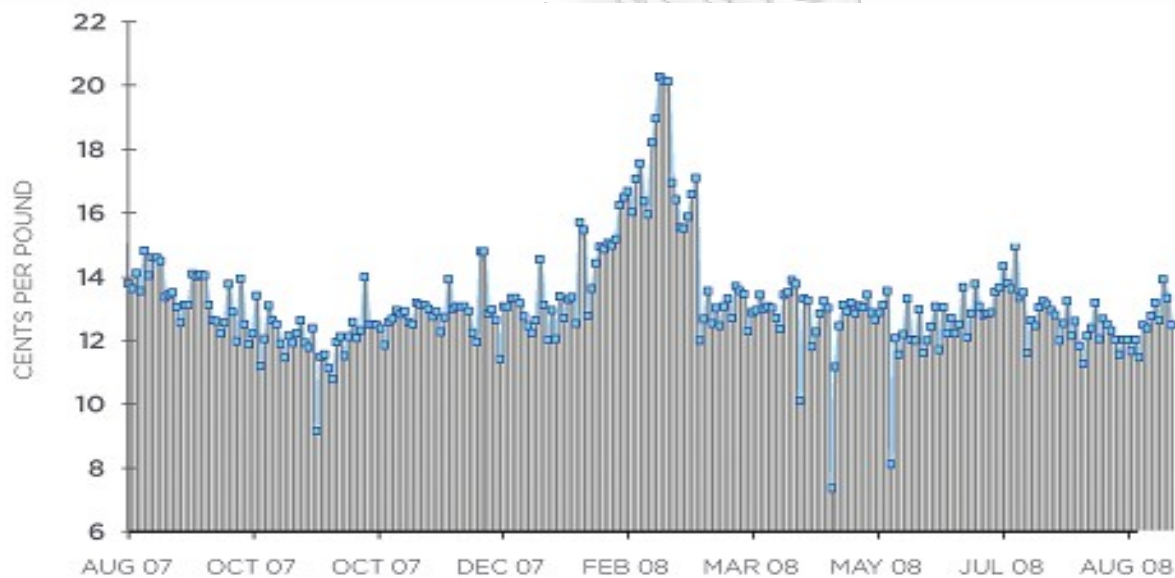
Source: CRB-Infotech CD-ROM

Με βάση αυτή τη σχέση, όπως φαίνεται και στα διαγράμματα, ένας επενδυτής μπορεί να εκμεταλλευτεί την διαφορά του spread στη διάρκεια του χρόνου, εφαρμόζοντας την τεχνική του “pairs trading” και να επιτύχει κέρδος.

Εκτός αυτής της σχέσης, οι επενδυτές μπορούν να εκμεταλλευτούν και τα διαφορετικά συμβόλαια διαπραγμάτευσης του καφέ. Υπάρχουν πολλά ήδη καφέ και πολλές ποικιλίες. Εξαιτίας αυτού, οι επενδυτές μπορούν να διαπραγματευτούν “futures” του καφέ με άλλα. Δηλαδή να διαπραγματευτούν τα spread που δημιουργούνται μεταξύ δύο κυρίως ζευγαριών συμβολαίων μελλοντικής εκπλήρωσης, του συμβολαίου ICE Futures U.S. Coffee “C” με το συμβόλαιο Brazilian Bolsa de Mercadorias & Futuros (BMF) International Arabica και του ζευγαριού, ICE Futures U.S. Coffee “C” με το συμβόλαιο London International Financial Futures (LIFFE) Robusta. Διαγραμματικά απεικονίζονται στην συνέχεια τα arbitrage αυτών των δύο ζευγαριών.

### The New York – Sao Paulo Arbitrage (long ICE Dec 08, short BMF Dec 08)

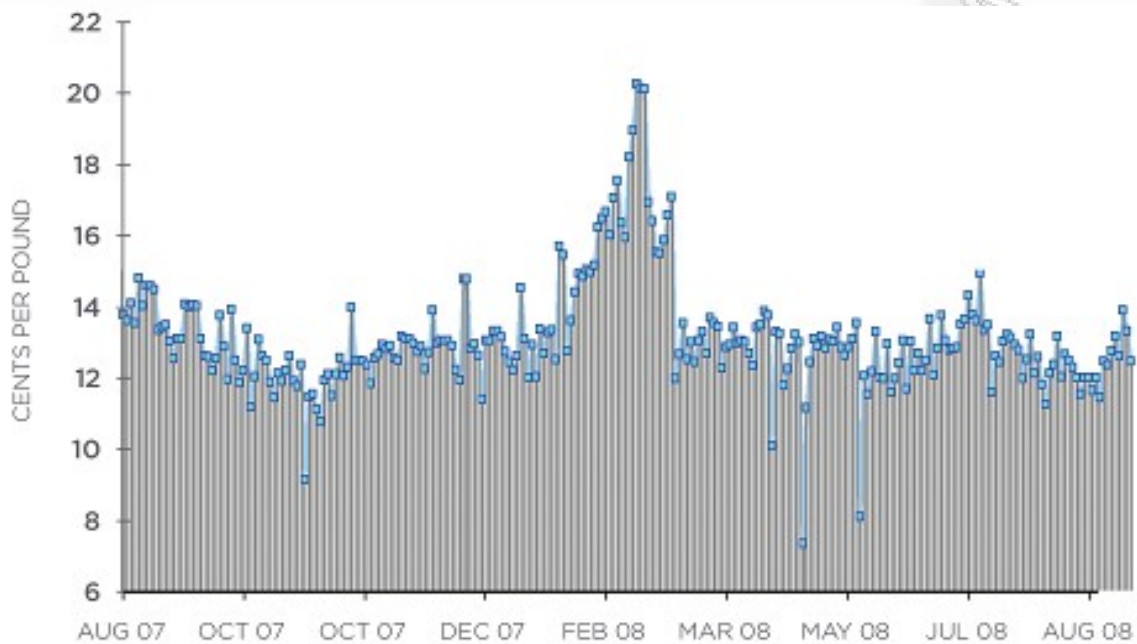
Aug07–Aug08



Source: Bloomberg

The New York – London Arbitrage  
(long ICE Dec 08, short LIFFE Nov 08)

Aug07–Aug08



Source: Bloomberg

Παρατηρούμε δηλαδή ότι ο καφές, όπως και η ζάχαρη που αναλύθηκε προηγουμένως, αλλά όπως και τα άλλα commodities, δίνουν σημαντικές ευκαιρίες για την εφαρμογή της στρατηγικής του “pairs trading”. Στα commodities ο επενδυτής έχει την δυνατότητα να σχηματίσει πολλά ζεύγη για να εφαρμόσει την στρατηγική. Είτε να συνδυάσει futures αγαθών με άλλα futures διαφορετικής φύσης αγαθού, είτε τα futures των αγαθών με συναλλαγματικούς δείκτες, κύριος το δείκτη δολαρίου, είτε να συνδυάσει futures αγαθών της ίδιας φύσης, όπως για παράδειγμα τα future του καφέ.

## Βιβλιογραφία

Gatev, E.G., Goetzmann, W.N. and Rouwenhorst, K.G., Pairs trading: performance of a relative average arbitrage rule. NBER Working Paper 7032, National Bureau of Economic Research Inc., 1999. Available online at: <http://www.nber.org/papers/w7032>.

Nath, P., 2003, High Frequency Pairs Trading with U.S Treasury Securities: Risks and Rewards for Hedge Funds, working paper (London Business School)

Vidyamurthy, G., 2004, Pairs Trading, Quantitative Methods and Analysis, John Wiley & Sons, Canada

Arlen David Schmidt Supervisor: Dr Maxwell Stevenson University of Sydney Finance Honours Thesis November 2008 Pairs trading a co integration approach

Gatev, E.G., W. N. Goetzmann, and K. G. Rouwenhorst, 2006, Pairs Trading: Performance of a Relative-Value Arbitrage Rule, Review of Financial Studies 19, 797–827.

Elliott, R.J. and Krishnamurthy, V., New finite-dimensional filters for parameter estimation of discrete-time linear Gaussian models. IEEE Transactions of Automatic Control, 1999, 44, 938–951.

Ross, S., 1976, The Arbitrage Theory of Capital Asset Pricing, Journal of Economic Theory 13, pp. 341-360

LOSS PROTECTION IN PAIRS TRADING THROUGH MINIMUM PROFIT BOUNDS: A COINTEGRATION APPROACH

YAN-XIA LIN, MICHAEL McCRAE, AND CHANDRA GULATI Hindawi Publishing Corporation Journal of Applied Mathematics and Decision Sciences Volume 2006, Article ID 73803, Pages 1–14 DOI 10.1155/JAMDS/2006/73803



The Application of Pairs Trading to Energy Futures Markets The Application of Pairs Trading to Energy Futures Markets Chair of Econometrics, Statistics and Mathematical Finance, School of Economics and Business Engineering University of Karlsruhe and KIT, Department of Statistics and Applied Probability University of California, Santa Barbara and Chief-Scientist, FinAnalytica INC

Frank J. Fabozzi Yale School of Management

July 5, 2008

FANETZHMOTEPAA

## Πηγές

[www.theice.com](http://www.theice.com)

[www.321energy.com](http://www.321energy.com)

[www.bloomberg.com](http://www.bloomberg.com)

[www.oil-price.net](http://www.oil-price.net)

CRB – Infotech

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΡΠΑ