

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΩΣ



ΤΜΗΜΑ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗΣ ΚΑΙ ΑΣΦΑΛΙΣΤΙΚΗΣ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ

**ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΣΠΟΥΔΩΝ
ΣΤΗΝ ΑΝΑΛΟΓΙΣΤΙΚΗ ΕΠΙΣΤΗΜΗ ΚΑΙ
ΔΙΟΙΚΗΤΙΚΗ ΚΙΝΔΥΝΟΥ**

**ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΟΥ ΚΑΙ
ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟΥ ΚΙΝΔΥΝΟΥ**

Ρουμελιώτης Ε. Δημήτριος

A.M. ΜΑΕ/10023

Επιβλέπων μέλος ΔΕΠ : Πανοπούλου Αικατερίνη

**Βαθμίδα: Επίκουρος Καθηγήτρια στο τμήμα Στατιστικής και
Ασφαλιστικής Επιστήμης**

**Διπλωματική Εργασία που υποβλήθηκε στο
Τμήμα Στατιστικής και Ασφαλιστικής Επιστήμης του
Πανεπιστημίου Πειραιώς ως μέρος των απαιτήσεων για την απόκτηση του
Μεταπτυχιακού Διπλώματος Ειδίκευσης στην Αναλογιστική Επιστήμη και
Διοικητική Κινδύνου**

**Πειραιάς
Οκτώβριος 2012**

Πανεπιστήμιο Πειραιώς

UNIVERSITY OF PIRAEUS



**DEPARTMENT OF STATISTICS
AND INSURANCE SCIENCE**

**POSTGRADUATE PROGRAM IN
ACTUARIAL SCIENCE
AND RISK MANAGEMENT**

**ENVIRONMENTAL AND ENERGY
RISK MANAGEMENT**

By

Roumeliotis E. Dimitrios

MAE/10023

Supervisor: Ekaterini Panopoulou

**Position: Assistant Professor in the Department of Statistics and
Insurance Science**

MSc Dissertation submitted to the
Department of Statistics and Insurance Science of the
University of Piraeus in partial fulfilment of the requirements for the
degree of Master of Science in Actuarial Science and
Risk Management

Piraeus, Greece
October 2012

Πανεπιστήμιο Πειραιώς

Στη μνήμη της θείας μου Ξένης

Πανεπιστήμιο Πειραιώς

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Με μεγάλη χαρά, θα ήθελα να εκφράσω τις ευχαριστίες μου για την άψογη συνεργασία και την αμέριστη βοήθεια που είχα από την υπεύθυνη καθηγήτρια κα. Πανοπούλου Αικατερίνη (Επίκουρος Καθηγήτρια). Ως επιβλέπων, με υπομονή και μακροθυμία, μου έδωσε τις βάσεις και ταυτόχρονα τις κατευθυντήριες γραμμές για να ξεπεράσω οποιαδήποτε δυσκολία κατά τη διάρκεια της συγγραφής της διπλωματικής μου εργασίας, Ταυτόχρονα, οφείλω να τονίσω την συμβολή των καθηγητών που στελεχώνουν το Μεταπτυχιακό Πρόγραμμα, οι οποίοι στο σύνολο τους, συνέβαλλαν στην γνωστική μου εξέλιξη. Όμως, τη σημαντικότερη και προπάντων ανεκτίμητη βοήθεια, μου την χάρισε ανιδιοτελώς το στενό οικογενειακό μου περιβάλλον, η σύντροφός μου και οι φίλοι μου, οι οποίοι στάθηκαν δίπλα μου ηθικά και ψυχολογικά, βοηθώντας με να ξεπεράσω κάθε εμπόδιο.

Πανεπιστήμιο Πειραιώς

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ.....	7
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ ΚΑΙ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ	9
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΑΚΡΩΝΥΜΩΝ ΚΑΙ ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΩΝ	11
ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	15
ABSTRACT	17
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗ ΑΓΟΡΑ.....	19
1.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	19
1.2 ΑΝΑΓΝΩΡΙΣΗ ΤΟΥ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΟΣ	20
1.3 ΤΙ ΕΙΝΑΙ ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΑΛΛΑΓΗ.....	21
1.4 ΠΡΙΝ ΚΑΙ ΜΕΤΑ ΤΟ ΚΙΟΤΟ.....	24
1.4.1 Ο δρόμος προς τις αγορές.....	24
1.4.2 Το Πρωτόκολλο του Κιότο.....	27
1.4.3 Η κατάσταση μετά το Πρωτόκολλο του Κιότο.....	30
1.5 Η ΣΤΑΣΗ ΤΩΝ ΜΕΓΑΛΩΝ ΡΥΠΑΝΤΩΝ.....	31
1.5.1 Ευρωπαϊκή Ένωση και EU ETS.....	32
1.5.2 Η κατάσταση στις ΗΠΑ και τον Καναδά.....	35
1.5.3 Αυστραλία και New South Wales Greenhouse Gas Reduction Scheme.....	37
1.5.4 Ιαπωνία και Japan Voluntary Emissions Trading Scheme	39
1.6 Η ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ	40
1.7 ΤΑ ΣΗΜΑΝΤΙΚΟΤΕΡΑ ΧΡΗΜΑΤΙΣΤΗΡΙΑ ΡΥΠΩΝ ΠΑΓΚΟΣΜΙΩΣ	42
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΓΟΡΑ	47
2.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	47
2.2 Η ΔΙΑΠΡΑΓΜΑΤΕΥΣΗ ΤΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΜΕΣΑ ΣΤΟ ΧΡΟΝΟ	47
2.3 ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΑ ΧΡΗΜΑΤΙΣΤΗΡΙΑ ΚΑΙ Η ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΟΥΣ.....	48
2.4 OVER-THE-COUNTER ΑΓΟΡΑ ΠΑΡΑΓΩΓΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ..	51
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΟΥ ΚΙΝΔΥΝΟΥ.....	57
3.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	57
3.2 ΕΜΠΕΙΡΙΚΕΣ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΟΥ ΚΙΝΔΥΝΟΥ.....	57
3.3 ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΚΑΙ ΠΕΡΙΓΡΑΦΙΚΑ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΚΙΝΔΥΝΟΥ ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΩΝ ΜΕΤΑΒΛΗΤΩΝ	60
3.3.1 Ανάλυση παλινδρόμησης και αποτελέσματα με ενεργειακές μεταβλητές ..	64
3.4 ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΚΑΙ ΠΕΡΙΓΡΑΦΙΚΑ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΚΙΝΔΥΝΟΥ ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΜΑΚΡΟΟΙΚΟΝΟΜΙΚΩΝ ΚΑΙ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΩΝ ΔΕΙΚΤΩΝ	66

3.4.1 Ανάλυση παλινδρόμησης και αποτελέσματα με μακροοικονομικές και ενεργειακές μεταβλητές.....	72
3.5 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΟΥ ΚΙΝΔΥΝΟΥ	74
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟΥ ΚΙΝΔΥΝΟΥ	75
4.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	75
4.2 Η ΜΕΤΑΒΛΗΤΟΤΗΤΑ ΤΩΝ ΤΙΜΩΝ ΚΑΙ Η ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΟΥ ΚΙΝΔΥΝΟΥ ΣΤΟΝ ΤΟΜΕΑ ΤΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΓΟΡΑΣ	75
4.3 ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΗ VALUE AT RISK ΑΝΑΛΥΣΗ	77
4.4 ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΕΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΤΟΥ VAR	78
4.4.1 Μέθοδος Διακύμανσης - Συνδιακύμανσης.....	79
4.4.2 Μέθοδος RiskMetrics	80
4.4.3 ARCH μοντέλα.....	80
4.4.4 Μέθοδος Ιστορικής Προσομοίωσης.....	81
4.4.5 Μέθοδος Monte Carlo Προσομοίωσης.....	83
4.5 BACKTESTING.....	83
4.5.1 Υλοποίηση του Backtesting.....	84
4.6 ΕΜΠΕΙΡΙΚΕΣ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΗΣ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑΣ VAR.....	85
4.7 ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΚΑΙ ΠΕΡΙΓΡΑΦΙΚΑ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΣΤΗΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΚΙΝΔΥΝΟΥ	89
4.8 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΤΩΝ ΜΕΘΟΔΩΝ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ ΤΩΝ ΜΟΝΤΕΛΩΝ ΠΟΥ ΒΑΣΙΖΟΝΤΑΙ ΣΤΗ VaR ΑΝΑΛΥΣΗ.....	91
4.9 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟΥ ΚΙΝΔΥΝΟΥ	97
4.10 ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟΥ ΚΙΝΔΥΝΟΥ ΜΕΣΩ ΚΑΤΑΜΕΡΙΣΜΟΥ ΤΟΥ ΚΙΝΔΥΝΟΥ.....	100
ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	103
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	105

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ ΚΑΙ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ

Διάγραμμα 1.1 Συγκέντρωση διοξειδίου του άνθρακα και μεθανίου στην ατμόσφαιρα.....	23
Διάγραμμα 1.2 Όγκος συναλλαγών EUA & CER FUTURES & OPTIONS στο ICE ECX.....	44
Διάγραμμα 1.3 Ιστορικές τιμές EUA & CER FUTURES στο ICE ECX.....	44
Διάγραμμα 2.1 Ιστορικές futures τιμές φυσικού αερίου ηπειρωτικής Ευρώπης, Title Transfer Facility (TTF), NetConnect Germany (NCG)	55
Διάγραμμα 2.2 Ιστορικές futures τιμές coal	55
Διάγραμμα 2.3 Ιστορικές futures τιμές New York Harbor και No.2 Heating Oil.....	56
Διάγραμμα 2.4 Ιστορικές futures τιμές WTI και Brent	56
Διάγραμμα 3.1 Μηνιαίες τιμές από το Φεβρουάριο του 2008 έως το Δεκέμβριο του 2011.....	63
Διάγραμμα 3.2 Μηνιαίες λογαριθμικές αποδόσεις από το Φεβρουάριο του 2008 έως το Δεκέμβριο του 2011.....	63
Διάγραμμα 3.3 Μηνιαίες τιμές από τον Αύγουστο του 2008 έως και το Μάιο του 2012	70
Διάγραμμα 3.4 Μηνιαίες λογαριθμικές αποδόσεις από τον Αύγουστο του 2008 έως και το Μάιο του 2012.....	71
Διάγραμμα 4.1 Ποσοτικοποίηση του VaR χρησιμοποιώντας τη συνάρτηση πυκνότητας πιθανότητας των αποδόσεων	78
Διάγραμμα 4.2 Γραφική απεικόνιση Backtesting του VaR.....	85
Διάγραμμα 4.3 Ημερήσιες τιμές, αποδόσεις και διακυμάνσεις από τις 20 Μαΐου 1987 έως τις 5 Ιουνίου 2012.....	90
Διάγραμμα 4.4 Γραφική απεικόνιση Backtesting του VaR για το WTI.....	98
Διάγραμμα 4.5 Γραφική απεικόνιση Backtesting του VaR για το Brent.....	99
Διάγραμμα 4.6 Καταμερισμός του κινδύνου τιμών.....	101
Πίνακας 1.1 Global Warming Potential.....	24
Πίνακας 1.2 Καταμερισμός μείωσης αερίων του θερμοκηπίου εντός της ΕΕ.....	33
Πίνακας 1.3 Συνολικά Δικαιώματα CO ₂ στην Ελλάδα, 2008 - 2012.....	41
Πίνακας 3.1 Συσχέτιση μεταξύ του EUA και των μεταβλητών της ενέργειας μετασχηματισμένων σε λογαριθμικές αποδόσεις.....	62
Πίνακας 3.2 Συσχέτιση μεταξύ του CER και των μεταβλητών της ενέργειας μετασχηματισμένων σε λογαριθμικές αποδόσεις.....	62
Πίνακας 3.3 Αποτελέσματα παλινδρόμησης με εξαρτημένη μεταβλητή το EUA	64
Πίνακας 3.4 Αποτελέσματα παλινδρόμησης με εξαρτημένη μεταβλητή το CER	65
Πίνακας 3.5 Συσχέτιση μεταξύ του EUA και των μακροοικονομικών μεταβλητών μετασχηματισμένων σε λογαριθμικές αποδόσεις.....	69
Πίνακας 3.6 Συσχέτιση μεταξύ του CER και των μακροοικονομικών μεταβλητών μετασχηματισμένων σε λογαριθμικές αποδόσεις.....	69
Πίνακας 3.7 Αποτελέσματα παλινδρόμησης με μακροοικονομικές και ενεργειακές μεταβλητές με εξαρτημένη μεταβλητή το EUA	72
Πίνακας 3.8 Αποτελέσματα παλινδρόμησης με μακροοικονομικές και ενεργειακές μεταβλητές με εξαρτημένη μεταβλητή το CER	73
Πίνακας 4.1 Περιγραφικά στατιστικά στοιχεία των αποδόσεων WTI και Brent	91
Πίνακας 4.2 Περιγραφικά στατιστικά στοιχεία του VaR για το WTI και αποτελέσματα των τεστ σε 95% επίπεδο εμπιστοσύνης.....	93
Πίνακας 4.3 Περιγραφικά στατιστικά στοιχεία του VaR για το WTI και αποτελέσματα των τεστ σε 99% επίπεδο εμπιστοσύνης.....	94

Πίνακας 4.4 Περιγραφικά στατιστικά στοιχεία του VaR για το Brent και αποτελέσματα των τεστ σε 95% επίπεδο εμπιστοσύνης.....	95
Πίνακας 4.5 Περιγραφικά στατιστικά στοιχεία του VaR για το Brent και αποτελέσματα των τεστ σε 99% επίπεδο εμπιστοσύνης.....	96

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΑΚΡΩΝΥΜΩΝ ΚΑΙ ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΩΝ

ΑΕΠ Ακαθάριστο Εθνικό Προϊόν
ΕΕ Ευρωπαϊκή Ένωση
ΟΟΣΑ Οργανισμός Οικονομικής Συνεργασίας και Ανάπτυξης
ΟΠΕΚ Οργανισμός Εξαγωγών Πετρελαιοπαραγωγών Χωρών
ΣΜΕ Συμβόλαια Μελλοντικής Εκπλήρωσης
ΧΑΑ Χρηματιστήριο Αξιών Αθηνών

ACX Australian Climate Exchange
APO Average Price Option
APX Australian Pacific Exchange
AR4 Fourth Assessment Report
ARCH AutoRegressive Conditional Heteroskedasticity
BLF Binary Loss Function
CARB California Air Resources Board
CCFE Chicago Climate Futures Exchange
CCX Chicago Climate Exchange
CDM Clean Development Mechanism
CER Certified Emissions Reduction
CFMA Commodity Futures Modernization Act
CLIMEX Climate Exchange Alliance
CME Chicago Mercantile Exchange
COMEX Commodity Exchange
COP 3 Third Conferences of the Parties
CRC Carbon Reduction Commitment
CSAPR Cross-State Air Pollution Rule
CU Carbon Unit
DME Dubai Mercantile Exchange
ECX European Climate Exchange
EEX European Energy Exchange
EIA Energy Information Administration
ERU Emission Reduction Unit
EU European Union
EU ETS EU Emissions Trading System
EUA EU Allowance
EUAA EU Aviation Allowance
EWMA Exponentially Weighted Moving Average
EXAA Energy Exchange Austria
FAVAR Factor – Augmented Vector Autoregression
FIA Futures Industry Associations
GARCH Generalized AutoRegressive Conditional Heteroskedasticity
GCF Green Climate Fund
GHG Greenhouse Gas
GME Gestore Mercato Electrico
HSAF Historical Simulation ARMA Forecasting
IGARCH Integrated GARCH
IGY International Geophysical Year
IPCC Intergovernmental Panel on Climate Change

IPE International Petroleum Exchange
JI Joint Implementation
JV ETS Japan Voluntary Emissions Trading Scheme
MCeX Montreal Climate Exchange
MGGRA Midwestern Greenhouse Gas Reduction Accord
NA 2050 North America 2050
NAP National Allocation Plans
NECX Northeastern Climate Exchange
NGAC New South Wales Greenhouse Abatement Certificate
NSW GGAS New South Wales Greenhouse Gas Reduction Scheme
NYCX New York Climate Exchange
NYMEX New York Mercantile Exchange
NYSE New York Stock Exchange
NYX NYSE Euronext
NZ ETS New Zealand Emissions Trading Scheme
OECD Organisation for Economic Cooperation and Development
OPEC Organization of the Petroleum Exporting Countries
OQD Oman Crude Oil
OTC Over-the-Counter
P/L Profit/ Loss
RGGI Regional Greenhouse Gas Initiative
Saitama ETS Saitama Emissions Trading Scheme
SGX Singapore Exchange
SHFE Shanghai Futures Exchange
Swiss ETS Swiss Emissions Trading Scheme
T-CAT Tokyo Cap and Trade
TCI Transportation Climate Initiative
TMG Tokyo Metropolitan Government
Tocom Tokyo Commodity Exchange
Tokyo ETS Tokyo Emissions Trading Scheme
UNCED United Nations Conference on Environment and Development
UNEP UN Environment Programme
UNFCCC United Nations Framework Convention on Climate Change
VAR Vector Autoregressive
VaR Value at Risk
VCS Voluntary Carbon Standard
VER Verified Emission Reduction
WCI Western Climate Initiative
WMO World Meteorological Organization
WTI West Texas Intermediate

CFC χλωροφθοράνθρακας

CH₄ μεθάνιο

CO₂ διοξείδιο του άνθρακα

HFC υδροφθοράνθρακας

N₂O πρωτοξείδιο του αζώτου

PFC υπερφθοριωμένος υδρογονάνθρακας

SF₆ εξαφθοριούχο θείο

tCO₂e ένας τόνος ισοδύναμου CO₂

BCI EU Business Climate Indicator

DJESOGEI Dow Jones Euro Stoxx Oil and Gas Energy Index

DJIA Dow Jones Industrial Average
EPI Energy Price Index
ESI EU Economic Sentiment Index
IPIEN17 Industrial Production Index, MIG Energy – NAVE Rev2
MPI Manufacturing Production Index
OCOP Opec Crude Oil Production
SPGSCI Standard & Poor's Goldman Sachs Commodity Indicator Total Return
UIPI US Industrial Production Index
Y3M YIELD 3 MONTH
ZCYCSR Zero Coupon Yield Curve Spot Rate

Πανεπιστήμιο Πειραιώς

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στα πλαίσια μείωσης των εκπομπών CO₂, της αποφυγής της κλιματικής αλλαγής και της υπερθέρμανσης του πλανήτη, το 1997 υπογράφηκε το Πρωτόκολλο του Κιότο, το οποίο περιέχει νομοθετικές δεσμεύσεις και υποχρεώνει 37 ανεπτυγμένες οικονομίες να προχωρήσουν σε μείωση των εκπομπών των αερίων που προκαλούν το φαινόμενο του θερμοκηπίου. Αντίστοιχες (συμπληρωματικές) πολιτικές ακολουθούνται από τις ευρωπαϊκές χώρες, αλλά και από αρκετές μεγάλες οικονομίες. Στα πλαίσια των συνθηκών αυτών επιτρέπεται η ανταλλαγή μονάδων άνθρακα (carbon credits), η οποία έχει οδηγήσει στη δημιουργία μιας καινούργιας αγοράς, της αγοράς δικαιωμάτων εκπομπής ρύπων (emission unit). Ταυτόχρονα όμως με την αναδυόμενη περιβαλλοντική αγορά, προϋπήρχε η ήδη ανεπτυγμένη αγορά της ενέργειας. Όμως, μετά την 11^η Σεπτεμβρίου ο κόσμος άλλαξε, καθώς η επιθετική στάση των ΗΠΑ απέναντι σε πετρελαιοπαραγωγές χώρες της Μέσης Ανατολής και το οικονομικό σκάνδαλο της ενεργειακής εταιρίας Enron, σε συνδυασμό με τη βαθιά οικονομική κρίση των τελευταίων χρόνων, δημιούργησαν ένα μεγαλύτερο ενδιαφέρον της αγοράς στον τομέα των παραγώγων ενέργειας.

Στην εργασία αυτή πραγματοποιείται μια επισκόπηση των παραπάνω αγορών και λόγω της ιδιομορφίας της περιβαλλοντικής αγοράς και της έντονης μεταβλητότητας των τιμών των καυσίμων, θα εφαρμοστούν μέθοδοι διαχείρισης περιβαλλοντικού και ενεργειακού κινδύνου.

Πανεπιστήμιο Πειραιώς

ABSTRACT

With the aim of reducing CO₂ emissions, in order to avoid climatic changes and global warming, the Kyoto Protocol was signed in 1997. This protocol contains legislative obligations for 37 developed economies to reduce greenhouse gas emissions. Similar policies were adopted by European countries and several developed economies. Under these conditions the carbon credits exchange has been allowed and this has led to the creation of emission units trading. While, the environmental market was growing bigger and so did the energy market, on September 11, 2001 the whole world changed. The aggressive attitude of the United States towards the oil-producing countries in the Middle East created a greater interest in the field of energy's derivatives. Furthermore, the financial scandal of the Enron energy company combined with the deeper economic crisis of the last few years deteriorated the whole situation.

This thesis consists of a survey on these markets, with a special focus on the methods of managing environmental and energy risks, due to the nature of the environmental market and the volatility of fuel prices.

Πανεπιστήμιο Πειραιώς

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗ ΑΓΟΡΑ

1.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Το Μάρτιο του 1995, η US Protection Agency που δραστηριοποιείται στο Chicago Board of Trade, δημιούργησε μια νέα αγορά που έθετε τα όρια για το «cap and trade» του διοξειδίου του θείου (SO_2) που προκαλεί την όξινη βροχή. Αυτή η αγορά γεννήθηκε, όταν οι επιστήμονες και οι αλιείς άρχισαν να παρατηρούν μια ανησυχητική μείωση των ζώων και των φυτών στις λίμνες και τα δάση σε όλη την ανατολική περιοχή των Ηνωμένων Πολιτειών. Η Εθνική Ακαδημία Επιστημών (National Academy of Sciences) εντόπισε την πηγή του προβλήματος στις εκπομπές του διοξειδίου του θείου, κυρίως από θερμοηλεκτρικούς σταθμούς παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας. Το διοξείδιο του θείου ήταν αυτό που σκότωνε την υδρόβια ζωή και κατέστρεφε τα δάση. Η ανακάλυψη προκάλεσε μια έντονη συζήτηση για το πώς θα μειωθούν οι εκπομπές του αερίου. Μια οικονομική λύση ήταν να αξιοποιηθεί η δύναμη της αγοράς. Έτσι κάθε μονάδα παράγωγης ηλεκτρικής ενέργειας, που περιόριζε την ρύπανση που προκαλούσε, περισσότερο από ό, τι απαιτείτε, μπορούσε να πουλήσει τα επιπλέον δικαιώματα. Η εμπορία δικαιωμάτων ουσιαστικά τελείωσε το 2010, καθώς τον επόμενο χρόνο, το πρόγραμμα εμπορίας που υπήρχε από το 1995, αντικαταστάθηκε από τέσσερα ξεχωριστά προγράμματα εμπορίας, κάτω από το πλαίσιο του Cross-State Air Pollution Rule (CSAPR). Αυτό ήταν η απαρχή για την δημιουργία αγορών για την λύση των περιβαλλοντικών προβλημάτων.

Όμως οι ενεργειακές οικονομικές συναλλαγές είχαν ξεκινήσει από το 1978 μέσω συμβολαίων μελλοντικής εκπλήρωσης στο χρηματιστήριο της Νέας Υόρκης (New York Mercantile Exchange - NYMEX) με το πετρέλαιο θέρμανσης. Ακολούθησε η αγορά του φυσικού αερίου και οι επόμενες εξελισσόμενες αγορές ήταν η διαχείριση του κινδύνου της ηλεκτρικής ενέργειας και η αγορά παραγώγων καιρού. Όμως η διαφαινόμενη μεγαλύτερη αγορά, είναι η παγκόσμια περιβαλλοντική διαχείριση του χρηματοοικονομικού κινδύνου αγοράς εμπορίας εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα (CO_2). Όλες οι παραπάνω είναι πρόδρομες για την ανάπτυξη της επόμενης χρηματοπιστωτικής αγοράς, την εμπορία του νερού.

1.2 ΑΝΑΓΝΩΡΙΣΗ ΤΟΥ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΟΣ

Η κλιματική αλλαγή είναι το πιο σοβαρό πρόβλημα που αντιμετωπίζει η ανθρωπότητα και αξίζει την ανάληψη επείγουσας δράσης για τον περιορισμό των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου που προκαλούν το πρόβλημα. Η επιστημονική κοινότητα συμφωνεί συνολικά, ότι τα αέρια του θερμοκηπίου που συσσωρεύονται στην ατμόσφαιρα και η αύξηση της θερμοκρασίας του πλανήτη, είναι πιθανό να οφείλονται σε ανθρώπινη δραστηριότητα. Στην τρίτη έκθεση αξιολόγησης το 2001, η Διακυβερνητική Επιτροπή για την Αλλαγή του Κλίματος (Intergovernmental Panel on Climate Change – IPCC) έδειξε ότι υπάρχει νέα και ισχυρότερη αύξηση της θερμοκρασίας κατά τα τελευταία 50 έτη, που οφείλεται σε ανθρώπινες δραστηριότητες. Βέβαια εξακολουθούν να υπάρχουν αβεβαιότητες σχετικά με τις αιτίες και τις επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής. Μια αβεβαιότητα είναι η έκταση στην οποία η αλλαγή της θερμοκρασίας μπορεί να οφείλεται στην φυσική μεταβλητότητα του κλιματικού συστήματος. Μια δεύτερη, είναι η ικανότητα των μοντέλων να προσομοιάσουν τη φυσική μεταβλητότητα του κλιματικού συστήματος σε μεγάλες χρονικές κλίμακες δεκαετιών και αιώνων. Μια τρίτη αβεβαιότητα υπάρχει για την ακριβή εικόνα που έχουμε του συνόλου των μέσων θερμοκρασιών για την τελευταία χιλιετία, δεδομένου ότι έχουν εκτιμηθεί με την χρήση proxy πληροφοριών.

Η πλειοψηφία της επιστημονικής κοινότητας ανέφερε ότι χρειάζεται να αναληφθούν κάποιες ενέργειες για να μετριαστούν οι επιπτώσεις της ενδεχόμενης αλλαγής του κλίματος. Λόγω της μακράς διάρκειας ζωής των αερίων του θερμοκηπίου στη φύση, οι φορείς της πολιτικής δεν μπορούν να αγνοήσουν την επικρατούσα άποψη στην επιστημονική κοινότητα. Εάν η πλειοψηφία της επιστημονικής κοινότητας είναι σωστή και αν δεν αρχίσουμε να ενεργούμε, τότε οι συνέπειες μπορεί να είναι αισθητές για αιώνες. Ενεργώντας τώρα, οι φορείς χάραξης της πολιτικής ελπίζουν να μειωθούν οι επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής, δεδομένου ότι αυτή η επιστημονική έρευνα δείχνει τα επίπεδα του CO₂ να συνεχίζουν να αυξάνονται.

Πολλές κυβερνήσεις των ανεπτυγμένων χωρών συμφώνησαν να αρχίσουν τη μείωση των εκπομπών και τον περιορισμό με δεσμευτικούς στόχους και πολλές αναπτυσσόμενες πολιτικές, θα απαιτήσουν την ανάληψη δράσης για τη μείωση των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου, σε ένα ευρύ φάσμα τομέων της οικονομίας

και των επιχειρήσεων. Είναι πιθανόν ο αποδοτικότερος τρόπος επίτευξης μείωσης της ποσότητας των αερίων που απελευθερώνονται στην ατμόσφαιρα, να είναι μέσω της εμπορίας εκπομπών. Επίσης μια σημαντική πτυχή του προβλήματος, είναι ότι η αλλαγή του κλίματος, σε αντίθεση με την όξινη βροχή, είναι ένα παγκόσμιο πρόβλημα, δεδομένου ότι τα αέρια του θερμοκηπίου αναμειγνύονται ομοιόμορφα στην ατμόσφαιρα.

Πλέον οι αιτίες της συσσώρευσης των αερίων του θερμοκηπίου στην ατμόσφαιρα είναι απόλυτα κατανοητές, συμπεριλαμβανομένης της σύνδεσης με την παραγωγή και την κατανάλωση ενέργειας. Για αυτό, ένα σημαντικό μέρος των μελετών που εξετάζουν τις πτυχές της κλιματικής αλλαγής, στοχεύουν στη βιομηχανία εντάσεως ενέργειας, που οφείλονται σε ένα μεγάλο ποσοστό οι εκπομπές των αερίων του θερμοκηπίου στις βιομηχανικές χώρες. Η εστίαση της χάραξης της πολιτικής έχει μετατοπισθεί από την άμεση ρύθμιση των περιβαλλοντικών προβλημάτων, στη διάθρωση των πολιτικών που στοχεύουν σε ένα πρόβλημα με το ελάχιστο κόστος για την κοινωνία. Πρωτίστως όμως, θα πρέπει η βιομηχανία να κατανοήσει τις επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής και τα αποτελέσματα της περιορισμένης χρήσης του άνθρακα από τις επιχειρήσεις. Έτσι δημιουργήθηκε μια καινούργια αγορά, στην οποία τα αέρια του θερμοκηπίου που δημιουργούν το πρόβλημα της κλιματικής αλλαγής γίνονται ένα εμπορεύσιμο αγαθό.

1.3 ΤΙ ΕΙΝΑΙ ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΑΛΛΑΓΗ

Ο καιρός και το κλίμα είναι άρρηκτα συνδεδεμένα και ποικίλουν ανάλογα με τον τόπο, την εποχή και το χρόνο. Όταν υπάρχει μεταβολή του παγκόσμιου κλίματος και ειδικότερα μεταβολές των μετεωρολογικών συνθηκών που εκτίνονται σε μεγάλη κλίμακα, θεωρείται ότι υπάρχει κλιματική αλλαγή. Τέτοιου τύπου μεταβολές περιλαμβάνουν στατιστικά σημαντικές διακυμάνσεις ως προς την μέση κατάσταση του κλίματος ή τη μεταβλητότητα του και εκτίνονται σε βάθος χρόνου δεκαετιών ή περισσότερων ακόμα ετών. Οι κλιματικές αλλαγές οφείλονται σε φυσικές διαδικασίες όπως συμβαίνει με την απελευθέρωση των αερολυμάτων στην ατμόσφαιρα από τις ηφαιστειακές εκρήξεις, καθώς και σε ανθρωπογενείς δραστηριότητες, όπως είναι η

καύση ορυκτών καυσίμων, οι αλλαγές στην χρήση της γης και η καταστροφή των δασών (IPCC,2001).

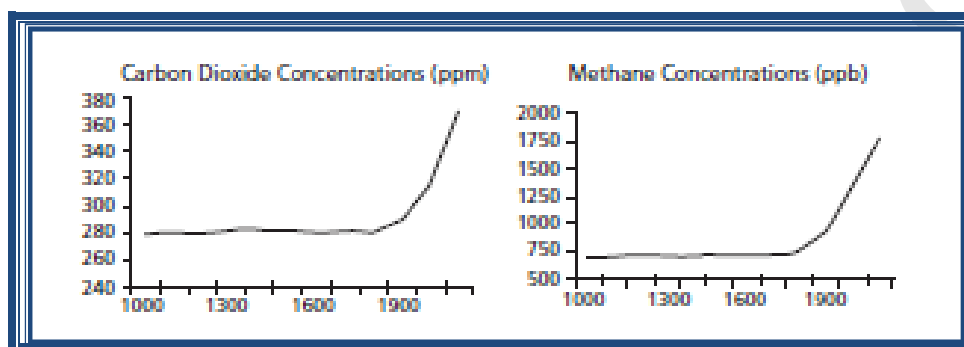
Είναι σημαντικό να γίνει κατανοητή η σχέση μεταξύ του κλιματικού συστήματος και του Ήλιου. Η σύνθεση των διαφόρων συνιστωσών του κλιματικού συστήματος, επηρεάζει επίσης το πώς μεταβάλλεται το κλίμα. Είναι μια περίπλοκη σχέση που κάνει τη Γη κατοικήσιμη. Η ηλιακή ενέργεια εισέρχεται στην ατμόσφαιρα της Γης με τη μορφή μικρού μήκους κύματος ακτινοβολία, ορισμένη από την οποία αντανακλάται μακριά από την ατμόσφαιρα και την επιφάνεια της Γης. Η ενέργεια εκπέμπεται πάνω από την επιφάνεια με μορφή μακρών κυμάτων υπέρυθρης ακτινοβολίας. Η περισσότερη από αυτήν την ακτινοβολία απορροφάται στην ατμόσφαιρα από το φαινόμενο του θερμοκηπίου (greenhouse gas – GHG), όπως οι υδρατμοί, το διοξείδιο του άνθρακα, το όζον, το μεθάνιο, το υποξείδιο του αζώτου, των αλογοναθράκων και άλλων βιομηχανικών αερίων (χλωροφθοράνρακες - CFCs, υδροφθοράνθρακες - HFCs και υπερφθοριωμένοι υδρογονάνθρακες - PFCs). Με εξαίρεση τα βιομηχανικά αέρια, όλα τα άλλα αέρια του θερμοκηπίου υπάρχουν στη φύση. Αυτά τα αέρια του θερμοκηπίου αποτελούν μόνο ένα μικρό μέρος της ατμόσφαιρας (περίπου το 1%), αλλά παίζουν ζωτικό ρόλο στο κλιματικό σύστημα της Γης.

Η Γη ζεσταίνεται σαν να είναι καλυμμένη με μια ζεστή κουβέρτα που την εμποδίζει να πάρει αέρα. Τα αέρια του θερμοκηπίου βοηθούν στη διατήρηση της θερμότητας, εμποδίζοντας μέρος της υπέρυθρης ακτινοβολίας να διαφύγει απευθείας πίσω στο διάστημα, αντί να επιτρέπει τη ροή της ενέργειας μέσα από την ατμόσφαιρα να ξεφεύγει με αργό ρυθμό. Αυτή η λεπτή και συμβιωτική σχέση είναι γνωστή ως το «φαινόμενο του θερμοκηπίου». Το αποτέλεσμα της αύξησης της μέσης επιφανειακής θερμοκρασίας, καθιστά τη Γη κατοικήσιμη, με μέση θερμοκρασία περίπου 15°C. Χωρίς αυτό το φυσικό φαινόμενο, η θερμοκρασία της γήινης επιφάνειας θα ήταν σε παγκόσμια και ετήσια βάση περίπου -18°C.

Από την αρχή της βιομηχανικής επανάστασης, το μεθάνιο (CH₄) αυξήθηκε περίπου 150%, ενώ το CO₂ που είναι η βασικότερη αιτία του φαινομένου, αυξήθηκε κατά 35% εξαιτίας κυρίως, της καύσης των ορυκτών καυσίμων και της αποψίλωσης των δασών. Ο βασικότερος τομέας παραγωγής αερίων του θερμοκηπίου είναι η παραγωγή

ενέργειας και ακολουθεί η βιομηχανική δραστηριότητα, οι μεταφορές και οι αγροτικές δραστηριότητες.

Διάγραμμα 1.1 Συγκέντρωση διοξειδίου του άνθρακα και μεθανίου στην ατμόσφαιρα



Πηγή: Στοιχεία από το UNEP και το UNFCCC Climate Change Information Kit και την τρίτη έκθεση αξιολόγησης της IPCC

Η αύξηση των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου δημιουργεί μια αποτελεσματικά παχύτερη κουβέρτα που καθιστά πιο δύσκολη την απελευθέρωση της ενέργειας πίσω στο διάστημα. Αυτή η συσσώρευση των αερίων παγιδεύει περισσότερη ενέργεια από ο, τι απελευθερώνεται πίσω στο διάστημα. Προκειμένου να αντισταθμίσει την προστιθέμενη ενέργεια, το κλίμα της Γης αυτορυθμίζεται. Αυτές οι προσαρμογές μπορούν να περιλαμβάνουν την αύξηση της παγκόσμιας θερμοκρασίας, αυξήσεις ή μειώσεις των βροχοπτώσεων, αύξηση των ακραίων καιρικών φαινομένων, καθώς και πολλές άλλες αλλαγές. Αυτή η αύξηση των αερίων δημιουργεί το γνωστό ως «ενισχυμένο φαινόμενο του θερμοκηπίου».

Κάθε αέριο του θερμοκηπίου δρα με διαφορετικό τρόπο στην ατμόσφαιρα. Αυτά έχουν διαφορετική διάρκεια ζωής και διαφορετική δυνατότητα για τη διατήρηση της θερμότητας. Τη μεγαλύτερη συμβολή στην ανθρώπινη κλιματική αλλαγή έχει το CO₂, το οποίο αντιπροσωπεύει πάνω από το 60% του ενισχυμένου φαινομένου του θερμοκηπίου. Έχει διάρκεια ζωής περίπου 100 χρόνια, δηλαδή παραμένει στην ατμόσφαιρα τουλάχιστον 100 χρόνια. Ενώ το CO₂ είναι το πιο άφθονο αέριο του θερμοκηπίου, όσον αφορά τις ανθρωπογενείς δραστηριότητες, δεν είναι τόσο αποτελεσματικό στη διατήρηση της θερμότητας όσο τα άλλα αέρια του θερμοκηπίου. Για να συγκρίνουν τα έξι αέρια του θερμοκηπίου, το IPCC δημιούργησε τα δυναμικά

πλανητικής υπερθέρμανσης (global warming potentials – GWPs) όπου κάθε αέριο αποτιμάται σε σχέση με το CO₂. Επίσης τα GWPs άνοιξαν το δρόμο για τη δημιουργία μιας βάσης ενός ισοδύναμου του CO₂. Για παράδειγμα, 1 τόνος μεθανίου είναι ίσος με 21 τόνους CO₂.

Πινάκας 1.1 Global Warming Potential

Αέρια του θερμοκηπίου	GWP*
CO ₂	1
CH ₄	21
N ₂ O	310
HFCs	100-12.000**
PFCs	6.500-9.200**
SF ₆	23.900

Σημειώσεις:

*Όπως προκύπτει από την IPCCs Δεύτερη Έκθεση Αξιολόγησης

**Εξαρτάται από την ακριβή χημική σύνθεση. Για παράδειγμα το Υπερφθορομεθάνιο (CH₄) έχει GWP 6.500 , ενώ το Υπερφθοροεθάνιο (C₂F₆) έχει GWP 9.200.

Πηγή:IPCC, 2001

1.4 ΠΡΙΝ ΚΑΙ ΜΕΤΑ ΤΟ ΚΙΟΤΟ

1.4.1 Ο δρόμος προς τις αγορές

Στο τελευταίο μισό του εικοστού αιώνα, αναπτύχθηκε η επιστημονική έρευνα για την κλιματική αλλαγή, ιδίως για τη συγκέντρωση των αερίων του θερμοκηπίου στην ατμόσφαιρα. Το 1952, το Council of Scientific Unions, αποφάσισε να ιδρύσει το International Geophysical Year (IGY), με σκοπό επιστήμονες από όλο τον κόσμο να συμμετάσχουν στο συντονισμό δραστηριοτήτων σε θέματα γεωφυσικών φαινομένων. Τα επόμενα χρόνια οι επιστήμονες προχώρησαν στη συνεχή παρακολούθηση του CO₂

και αυτό είχε ως αποτέλεσμα, στις αρχές του 1960, να ανακαλυφθεί ότι η συγκέντρωση του στην ατμόσφαιρα, ήταν αυξημένη. Άλλα ίχνη αερίων δεν ελέγχθηκαν με κάποια τακτικότητα μέχρι το 1970 και η επίδραση τους στην ατμόσφαιρα, δεν αναγνωρίστηκε έως το 1980. Όμως οι τεχνολογικές εξελίξεις και η χρήση πιο ισχυρών υπολογιστών, έδωσε τη δυνατότητα στους επιστήμονες, να αποκτήσουν μια καλύτερη κατανόηση της αλληλεπίδρασης μεταξύ των αερίων του θερμοκηπίου και του παγκόσμιου κλίματος.

Εν μέσω μια διεθνούς αναταραχής, κατά τη διάρκεια της δεκαετίας του 1970 και του 1980, οι κλιματική αλλαγή ήταν ένας τομέας που προκάλεσε ανησυχία στις επιστημονικές και μη κυβερνητικές οργανώσεις και για αυτό πραγματοποιήθηκε μια σειρά συνεδρίων. Τη δεκαετία του 1970, τα περιβαλλοντικά θέματα κινούνται προς το κέντρο της διεθνούς σκηνής. Τον Ιούνιο του 1972 πραγματοποιείται η πρώτη μεγάλη διάσκεψη του ΟΗΕ για το Ανθρώπινο Περιβάλλον (UN Conference on Human Environment), γνωστή ως η Διάσκεψη της Στοκχόλμης (Stockholm Conference) και αποτέλεσε σημείο καμπής για την ανάπτυξη της διεθνούς περιβαλλοντικής πολιτικής. Ως αποτέλεσμα της παραπάνω διάσκεψης, ιδρύθηκε το Πρόγραμμα των Ηνωμένων Εθνών για το Περιβάλλον (UN Environment Programme – UNEP), με σκοπό να βοηθήσει τις αναπτυσσόμενες χώρες να εφαρμόσουν πολιτικές και πρακτικές φιλικές προς το περιβάλλον. Το 1979, ο Παγκόσμιος Οργανισμός Μετεωρολογίας (World Meteorological Organization – WMO), οργάνωσε την Πρώτη Παγκόσμια Διάσκεψη για το Κλίμα (First World Climate Conference) που παρακολούθησαν κυρίως επιστήμονες.

Το 1983, ιδρύθηκε η Παγκόσμια Επιτροπή για το Περιβάλλον (World Commission on Environment and Development) και το 1985, διεξάγεται η Πρώτη Διάσκεψη του Villach (First Villach Conference), όπου η επιστημονική κοινότητα ανέφερε ότι η κλιματική αλλαγή προκαλούσε ανησυχία στους φορείς χάραξης της πολιτικής. Το 1987, πραγματοποιείται η Δεύτερη Διάσκεψη του Villach (Second Villach Conference) και το Oxford University Press δημοσιεύει τη γνωστή ως Έκθεση Brundtland, το Κοινό μας Μέλλον (the Report of the Brundtland Commission, Our Common Future). Η έκθεση προέβαλε την έννοια της βιώσιμης ανάπτυξης και την αλλαγή της πολιτικής που απαιτείται για την επίτευξη αυτού του στόχου. Το επόμενο έτος, η Γενική Συνέλευση του ΟΗΕ (UN General Assembly), ενέκρινε ψήφισμα αναγνωρίζοντας ότι το κλίμα είναι ένα θέμα κοινού ενδιαφέροντος για την

ανθρωπότητα και αποδέχτηκε την ίδρυση του IPCC. Πλέον οι χώρες άρχισαν να επικεντρώνονται στην αλλαγή του κλίματος ως ένα περιβαλλοντικό θέμα. Το 1988, ιδρύθηκε η IPCC από το WMO και από το UNEP, για να αξιολογήσει τις επιστημονικές τεχνικές και τις κοινωνικοοικονομικές πληροφορίες σχετικά με την κατανόηση του κινδύνου λόγω των κλιματικών αλλαγών που προκλήθηκαν από τον άνθρωπο. Η κύρια δραστηριότητα της IPCC, ήταν να δημοσιεύει ειδικές εκθέσεις με θέματα που σχετίζονται με την εφαρμογή του Πλαισίου των Ηνωμένων Εθνών για την Κλιματική Αλλαγή (United Nations Framework Convention on Climate Change – UNFCCC).

Στις αρχές της δεκαετίας του 1990, η επιστήμη που αφορούσε την αλλαγή του κλίματος, διαδραμάτισε σημαντικό ρόλο στην ανάπτυξη του UNFCCC. Το 1990, ολοκληρώθηκε η Πρώτη Έκθεση Αξιολόγησης της IPCC, όπου αναφέρεται ότι οι εκπομπές που προέρχονται από ανθρώπινες δραστηριότητες, αυξάνουν ουσιαστικά τις ατμοσφαιρικές συγκεντρώσεις των αερίων του θερμοκηπίου, με αποτέλεσμα την κατά μέσο όρο πρόσθετη αύξηση της θερμοκρασίας στην επιφάνεια της Γης. Το ίδιο έτος, η Δεύτερη Παγκόσμια Διάσκεψη για το Κλίμα (Second World Climate Conference) κάλεσε τις χώρες να σταθεροποιήσουν τις εκπομπές των αερίων του θερμοκηπίου. Ταυτόχρονα, οι ανεπτυγμένες χώρες καλούνται να καθορίσουν στόχους μείωσης των εκπομπών και να θεσπίσουν εθνικά προγράμματα ή στρατηγικές. Το 1992, πραγματοποιείται στο Ρίο ντε Τζανέιρο η Διάσκεψη των Ηνωμένων Εθνών για το Περιβάλλον και την Ανάπτυξη (United Nations Conference on Environment and Development – UNCED), γνωστή και ως Συνάντηση Κορυφής της Γης (Earth Summit), όπου υπήρξε μία συμφωνία σχετικά με την κλιματική αλλαγή και η απόφαση να μην διεξαχθούν οποιεσδήποτε δραστηριότητες στα εδάφη των αυτοχθόνων λαών, που θα μπορούσαν να προκαλέσουν υποβάθμιση του περιβάλλοντος. Επίσης για τις ανάγκες της Διάσκεψης, πραγματοποιήθηκε μία συμπληρωματική έκθεση της IPCC. Ήταν πλέον γεγονός, ότι οι ανθρώπινες δραστηριότητες, είχαν αφήσει ανεξίτηλα τα αποτυπώματά τους στο παγκόσμιο κλίμα.

Το 1995, δημοσιοποιείται η Δεύτερη Έκθεση Αξιολόγησης της IPCC, και αναφέρει ότι η συγκέντρωση των αερίων του θερμοκηπίου εξακολουθεί να αυξάνεται, τα ανθρωπογενείς αερολύματα τείνουν να παράγουν αρνητικές ατμοσφαιρικές ακτινοβολίες και ότι η θερμοκρασία του αέρα έχει αυξηθεί κατά 0,3 έως 0,6°C. Επίσης, φανερώνεται μία ευδιάκριτη ανθρώπινη επίδραση στο παγκόσμιο κλίμα,

αναφέρεται ότι το κλίμα θα συνεχίσει να αυξάνεται στο μέλλον και γίνεται εκτίμηση των μελλοντικών εκπομπών. Το 1997, υιοθετείται το Πρωτόκολλο του Κιότο (Kyoto Protocol) που προέκυψε από τη Σύμβαση - Πλαίσιο για τις κλιματικές αλλαγές που είχε υπογραφεί στη Διάσκεψη του Ρίο.

1.4.2 Το Πρωτόκολλο του Κιότο

Με στόχο την αντιμετώπιση του κινδύνου της κλιματικής μεταβολής, το 1997 η παγκόσμια κοινότητα υιοθέτησε στην Τρίτη Διάσκεψη των Συμβαλλομένων Μερών (Third Conferences of the Parties – COP 3), το Πρωτόκολλο του Κιότο, το οποίο είναι μια από τις σημαντικότερες διεθνείς νομοθετικές πράξεις καταπολέμησης των κλιματικών μεταβολών. Για πρώτη φορά, οι εκβιομηχανισμένες χώρες αναλαμβάνουν νομοθετικές δεσμεύσεις, για τον περιορισμό των οικείων εκπομπών, έξι αερίων που συμβάλουν στο φαινόμενο του θερμοκηπίου και είναι υπεύθυνα για την υπερθέρμανση του πλανήτη. Οι συνολικές εκπομπές των ανεπτυγμένων χωρών πρέπει να μειωθούν τουλάχιστον κατά 5% την περίοδο 2008 – 2012. Το Πρωτόκολλο τέθηκε σε ισχύ στις 7 το πρωί της 16^{ης} Φεβρουαρίου 2005. Συνολικά 193 χώρες έχουν επικυρώσει τη συνθήκη, που υποχρεώνει 37 ανεπτυγμένες οικονομίες να μειώσουν τις εκπομπές των αερίων του θερμοκηπίου.

Το Πρωτόκολλο του Κιότο αφορά τις εκπομπές του διοξειδίου του άνθρακα (CO₂), του μεθανίου (CH₄), του πρωτοξειδίου του αζώτου (N₂O), των υδροφθορανθράκων (HFC), των υπερφθοριωμένων υδρογονανθράκων (PFC) και του εξαφθοριούχου θείου (SF₆). Συνιστά ένα σημαντικό βήμα στην καταπολέμηση της υπερθέρμανσης του πλανήτη, επειδή περιλαμβάνει δεσμευτικούς όρους και ποσοτικοποιημένους στόχους περιορισμού και μείωσης των παραπάνω αερίων. Για την περίοδο που προηγείται του 2008, τα συμβαλλόμενα κράτη δεσμεύονται στην επίτευξη προόδου, όσον αφορά την υλοποίηση των δεσμεύσεων τους το αργότερο το 2005 και στην ανά πάσα στιγμή προσκόμιση των σχετικών αποδείξεων. Για την επίτευξη των στόχων, το Πρωτόκολλο προτείνει την ενίσχυση ή την θέσπιση εθνικών πολιτικών μείωσης των εκπομπών και προωθεί την συνεργασία με τα άλλα συμβαλλόμενα μέρη.

Κάθε κράτος που κατοχυρώνει το Πρωτόκολλο δεσμεύεται να ελαττώσει τις εκπομπές των αερίων του θερμοκηπίου με αποδοτικό και παράλληλα οικονομικό τρόπο. Για την επίτευξη του στόχου αυτού προτείνονται τρεις ευέλικτοι μηχανισμοί: η Εμπορία Δικαιωμάτων Εκπομπών (International Emission Trading), η Κοινή Εφαρμογή (Joint Implementation – JI) και ο Μηχανισμός Καθαρής Ανάπτυξης (Clean Development Mechanism – CDM). Ταυτόχρονα, δημιουργούνται μονάδες άνθρακα (Carbon Units – CUs), όπου μια μονάδα άνθρακα είναι μια άδεια, που επιτρέπει σε μία ρυπογόνο βιομηχανία, να ρυπαίνει με ένα τόνο ισοδύναμου CO₂ (tCO₂e) την ατμόσφαιρα. Οι μονάδες άνθρακα μοιράζονται στις ρυπογόνες βιομηχανίες εντελώς δωρεάν και κάθε χρόνο λιγοστεύουν για να επιτευχθούν οι στόχοι του Πρωτοκόλλου. Έτσι, οι βιομηχανίες υποχρεούνται να στραφούν στις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και καθώς οι άδειες θα σπανίζουν, η τιμή τους όλο και θα ανεβαίνει.

Υπάρχουν δύο αγορές εμπορίας άνθρακα, η υποχρεωτική και η εθελοντική. Η υποχρεωτική αγορά αποτελεί μέρος των δεσμεύσεων που έχει αναλάβει η κάθε χώρα στο πλαίσιο του Πρωτοκόλλου του Κιότο και βασίζεται σε ένα σύστημα «cap and trade», όπου οι υπόχρεες χώρες έχουν δικαίωμα να εκπέμπουν συγκεκριμένη ποσότητα CO₂. Αν ξεπεράσουν το όριο εκπομπής, μπορούν να αγοράσουν δικαιώματα εκπομπής από μία άλλη χώρα. Αντίστοιχα, αν μία χώρα δεν εκπέμψει αέρια του θερμοκηπίου που να φθάσουν το ανώτατο όριο εκπομπών που της αναλογεί, μπορεί να πουλήσει το αχρησιμοποίητο μέρος των εκπομπών της σε κάποια άλλη χώρα που έχει ξεπεράσει το δικό της επιτρεπτό όριο εκπομπών, σε θεσμοθετημένο χρηματιστήριο ρύπων.

Η εθελοντική αγορά εμπορίας άνθρακα δίνει τη δυνατότητα σε περιβαλλοντικά ευαισθητοποιημένες επιχειρήσεις, φορείς και ιδιώτες, να συμμετέχουν σε ένα σύστημα αντιστάθμισης ρύπων. Όσοι το επιθυμούν, μπορούν να αγοράσουν δικαιώματα εκπομπής ρύπων, με σκοπό να αντισταθμίσουν τις δικές τους εκπομπές. Τα δικαιώματα αυτά, παράγονται από περιβαλλοντικά έργα που πληρούν συγκεκριμένους κανόνες και πραγματοποιούνται συνήθως σε αναπτυσσόμενες χώρες. Μια μονάδα Εθελοντικής Μείωσης Εκπομπών (Verified Emission Reduction – VER) αντιστοιχεί σε ένα τόνο ισοδύναμων εκπομπών CO₂ (tCO₂e), που απεφεύχθησαν και μπορούν να πιστοποιηθούν στο πλαίσιο του Εθελοντικού Προτύπου Άνθρακα (Voluntary Carbon Standard –VCS). Η αγορά των VERs δημιουργήθηκε ως ανταπόκριση στην ανάγκη για οικονομικά προσιτά δικαιώματα, τα οποία προσφέρουν

μεγαλύτερη ποικιλία ωφελειών, από ότι τα δικαιώματα για συμμόρφωση με το Πρωτόκολλο. Ταυτόχρονα, τα VERs είναι φθηνότερα και δεν απαιτείται συμμόρφωσή τους με σύνθετες ρυθμίσεις, καθώς δεν υπάρχουν περιορισμοί σχετικά με το είδος του έργου από το οποίο προκύπτουν.

Στην Κοινή Εφαρμογή (Join Implementation - JI) οι ανεπτυγμένες χώρες και οι χώρες που η οικονομία τους βρίσκεται σε μεταβατικό στάδιο (ειδικά χώρες της πρώην Σοβιετικής Ένωσης), μπορούν να πουλήσουν πιστωτικές μονάδες CO₂, από έργα μείωσης των αερίων του θερμοκηπίου που εφαρμόζονται στο έδαφος τους, με βάση ένα σύστημα συναλλαγών, στις ανεπτυγμένες χώρες. Οι συντελεστές από τα JI έργα, αναφέρονται ως Μονάδες Μείωσης των Εκπομπών (Emission Reduction Units – ERUs).

Ο Μηχανισμός Καθαρής Ανάπτυξης (Clean Development Mechanism - CDM), είναι ένα άλλο έργο με βάση το σύστημα συναλλαγών, μέσω του οποίου οι βιομηχανικές χώρες, μπορούν να αποκομίσουν πιστωτικές μονάδες CO₂, από τη χρηματοδότηση σχεδίων μείωσης εκπομπών άνθρακα στις αναπτυσσόμενες χώρες. Οι αντισταθμίσεις άνθρακα που προέρχονται από εγγεγραμμένα και εγκεκριμένα έργα CDM, είναι γνωστές ως Πιστοποιημένες Μειώσεις Εκπομπών (Certified Emissions Reductions – CERs).

Συγκεκριμένα, βάση του Πρωτοκόλλου, γίνεται ένας διαχωρισμός των κρατών, σε χώρες του Παραρτήματος I, χώρες του Παραρτήματος II και χώρες που δεν αναφέρονται στα παραπάνω Παραρτήματα. Οι χώρες του Παραρτήματος I είναι τα 15 «παλαιά» μέλη της Ευρωπαϊκής Ένωσης, οι χώρες της Ανατολικής Ευρώπης, η Ρωσία, οι χώρες της Βόρειας Αμερικής (ΗΠΑ, Καναδάς) καθώς και η Ιαπωνία, η Νέα Ζηλανδία, η Αυστραλία, η Ισλανδία, η Νορβηγία και η Ελβετία. Στις χώρες του Παραρτήματος II περιλαμβάνονται οι χώρες του Παραρτήματος I, εκτός εκείνων της Ανατολικής Ευρώπης. Τέλος όλες οι υπόλοιπες χώρες, μεταξύ των οποίων και πολύ μεγάλες οικονομίες όπως η Κίνα, η Βραζιλία και η Ινδία, ανήκουν στην τρίτη κατηγορία. Έτσι μια χώρα του Παραρτήματος I, σε ότι έχει να κάνει με τον μηχανισμό JI, συμμετέχει στην ανάπτυξη και εφαρμογή τεχνολογιών αντιρρύπανσης σε χώρες εντός του Παραρτήματος I. Επιπλέον στον μηχανισμό CDM, μια χώρα του Παραρτήματος I, μπορεί να εφαρμόσει τεχνικές απομόνωσης CO₂ ή προγράμματα μείωσης εκπομπών σε χώρες εκτός του Παραρτήματος I, κερδίζοντας επιπλέον

δυνατότητες εκπομπών. Από τη μεριά τους, τα μέρη του Παραρτήματος II οφείλουν να παρέχουν οικονομικούς πόρους στα αναπτυσσόμενα κράτη, προκειμένου να τα βοηθήσουν να επιτύχουν τους στόχους μείωσης των εκπομπών τους και να προσαρμοστούν στις αρνητικές επιπτώσεις που επιφέρει η κλιματική αλλαγή. Τέλος, οι χώρες του Παραρτήματος II οφείλουν να παρέχουν την απαραίτητη τεχνογνωσία, για την ανάπτυξη περιβαλλοντικών τεχνολογιών, τόσο στις αναπτυσσόμενες, όσο και στις χώρες με μεταβατική οικονομία.

Τέλος δημιουργούνται τα Εθνικά Μητρώα Καταγραφής Συναλλαγών (National Registry) και συστήματα παρακολούθησης, καταγραφής και επαλήθευσης των εκπομπών από τις ρυπογόνες βιομηχανίες, καθώς και ένα σύστημα κυρώσεων για την ορθή και αποτελεσματική εφαρμογή των διατάξεων του Πρωτοκόλλου. Αυτά τα μητρώα δημιουργούνται, ώστε να μειωθεί ο κίνδυνος, μια πιστωτική μονάδα να πουληθεί σε πάνω από έναν αγοραστή.

1.4.3 Η κατάσταση μετά το Πρωτόκολλο του Κιότο

Τα πρώτα χρόνια του 21^ο αιώνα τα περιβαλλοντικά θέματα κινούνται γύρω από το Πρωτόκολλο του Κιότο και τη στάση των κρατών μετά το 2012, οπότε και εκπνέει το Πρωτόκολλο. Το 2001, οριστικοποιήθηκε η Τρίτη Έκθεση Αξιολόγησης της IPCC. Η έκθεση κατέληξε στο συμπέρασμα ότι τα στοιχεία για την επίδραση της ανθρωπότητας στο παγκόσμιο κλίμα, ήταν ισχυρότερα από ποτέ, επιβεβαιώνοντας τα ευρήματα της Δεύτερης Έκθεσης και παρουσίασε μια λεπτομερέστατη εικόνα, για το πώς η υπερθέρμανση του πλανήτη θα επηρεάσει τις διάφορες περιοχές. Το 2007 δημοσιοποιείται η Τέταρτη Έκθεση Αξιολόγησης (AR4) της IPCC με τίτλο Κλιματική Αλλαγή 2007 (Climate Change 2007). Οι εκθέσεις από τρεις ομάδες εργασίας, παρέχουν μία ολοκληρωμένη και αναβαθμισμένη εκτίμηση της κατάστασης των γνώσεων από την κλιματική αλλαγή.

Μετά από τις ανεπιτυχείς συνόδους στην Κοπεγχάγη το 2009 και το Κανκούν το 2010, ακολούθησε η ετήσια συνδιάσκεψη του ΟΗΕ για το κλίμα στο Ντέρμπαν της Νότιας Αφρικής. Συμμετείχαν εκπρόσωποι από 190 χώρες και οι διαδικασίες είχαν τη μεγαλύτερη διάρκεια από ποτέ. Η συμφωνία προβλέπει ως το 2015 την εγκαθίδρυση

παγκόσμιου συμφώνου σχετικά με τη μείωση της εκπομπής των αερίων που προκαλούν το φαινόμενο του θερμοκηπίου. Αυτή η συμφωνία θα τεθεί σε ισχύ το 2020 και θα αφορά για πρώτη φορά όλες τις χώρες που εκπέμπουν τα παραπάνω αέρια, θα έχει νομική ισχύ, ωστόσο δεν θα είναι νομικά δεσμευτική, όπως ζητούσε η ευρωπαϊκή πλευρά. Παράλληλα συμφωνήθηκε η χρηματοδότηση του Πράσινου Κλιματικού Ταμείου (Green Climate Fund – GCF) με 100 εκατομμύρια δολάρια το χρόνο, για να βοηθήσει τις φτωχές χώρες, στην μάχη κατά των συνεπειών της κλιματικής αλλαγής και στις προσπάθειες για την αποτροπή της αποψίλωσης των δασών.

1.5 Η ΣΤΑΣΗ ΤΩΝ ΜΕΓΑΛΩΝ ΡΥΠΑΝΤΩΝ

Η Ευρωπαϊκή Ένωση (ΕΕ) και αρκετές ανεπτυγμένες χώρες, υπέγραψαν τη συμφωνία για την πενταετή παράταση μιας δεύτερης περιόδου δεσμεύσεων και ισχύος του Πρωτοκόλλου του Κιότο. Όμως, η σημερινή κατάσταση δείχνει δύσκολο να μεταστραφεί, καθώς οι εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου, παρά την ύφεση της παγκόσμιας οικονομίας, αυξάνονται σημαντικά. Το 2011, εκτιμάτε μία αύξηση τους κατά 1,4%, λόγω της αυξημένης καύσης γαιανθράκων για την παραγωγή ενέργειας. Επίσης, οι απουσίες των μεγάλων ρυπαντών είναι σημαντικές. Οι ΗΠΑ ουδέποτε επικύρωσαν τις δεσμεύσεις του Πρωτοκόλλου και ακολουθούσαν μία εθελοντική πολιτική μειώσεων, με διαφορετική στάση σε πολλές Πολιτείες. Ταυτόχρονα, αναπτυσσόμενες χώρες όπως η Κίνα και η Ινδία δεν δέχονται περιορισμούς των εκπομπών τους, ενώ η Ιαπωνία και η Ρωσία δεν επιθυμούν τη συνέχιση της συμμετοχής τους. Από την άλλη, ο Καναδάς μια μέρα μετά τη λήξη της συνδιάσκεψης στο Ντέρμπαν, ανακοίνωσε την αποχώρηση του από το Πρωτόκολλο του Κιότο. Έτσι, ο Καναδάς θα κρατήσει σε υψηλό βαθμό τις εκπομπές των αερίων, με εθελοντικές μειώσεις, που υποτίθεται ότι θα φθάσουν το 17% το 2030, που είναι πολύ πάνω από τις προβλέψεις του Πρωτοκόλλου.

1.5.1 Ευρωπαϊκή Ένωση και EU ETS

Το 2003, καθιερώθηκε εντός της Ευρωπαϊκής Κοινότητας (Οδηγία 2003/87/ΕΚ) το Σύστημα Εμπορίας Δικαιωμάτων Εκπομπών (EU Emissions Trading System – EU ETS), προκείμενου να προωθηθεί στο πλαίσιο του Πρωτοκόλλου του Κιότο, η μείωση των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου. Όντας το πρώτο και μεγαλύτερο διεθνές σύστημα για την εκπομπή των αερίων του θερμοκηπίου, το EU ETS καλύπτει περίπου 11.000 σταθμούς παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας και βιομηχανικές εγκαταστάσεις σε 30 χώρες, εντός των ευρωπαϊκών συνόρων.

Η ΕΕ είναι ένας από τους πλέον ένθερμους υποστηρικτές του Πρωτοκόλλου του Κιότο και αποφάσισε να εφαρμόσει πιλοτικά την εμπορία εκπομπών εντός της κοινότητας, πριν από την επίσημη έναρξη του διεθνούς συστήματος. Τα 15 κράτη μέλη που αποτελούσαν την ΕΕ μέχρι τη διεύρυνσή της σε 25 από την 1^η Μαΐου του 2004, έχουν δεσμευτεί να μειώσουν το σύνολο των αέριων εκπομπών του θερμοκηπίου κατά 8% ως προς τα επίπεδα των εκπομπών του 1990, έως τα τέλη της πρώτης περιόδου δέσμευσης του Πρωτοκόλλου μεταξύ του 2008 και του 2012. Βάση μίας συμφωνίας κατανομής των βαρών εντός της ΕΕ, ο γενικός στόχος έχει μετατραπεί σε διαφορετικό στόχο μείωσης ή περιορισμού των εκπομπών για κάθε κράτος μέλος. Επισημαίνεται ότι ο κοινοτικός στόχος δεν καλύπτει τα 10 νέα κράτη μέλη, αλλά στις περισσότερες περιπτώσεις ισχύει γι' αυτά ο στόχος μείωσης 6% ή 8%, εξαιρουμένης της Κύπρου και της Μάλτας, οι οποίες δεν αναφέρονται.

Πίνακας 1.2 Καταμερισμός μείωσης αερίων του θερμοκηπίου εντός της ΕΕ

ΚΑΤΑΜΕΡΙΣΜΟΣ ΥΠΟΧΡΕΩΣΕΩΝ ΜΕΙΩΣΗΣ ΕΚΠΟΜΠΩΝ ΣΤΟ ΕΣΩΤΕΡΙΚΟ ΤΗΣ ΕΕ			
Λουξεμβούργο	-28%	Ουγγαρία, Πολωνία, Ολλανδία	-6%
Γερμανία, Δανία	-21%	Γαλλία, Φιλανδία	0%
Αυστρία	-13%	Σουηδία	+4%
Βρετανία	-12,5%	Ιρλανδία	+13%
Εσθονία, Λετονία, Λιθουανία,	-8%	Ισπανία	+15%
Σλοβακία, Τσεχία			
Βέλγιο	-7,5%	Ελλάδα	+25%
Ιταλία	-6,5%	Πορτογαλία	+27%

Το 2005, ξεκίνησε το EU ETS και εφαρμόζει ένα «cap and trade» σύστημα ανταλλαγής ρύπων. Αυτό σημαίνει ότι υπάρχει ένα ανώτατο όριο στο συνολικό ποσό εκπομπής των αερίων του θερμοκηπίου, που μπορούν να εκπέμπονται από τα εργοστάσια, τους σταθμούς ηλεκτροπαραγωγής ή άλλες ρυπογόνες εγκαταστάσεις. Μέσα σε αυτό το ανώτατο όριο, οι εταιρίες λαμβάνουν τα δικαιώματα εκπομπών, τα οποία μπορούν να τα πουλήσουν ή να τα αγοράσουν. Αν μία εταιρία μειώσει τις εκπομπές της, μπορεί να κρατήσει τα δικαιώματα της για να τα χρησιμοποιήσει στο μέλλον ή αλλιώς να τα πουλήσει σε μία άλλη εταιρία, η οποία τα χρειάζεται για να καλύψει τις ανάγκες της. Ο αριθμός των δικαιωμάτων μειώνεται με τον χρόνο, έτσι ώστε το 2020, οι εκπομπές να είναι 21% χαμηλότερες από ό, τι το 2005.

Το EU ETS λειτουργεί σήμερα σε 30 χώρες (τα 27 κράτη μέλη της ΕΕ συν την Ισλανδία, το Λιχτενστάιν και τη Νορβηγία). Καλύπτει τις εκπομπές CO₂ από σταθμούς παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, εγκαταστάσεις καύσης, διυλιστήρια πετρελαίου, έργα σιδήρου και χάλυβα, καθώς και εργοστάσια παραγωγής τσιμέντου, γυαλιού, ασβέστη, τούβλων, κεραμικών και χαρτιού.

Επίσης από το 2012, οι αεροπορικές εταιρίες εντάχθηκαν στο σύστημα το οποίο θα επεκταθεί περαιτέρω προς τις βιομηχανίες πετροχημικών, αμμωνίας, αλουμινίου, όπως και προς τα συμπληρωματικά αέρια μέχρι το 2013, όταν και θα ξεκινήσει η τρίτη περίοδος εμπορίας. Η πρώτη φάση εφαρμογής του συστήματος ήταν από το 2005 έως το 2007 (απόφαση 2004/156) και η δεύτερη φάση ήταν από την περίοδο 2008 έως 2012 (απόφαση 2007/589).

Η υποχρέωση όλων των κατηγοριών δραστηριοτήτων που εμπίπτουν στην εφαρμογή της κοινοτικής οδηγίας, είναι η παρακολούθηση των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου βάσει κατευθυντήριων γραμμών. Ταυτόχρονα, απαιτείται η κατάρτιση και υποβολή επαληθευμένης έκθεσης εκπομπών προς την αρμόδια αρχή, στο τέλος κάθε ημερολογιακού έτους. Συνεπώς, στο πλαίσιο του EU ETS, στα Εθνικά Σχέδια Κατανομής (National Allocation Plans - NAP) προσδιορίζεται για κάθε κράτος μέλος, το ανώτατο όριο της συνολικής ποσότητας CO₂ που μπορούν να εκπέμπουν οι ρυπογόνες βιομηχανίες και ορίζεται πόσα δικαιώματα εκπομπής CO₂ θα λάβει κάθε μονάδα.

Επίσης, εντός της ΕΕ λειτουργεί το Ελβετικό Σύστημα Εμπορίας Δικαιωμάτων Εκπομπών (Swiss Emissions Trading Scheme – Swiss ETS), το οποίο άρχισε την 1^η Ιανουαρίου 2008 και την ίδια στιγμή εισήχθη ένας φόρος για το CO₂. Το σύστημα συνδέεται με εθελοντικές συμφωνίες και οι εταιρείες που καλύπτονται από αυτές τις συμφωνίες, μπορούν να τις μετατρέψουν σε νομικά δεσμευτικούς στόχους εκπομπών CO₂, επιτρέποντάς τους να συμμετάσχουν στην εμπορία εκπομπών και να απαλλάσσονται από το φόρο του CO₂. Επιπλέον τον Απρίλιο του 2010, εισήχθη στο Ηνωμένο Βασίλειο ένα υποχρεωτικό σύστημα εμπορίας, το Carbon Reduction Commitment (CRC) Energy Efficiency Scheme. Το σύστημα έχει σχεδιαστεί για να παρέχει κίνητρα σε μεγάλους δημόσιους και ιδιωτικούς οργανισμούς να βελτιώσουν την ενεργειακή απόδοσή τους και να μειώσουν τις εκπομπές CO₂, καθώς αυτοί οι οργανισμοί είναι υπεύθυνοι για περίπου το 10% των εκπομπών που αντιστοιχούν στο Ηνωμένο Βασίλειο.

Η ΕΕ, όπως και στο Πρωτόκολλο του Κιότο, στο Ντέρμπαν της Νότιας Αφρικής, στήριξε την επίτευξη της συμφωνίας για την εκπόνηση ενός οδικού χάρτη και τη χάραξη προθεσμιών, την ενίσχυση της περιβαλλοντικής ακεραιότητας του Κιότο και τη θέσπιση νέων μηχανισμών για την αγορά του άνθρακα.

1.5.2 Η κατάσταση στις ΗΠΑ και τον Καναδά

Το σύνολο των εκπομπών του CO₂ των Ηνωμένων Πολιτειών αντιστοιχεί στο ένα τέταρτο των συνολικών εκπομπών CO₂ παγκοσμίως, καθιστώντας τις ΗΠΑ το μεγαλύτερο ρυπαντή του κόσμου. Παρ' όλα αυτά, αν και είχε δηλώσει συμμετοχή στο Πρωτόκολλο του Κιότο και στο παρελθόν είχε επικυρώσει το Πρωτόκολλο του Μόντρεαλ (Montreal Protocol), το 2001 αποχώρησε, αμφισβητώντας την επιστημονική βασιμότητα του φαινομένου του θερμοκηπίου, θεωρώντας τη συνθήκη, πολύ ακριβή για την αμερικάνικη οικονομία. Οι ΗΠΑ θεωρούν, ότι ο διαχωρισμός στους περιορισμούς που έθετε το Πρωτόκολλο μεταξύ των ανεπτυγμένων και των αναπτυσσόμενων χωρών, καθιστούσε το Κιότο μη ανταγωνιστικό για την οικονομία τους. Τελικά οι ΗΠΑ συμφώνησαν στο Ντέρμπαν, μαζί με όλες τις άλλες κυβερνήσεις του κόσμου, να συντάξουν μια διεθνή συμφωνία για τη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου, που θα καλύπτει και τις ανεπτυγμένες και τις αναπτυσσόμενες χώρες. Για να αντισταθμιστεί η έλλειψη ρυθμίσεων των εθνικών εκπομπών του CO₂ στις ΗΠΑ, αρκετές πολιτείες έχουν ξεκινήσει τους δικούς τους κανονισμούς, μόνες ή σε συνδυασμό με άλλες.

Επίσης, αν και ο Καναδάς βρίσκεται σύμφωνα με στοιχεία του 2010 στην 7^η θέση των παγκόσμιων ρυπαντών σε σχέση με τις εκπομπές των αερίων του θερμοκηπίου, με εκπομπές που είναι περίπου 1,8% του συνόλου των παγκόσμιων εκπομπών, ανακοίνωσε την επίσημη αποχώρηση της χώρας από τις υποχρεώσεις που έχει αναλάβει σύμφωνα με το Πρωτόκολλο του Κιότο. Η χώρα, όχι μόνο δεν μείωσε τις εκπομπές των αερίων του θερμοκηπίου κατά 6%, όπως είχε δεσμευτεί, αλλά κατάφερε να τις αυξήσει σχεδόν κατά 30%. Όπως και στις ΗΠΑ, κάποιες επαρχίες του Καναδά συμμετέχουν σε συνδυασμό με αμερικάνικες πολιτείες, σε θεσμοθετημένες πρωτοβουλίες μείωσης των εκπομπών.

Το 1997, θεσπίστηκε το Oregon Standard που ήταν ο πρώτος κανονισμός για το CO₂ στις ΗΠΑ. Το Oregon Standard απαιτεί ότι οι νέες μονάδες ηλεκτροπαραγωγής που χτίστηκαν στο Oregon θα μειώσουν τις εκπομπές CO₂ σε επίπεδο 17% κάτω από τις πιο αποδοτικά μονάδες, είτε μέσω της άμεσης μείωσης ή μέσω αντισταθμιστικών οφελών. Οι μονάδες μπορούν να προτείνουν συγκεκριμένα έργα αντιστάθμισης ή να πληρώσουν κεφάλαια στην Climate Trust, μια μη κερδοσκοπική εταιρία, που

δημιουργήθηκε για την υλοποίηση έργων που αποτρέπουν, απομονώνουν ή μετατοπίζουν τις εκπομπές του CO₂ (The Climate Trust, 2008).

Το Δεκέμβριο του 2005, ιδρύθηκε η Regional Greenhouse Gas Initiative (RGGI), που είναι το πρώτο υποχρεωτικό «cap and trade» πρόγραμμα των ΗΠΑ για το CO₂. Ιδρύθηκε από τους Κυβερνήτες επτά βορειοανατολικών και μεσοατλαντικών πολιτειών: Κονέκτικατ, Ντέλαγουερ, Μέιν, Νιού Χάμσαϊρ, Νιού Τζέρσεϋ, Νέα Υόρκη και Βερμόντ. Η RGGI θέτει ένα ανώτατο όριο στις εκπομπές CO₂ από σταθμούς παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας και επιτρέπει το εμπόριο δικαιωμάτων εκπομπών. Το πρόγραμμα ξεκίνησε με ανώτατα όρια εκπομπών τα επίπεδα του 2009 και θα μειωθούν οι εκπομπές κατά 10% μέχρι το 2018. Η Μασαχουσέτη και το Ρόουντ Άιλαντ εντάχθηκαν στη RGGI στις αρχές του 2007, ενώ το Μέριλαντ εντάχθηκε τον Απρίλιο του 2007.

Το Σεπτέμβριο του 2006, ο τότε Κυβερνήτης της Καλιφόρνιας Arnold Schwarzenegger, υπέγραψε το νόμο Global Warming Solutions Act of 2006 ή AB32. Ο νόμος αποσκοπεί στην καταπολέμηση της κλιματικής αλλαγής, μέσω ενός ολοκληρωμένου προγράμματος μείωσης των εκπομπών του φαινομένου του θερμοκηπίου. Ο νόμος απαιτεί από το California Air Resources Board (CARB) να αναπτύξει κανονισμούς και μηχανισμούς αγοράς, που θα μειώσουν τις εκπομπές των αερίων του θερμοκηπίου της πολιτείας στα επίπεδα του 1990 μέχρι το 2020 κατά 25%. Το AB32 απαιτεί το CARB να λάβει μια σειρά δράσεων, που αποσκοπούν στη μείωση των επιπτώσεων της πολιτείας για το κλίμα.

Το Φεβρουάριο του 2007 ιδρύθηκε μια αναδυόμενη περιφερειακή αγορά εμπορίας, που περιλαμβάνει σήμερα επτά πολιτείες των ΗΠΑ (την Καλιφόρνια, το Νέο Μεξικό, το Όρεγκον, την Ουάσιγκτον, την Αριζόνα, τη Γιούτα και τη Μοντάνα), καθώς και τέσσερις επαρχίες του Καναδά (τη Βρετανική Κολομβία, τη Μανιτόμπα, το Κεμπέκ και το Οντάριο), η Western Climate Initiative (WCI). Τα μέλη της έχουν δεσμευτεί να μειώσουν 15% τις εκπομπές των αερίων του θερμοκηπίου, σε σχέση με την αρχική τιμή του 2005, μέχρι το 2020. Το 2012 εγκαινιάστηκε ένα «cap and trade» πρόγραμμα, ενώ οι απαιτήσεις συμμόρφωσης ξεκινούν το 2013.

Το Νοέμβριο του 2007 υπογράφηκε η συμφωνία για το Midwestern Regional GHG Program (Midwestern Greenhouse Gas Reduction Accord - MGGRA). Αυτό το περιφερειακό «cap and trade» πρόγραμμα είναι λιγότερο αναπτυγμένο, από όλα τα

άλλα, όμως αποσκοπεί σε ένα στόχο για τη μείωση των αερίων, μεγαλύτερο από αυτό της WCI. Σήμερα αποτελείται από την Αϊόβα, το Ιλινόις, το Κάνσας, τη Μινεσότα, την Ουισκόνσιν, το Μίσιγκαν και τη Μανιτόμπα του Καναδά. Η συμφωνία στοχεύει σε μείωση των εκπομπών κατά 16% σε σχέση με τα επίπεδα του 2005, ενώ συμπεριλαμβάνει ένα μακροπρόθεσμο στόχο μείωσης των εκπομπών κατά 60% έως 80% κάτω από τα επίπεδα του 2007. Το πρόγραμμα ξεκίνησε το 2012 και θα ενσωματώσει ένα περιφερειακό σύστημα «cap and trade», που θα καλύπτει τους περισσότερους τομείς της οικονομίας.

Το North America 2050 (NA 2050) είναι ο διάδοχος του Midwestern Greenhouse Gas Reduction Accord, της Regional Greenhouse Gas Initiative και της Western Climate Initiative. Είναι μια συνεργασία μεταξύ των μελών των τριών προγραμμάτων της Βόρειας Αμερικής, που ασχολείται με θέματα καθαρής ενέργειας εκτός από την αλλαγή του κλίματος.

Τέλος, τον Ιούνιο του 2010, ιδρύθηκε η Transportation Climate Initiative (TCI), που είναι μια περιφερειακή συνεργασία δώδεκα βορειοανατολικών και μεσοατλαντικών πολιτειών, που επιδιώκει την ανάπτυξη οικονομιών καθαρής ενέργειας και μείωσης των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου, στον τομέα των μεταφορών. Η TCI έχει ως στόχο, να επεκτείνει τα ασφαλή και αξιόπιστα μέσα μεταφοράς, να προσελκύσει ομοσπονδιακές επενδύσεις, να μειώσει το κόστος μεταφοράς, να βελτιώσει τη συνολική ποιότητα του αέρα και της δημόσιας υγείας και να αμβλύνει τις επιπτώσεις του τομέα των μεταφορών στην κλιματική αλλαγή. Η TCI περιλαμβάνει το Κονέκτικατ, το Ντέλαγουερ, το Μέιν, το Μέριλαντ, το Νιού Χάμσαϊρ, το Νιού Τζέρσεϋ, τη Νέα Υόρκη, την Πενσυλβανία, το Ρόουντ Άιλαντ, το Βερμόντ και την Περιφέρεια της Κολούμπια.

1.5.3 Αυστραλία και New South Wales Greenhouse Gas Reduction Scheme

Το πρώτο υποχρεωτικό σύστημα εμπορίας ρύπων είναι το New South Wales Greenhouse Gas Reduction Scheme (NSW GGAS), το οποίο άρχισε την λειτουργία του την 1^η Ιανουαρίου 2003. Το GGAS στοχεύει στη μείωση των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου που σχετίζονται με την παραγωγή και τη χρήση της

ηλεκτρικής ενέργειας. Αυτό επιτυγχάνεται με τη χρήση έργων, βασισμένων σε δραστηριότητες που οδηγούν στην αντιστάθμιση των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου.

Στο GGAS τέθηκαν συγκεκριμένοι στόχοι tCO₂e ανά κάτοικο. Το αρχικό επίπεδο ορίστηκε το 2003 σε 8,65 τόνους ανά κάτοικο, το οποίο θα μειωνόταν περίπου κατά 3% κάθε χρόνο μέχρι το 2007, όταν και έγινε 7,27 τόνους ανά κάτοικο, το οποίο αντιπροσωπεύει μείωση κατά 5% κάτω από το έτος αναφοράς (1990) του Πρωτοκόλλου του Κιότο. Ο στόχος είναι το κατά κεφαλήν ποσό να παραμείνει σε αυτό το επίπεδο μέχρι το 2021.

Εάν οι ρυθμιζόμενες εκπομπές υπερβούν το στόχο που έχει τεθεί, οι ρυπαντές έχουν την επιλογή είτε να πληρώσουν μία ποινή 11,5 AU\$ ανά tCO₂e ή να αγοράσουν New South Wales Greenhouse Abatement Certificates (NGACs). Τα NGACs μπορούν να δημιουργηθούν από εγκεκριμένους παρόχους, με πολιτειακά έργα που οδηγούν, σε χαμηλές εκπομπές παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, βελτιωμένης ενεργειακής απόδοσης, βιολογικής κατακράτησης CO₂ ή μειώνουν επί τόπου τις εκπομπές που δεν έχουν άμεσα σχέση με την κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας. Ταυτόχρονα η πρωτοβουλία δεν δέχεται πιστώσεις, όπως CERs ή ERUs από το εξωτερικό.

Το Ιούλιο του 2012 η κυβέρνηση της Αυστραλίας προέβλεπε να ξεκινήσει την επιβολή φόρου περίπου 23 € ανά τόνο στους 500 μεγαλύτερους ρυπαντές παραγωγούς εκπομπών CO₂, με στόχο να μειωθούν οι εκπομπές της χώρας κατά 160 εκατομμύρια τόνους έως το 2020, δηλαδή κατά 25%, ποσότητα που ισοδυναμεί με την απομάκρυνση 45 εκατομμυρίων αυτοκινήτων από τους δρόμους. Το πρόγραμμα, που καλύπτει το 60% της ρύπανσης από το CO₂, θα μεταβεί σε ένα ευέλικτο σύστημα «cap and trade» από την 1^η Ιουλίου 2015. Όμως, η εφαρμογή του σχεδίου αναβλήθηκε τουλάχιστον μέχρι το 2013.

Επίσης το 2008, η Νέα Ζηλανδία δημιούργησε το δικό της σύστημα εμπορίας μονάδων άνθρακα (New Zealand Emissions Trading Scheme – NZ ETS) και στις 20 Ιουνίου του 2011 οι πρωθυπουργοί των δύο κρατών ανακοίνωσαν ότι θα συνεργαστούν σε μια προσπάθεια να δημιουργήσουν ένα συνεταιριστικό σύστημα εμπορίας εκπομπών.

1.5.4 Ιαπωνία και Japan Voluntary Emissions Trading Scheme

Το 2005 υιοθετήθηκε το Ιαπωνικό Εθελοντικό Σύστημα Εμπορίας Εκπομπών (Japan Voluntary Emissions Trading Scheme - JV ETS) που έχει ως στόχο να μειώσει συνολικά τις εκπομπές των συνολικά 34 μεγαλύτερων βιομηχανικών εγκαταστάσεων κατά 21%. Σύμφωνα με το JV ETS, οι εταιρίες λαμβάνουν επιδοτήσεις για την υλοποίηση δραστηριοτήτων μετριασμού των εκπομπών, σύμφωνα με εθελοντικές δεσμεύσεις και μπορούν να καταφύγουν σε εμπορία εκπομπών για να ανταποκριθούν στις δεσμεύσεις τους με μεγαλύτερη ευελιξία. Αν και πραγματοποιήθηκε διεύρυνση του συστήματος, εξακολουθεί να έχει περιορισμένη ισχύ, καθώς τα τρία πρώτα έτη του συστήματος οι συμμετέχοντες, 288 εταιρίες, μείωσαν τις εκπομπές τους κατά περίπου ένα εκατομμύριο tCO₂e. Πλέον σύμφωνα με τις εκθέσεις, ο στόχος για το 2020 είναι η μείωση των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου μέχρι 18%.

Όμως, η αναποτελεσματικότητα του συστήματος «cap and trade» της Ιαπωνίας, οδήγησε στην δημιουργία άλλων δύο τοπικών συστημάτων, του Tokyo Emissions Trading Scheme (Tokyo ETS) ή Tokyo Cap and Trade (T-CAT) και της Saitama Emissions Trading Scheme (Saitama ETS).

Όσον αφορά το Τόκιο, είναι μια χώρα από μόνη της στην κατανάλωση ενέργειας και στο Ακαθάριστο Εθνικό Προϊόν (ΑΕΠ) της, καθώς καταναλώνει τόση ενέργεια όση ολόκληρες χώρες στη Βόρεια Ευρώπη και η παραγωγή της αντιστοιχεί στο ΑΕΠ της 16^{ης} μεγαλύτερης χώρας του κόσμου. Το T-CAT ξεκίνησε την 1^η Απριλίου 2010 και χωρίζεται σε δυο φάσεις. Στην πρώτη φάση, το σύστημα είναι όμοιο με αυτό της Ιαπωνίας και θα πρέπει οι οργανισμοί να μειώσουν τις εκπομπές CO₂ από το 2010 έως και το 2014 κατά 6% για τα εργοστάσια και τα ενεργειακά οικολογικά κτήρια ή 8% για τα υπόλοιπα κτίρια. Όσοι οργανισμοί ξεπερνούν τα ανώτατα όρια τους, θα πρέπει να αγοράσουν δικαιώματα εκπομπής για την κάλυψη των υπερβάσεων τους ή εναλλακτικά να επενδύσουν σε ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Στη δεύτερη φάση που ισχύει από το 2015 έως το 2019, οι επιχειρήσεις υποχρεούνται να μειώσουν τις εκπομπές τους κατά 17%. Η ποινή των οργανισμών που δεν θα λειτουργήσουν μέσα στα όρια τους, θα είναι η μείωση των εκπομπών τους κατά 1,3 φορές του ποσού που απέτυχαν να μειώσουν κατά την πρώτη φάση του προγράμματος. Η στρατηγική για το κλίμα επιβάλλεται και εποπτεύεται από την Μητροπολιτική Κυβέρνηση του Τόκιο

(Tokyo Metropolitan Government – TMG) και ο μακροπρόθεσμος στόχος είναι η μείωση των εκπομπών του CO₂ κατά 25% από τα επίπεδα του 2000 μέχρι το 2020.

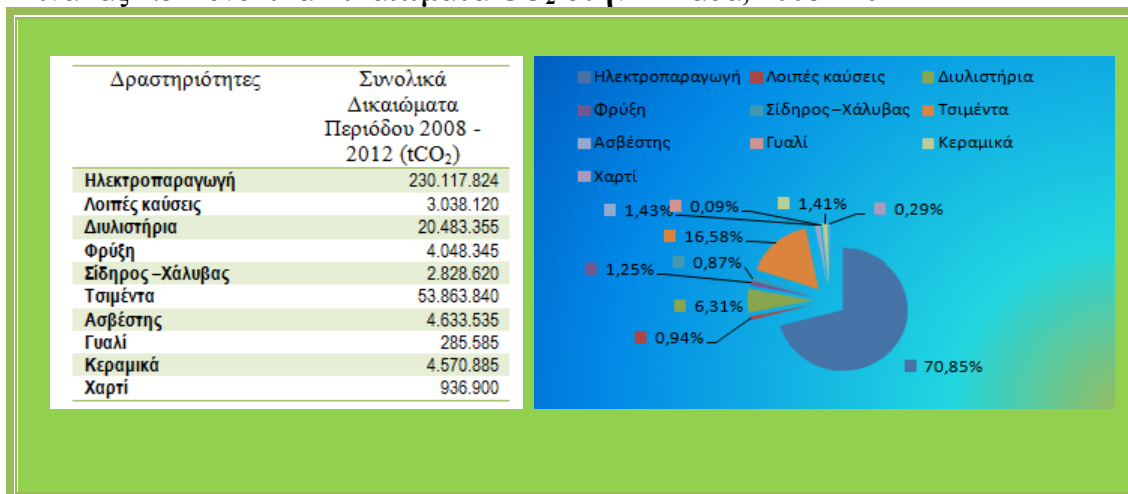
Στη Σαϊτάμα εγκρίθηκε ένα σχέδιο προϋπολογισμού περίπου 20.870 εκατομμυρίων δολαρίων για ένα υποχρεωτικό σύστημα εμπορίας, που θα ξεκίναγε την 1^η Απριλίου 2011. Είναι ο δεύτερος ιαπωνικός νομός που θεσπίζει ένα υποχρεωτικό σύστημα εμπορίας. Επίσης το Σεπτέμβριο του 2010, το Τόκιο και η Σαϊτάμα υπέγραψαν σύμφωνο για μια «cap and trade» συνεργασία, που επιτρέπει το διασυνοριακό εμπόριο δικαιωμάτων εκπομπής μεταξύ των εταιριών τους. Το Saitama ETS επιβάλλει στόχους μείωσης των εκπομπών για περίπου 600 εταιρικές εγκαταστάσεις που καταναλώνουν τουλάχιστον 1.500 χιλιάδες ισοδύναμου αργού πετρελαίου το χρόνο. Ο στόχος είναι οι επιχειρήσεις να μειώσουν τις εκπομπές CO₂ κατά μέσο όρο 7% μεταξύ του 2011 και του 2014, σε σύγκριση με τις μέσες ετήσιες εκπομπές τριών συναπτόν ετών, μεταξύ του 2002 και του 2007. Κατά τα τέσσερα πρώτα χρόνια του συστήματος, τα εργοστάσια θα πρέπει να μειώσουν τις εκπομπές CO₂ κατά 6%, ενώ τα γραφεία κτιρίων, τα ξενοδοχεία και άλλες εμπορικές εγκαταστάσεις θα αντιμετωπίσουν μειώσεις κατά 8%.

Τέλος, στην ασιατική ήπειρο, η Λαϊκή Δημοκρατία της Κίνας προγραμματίζει να ξεκινήσει πιλοτικά ένα σύστημα εμπορίας εκπομπών σε έξι επαρχίες και πόλεις το 2013, με σκοπό να αναπτύξει ένα πανεθνικό σύστημα εμπορίας έως το 2015, ενώ η Δημοκρατία της Κορέας έχει προγραμματίσει να ξεκινήσει το 2015 ένα σύστημα εμπορίας εκπομπών, που θα απαιτήσει περίπου 470 από τους μεγαλύτερους ρυπαντές της χώρας να πληρώσουν για τις εκπομπές του CO₂.

1.6 Η ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

Στην Ελλάδα σύμφωνα με το Εθνικό Σχέδιο Κατανομής Δικαιωμάτων Εκπομπών για την περίοδο 2008 έως 2012, ο κύριος ρυπαντής CO₂ είναι η ΔΕΗ και κατά συνέπεια ο ηλεκτροπαραγωγικός κλάδος λαμβάνει το 70,85% των δικαιωμάτων, ενώ η τσιμεντοβιομηχανία, που είναι ο αμέσως πιο ρυπογόνος κλάδος της οικονομίας, λαμβάνει μόλις το 16,58%.

Πίνακας 1.3 Συνολικά Δικαιώματα CO₂ στην Ελλάδα, 2008 - 2012



Πηγή: Εθνικό Σχέδιο Κατανομής Δικαιωμάτων Εκπομπών, 2008 - 2012

Όσον αφορά τις εκπομπές της χώρας, σε σχέση με τις δεσμεύσεις της με το Πρωτόκολλο, η Ελλάδα πέτυχε να της επιτραπεί να αυξήσει τις εκπομπές της κατά 25% ως το 2010. Όμως, από το 1990 έως το 2002, οι εγχώριες εκπομπές αερίων ξεπέρασαν το στόχο του Κιότο και αυξήθηκαν κατά 26,5%. Ταυτόχρονα, το Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών είχε προβλέψει, ότι χωρίς την άμεση λήψη μέτρων οι εκπομπές θα αυξάνονταν μέχρι το 2010 κατά 35,8%. Πράγματι, το 2007, η Ελλάδα ήταν η πρώτη χώρα παγκοσμίως που υπέστη κυρώσεις για ασυμφωνία με τις οδηγίες του Πρωτοκόλλου. Η απόφαση αυτή έθεσε σε καθεστώς συμμόρφωσης την Ελλάδα για ένα τρίμηνο, στο οποίο η χώρα έπρεπε να αποδείξει ότι διέθετε αξιόπιστο σύστημα μέτρησης των ρύπων από τη βιομηχανία, διατρέχοντας τον κίνδυνο να τεθεί εκτός του Πρωτοκόλλου.

Ωστόσο, το 2011, η Ελλάδα στον κλάδο των μεταφορών πέτυχε σημαντική βελτίωση. Πράγματι, τα Ι.Χ. που πωλήθηκαν στην Ελλάδα το 2011, παρουσίασαν τη μεγαλύτερη ποσοστιαία μείωση στο μέσο όρο εκπομπών CO₂ σε ολόκληρη την Ευρώπη, καθώς ο μέσος όρος εκπομπών CO₂ των μοντέλων που πωλήθηκαν μέσα στο χρόνο, σημείωσε πτώση 9,9%.

Επιπλέον, λόγω της οικονομικής κρίσης, έμειναν αδιάθετα δικαιώματα εκπομπής που αντιστοιχούσαν σε 10 εκατομμύρια tCO₂e, τα οποία και δημοπρατήθηκαν στο δεύτερο μισό του 2011. Στις 30 Νοεμβρίου του 2011, ολοκληρώθηκε με επιτυχία το πρόγραμμα δημοπράτησης, καθώς μέσω του Χρηματιστηρίου Αξιών Αθηνών (ΧΑΑ),

πωλήθηκαν τα παραπάνω δικαιώματα προς 8,38 € το κομμάτι, εισπράττοντας το ελληνικό Δημόσιο 8,38 εκατομμύρια € και συνολικά τα έσοδα του ξεπέρασαν τα 111 εκατομμύρια €.

1.7 ΤΑ ΣΗΜΑΝΤΙΚΟΤΕΡΑ ΧΡΗΜΑΤΙΣΤΗΡΙΑ ΡΥΠΩΝ ΠΑΓΚΟΣΜΙΩΣ

Η συμμετοχή μιας επιχείρησης στην αγορά άνθρακα γίνεται με πράξεις Over-the-Counter (OTC) ή μέσω χρηματιστηρίων που έχουν δημιουργηθεί για αυτόν ακριβώς το σκοπό. Οι πράξεις OTC, που είναι απλούστερες, αφορούν την απευθείας διαπραγμάτευση και συναλλαγή ενός πωλητή και ενός αγοραστή. Ωστόσο, οι πράξεις OTC συνεχώς φθίνουν, λόγω της ραγδαίας αύξησης των χρηματιστηρίων ρύπων. Παρ' όλα αυτά, ενδείκνυνται, λόγω του χαμηλότερου κόστους συναλλαγών, κυρίως για μικρές αγορές άνθρακα, όπου δεν υπάρχει ακόμη οργανωμένο χρηματιστήριο ρύπων και για επιχειρήσεις που θέλουν να κάνουν περιορισμένες πράξεις (ενδεχομένως μόνο μια συναλλαγή), εντός του έτους. Οι επιχειρήσεις που συμμετέχουν στη διεθνή αγορά άνθρακα, συνήθως πραγματοποιούν πολλές συναλλαγές σε μικρά χρονικά διαστήματα και για αυτό οδηγούνται στα χρηματιστήρια ρύπων.

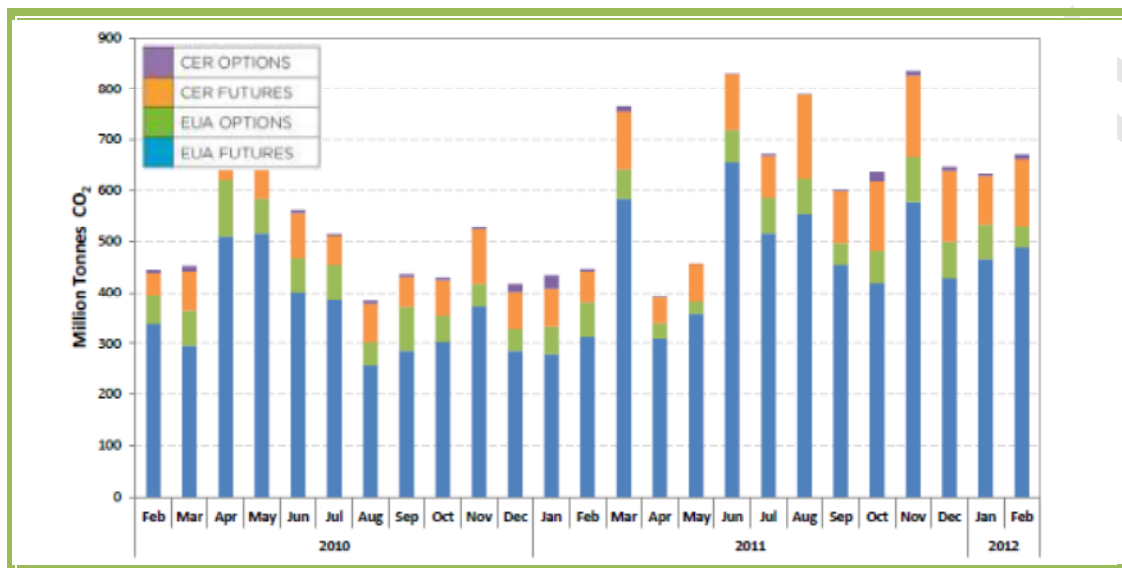
Πράγματι, το 2005, ένας 66χρονος οικονομολόγος, ο Richard Sandor δημιούργησε το πρώτο χρηματιστήριο για τα δικαιώματα εκπομπής ρύπων, το Chicago Climate Exchange (CCX). Το 1992, παρουσίασε στο UNCED μια ακαδημαϊκή εργασία για τον τρόπο με τον οποίο οι αγορές μπορούν να αξιοποιηθούν για να μειώσουν τις εκπομπές του CO₂, που ήταν και η βάση για το Πρωτόκολλο του Κιότο. Εκείνη την περίοδο, χώρες από όλο τον κόσμο ξεκίνησαν να υιοθετούν το Πρωτόκολλο του Κιότο και υποθέτοντας ότι το ίδιο θα έπρατταν και οι ΗΠΑ, ίδρυσε το CCX, μέσω της Climate Exchange Plc. Ταυτόχρονα, δημιουργήθηκε και το θυγατρικό ανταλλακτήριο ρύπων του CCX, το πρώτο παγκοσμίως περιβαλλοντικό χρηματιστήριο παραγώγων, το Chicago Climate Futures Exchange (CCFE), στο οποίο πραγματοποιούνται προθεσμιακές συναλλαγές για τις αμερικάνικες εκπομπές του CO₂, του SO₂ και του NO_x. Όμως, οι ΗΠΑ δεν επικύρωσαν το Πρωτόκολλο και το

CCX μετατράπηκε σε μια επιχείρηση χωρίς ουσιαστική δράση. Το CCX κατετάγει το 2009, 48^ο στην παγκόσμια λίστα της Futures Industry Associations (FIA), των top 53 χρηματιστηρίων παραγώγων σε όγκο και οδηγήθηκε στο κλείσιμο του το 2010.

Έτσι, ο Sandor αποφάσισε να μεταφέρει την ιδέα του στην Ευρώπη και στις αρχές του 2005, ίδρυσε το σημαντικότερο χρηματιστήριο ρύπων διεθνώς, το European Climate Exchange (ECX). Η πρώτη ανταλλαγή και διαπραγμάτευση εκπομπών έγινε από το ECX, με τα προϊόντα που είναι καταχωρημένα στην πλατφόρμα συναλλαγών του ICE Futures Europe. Αυτή τη στιγμή, η ICE Futures Europe είναι η κορυφαία αγορά για τις εκπομπές CO₂ και επί του παρόντος προσφέρει συμβάσεις παραγώγων σε τέσσερις τύπους μονάδων άνθρακα: EU Allowances (EUAs), EU Aviation Allowances (EUAAAs), Certified Emission Reductions (CERs), και Emissions Reductions Units (ERUs). Περισσότερες από 100 κορυφαίες επιχειρήσεις, συμπεριλαμβανομένων παγκοσμίων εταιριών, όπως η Barclays, η BP, η Goldman Sachs, η Morgan Stanley και η Shell, έχουν υπογράψει την ένταξή τους στο εμπόριο προϊόντων του ECX.

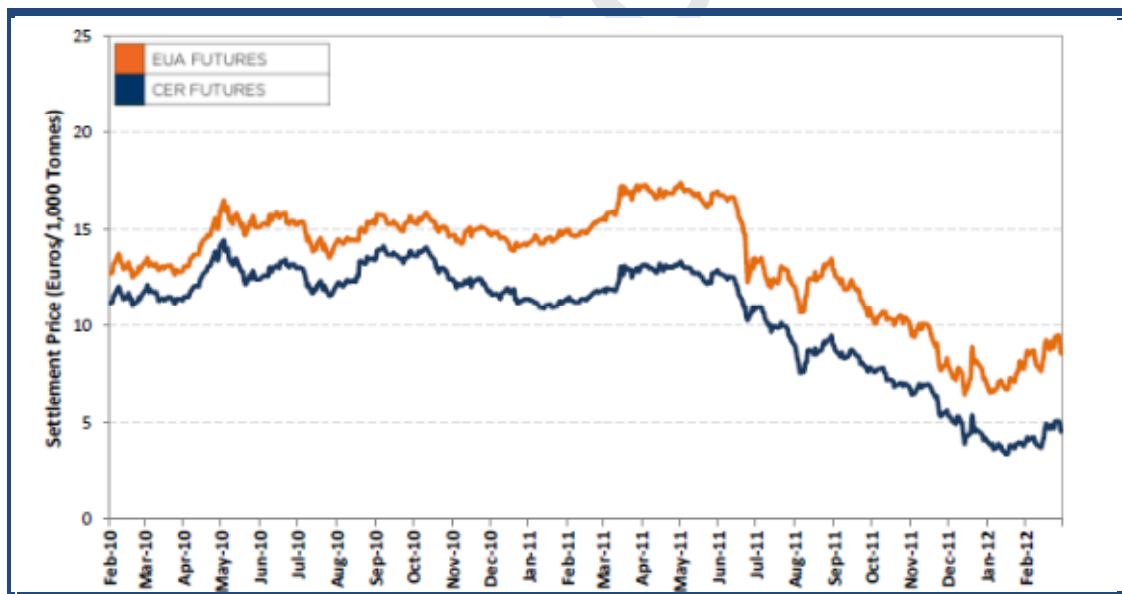
Στα παρακάτω διαγράμματα παρουσιάζεται η πορεία του όγκου συναλλαγών και των τιμών, για τα EUAs και CERs, στην πλατφόρμα συναλλαγών του ICE. Όπως εμφανίζεται ο όγκος συναλλαγών για το Φεβρουάριο του 2012 είναι συνολικά 680.867 Mt CO₂, που αντιπροσωπεύει αύξηση 53% σε σχέση με τον αντίστοιχο μήνα του 2011. Αντίθετα, λόγω της διεθνούς κρίσης, οι τιμές futures των EUAs και CERs, τους τελευταίους μήνες ακολουθούν πτωτική πορεία, με μια ελάχιστη βελτίωση το 2012, κυμαινόμενες κάτω από τις 10 και 5 μονάδες αντίστοιχα.

Διάγραμμα 1.2 Όγκος συναλλαγών EUA & CER FUTURES & OPTIONS στο ICE ECX



Πηγή: ICE Futures Europe Monthly Markets Report, February 2012

Διάγραμμα 1.3 Ιστορικές τιμές EUA & CER FUTURES στο ICE ECX



Πηγή: ICE Futures Europe Monthly Markets Report, February 2012

Το 2006, το CCX ανακοίνωσε τη δημιουργία τριών νέων χρηματιστηρίων ρύπων: το Montreal Climate Exchange (MCeX), το Northeastern Climate Exchange (NECX) και το New York Climate Exchange (NYCX). Από το 2006 το CCX, το ECX και MCeX ανήκουν στην Climate Exchange Plc. Επίσης το 2008, το CCX σε συνεργασία με την

China National Petroleum Corporation Asset Management Company Ltd, δημιούργησε το Tianjin Climate Exchange (TCX).

Στην Ευρώπη τα σημαντικότερα χρηματιστήρια ενεργειακών προϊόντων, συμπεριλαμβανομένου του ECX, στα οποία πραγματοποιούνται άμεσες συναλλαγές (spot), όσο και συναλλαγές παραγώγων (derivatives) είναι το Powernext, το NASDAQ OMX Commodities (μέχρι το 2010 ονομαζόταν Nordpool), το European Energy Exchange (EEX), το Energy Exchange Austria (EXAA), το Climate Exchange Alliance (CLIMEX) και το Gestore Mercato Electrico (GME).

Συγκεκριμένα, το Powernext ιδρύθηκε το 2001 και εδρεύει στο Παρίσι. Σε αυτό λειτουργεί ηλεκτρονική πλατφόρμα συναλλαγών, για αγορές spot και derivatives, στον Ευρωπαϊκό τομέα της ενέργειας. Ωστόσο, το 2007 ιδρύθηκε το BlueNext, όταν το NYSE Euronext (NYX) και το Caisse des Dépôts αγόρασαν την αγορά άνθρακα από το Powernext. Το NASDAQ OMX Commodities ιδρύθηκε το 1996 με την ονομασία Nordpool. Τη σημερινή του μορφή την πήρε την 1^η Νοεμβρίου 2010 και παρέχει πρόσβαση στη μεγαλύτερη αγορά παραγώγων παγκοσμίως και ταυτόχρονα είναι μια από τις κορυφαίες αγορές εμπορίας CO₂ στην Ευρώπη. Σε αυτό περιλαμβάνονται αγορές ενέργειας, φυσικού αερίου και CO₂ και διαθέτει γραφεία στο Όσλο, το Ελσίνκι, τη Στοκχόλμη, την Κοπεγχάγη, το Ταλίν και το Λονδίνο. Το EEX είναι το κορυφαίο ενεργειακό χρηματιστήριο στην Κεντρική Ευρώπη. Ιδρύθηκε το 2002 και εδρεύει στη Λειψία. Το EXAA δημιουργήθηκε ύστερα από την πλήρη απελευθέρωση της αυστριακής αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας. Έχει την έδρα του στη Βιέννη και πραγματοποίησε την πρώτη συναλλαγή του με επιτυχία, στις 19 Μαρτίου του 2002. Το CLIMEX είναι μια διεθνής πλατφόρμα συναλλαγών, με περισσότερα από 10 χρόνια εμπειρίας στην αγορά ενέργειας και CO₂, αλλά με μικρό όγκο συναλλαγών, στο οποίο συμμετέχουν εταιρίες κυρίως από την Ολλανδία, το Ηνωμένο Βασίλειο και τη Γερμανία. Τέλος, το GME είναι το ενεργειακό χρηματιστήριο της Ιταλίας, με έδρα τη Ρώμη. Συστάθηκε το 2004 και ανήκει στο Υπουργείο Οικονομικών και Οικονομίας της Ιταλίας.

Στις 4 Απριλίου 2012 η spot τιμή κλεισίματος του EUA και CER, στην πλατφόρμα NASDAQ OMX Commodities, ήταν 6,1 και 3,6 αντίστοιχα, ενώ η τιμή future (για το Δεκέμβριο του 2012) του CER στην πλατφόρμα ECX και EEX ήταν 3,34 και 3,39 αντίστοιχα.

Επίσης, στις 23 Ιουλίου 2007, ξεκίνησε τις δραστηριότητές του, σε συνεργασία με το Australian Pacific Exchange (APX), το πρώτο χρηματιστήριο κλίματος στην Αυστραλία, το Australian Climate Exchange (ACX). Ο στόχος του ACX είναι η λειτουργία μιας αξιόπιστης αγοράς, όπου οι επιχειρήσεις να μπορούν να αγοράσουν δικαιώματα εκπομπής CO₂.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΓΟΡΑ

2.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η ιστορία της εμπορίας ενέργειας δεν έχει μια ομαλή εξέλιξη, αλλά αντίθετα, η αγορά ταλαντεύεται προς τα εμπρός, μέσα από μία σειρά μειονεκτημάτων. Μέχρι το 1970, η τιμή του πετρελαίου ήταν σχετικά σταθερή, με την παραγωγή να ελέγχεται σε μεγάλο βαθμό από τις μεγαλύτερες εταιρείες πετρελαίου. Όμως, μετά από δύο πετρελαϊκές κρίσεις τη δεκαετία του 70, η αστάθεια των τιμών κατέστη θεμελιώδης χαρακτηριστικό της αγοράς. Οι βραχυπρόθεσμες φυσικές αγορές εξελίχθησαν γρήγορα και προέκυψε η ανάγκη για αντιστάθμιση του κινδύνου.

Τον 21^ο αιώνα, με την εξέλιξη που πραγματοποιήθηκε στην αγορά της ενέργειας, η ροή των κεφαλαίων είναι αυτή που οδηγεί την τιμή της αγοράς όλο και περισσότερο, καθιστώντας τις βραχυπρόθεσμες διακυμάνσεις των τιμών, ολοένα και πιο ασταθείς. Στην πραγματικότητα, κανείς δεν μπορεί να εγγυηθεί ότι οι τιμές θα είναι υψηλές ή χαμηλές, σε κάθε δεδομένη χρονική στιγμή, αλλά εγγυάται μεγαλύτερη μεταβλητότητα, λόγω της αύξησης της ροής των επενδύσεων στην ενεργειακή αγορά.

2.2 Η ΔΙΑΠΡΑΓΜΑΤΕΥΣΗ ΤΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΜΕΣΑ ΣΤΟ ΧΡΟΝΟ

Το 1974, έγινε η αρχή για την εξέλιξη των ενεργειακών αγορών, με τη δημιουργία της σύμβασης καυσίμων του Ρότερνταμ, η οποία όμως πολύ γρήγορα διαλύθηκε. Το 1978, ήταν μια χρονιά ορόσημο για το πετρέλαιο θέρμανσης, με την δημιουργία στο χρηματιστήριο της Νέας Υόρκης, του Νο. 2 συμβολαίου μελλοντικής εκπλήρωσης πετρελαίου θέρμανσης.

Το 1980, μια ομάδα εταιριών ιδρύει το Διεθνές Χρηματιστήριο Πετρελαίου (International Petroleum Exchange –IPE) στο Λονδίνο και τον επόμενο χρόνο, πραγματοποιείται η πρώτη ενεργειακή σύμβαση για το πετρέλαιο, στα πλαίσια του IPE. Το 1983, ξεκίνησαν τα συμβόλαια του NYMEX West Texas Intermediate (WTI), ενώ το 1988 το IPE άνοιξε με επιτυχία την αγορά του Brent.

Τα πρώτα συμβόλαια μελλοντικής εκπλήρωσης για το φυσικό αέριο έλαβαν χώρα στο NYMEX, το 1990. Το 1994, πραγματοποιείται η συγχώνευση της NYMEX με την Commodity Exchange (COMEX), όπου στη συνέχεια μεταφέρονται σε μεγαλύτερη αίθουσα συναλλαγών, που τους επιτρέπει μια πιο εξελιγμένη λειτουργία.

Ενώ το 2000, το Κογκρέσο των ΗΠΑ ψηφίζει το Commodity Futures Modernization Act (CFMA), που εξασφαλίζει επίσημα την απορρύθμιση των χρηματοοικονομικών προϊόντων, ενισχύοντας την OTC αγορά παραγώγων, τον επόμενο χρόνο ο κλάδος της εμπορίας ενέργειας αρχίζει να θρυμματίζεται, με την κατάρρευση της Enron. Έτσι, δημιουργείται η ανάγκη για καλύτερη εποπτεία και έλεγχο των κινδύνων. Το 2002, το ICE ξεκινάει σε παγκόσμια βάση, το ηλεκτρονικό εμπόριο συμβολαίων μελλοντικής εκπλήρωσης και OTC συναλλαγές ενεργειακών προϊόντων, σε μια διαδικτυακή πλατφόρμα εμπορίας. Τον επόμενο χρόνο, ως απάντηση στο ICE, το NYMEX ξεκίνησε το ClearPort, το οποίο απελευθέρωσε τους πιστωτικούς περιορισμούς. Ταυτόχρονα, OTC προϊόντα που παραδοσιακά αποτελούσαν αντικείμενο διμερών συμφωνιών, μεταξύ τραπεζών και μεγάλων επιχειρήσεων ενέργειας, ξεκίνησαν να προσφέρονται άμεσα στους πελάτες. Επίσης το 2006, η αγορά πέρασε σε μια φάση πλήρους ανταγωνισμού, καθώς το NYMEX και το CME πρόσφεραν συναλλαγές side-by-side, καθώς και ηλεκτρονικά συμβόλαια συναλλαγών, ενώ το ICE εγκαινιάζει ανταγωνιστικά WTI συμβόλαια μελλοντικής εκπλήρωσης. Τέλος το 2008, το ICE συνεργάζεται με την TSX Group's Natural Gas Exchange, επεκτείνοντας τις OTC υπηρεσίες του, σε συμβόλαια φυσικού αερίου.

2.3 ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΑ ΧΡΗΜΑΤΙΣΤΗΡΙΑ ΚΑΙ Η ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΟΥΣ

Τα περισσότερα χρηματιστήρια ρύπων τα οποία εμπορεύονται μονάδες εκπομπών CO₂, είχαν ξεκινήσει τις δραστηριότητες τους πολύ νωρίτερα σαν ενεργειακά χρηματιστήρια. Στις συγκεκριμένες αγορές τα σημαντικότερα προϊόντα διαπραγμάτευσης είναι κυρίως το αργό πετρέλαιο (crude oil), το φυσικό αέριο (natural gas), η αμόλυβδη βενζίνη (unleaded gasoline) και το πετρέλαιο θέρμανσης (heating oil).

Η προθεσμιακή αγορά ενέργειας ήταν μόλις πριν λίγα χρόνια μια μικρή προσθήκη στη μεγαλύτερη αρένα συμβολαίων μελλοντικής εκπλήρωσης. Οι σημαντικότεροι παίκτες στην αγορά προθεσμιακών συμβολαίων ήταν οι μεγάλες πετρελαϊκές εταιρίες. Τα συμβόλαια μελλοντικής εκπλήρωσης (ΣΜΕ, futures contracts) και τα δικαιώματα προαίρεσης (options), ήταν το τέλειο εργαλείο για την ανάπτυξη της αγοράς και η προθεσμιακή τιμή αντικατόπτριζε ως επί το πλείστον την πραγματική ζήτηση, καθώς και το μέγεθος της προσφοράς. Όμως, μετά την 11^η Σεπτεμβρίου ο κόσμος άλλαξε, όπως άλλαξε και η ενεργειακή προθεσμιακή αγορά. Η επιθετική στάση των ΗΠΑ απέναντι σε πετρελαιοπαραγωγές χώρες της Μέσης Ανατολής, έφεραν στο φως την εξάρτηση της παγκόσμιας οικονομίας από το πετρέλαιο. Ταυτόχρονα, το οικονομικό σκάνδαλο της ενεργειακής εταιρίας Enron και της ελεγκτικής Arthur Andersen το 2001 και η ακολουθούμενη πτώχευση της Enron στις 2 Δεκεμβρίου του ίδιου έτους, δημιούργησαν ένα μεγαλύτερο ενδιαφέρον της αγοράς στον τομέα των ενεργειακών συμβολαίων μελλοντικής εκπλήρωσης.

Η αύξηση των συμβολαίων μελλοντικής εκπλήρωσης κυριαρχείται όλο και περισσότερο από καθαρά οικονομικά συμφέροντα και όσο η ενέργεια θα έχει αξία, ο κίνδυνος θα μπορεί να αντιμετωπιστεί με τις αντίστοιχες αγορές. Η διαχείριση του εν λόγω κινδύνου, είναι ο τρόπος με τον οποίο οι επιχειρήσεις προσπαθούν να μειώσουν την έκθεση τους στην αστάθεια των τιμών της αγοράς ενέργειας. Η αποτελεσματική διαχείριση του ενεργειακού κινδύνου, βοηθά τις επιχειρήσεις στην επίτευξη της καλύτερης διαχείρισης του κόστους αγοράς, πράττοντας τις σωστές αγοραστικές αποφάσεις, στο σωστό χρόνο.

Στην αγορά ενέργειας εμφανίζονται φυσικοί κίνδυνοι και ομαδοποιούνται κυρίως σε εγχώριους και ξένους. Για παράδειγμα, ζητήματα που αφορούν αγωγούς πετρελαίου μπορούν να προκαλέσουν μεγάλη δραστηριότητα. Ένα πρόβλημα στην παράδοση του πετρελαίου στον προορισμό του, λόγω προβλήματος του αγωγού, θα προκαλέσει ανάλογη αντίδραση στα παραδοτέα συμβόλαια μελλοντικής εκπλήρωσης. Επίσης, οι καιρικές συνθήκες επηρεάζουν έντονα την αγορά ενέργειας, καθώς τους ψυχρότερους χειμώνες η αγορά καυσίμων παρουσιάζει έντονη δραστηριότητα. Επιπλέον σε περιοχές όπως οι ΗΠΑ, η σοβαρότητα των τυφώνων μπορεί να προκαλέσει διακοπή στους αγωγούς του φυσικού αερίου, όπως και μείωση στην παραγωγή του αργού πετρελαίου. Ταυτόχρονα, τα μελλοντικά συμβόλαια περιλαμβάνουν πλέον τον οικονομικό και το γεωπολιτικό κίνδυνο. Η δύναμη των ασιατικών οικονομιών έχει

παρουσιάσει ραγδαία αύξηση και παρ' όλο που στο παρελθόν οι ασιατικές χώρες είχαν αρχίσει να δείχνουν τα πρώτα τους σημάδια, σε χώρες όπως η Ινδία, η Κορέα και οι Φιλιππίνες, η ανάπτυξη τους αγνοήθηκε όπως και η περεταίρω ζήτηση για πετρέλαιο.

Με την έκρηξη των προθεσμιακών αγορών πετρελαίου, ο τρόπος για να υλοποιηθεί η διαχείριση των παραπάνω κινδύνων, ήρθε μέσα από τις χρηματιστηριακές αγορές. Το NYMEX, ήταν επί χρόνια το επίκεντρο των ενεργειακών συμβολαίων μελλοντικής εκπλήρωσης. Το NYMEX είναι ένα χρηματιστήριο εμπορίας μελλοντικών προϊόντων το οποίο πλέον ανήκει και λειτουργεί στο Chicago Mercantile Exchange (CME). Διαχειρίζεται δισεκατομμύρια δολάρια της αξίας των ενεργειακών προϊόντων και τα πρώτα χρόνια που δραστηριοποιούνταν στον ενεργειακό τομέα, κατείχε σχεδόν το μονοπώλιο στα προθεσμιακά συμβόλαια πετρελαίου στην ανοιχτή αγορά. Όμως στις αρχές της δεκαετίας του 2000, το ICE ξεκίνησε να διαπραγματεύεται συμβάσεις πετρελαίου που ήταν παρόμοιες με αυτές του NYMEX, κερδίζοντας άμεσα το μερίδιο της αγοράς. Το αποτέλεσμα ήταν το 2006, το NYMEX να πουληθεί σε κομμάτια και ένα μέρος του να προσχωρήσει στο CME. Οι συναλλαγές στο CME γίνονται είτε με τη μορφή του open outcry είτε μέσω της ηλεκτρονικής πλατφόρμας συναλλαγών η οποία κατέχει και το 80% του μεριδίου. Το υποκείμενο αγαθό του NYMEX στα συμβόλαια μελλοντικής εκπλήρωσης που αναφέρονται στο αργό πετρέλαιο, είναι το WTI ή γνωστό και ως light sweet. Τέλος, το φυσικό αέριο, η αμόλυβδη βενζίνη και το πετρέλαιο θέρμανσης αναφέρονται αντίστοιχα στο NYMEX ως Henry Hub, New York Harbor και No.2 Heating Oil.

Το IPE που εδρεύει στο Λονδίνο και μετέπειτα μετονομάστηκε, στο γνωστό μας από την εμπορία δικαιωμάτων εκπομπών ICE, μπόρεσε να αποκτήσει σημαντικά μερίδια της αγοράς τα τελευταία χρόνια. Στον ενεργειακό τομέα εμπορεύεται συμβόλαια μελλοντικής εκπλήρωσης, options, καθώς και OTC συμβόλαια. Από το 1988 όπου και ξεκίνησε τη λειτουργία του, έχει σαν σημείο αναφοράς την εμπορία του πετρελαίου Brent.

Επιπλέον, το 2007 άνοιξε τις πύλες του το κορυφαίο ενεργειακό χρηματιστήριο στην Μέση Ανατολή, το Dubai Mercantile Exchange (DME), προσφέροντας οικονομική ασφάλεια σε ένα διαφανές και καλά οργανωμένο οικονομικό περιβάλλον. Το DME εμπορεύεται futures συμβάσεις για το DME Oman crude oil (OQD) και οι

συναλλαγές του πραγματοποιούνται αποκλειστικά μέσω ηλεκτρονικής πλατφόρμας, ενώ οι συμβάσεις του είναι εισηγμένες στο CME.

Στις ασιατικές αγορές σημαντική θέση κατέχουν επίσης, το Tokyo Commodity Exchange (Tocom), το Singapore Exchange (SGX) και το Shanghai Futures Exchange (SHFE). Επιπρόσθετα, εξέχουσα θέση στην αγορά πετρελαίου κατέχουν το Urals crude, το Dubai crude γνωστό και ως Fateh και το Tapis crude που χρησιμοποιούνται ως σημείο αναφοράς της τιμής στη Ρωσία, στον Περσικό Κόλπο και στη Σιγκαπούρη, ενώ στην αφρικανική ήπειρο πιο γνωστό είναι το Bonny Light oil το οποίο παράγεται στην Νιγηρία.

Τέλος, στα ενεργειακά συμβόλαια που συνάπτονται στα παραπάνω χρηματιστήρια, εάν ένας πωλητής κατέχει ένα ΣΜΕ, στην λήξη του, θα πρέπει να παραδώσει το υποκείμενο φυσικό αγαθό (πετρέλαιο, φυσικό αέριο, ενέργεια), ενώ ο αγοραστής που κατέχει την σύμβαση, στη λήξη της, θα πρέπει να παραλάβει το εν λόγω αγαθό. Ωστόσο, η πραγματική παράδοση μέσω αγορών, όπως είναι το NYMEX και το ICE, είναι πολύ μικρή και δεν ξεπερνάει το 2%, καθώς η πλειοψηφία των συναλλαγών σε αυτές τις αγορές, είναι για την αντιστάθμιση των κινδύνων ή για κερδοσκοπικούς σκοπούς.

2.4 OVER-THE-COUNTER ΑΓΟΡΑ ΠΑΡΑΓΩΓΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Οι έξω-χρηματιστηριακές αγορές (Over-the-Counter, OTC) παραγώγων ενέργειας παρουσιάζουν πολύ μικρότερη ρευστότητα σε σχέση με τις περισσότερες αγορές, όπως του επιτοκίου ή τις συμβάσεις ανταλλαγής συναλλάγματος και αντιπροσωπεύουν λιγότερο από το 1% της αξίας της αγοράς, σε όλο τον κόσμο. Ωστόσο, στην αγορά της ενέργειας, η αντιστάθμιση του κινδύνου μέσω των παραγώγων προϊόντων, είναι μια μέθοδος που υιοθετείται από τις εταιρίες, για να αντισταθμίσουν τους κινδύνους που προκαλούνται από την εμπορία της ενέργειας, ώστε να σταθεροποιήσουν τα κέρδη τους. Ο στόχος του κάθε προγράμματος, είναι να βοηθήσει τις εταιρίες, να επιτύχουν το βέλτιστο προφίλ κινδύνου που εξισορροπεί τα οφέλη της προστασίας, σε σχέση με το κόστος της αντιστάθμισης. Οι έξω-

χρηματιστηριακές αγορές, επιτρέπουν στις επιχειρήσεις έναν ευέλικτο τρόπο να αντισταθμίζουν την έκθεσή τους στον κίνδυνο.

Στον κλάδο της ενέργειας, τα παράγωγα προϊόντα μπορούν να αγοράζονται και να πωλούνται μέσω χρηματιστηριακών αγορών ή OTC. Στις χρηματιστηριακές αγορές, όπως το NYMEX και το ICE, διαπραγματεύονται συμβόλαια μελλοντικής εκπλήρωσης και δικαιώματα προαίρεσης (options), ενώ στις OTC αγορές, συναντάμε μη τυποποιημένες, συμφωνίες ανταλλαγής (swaps) και δικαιώματα (OTC options).

Αν και οι αγορές futures είναι πολύ σημαντικές, η βιομηχανία ενέργειας βασίζεται πολύ περισσότερο στην OTC αγορά παραγώγων. Αυτό οφείλεται στο γεγονός, ότι τα έξω-χρηματιστηριακά παράγωγα βασίζονται σε προσαρμοσμένες συναλλαγές, ενώ στα χρηματιστήρια, τα futures είναι τυποποιημένες συμβάσεις. Θεωρητικά, κάθε συμφωνία στην OTC αγορά είναι μοναδική, για αυτό και πολλές φορές, η μέτρηση των κινδύνων τους είναι πιο δύσκολη, λόγω της έλλειψης τιμών και διαφάνειας ρευστότητας στην αγορά. Επίσης, στις έξω-χρηματιστηριακές αγορές, μερικές φορές, υπάρχουν επιπλέον νομικοί, πιστωτικοί και λειτουργικοί κίνδυνοι σε σχέση με τις οργανωμένες αγορές, ωστόσο παραμένουν μια δημοφιλή επιλογή για τη διαχείριση του κινδύνου των τιμών.

Γενικά, όλοι οι βασικοί όροι της συμφωνίας στα OTC παράγωγα είναι διαπραγματεύσιμοι, πράγμα που σημαίνει ότι η αναφορά των τιμών, οι όροι πληρωμής και οι όγκοι συναλλαγών μπορούν να ρυθμιστούν ανάλογα από τους αντισυμβαλλόμενους για τη συμφωνία. Ωστόσο, η αυξανόμενη τυποποίηση στην plain vanilla OTC αγορά, έχει οδηγήσει στην ανάπτυξη των ηλεκτρονικών πλατφόρμων διαπραγμάτευσης.

Ένας διαχειριστής κινδύνου ή trader που χρησιμοποιεί συμβόλαια μελλοντικής εκπλήρωσης, γνωρίζει ότι οι παραπάνω συμβάσεις είναι διαπραγματεύσιμες στο χρηματιστήριο και δραστηριοποιείται σε μια εξαιρετικά οργανωμένη αγορά. Μπορεί να δει την τιμή της σύμβασης σε μια οθόνη, είναι σίγουρος για την ασφάλεια της και η απόδοση του είναι εγγυημένη. Σε αντίθεση, όταν χρησιμοποιούνται OTC συμβάσεις, υπάρχει πάντα ο πιστωτικός κίνδυνος της άλλης εταιρίας στη συναλλαγή, ο κίνδυνος ρευστότητας, καθώς και έλλειψη διαφάνειας στις τιμές, δεδομένου ότι δεν υπάρχει οθόνη για να εμφανίζονται οι τιμές σε πραγματικό χρόνο.

Στα swaps, που είναι μια συμβατική συμφωνία που συνάπτεται μεταξύ δύο αντισυμβαλλομένων, υπάρχει μια σειρά από ζητήματα που πρέπει να λαμβάνεται υπόψη όταν τα δύο μέρη αποφασίσουν να συνάψουν συμφωνία ανταλλαγής. Κάθε πλευρά συμφωνεί να κάνει περιοδικές πληρωμές με βάση ένα πλασματικό ποσό, οπότε θα πρέπει να εξασφαλίζεται η πιστωτική ποιότητα των αντισυμβαλλομένων, το ύψος των τιμών (η σταθερή τιμή και η κυμαινόμενη τιμή αναφοράς), οι δείκτες τιμών που χρησιμοποιούνται, οι ημερομηνίες πληρωμής και οι συχνότητες πληρωμής καθώς και η ημερομηνία έναρξης και λήξης της συμφωνίας.

Στην πραγματικότητα, τα swaps είναι συμβάσεις, όπου σε αντίθεση με τα futures, ποτέ δεν πραγματοποιείται φυσική παράδοση. Από την ίδια τη νομική δομή τους, είναι καθαρά οικονομικά συμβόλαια που επιτρέπουν στις επιχειρήσεις να επωφεληθούν από την κίνηση των τιμών – αξιών του υποκείμενου περιουσιακού στοιχείου, από το οποίο προέρχεται η τιμή ανταλλαγής. Καλούνται swaps διότι, οι δύο αντισυμβαλλόμενοι στη συμφωνία, ο αγοραστής και ο πωλητής (long, short), ανταλλάσσουν σήμερα μια συμφωνημένη σταθερή τιμή, με μια άγνωστη μελλοντική κυμαινόμενη τιμή.

Για παράδειγμα, σε μια συμφωνία ανταλλαγής έναντι μιας αμερικάνικης ή ευρωπαϊκής κυμαινόμενης τιμής αναφοράς, η ημερομηνία λήξης πληρωμής είναι κατά κανόνα η πέμπτη εργάσιμη ημέρα μετά την τελευταία ημέρα τιμολόγησης. Αντίθετα, σε μια σύμβαση έναντι μιας ασιατικής κυμαινόμενης τιμής αναφοράς, η πληρωμή πραγματοποιείται συνήθως, 10 εργάσιμες ημέρες (μερικές φορές μέχρι και 14 ημέρες) μετά από κάθε περίοδο τιμολόγησης.

Η συντριπτική πλειονότητα των swaps τιμολογούνται από την Platts, η οποία είναι τμήμα της McGraw – Hill. Η Platts δημοσιεύει σε καθημερινή αποτίμηση την τιμή κάθε δεδομένου, αργού πετρελαίου ή προϊόντων πετρελαίου σε οποιαδήποτε δεδομένη θέση, σύμφωνα με τις δικές τις εκτιμήσεις, βελτιώνοντας την ποιότητα των συναλλαγών.

Όσον αφορά τα options, στις αγορές επικρατούν τα αμερικανικά και τα ευρωπαϊκού τύπου plain vanilla. Σαν πλεονέκτημα έχουν ότι είναι εύχρηστα και για αυτό χρησιμοποιούνται ευρέως στις χρηματοπιστωτικές αγορές ενέργειας. Όμως, ολόένα και περισσότεροι έμπειροι επενδυτές έχουν ενισχύσει την ανάπτυξη των exotic options, παρόλο την πολυπλοκότητα και τη δυσκολία τιμολόγησή τους.

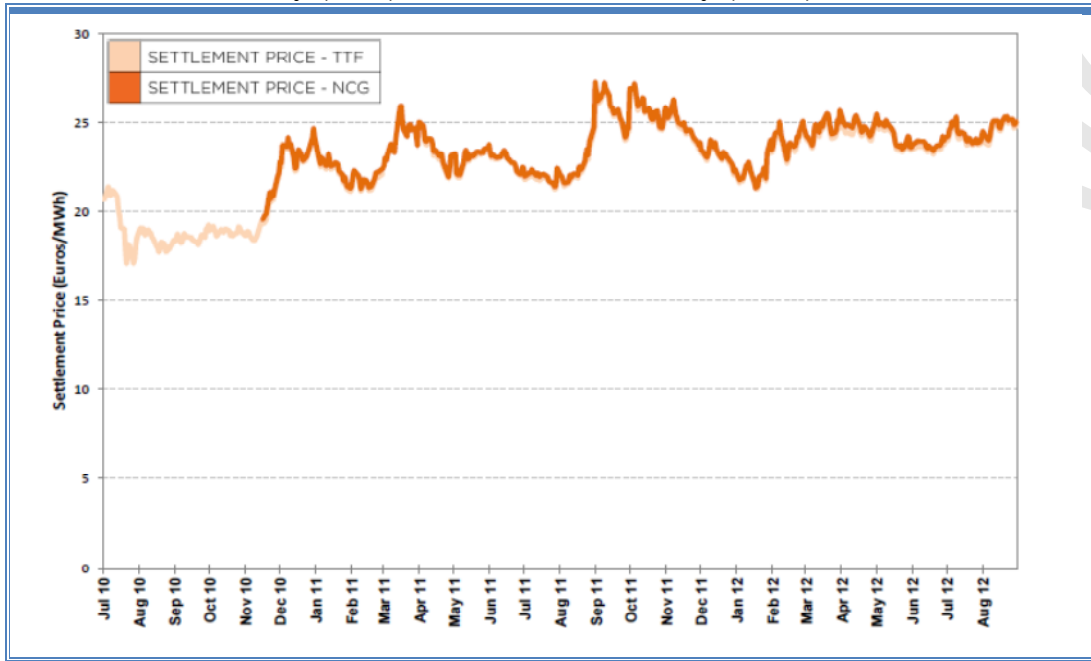
Ταυτόχρονα, την τελευταία δεκαετία έχουν παρουσιάσει άνθιση τα Asian Options ή Average Price Options (APOs). Τα APOs είναι συμβόλαια των οποίων η απόδοση εξαρτάται από το μέσο όρο της τιμής του υποκείμενου τίτλου, σε κάποια χρονική διάρκεια στο χρόνο ζωής τους. Αυτό το χαρακτηριστικό είναι που τα καθιστά διαφορετικά από τα αμερικανικά ή ευρωπαϊκού τύπου, όπου το αποτέλεσμα της σύμβασης εξαρτάται από την τιμή του υποκείμενου μέσου κατά την άσκηση. Έτσι, αποφεύγεται η χειραγώγηση της αγοράς του υποκείμενου μέσου στη λήξη του, ενώ λόγω της μέσης τιμής, μειώνεται η αστάθεια που ενυπάρχει στα options. Ως εκ τούτου, τα APOs είναι συνήθως φθηνότερα από τα αμερικανικά ή ευρωπαϊκά options.

Ωστόσο, η σαφής διάκριση μεταξύ της έξω-χρηματιστηριακής αγοράς ενέργειας και της προθεσμιακής αγοράς εξαφανίζεται καθώς οι δύο αγορές συγκλίνουν. Γραφεία συμψηφισμού σε όλο τον κόσμο έχουν αρχίσει και δέχονται OTC συναλλαγές κάτω από την εγγύησή τους. Αυτό σημαίνει ότι μετά την εκτέλεση των διμερών έξω-χρηματιστηριακών συναλλαγών, τα δύο αντισυμβαλλόμενα μέρη μπορούν να συμφωνήσουν να παραδώσουν την παραπάνω συμφωνία σε ένα πιστωτικό ίδρυμα, επιτυγχάνοντας μείωση του πιστωτικού κινδύνου.

Τέλος, τα συμβόλαια στις αγορές πετρελαίου συνήθως εκφράζονται σε δολάρια ΗΠΑ ανά βαρέλι, ενώ στις αγορές φυσικού αερίου εκφράζονται σε δολάρια ανά εκατομμύρια BTU και στο NYMEX συμβολίζονται ως «NG». Επίσης, οι τιμές στα συμβόλαια του φυσικού αερίου, που συνήθως έχουν 10ετή ορίζοντα, παρουσιάζουν έντονη εποχικότητα, όπως και αυτά του πετρελαίου θέρμανσης. Το χειμώνα οι τιμές υπερβαίνουν τις καλοκαιρινές τιμές, λόγω της αυξημένης ζήτησης κατά τη διάρκεια των κρύων ημερών. Το αποτέλεσμα είναι να παρουσιάζεται το φαινόμενο «peak and valley».

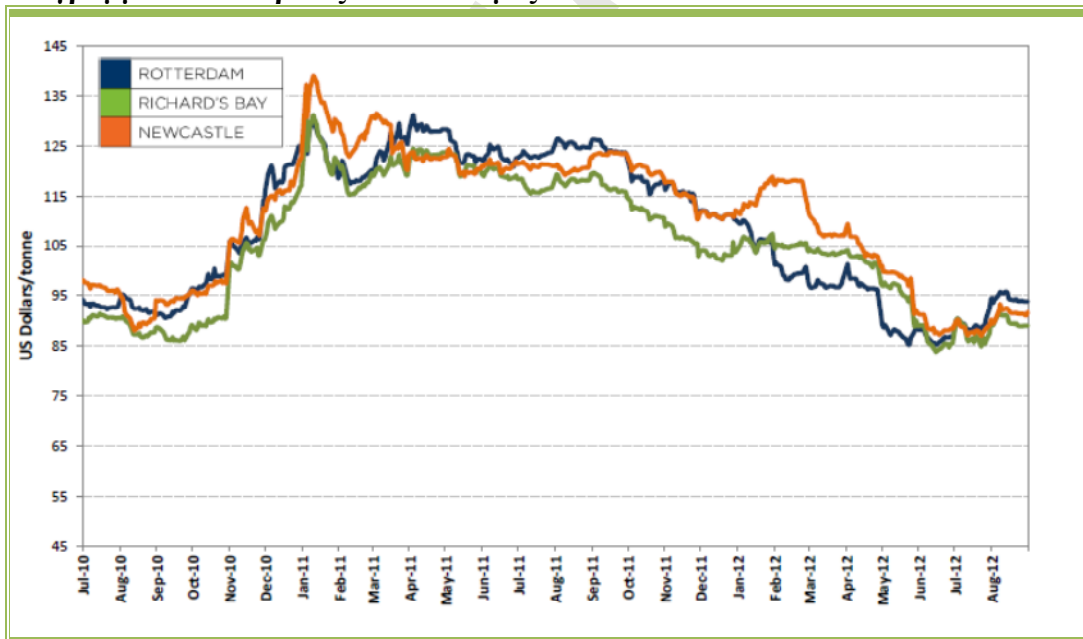
Στα παρακάτω διαγράμματα παρουσιάζεται η πορεία των futures τιμών των κυριότερων ενεργειακών προϊόντων.

Διάγραμμα 2.1 Ιστορικές futures τιμές φυσικού αερίου ηπειρωτικής Ευρώπης, Title Transfer Facility (TTF), NetConnect Germany (NCG)



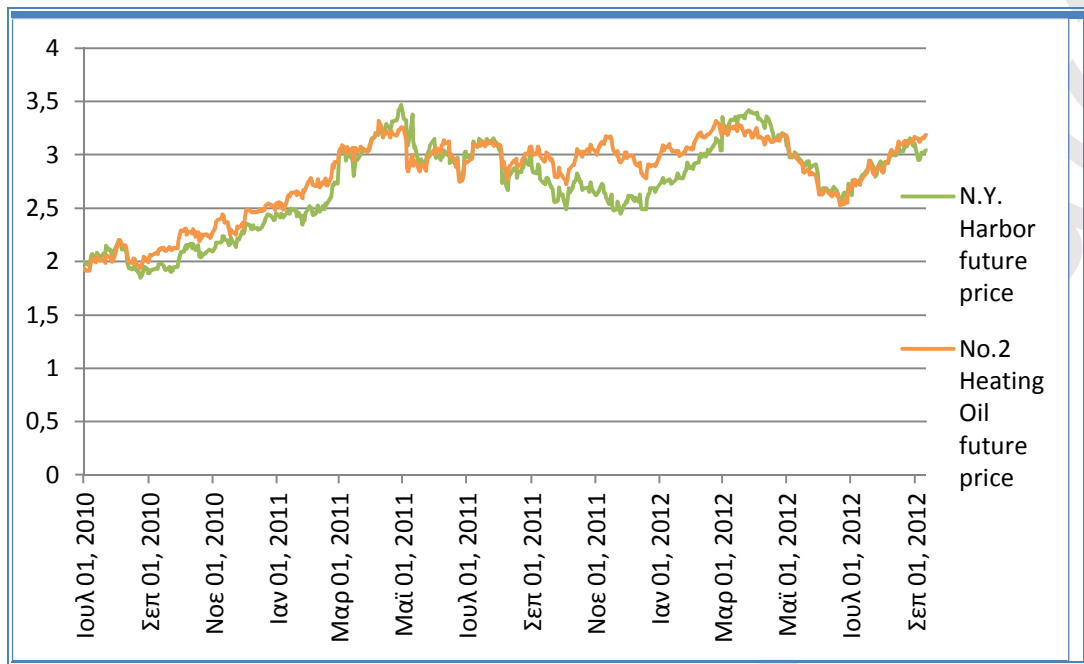
Πηγή: ICE Futures Europe Monthly Markets Report, August 2012

Διάγραμμα 2.2 Ιστορικές futures τιμές coal



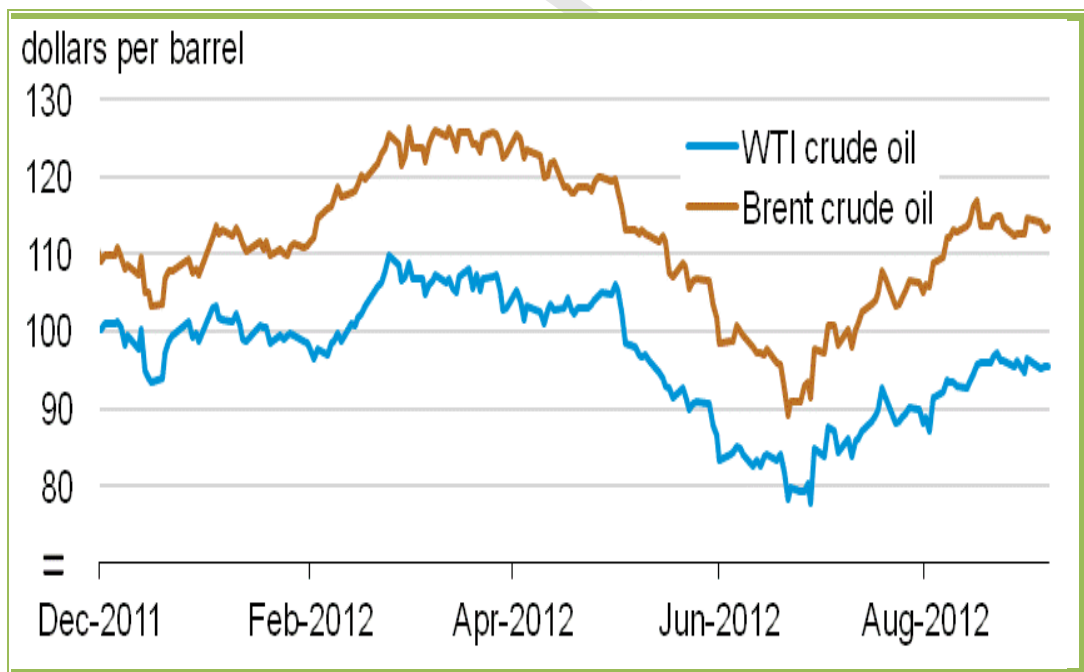
Πηγή: ICE Futures Europe Monthly Markets Report, August 2012

Διάγραμμα 2.3 Ιστορικές futures τιμές New York Harbor και No.2 Heating Oil



Πηγή: Energy Information Administration

Διάγραμμα 2.4 Ιστορικές futures τιμές WTI και Brent



Πηγή: International Exchange, CME Group

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΟΥ ΚΙΝΔΥΝΟΥ

3.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η αξία των προϊόντων στην ενεργειακή και περιβαλλοντική αγορά μπορεί να αλλάξει με την πάροδο του χρόνου, καθώς μεταβάλλονται οι συνθήκες της αγοράς. Η αύξηση του ανταγωνισμού και η απελευθέρωση των αγορών ενέργειας, οδήγησε σε σχετικά ελεύθερες αγορές που χαρακτηρίζονται από έντονες μεταβολές των τιμών. Πράγματι, η εισαγωγή μέσω του Πρωτοκόλλου του Κιότο νέων χρηματιστηριακών προϊόντων και οι κανονιστικές ρυθμίσεις που το διέπουν, καθώς και η αστάθεια στο περιβάλλον της τιμής των πετρελαϊκών προϊόντων, μετά τις συμφωνίες του ΟΠΕΚ (Οργανισμός Εξαγωγών Πετρελαιοπαραγωγών Χωρών, Organization of the Petroleum Exporting Countries - OPEC) στη δεκαετία του 1970, απαιτεί την ποσοτικοποίηση του κινδύνου.

Η διαχείριση του κινδύνου εκφράζει τη διαδικασία και τα εργαλεία που χρησιμοποιούνται για την αξιολόγηση, τη μέτρηση και τη διαχείριση των διαφόρων κινδύνων του χαρτοφυλακίου μιας εταιρίας. Η αξία των τιμών στην εμπορία του άνθρακα και της ενέργειας μπορεί να αλλάξει ανά πάσα στιγμή, καθώς μεταβάλλονται οι συνθήκες της αγοράς και των υποκείμενων μεταβλητών. Η πρόβλεψη της τιμής, είναι η βάση για τον καθορισμό του κινδύνου μιας επιχείρησης, ώστε να γίνει η ορθή ενεργειακή διαχείριση. Στις ενεργειακές και περιβαλλοντικές αγορές, η ορθή διαχείριση του κινδύνου, δεν εξαρτάται μόνο από τα σωστά εργαλεία ανάλυσης του χαρτοφυλακίου, αλλά και από μια στέρεα βάση των μελλοντικών τιμών.

3.2 ΕΜΠΕΙΡΙΚΕΣ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΟΥ ΚΙΝΔΥΝΟΥ

Τα πρώτα βήματα σχετικά με την εξέλιξη των τιμών του άνθρακα πραγματοποιήθηκαν με την πρωτοποριακή εργασία των Christiansen et al. (2005) και ακολούθησαν ο Kanen (2006), οι Ellerman και Buchner (2007, 2008) και οι Convery

και Redmond (2007). Το έργο αυτό έτυχε περαιτέρω επεξεργασίας από τον Convery (2009) και τους Ellerman, Convery και De Perthuis (2010).

Βασισμένοι στην οικονομική ανάλυση (βασικές αρχές της ζήτησης και της προσφοράς) οι Christiansen et al. (2005) αναγνώρισαν τους παράγοντες, που επηρεάζουν τις τιμές του άνθρακα, όπως είναι οι καθοριστικοί συντελεστές του EU ETS. Πράγματι, πολιτικά και ρυθμιστικά θέματα, θεμελιώδη μεγέθη της αγοράς, οι τιμές των καυσίμων, ο καιρός και τα επίπεδα παραγωγής, επηρεάζουν άμεσα τη συγκεκριμένη αγορά. Οι Mansanet – Bataller et al. (2007) και οι Arberola et al. (2008) πραγματοποίησαν τις πρώτες αναλύσεις που αποκάλυψαν οικονομετρικά τη σχέση μεταξύ της ενεργειακής αγοράς και της τιμής του CO₂. Βασισμένοι στην πρώτη φάση του Πρωτοκόλλου του Κιότο (2005 – 2007), χρησιμοποιώντας δεδομένα από τη spot και τη future αγορά, οι τιμές του CO₂ στο EU ETS συνδέονται με τα ορυκτά καύσιμα (π.χ. πετρέλαιο, φυσικό αέριο, κάρβουνο). Η τελευταία ομάδα των συγγραφέων υπογραμμίζει ότι η φύση αυτής της σχέσης, μεταξύ της ενέργειας και των τιμών του CO₂, ποικίλλει ανάλογα με την υπό εξέταση περίοδο, καθώς επίσης και από θεσμικά γεγονότα. Επιπλέον, οι Kerpler και Mansanet – Bataller (2010) μελέτησαν τη σχέση μεταξύ CO₂ και των μεταβλητών της ηλεκτρικής ενέργειας (όπως clean dark, clean spark spread και switch price) κατά τη διάρκεια της πρώτης φάσης του EU ETS.

Όσον αφορά τα οικονομετρικά μοντέλα των χρονολογικών σειρών του EUA, οι Benz και Trück (2009) περιέγραψαν λεπτομερώς τη μοντελοποίηση των τιμών των δικαιωμάτων εκπομπής CO₂, με βάση τα GARCH μοντέλα. Επιπλέον, οι Paoletta και Taschini (2008) έδειξαν πως διαμορφώνονται οι spot αποδόσεις του CO₂ στη διάρκεια της περιόδου κατά το τέλος της πρώτης φάσης. Ταυτόχρονα, θεμελιώδη μακροοικονομικά μεγέθη των τιμών του άνθρακα έχουν μελετηθεί από τους Arberola et al. (2009). Αξίζει επίσης να επισημανθεί, η σημαντική θεωρητική συμβολή των Daskalakis et al. (2009), με την μοντελοποίηση των επιπτώσεων της απαγόρευσης των τραπεζών, σχετικά με την τιμολόγηση των δικαιωμάτων μελλοντικής εκπλήρωσης του CO₂, κατά τη διάρκεια της πρώτης φάσης και η εμπορική διερεύνηση αυτών των επιπτώσεων από τους Arberola και Chevallier (2009).

Οι Bunn και Fezzi (2009) ποσοτικοποίησαν περαιτέρω τις αμοιβαίες αλληλεπιδράσεις στις τιμές της ηλεκτρικής ενέργειας, του φυσικού αερίου και του άνθρακα, στο

Ηνωμένο Βασίλειο. Τέλος, αξίζει να τονιστεί το έργο του Hintermann (2010), ο οποίος χρησιμοποίησε ένα δομικό μοντέλο στην τιμή του δικαιώματος εκπομπής, υπό την προϋπόθεση της αποτελεσματικής αγοράς, εξετάζοντας το βαθμό στον οποίο αυτή η διακύμανση των τιμών μπορεί να εξηγηθεί, από το οριακό κόστος μείωσης των εκπομπών.

Κλείνοντας, τα τελευταία χρόνια ο Γάλλος οικονομολόγος Julian Chevallier, έχει να επιδείξει ένα θαυμαστό έργο σχετικά με την τιμολόγηση των δικαιωμάτων εκπομπής CO₂. Διεξοδικότερα,

- στη δημοσίευσή του με τίτλο "Macroeconomics, finance, commodities: Interactions with carbon markets in a data – rich model" (2011), εξετάζει τη μετάδοση των διεθνών διαταραχών στις spot και futures τιμές του EUA και στις futures τιμές του CER, χρησιμοποιώντας ένα ευρύ σύνολο δεδομένων, που περιελάμβανε 115 μακροοικονομικούς, χρηματοοικονομικούς και εμπορευματικούς δείκτες, σε καθημερινή συχνότητα (463 παρατηρήσεις). Το πλαίσιο που υιοθετήθηκε ήταν ένα μοντέλο Factor – Augmented Vector Autoregression (FAVAR) με λανθάνοντες παράγοντες που προέρχονται από το σύνολο των δεδομένων, όπως προτάθηκε από τον Bernanke et al. (2005). Το κύριο αποτέλεσμα ήταν, ότι οι τιμές του άνθρακα έχουν την τάση να μεταβάλλονται αρνητικά σε ένα εξωγενή σοκ που μειώνει τους παγκόσμιους οικονομικούς δείκτες. Επιπλέον, υπάρχουν στοιχεία που αποδεικνύουν ότι οι αντιδράσεις μεταξύ των διαφόρων ειδών δικαιωμάτων εκπομπής CO₂ είναι ετερογενείς. Συγκεκριμένα, οι futures τιμές του CER, τείνουν να αντιδρούν πολύ πιο αισθητά από ό, τι οι spot και futures τιμές του EUA. Τέλος, οι παραπάνω παράγοντες εξηγούν περίπου το 50% της συνολικής διακύμανσης, όλων των μεταβλητών στο σύνολο των δεδομένων, με τη μεγαλύτερη συμβολή να οφείλεται στον παράγοντα που σχετίζεται με τις αγορές εμπορευμάτων, γεγονός που εξηγεί περίπου το 28% της συνολικής διακύμανσης.
- στην έρευνά του "A model of carbon price interactions with macroeconomic and energy dynamics" (2011), εξετάζει δυο βασικές κινητήριες δυνάμεις των EUAs: την οικονομική δραστηριότητα και τις τιμές της ενέργειας. Η οικονομική δραστηριότητα προσεγγίστηκε από συγκεντρωτικούς δείκτες

βιομηχανικής παραγωγής της ΕΕ των 27 μελών, ενώ το Brent, το φυσικό αέριο και το κάρβουνο, θεωρήθηκαν οι κύριοι ενεργειακοί οδηγοί στον καθορισμό της τιμής του άνθρακα. Η αλληλεπίδραση μεταξύ των μακροοικονομικών και των ενεργειακών δεικτών καταγράφεται με τη χρήση ενός μοντέλου Markov – switching Vector Autoregressive (VAR). Όπως συμπεράνε, η βιομηχανική παραγωγή επηρεάζει θετικά (αρνητικά) την αγορά CO₂ κατά την διάρκεια περιόδων οικονομικής ανάπτυξης (ύφεση), επιβεβαιώνοντας την ύπαρξη συσχέτισης μεταξύ των μακροοικονομικών μεγεθών και της τιμής του άνθρακα. Ταυτόχρονα, επιβεβαίωσε την ηγετική θέση της τιμής του Brent στη διαμόρφωση των τιμών στις αγορές ενέργειας (Bachmeier και Griffin, 2006).

- στη δημοσίευσή του "Evaluating the carbon – macroeconomy relationship: Evidence from threshold vector error – correction and Markov – switching VAR models" (2011), μελετά τη μη γραμμική προσαρμογή, μεταξύ της βιομηχανικής παραγωγής και των τιμών του άνθρακα. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η μακροοικονομική δραστηριότητα είναι πιθανό να επηρεάζει τις τιμές των δικαιωμάτων, με χρονική υστέρηση, λόγω των ειδικών θεσμικών περιορισμών της περιβαλλοντικής αγοράς.

3.3 ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΚΑΙ ΠΕΡΙΓΡΑΦΙΚΑ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΚΙΝΔΥΝΟΥ ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΩΝ ΜΕΤΑΒΛΗΤΩΝ

Σε αυτήν την ενότητα εξετάζονται οι επιπτώσεις της χρήσης των καυσίμων στις τιμές των δικαιωμάτων άνθρακα, μέσω διαφόρων μοντέλων παλινδρόμησης, με σκοπό την κατανόηση των μεταβολών των τιμών των δικαιωμάτων, σε σχέση με τη διακύμανση των τιμών των καυσίμων.

Στη μελέτη που ακολουθεί χρησιμοποιούνται οι μηνιαίες spot τιμές του Brent, του Natural Gas, του Coal, του WTI, του Henry Hub, του New York Harbor, του No.2 Heating Oil, του EUA και του CER από το Φεβρουάριο του 2008 έως το Δεκέμβριο του 2011 (στην έρευνα του CER τα στοιχεία είναι από τον Αύγουστο του 2008 έως το Δεκέμβριο του 2011). Τα στοιχεία του Brent, του WTI, του New York Harbor και του

No.2 Heating Oil είναι εκφρασμένα σε USD/BBL και προέρχονται από την Energy Information Administration (EIA), του αμερικανικού Υπουργείου Ενέργειας. Οι τιμές του Natural Gas και του Henry Hub είναι εκφρασμένες σε USD/MMBtu και προέρχονται από την Παγκόσμια Τράπεζα και το EIA αντίστοιχα. Το Coal εκφράζεται σε EUR/tce και τα στοιχεία προέρχονται από το European Association for Coal and Lignite. Τέλος, οι τιμές του EUA και του CER προέρχονται από το BlueNext, το οποίο ιδρύθηκε το Δεκέμβριο του 2007 και είναι το μεγαλύτερο ανταλλακτήριο περιβαλλοντικών προϊόντων.

Πριν προχωρήσουμε στην ανάλυση παλινδρόμησης, είναι σημαντικό να ελεγχθεί η συσχέτιση μεταξύ της τιμής του άνθρακα και των μεταβλητών της ενέργειας (μετασηματισμένων σε λογαριθμικές αποδόσεις). Στο πίνακα 3.1 φαίνεται ότι καμία συσχέτιση του EUA με τις άλλες μεταβλητές, σε απόλυτη αξία, δεν είναι πάνω από 0,35 (εκτός του WTI), συνεπώς στην πλειοψηφία δεν υπάρχει γραμμική συσχέτιση ή υπάρχει ασθενής γραμμική συσχέτιση μεταξύ του Brent, του WTI και του No.2 Heating Oil με το EUA. Ομοίως, από το πίνακα 3.2 εξάγεται το ίδιο αποτέλεσμα για το CER και τις υπόλοιπες μεταβλητές. Επίσης, η γραφική απεικόνιση των τιμών και των λογαριθμικών αποδόσεων δίνονται στα διαγράμματα 3.1 και 3.2 αντίστοιχα.

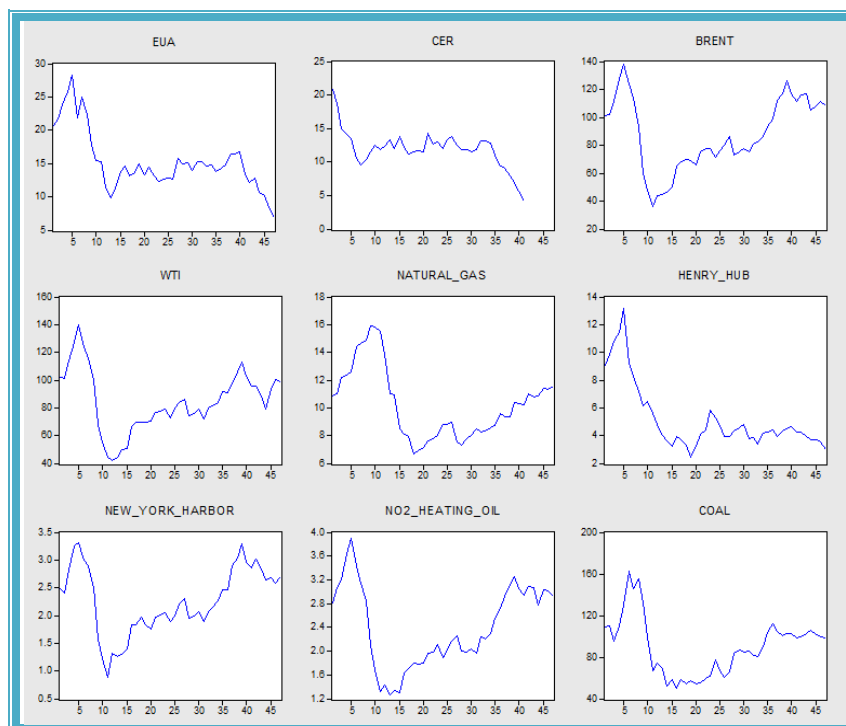
Πίνακας 3.1 Συσχέτιση μεταξύ του EUA και των μεταβλητών της ενέργειας μετασχηματισμένων σε λογαριθμικές αποδόσεις

	EUA	Brent	WTI	Natural Gas	Henry Hub	N.Y. Harbor	No.2 H.O.	Coal
EUA	1							
Brent	0,348	1						
WTI	0,404	0,873	1					
Natural Gas	-0,156	-0,196	-0,093	1				
Henry Hub	0,210	0,279	0,367	0,129	1			
N.Y. Harbor	0,226	0,951	0,786	-0,187	0,231	1		
No.2 H.O.	0,358	0,917	0,878	-0,029	0,407	0,866	1	
Coal	-0,051	0,245	0,0636	0,085	0,0560	0,207	0,205	1

Πίνακας 3.2 Συσχέτιση μεταξύ του CER και των μεταβλητών της ενέργειας μετασχηματισμένων σε λογαριθμικές αποδόσεις

	CER	Brent	WTI	Natural Gas	Henry Hub	N.Y. Harbor	No.2 H.O.	Coal
CER	1							
Brent	0,333	1						
WTI	0,362	0,864	1					
Natural Gas	-0,171	-0,207	-0,100	1				
Henry Hub	0,087	0,207	0,295	0,211	1			
N.Y. Harbor	0,198	0,957	0,777	-0,214	0,179	1		
No.2 H.O.	0,321	0,919	0,882	-0,007	0,331	0,887	1	
Coal	-0,032	0,269	0,076	0,046	0,126	0,259	0,226	1

Διάγραμμα 3.1 Μηνιαίες τιμές από το Φεβρουάριο του 2008 έως το Δεκέμβριο του 2011



Διάγραμμα 3.2 Μηνιαίες λογαριθμικές αποδόσεις από το Φεβρουάριο του 2008 έως το Δεκέμβριο του 2011



3.3.1 Ανάλυση παλινδρόμησης και αποτελέσματα με ενεργειακές μεταβλητές

Στην ανάλυση μας σχετικά με τις αναμενόμενες επιπτώσεις των ενεργειακών μεταβλητών στην τιμή των δικαιωμάτων άνθρακα, εκτελούμε την ακόλουθη παλινδρόμηση,

- $y_t = \alpha + \beta_i x_{it} + \varepsilon_t$,

όπου οι λογαριθμικές αποδόσεις των EUA και CER είναι οι εξαρτημένες μεταβλητές και οι λογαριθμικές αποδόσεις των τιμών των καυσίμων είναι οι ανεξάρτητες μεταβλητές, με σταθερά α και σφάλμα ε_t

Πίνακας 3.3 Αποτελέσματα παλινδρόμησης με εξαρτημένη μεταβλητή το EUA

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
A	-2,412682	1,584124	-1,523039	0,1351
Brent	1,346308	0,420565	3,201185	0,0026
N.Y. Harbor	-0,938581	0,372967	-2,516526	0,0157
R-squared	0,233838	Mean dependent var		-2,380924
Adjusted R-squared	0,198202	S.D. dependent var		11,99769
S.E. of regression	10,74311	Akaike info criterion		7,649400
Sum squared residual	4962,819	Schwarz criterion		7,768659
Log likelihood	-172,9362	Hannan-Quinn criterion		7,694075
F-statistic	6,561942	Durbin-Watson stat		1,967067
Prob (F-statistic)	0,003258			

Παρατηρούμε ότι μόνο το Brent και το New York Harbor είναι στατιστικά σημαντικά σε επίπεδο σημαντικότητας 10% και η παλινδρόμηση γράφεται ως,

- $\log eua_{ret} = -2,412682 + 1,3463081 \log brent_{ret} - 0,938581 \log newyorkharbor_{ret} + \varepsilon_t$

Πράγματι, η χρήση καυσίμων όπως του Brent έχει θετικό αντίκτυπο στην τιμή του άνθρακα, καθώς η μεγαλύτερη ζήτηση για ενέργεια, θα οδηγήσει σε μεγαλύτερη χρήση καυσίμων, συνεπώς σε αύξηση της τιμής του Brent, το οποίο και συνεπάγεται

σε αύξηση της ζήτησης των δικαιωμάτων εκπομπής CO₂. Ωστόσο, αν και το New York Harbor συμπεριφέρεται όπως το Brent, στην παλινδρόμηση αποτυπώνεται το αντίθετο αποτέλεσμα. Επιπλέον, το μοντέλο εξηγεί το 23,38% της συνολικής μεταβλητότητας, όπως επίσης, το Adjusted R-squared είναι χαμηλό (0,198202), γεγονός που σημαίνει ότι η επεξηγηματική δύναμη αυτής της παλινδρόμησης μπορεί να βελτιωθεί με την προσθήκη άλλων σχετικών ανεξάρτητων μεταβλητών. Ταυτόχρονα το Durbin-Watson statistic είναι κοντά στο 2 οπότε δεν υπάρχει αυτοσυσχέτιση στο δείγμα.

Πίνακας 3.4 Αποτελέσματα παλινδρόμησης με εξαρτημένη μεταβλητή το CER

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
A	-4,076558	1,543358	--2,641356	0,0120
Brent	1,526000	0,426144	3,580946	0,0010
N.Y. Harbor	-1,133831	0,376104	-3,014678	0,0046
R-squared	0,286385	Mean dependent var		-4,053679
Adjusted R-squared	0,247811	S.D. dependent var		11,25324
S.E. of regression	9,759803	Akaike info criterion		7,466460
Sum squared residual	3524,389	Schwarz criterion		7,593126
Log likelihood	-146,3292	Hannan-Quinn criterion		7,512258
F-statistic	7,424342	Durbin-Watson stat		1,463644
Prob (F-statistic)	0,001946			

Παρατηρούμε και πάλι ότι μόνο το Brent και το New York Harbor είναι στατιστικά σημαντικά σε επίπεδο σημαντικότητας 10% και η παλινδρόμηση γράφεται ως,

- $$\logcerret = -4,076558 + 1,526000 \logbrentret - 1,133831 \lognewyorkharbor + \varepsilon_t$$

Όπως αποτυπώνεται και στα αποτελέσματα του πίνακα 3.4, παρουσιάζεται και πάλι το ίδιο πρόβλημα με την συσχέτιση μεταξύ CER και New York Harbor. Επιπλέον, το μοντέλο εξηγεί το 28,64% της συνολικής μεταβλητότητας, όπως επίσης, το Adjusted R-squared είναι χαμηλό (0,247811), γεγονός που σημαίνει ότι η επεξηγηματική

δύναμη αυτής της παλινδρόμησης μπορεί να βελτιωθεί με την προσθήκη άλλων σχετικών ανεξάρτητων μεταβλητών.

3.4 ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΚΑΙ ΠΕΡΙΓΡΑΦΙΚΑ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΚΙΝΔΥΝΟΥ ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΜΑΚΡΟΟΙΚΟΝΟΜΙΚΩΝ ΚΑΙ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΩΝ ΔΕΙΚΤΩΝ

Σε αυτήν την ενότητα εξετάζονται οι επιπτώσεις μακροοικονομικών και ενεργειακών δεικτών στις τιμές των δικαιωμάτων του άνθρακα. Για την παρούσα μελέτη χρησιμοποιήθηκαν μηνιαίες spot τιμές από τον Αύγουστο του 2008 έως και το Μάιο του 2012. Για τους σκοπούς της μελέτης λαμβάνουμε τις παρακάτω μεταβλητές, τις οποίες χρησιμοποίησε και ο Chevallier στη μελέτη του (2011) με τη μέθοδο Markov – switching VAR:

- EU Economic Sentiment Index από τη Eurostat (ESI)

Εκφράζει τη γενική αντίληψη και τις προσδοκίες σε ατομικό επίπεδο, σε έναν ενιαίο δείκτη. Ο δείκτης αυτός αντικατοπτρίζει το μελλοντικό κλίμα στους τομείς της οικονομίας.

- EU Business Climate Indicator από τη Eurostat (BCI)

Ακολουθεί την ίδια λογική με τον ESI δηλαδή, η μεταβλητή BCI εκφράζει την αισιοδοξία σχετικά με τις προσδοκίες της παραγωγής, καθώς και τις εκτιμήσεις των τάσεων της παραγωγής που παρατηρήθηκαν τους τελευταίους μήνες.

- Manufacturing Production Index από το Institute for Supply Management (MPI)

Μπορεί να θεωρηθεί ως ένας δείκτης μακροοικονομικών δραστηριοτήτων, όπου οι επιχειρήσεις δίνουν ιδιαίτερη προσοχή στην εξέλιξη των παραγγελιών, καθώς και στα προβλήματα, την ικανότητα και την εξέλιξη της παραγωγής στις αντίστοιχες βιομηχανίες.

- Standard & Poor's Goldman Sachs Commodity Indicator Total Return από το wikinest (SPGSCI)

Ο δείκτης αυτός χρησιμεύει στον υπολογισμό των αλλαγών των οικονομικών συνθηκών που επηρεάζουν τις αγορές εμπορευμάτων.

- Dow Jones Euro Stoxx Oil and Gas Energy Index από την Ευρωπαϊκή Κεντρική Τράπεζα (DJESOGEI)

Αυτός ο δείκτης συντίθεται από τις αντιπροσωπευτικές μετοχές του ενεργειακού τομέα στην περιοχή της Ευρώπης. Ο Oil and Gas Energy Index είναι ένας από τους δεκαοκτώ κλάδους που συνθέτουν το Dow Jones Euro Stoxx Index.

- YIELD 3 MONTH από την Ευρωπαϊκή Κεντρική Τράπεζα (Y3M)

Είναι η καμπύλη αποδόσεων για ομόλογα διάρκειας 3 μηνών. Η αρνητική τιμή της κλίσης της καμπύλης των αποδόσεων, υποδηλώνει την αρνητική κλίση της καμπύλης των επιτοκίων και ως εκ τούτου, μια τάση να τονωθεί η οικονομία.

- Zero Coupon Yield Curve Spot Rate από την Ευρωπαϊκή Κεντρική Τράπεζα (ZCYCSR)

Αντιπροσωπεύει την απόδοση των ομολόγων σε ευρώ, ένα έτος πριν τη λήξη τους και αποτελεί έναν επιπλέον δείκτη της νομισματικής πολιτικής, στη ζώνη του ευρώ.

Επιπλέον, στην έρευνα χρησιμοποιήθηκαν και οι παρακάτω δείκτες, οι οποίοι είναι αντιπροσωπευτικοί για την εξέλιξη της οικονομίας και των τιμών της ενέργειας:

- Industrial Production Index, MIG Energy – NAVE Rev2 από την Ευρωπαϊκή Κεντρική Τράπεζα (IPIEN17)

Είναι ο δείκτης βιομηχανικής παραγωγής - ενέργειας (Euro area 17, εποχιακά διορθωμένος) και αντανακλά τις βραχυπρόθεσμες στατιστικές με στόχο να δείξει την εξέλιξη της αγοράς.

- Opec Crude Oil Production από την EIA (OCOP)

Εμφανίζονται ιστορικά στοιχεία (μη εποχιακά διορθωμένα) του μεγέθους της παραγωγής αργού πετρελαίου της ΟΠΕΚ.

- Dow Jones Industrial Average από το Federal Reserve Economic Data (FRED) (DJIA)

Παρέχει μια προβολή της χρηματιστηριακής αγοράς των ΗΠΑ και της οικονομίας.

- US Industrial Production Index από το FRED (UIPI)

Είναι ένας οικονομικός δείκτης που μετρά την πραγματική απόδοση της παραγωγής και την πορεία της οικονομίας.

- Energy Price Index από την Παγκόσμια Τράπεζα (EPI)

Είναι ο σταθμισμένος μέσος όρος των τιμών του άνθρακα (coal), του αργού πετρελαίου και του φυσικού αερίου.

Στους πίνακες 3.5 και 3.6 παρουσιάζεται η συσχέτιση των μεταβλητών (μετασχηματισμένων σε λογαριθμικές αποδόσεις), όπου οι μεταβλητές MPI, DJESOGEI, YEM, ZCYCSR, IPIEN17, OCOP και UIPI, δεν παρουσιάζουν γραμμική συσχέτιση με τις μεταβλητές EUA και CER, ενώ οι μεταβλητές ESI, BCI, SPGSCI, DJIA και EPI, παρουσιάζουν μέση γραμμική συσχέτιση με το EUA και το CER. Επίσης, η γραφική απεικόνιση των τιμών και των λογαριθμικών αποδόσεων δίνονται στα διαγράμματα 3.3 και 3.4 αντίστοιχα.

Πίνακας 3.5 Συσχέτιση μεταξύ του EUA και των μακροοικονομικών μεταβλητών μετασχηματισμένων σε λογαριθμικές αποδόσεις*

	EUA	ESI	BCI	MPI	SPGSCI	DJESOGEI	Y3M	ZCYCSR	IPIEN17	OCOP	DJIA	UIPI	EPI
EUA	1												
ESI	0,458	1											
BCI	0,363	0,875	1										
MPI	0,093	0,318	0,451	1									
SPGSCI	0,419	0,648	0,561	0,437	1								
DJESOGEI	0,177	0,576	0,420	0,252	0,602	1							
Y3M	-0,247	-0,482	-0,582	-0,397	-0,481	-0,362	1						
ZCYCSR	-0,209	-0,421	-0,507	-0,395	-0,468	-0,330	0,981	1					
IPIEN17	0,060	0,504	0,594	0,150	0,368	0,123	-0,394	-0,365	1				
OCOP	0,098	0,258	0,294	-0,074	0,138	0,005	-0,344	-0,341	0,469	1			
DJIA	0,472	0,607	0,546	0,264	0,698	0,517	-0,403	-0,363	0,246	0,164	1		
UIPI	0,220	0,250	0,179	0,006	0,031	-0,078	-0,064	-0,083	0,066	-0,026	-0,056	1	
EPI	0,341	0,717	0,727	0,531	0,810	0,566	-0,544	-0,500	0,505	0,210	0,527	0,086	1

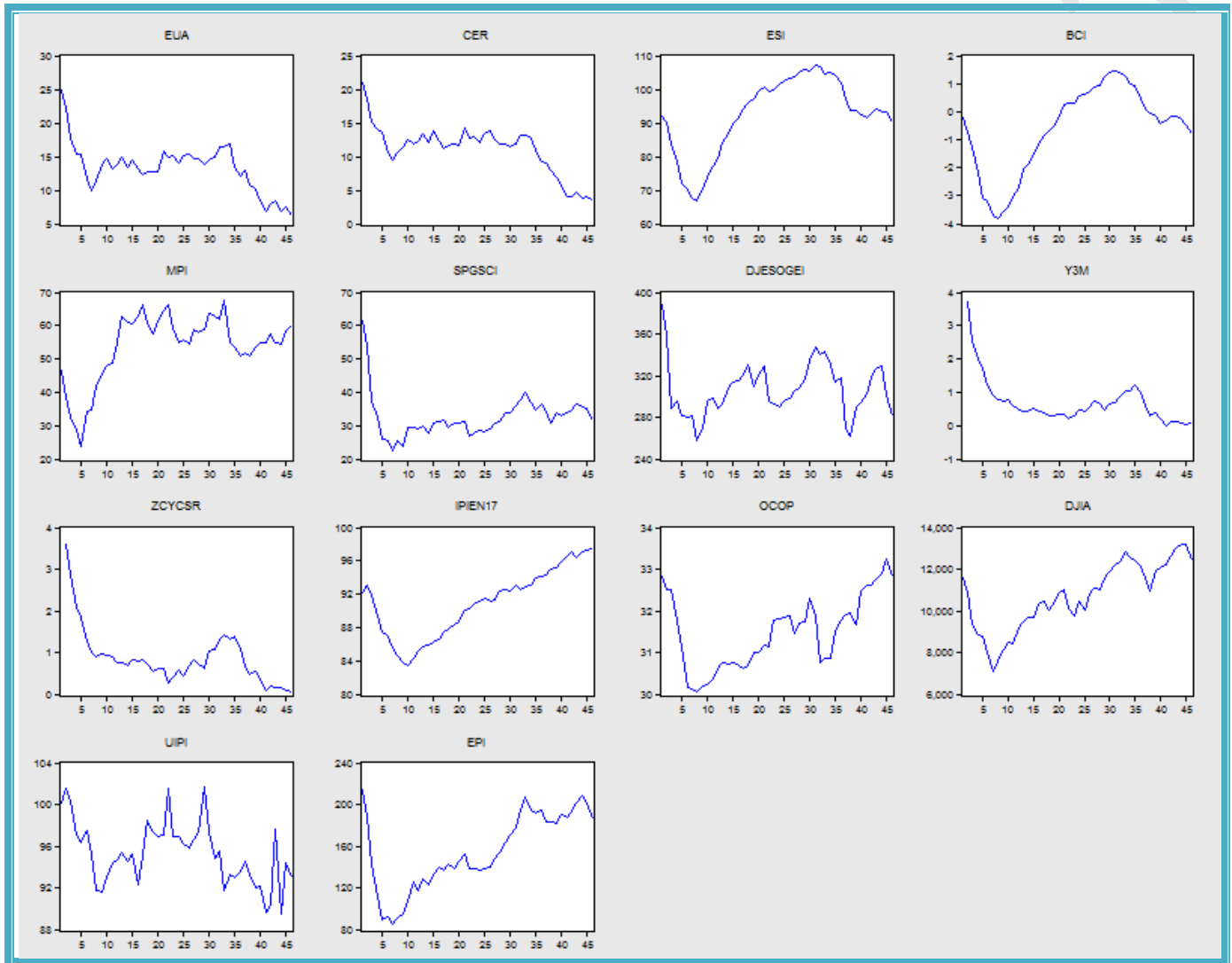
Σημείωση: * Στον ESI και BCI λαμβάνουμε υπόψη την πρώτη διαφορά ενώ το Y3M και το ZCYCSR έχουν παραμείνει όπως είναι.

Πίνακας 3.6 Συσχέτιση μεταξύ του CER και των μακροοικονομικών μεταβλητών μετασχηματισμένων σε λογαριθμικές αποδόσεις*

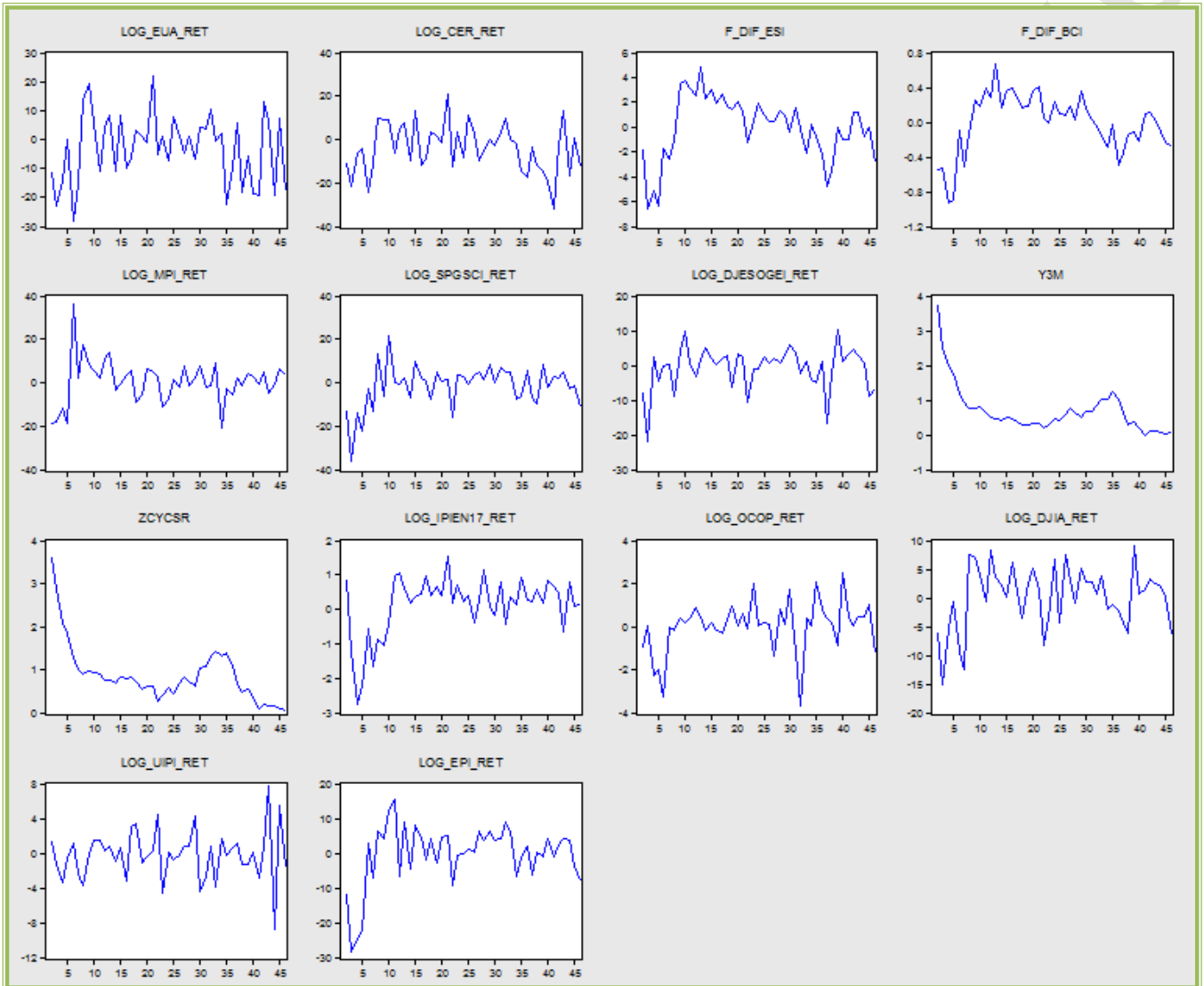
	CER	ESI	BCI	MPI	SPGSCI	DJESOGEI	Y3M	ZCYCSR	IPIEN17	OCOP	DJIA	UIPI	EPI
CER	1												
ESI	0,470	1											
BCI	0,370	0,875	1										
MPI	0,050	0,318	0,451	1									
SPGSCI	0,408	0,648	0,561	0,437	1								
DJESOGEI	0,188	0,576	0,420	0,252	0,602	1							
Y3M	-0,182	-0,482	-0,582	-0,397	-0,481	-0,362	1						
ZCYCSR	-0,139	-0,421	-0,507	-0,395	-0,468	-0,330	0,981	1					
IPIEN17	0,007	0,504	0,594	0,150	0,368	0,123	-0,394	-0,365	1				
OCOP	0,059	0,258	0,294	-0,074	0,138	0,005	-0,344	-0,341	0,469	1			
DJIA	0,370	0,607	0,546	0,264	0,698	0,517	-0,403	-0,363	0,246	0,164	1		
UIPI	0,231	0,250	0,179	0,006	0,031	-0,078	-0,064	-0,083	0,066	-0,026	-0,056	1	
EPI	0,355	0,717	0,727	0,531	0,810	0,566	-0,544	-0,500	0,505	0,210	0,527	0,086	1

Σημείωση: * Στον ESI και BCI λαμβάνουμε υπόψη την πρώτη διαφορά ενώ το Y3M και το ZCYCSR έχουν παραμείνει όπως είναι.

Διάγραμμα 3.3 Μηνιαίες τιμές από τον Αύγουστο του 2008 έως και το Μάιο του 2012



Διάγραμμα 3.4 Μηνιαίες λογαριθμικές αποδόσεις από τον Αύγουστο του 2008 έως και το Μάιο του 2012*



Σημείωση: * Στον ESI και BCI λαμβάνουμε υπόψη την πρώτη διαφορά ενώ το Y3M και το ZCYCSR έχουν παραμείνει όπως είναι.

3.4.1 Ανάλυση παλινδρόμησης και αποτελέσματα με μακροοικονομικές και ενεργειακές μεταβλητές

Στην ανάλυση μας σχετικά με τις αναμενόμενες επιπτώσεις των μακροοικονομικών και ενεργειακών μεταβλητών στην τιμή των δικαιωμάτων εκπομπής CO₂, εκτελούμε την ακόλουθη παλινδρόμηση,

- $y_t = \alpha + \beta_i x_{it} + \varepsilon_t$,

όπου οι λογαριθμικές αποδόσεις των EUA και CER είναι οι εξαρτημένες μεταβλητές και οι λογαριθμικές αποδόσεις των τιμών των υπολοίπων μεταβλητών είναι οι ανεξάρτητες μεταβλητές, με σταθερά α και σφάλμα ε

Πίνακας 3.7 Αποτελέσματα παλινδρόμησης με μακροοικονομικές και ενεργειακές μεταβλητές με εξαρτημένη μεταβλητή το EUA

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
A	-3,074923	1,524453	-2,017066	0,0504
ESI	2,457714	0,918491	2,675817	0,0108
DJESOGEI	-0,553807	0,320695	-1,726898	0,0919
IPIEN17	0,773247	0,358834	2,154884	0,0372
UIPI	-3,575618	2,060368	-1,735427	0,0904
R-squared	0,349252	Mean dependent var		-3,077101
Adjusted R-squared	0,284177	S.D. dependent var		11,81529
S.E. of regression	9,996477	Akaike info criterion		7,546782
Sum squared residual	3997,182	Schwarz criterion		7,747522
Log likelihood	-164,8026	Hannan-Quinn criterion		7,621616
F-statistic	5,366932	Durbin-Watson stat		2,349509
Prob (F-statistic)	0,001481			

Παρατηρούμε ότι οι μοναδικές μεταβλητές που είναι στατιστικά σημαντικές σε επίπεδο σημαντικότητας 10% είναι η ESI, η DJESOGEI, η IPIEN17 και η UIPI και η παλινδρόμηση γράφεται ως,

- $$\text{logeuaret} = -3,074923 + 2,457714\text{fdifesi} - 0,553807\text{logdjesogeiret} + 0,773247\text{logipien17ret} - 3,575618\text{loguipi} + \varepsilon_t$$

Όπως φαίνεται από την παλινδρόμηση οι μεταβλητές ESI και IPIEN17 έχουν θετικό αντίκτυπο στην τιμή του EUA, ενώ αντίθετα οι μεταβλητές DJESOGEI και UIPI επηρεάζουν αρνητικά τα δικαιώματα εκπομπής. Επιπλέον, το μοντέλο εξηγεί το 34,93% της συνολικής μεταβλητότητας, όπως επίσης, το Adjusted R-squared είναι χαμηλό (0,284177), γεγονός που σημαίνει ότι η επεξηγηματική δύναμη αυτής της παλινδρόμησης μπορεί να βελτιωθεί με την προσθήκη άλλων σχετικών ανεξάρτητων μεταβλητών. Ταυτόχρονα το Durbin-Watson statistic είναι κοντά στο 2 οπότε δεν υπάρχει αυτοσυσχέτιση στο δείγμα.

Πίνακας 3.8 Αποτελέσματα παλινδρόμησης με μακροοικονομικές και ενεργειακές μεταβλητές με εξαρτημένη μεταβλητή το CER

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
A	-3,135864	1,428353	-2,195440	0,0340
ESI	2,806696	0,829067	3,385366	0,0016
SPGSCI	0,393663	0,206207	1,909067	0,0634
DJESOGEI	-0,625518	0,313606	-1,994597	0,0529
UIPI	-5,182147	1,944940	-2,678195	0,0107
R-squared	0,377056	Mean dependent var		-3,996623
Adjusted R-squared	0,314761	S.D. dependent var		11,18936
S.E. of regression	9,262458	Akaike info criterion		7,394255
Sum squared residual	3431,725	Schwarz criterion		7,594995
Log likelihood	-161,3707	Hannan-Quinn criterion		7,469089
F-statistic	6,052797	Durbin-Watson stat		2,228373
Prob (F-statistic)	0,000661			

Παρατηρούμε ότι οι μοναδικές μεταβλητές που είναι στατιστικά σημαντικές σε επίπεδο σημαντικότητας 10% είναι η ESI, η SPGSCI, η DJESOGEI και η UIPI και η παλινδρόμηση γράφεται ως,

- $$\text{logcerret} = -3,135864 + 2,806696\text{fdifesi} + 0,393663\text{logspgsciret} - 0,625518\text{logdjesogeiret} - 5,182147\text{loguipi} + \varepsilon_t$$

Όπως φαίνεται από την παλινδρόμηση οι μεταβλητές ESI και SPGSCI έχουν θετικό αντίκτυπο στην τιμή του CER, ενώ αντίθετα οι μεταβλητές DJESOGEI και UIPI επηρεάζουν αρνητικά τα δικαιώματα εκπομπής. Επιπλέον, το μοντέλο εξηγεί το 37,71% της συνολικής μεταβλητότητας, όπως επίσης, το Adjusted R-squared είναι χαμηλό (0,314761), γεγονός που σημαίνει ότι η επεξηγηματική δύναμη αυτής της παλινδρόμησης μπορεί να βελτιωθεί με την προσθήκη άλλων σχετικών ανεξάρτητων μεταβλητών. Ταυτόχρονα το Durbin-Watson statistic είναι κοντά στο 2 οπότε δεν υπάρχει αυτοσυσχέτιση στο δείγμα.

3.5 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΟΥ ΚΙΝΔΥΝΟΥ

Στις ενότητες 3.3 και 3.4 εξετάστηκαν οι επιπτώσεις ενεργειακών και μακροοικονομικών μεταβλητών, στον καθορισμό των τιμών δικαιωμάτων εκπομπής CO₂. Παρότι το δείγμα των μηνιαίων παρατηρήσεων δεν μπορεί να θεωρηθεί αρκετά μεγάλο, είναι προφανής η συσχέτιση των δικαιωμάτων με τις αντίστοιχες μεταβλητές. Ωστόσο, αν δεν υπήρχε το πρόβλημα της έλλειψης επαρκών δεδομένων και το δείγμα μας έφτανε σε επιθυμητά επίπεδα, είναι πολύ πιθανό να φαινόταν καλύτερα η σχέση των δικαιωμάτων με τις ενεργειακές και μακροοικονομικές μεταβλητές.

Επίσης, αντίστοιχα αποτελέσματα θα μπορούσαν να εξαχθούν με τη χρήση futures τιμών, όπως επίσης και μέσω μεταβλητών ηλεκτρικής ενέργειας (π.χ. Clean Dark Spread, Clean Spark Spread, Switch Price). Εν κατακλείδι, οι καιρικές συνθήκες επηρεάζουν και αυτές την πορεία των τιμών του άνθρακα, στον βαθμό που επηρεάζουν την ενεργειακή ζήτηση. Πράγματι, κρύοι χειμώνες προκαλούν αύξηση της χρήσης των συστημάτων θέρμανσης και ως εκ τούτου, αυξημένη ανάγκη για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Αντιστρόφως, ζεστά καλοκαίρια αποφέρουν επιπλέον ανάγκη για κλιματισμό, το οποίο αυξάνει επίσης την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Η αύξηση της παραγωγής θα πρέπει να επιτευχθεί με μεγαλύτερη χρήση καυσίμων (που συνδέεται με τις εκπομπές CO₂), προκαλώντας την ανάγκη περισσότερων δικαιωμάτων εκπομπής CO₂. Ως εκ τούτου, θα μπορούσαμε να εξετάσουμε ένα ευρύ φάσμα από δείκτες θερμοκρασιών.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟΥ ΚΙΝΔΥΝΟΥ

4.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η παρούσα ενότητα αποσκοπεί στην αντιμετώπιση των κινδύνων που προκύπτουν από τη διακύμανση των τιμών της ενέργειας, με την εισαγωγή της Value at Risk (VaR) ανάλυσης και την ποσοτικοποίηση του κινδύνου των τιμών. Το VaR έχει καταστεί ουσιαστικό εργαλείο για αυτόν το σκοπό, μέσω διαφορών μεθόδων που χρησιμοποιούνται για τον υπολογισμό του, αρκεί να μπορεί να ποσοτικοποιηθεί ο κίνδυνος της αγοράς. Σε αυτό το κεφάλαιο παραθέτονται οι ιδιαιτερότητες της ενεργειακής αγοράς και πραγματοποιείται μια βασική εισαγωγή στη VaR ανάλυση, με την παρουσίαση των κύριων μεθόδων υπολογισμού του και της διαδικασίας του Backtesting. Στη συνέχεια, πραγματοποιείται VaR ανάλυση με τη χρήση των ημερήσιων spot τιμών των δύο κυριότερων ενεργειακών προϊόντων, του WTI και του Brent.

4.2 Η ΜΕΤΑΒΛΗΤΟΤΗΤΑ ΤΩΝ ΤΙΜΩΝ ΚΑΙ Η ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΟΥ ΚΙΝΔΥΝΟΥ ΣΤΟΝ ΤΟΜΕΑ ΤΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΓΟΡΑΣ

Η διαχείριση του κινδύνου εκφράζει τη μέτρηση και τη διαχείριση των διαφόρων κινδύνων εντός του χαρτοφυλακίου της εταιρίας. Ο Wengler (2001) υποστηρίζει ότι στην αγορά ενέργειας οι συναλλασσόμενοι συνάπτουν συμβάσεις εμπορίας που συμβάλουν στην εξισορρόπηση της προσφοράς με τη ζήτηση. Οι ενεργειακές εταιρίες αγοράζουν ή πωλούν τις συμβάσεις στην ελεύθερη αγορά σκεπτόμενες την αύξηση των κερδών μέσω των συμβολαίων μελλοντικής εκπλήρωσης.

Η αξία των ενεργειακών συναλλαγών μπορεί να μεταβληθεί οποιαδήποτε στιγμή, καθώς οι συνθήκες της αγοράς και των υποκείμενων τιμών των μεταβλητών μεταβάλλεται. Ο κίνδυνος του χαρτοφυλακίου μιας επιχείρησης μετριέται με την αξιολόγηση της έκθεσης στον κίνδυνο, από αλλαγές που προκαλούνται σε οποιαδήποτε από τις μεταβλητές που επηρεάζουν τις ισχύουσες συμβάσεις ή τις προβλέψεις της επιχείρησης για την πορεία της προσφοράς, της ζήτησης και των τιμών των προϊόντων (Kaushik και Pirrong, 1999).

Η ανάλυση της αναμενόμενης απόδοσης των περιουσιακών στοιχείων, με βάση το VaR, επιτρέπει στην επιχείρηση να βελτιστοποιήσει τη θέση της. Οι αναλυτές μπορούν στη συνέχεια να καθορίσουν την καλύτερη χρήση των χρηματοοικονομικών κεφαλαίων, προκειμένου να μεγιστοποιήσουν τα κέρδη (Wengler, 2001). Ακόμη, ο Parsons (1998) προτείνει μια ολοκληρωμένη στρατηγική διαχείρισης των κινδύνων που αφορά τόσο το χαρτοφυλάκιο όσο και το λειτουργικό κίνδυνο και επιτρέπει στις επιχειρήσεις,

- να αποφεύγουν μεγάλες απώλειες που οφείλονται στις διακυμάνσεις των τιμών ή στην αλλαγή των ενεργειακών καταναλωτικών συνηθειών,
- τον περιορισμό της μεταβλητότητας των κερδών μεγιστοποιώντας παράλληλα την απόδοση των επενδύσεων και
- την τήρηση των κανονιστικών απαιτήσεων που περιορίζουν την έκθεση στον κίνδυνο.

Η μεταβλητότητα των τιμών αποτελεί τον πυρήνα του κινδύνου, όμως είναι μια ασαφής έννοια που είναι δύσκολο να ελεγχθεί και να μοντελοποιηθεί. Η μεταβλητότητα ορίζεται συνήθως ως ένα μέτρο του μεγέθους της ποσοστιαίας μεταβολής των τιμών στην πάροδο του χρόνου (Lintner, 1965).

Σύμφωνα με την έκθεση της Energy Information Administration (EIA) το 2002, ο ανταγωνισμός της ενέργειας και του φυσικού αερίου απαιτείται να περάσει σε λιανικό επίπεδο, καθώς η απελευθέρωση της ενέργειας έχει πραγματοποιηθεί σε παγκόσμια έκταση. Η αύξηση του ανταγωνισμού και η απορρύθμιση των ενεργειακών αγορών, έχει σημαντικές επιπτώσεις στις τιμές, καθώς η νέα αυτή αγορά είναι σχετικά ελεύθερη και χαρακτηρίζεται από υψηλές μεταβολές των τιμών. Έχει προκύψει ένα ασταθές, επικίνδυνο και απρόβλεπτο περιβάλλον και η προστασία έναντι του κινδύνου της αγοράς έχει καταστεί ένα ουσιαστικό ζήτημα.

Στις οικονομίες που βασίζονται στην ενέργεια, όπως εκείνες που εξαρτώνται από το πετρέλαιο, οι εξαγωγές και τα κρατικά έσοδα είναι αβέβαια και αρκετά ασταθείς. Η αβεβαιότητα σημαίνει ότι η μεταβλητότητα στην τιμή του πετρελαίου στα επόμενα χρόνια είναι απλά απρόβλεπτη. Σε αυτές τις οικονομίες, οι διακυμάνσεις των τιμών του πετρελαίου δεν επηρεάζουν μόνο τον κρατικό προϋπολογισμό, αλλά έχουν επίσης ισχυρή επίδραση στις μακροοικονομικές μεταβλητές, ακόμα και στην

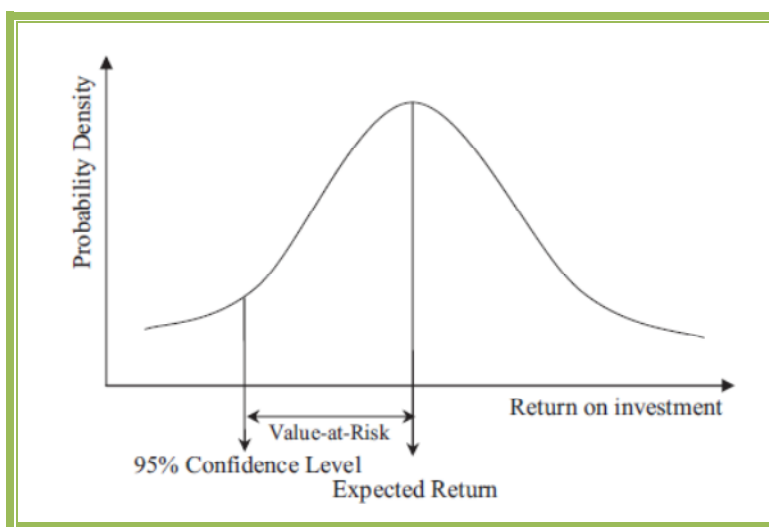
χρηματιστηριακή αγορά (Sadorsky, 1999). Με δεδομένες τις συνέπειες της αστάθειας και της αβεβαιότητας των τιμών του πετρελαίου, οι οποίες συνοδεύονται από έντονες διακυμάνσεις, υπάρχει μεγάλη ανάγκη για την ποσοτικοποίηση του κινδύνου των πετρελαϊκών τιμών σε αυτές τις χώρες.

4.3 ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΗ VALUE AT RISK ΑΝΑΛΥΣΗ

Ο όρος VaR δεν υπήρχε στα χρηματοοικονομικά λεξικά μέχρι τις αρχές του 1990, αλλά οι ρίζες των VaR μέτρων εντοπίζονται στις κεφαλαιακές απαιτήσεις των αμερικανικών επιχειρήσεων παροχής υπηρεσιών ασφαλείας, στις αρχές του 20^{ού} αιώνα. Πράγματι, το 1922 ξεκίνησε ένας άτυπος έλεγχος των κεφαλαίων των επιχειρήσεων, που ήταν μέλη του New York Stock Exchange (NYSE) (Hilton, 2003).

Η προσέγγιση VaR παρέχει ένα στατιστικό μέτρο κινδύνου, το οποίο χρησιμοποιείται για την εκτίμηση του κινδύνου αγοράς ενός χαρτοφυλακίου. Πιο συγκεκριμένα, σύμφωνα με τον Hendricks (1996), το VaR είναι το μέγιστο ποσό χρημάτων που μπορεί να χαθεί σε ένα συγκεκριμένο χαρτοφυλάκιο κατά τη διάρκεια μιας συγκεκριμένης χρονικής περιόδου, για ένα δεδομένο επίπεδο εμπιστοσύνης (διάγραμμα 4.1). Το επίπεδο εμπιστοσύνης είναι η πιθανότητα η ζημία να μην ξεπεράσει αυτή τη μέγιστη τιμή. Η ευρεία χρήση του VaR για τη διαχείριση των κινδύνων, από τις χρηματοπιστωτικές καθώς και από τις μη χρηματοπιστωτικές επιχειρήσεις, πηγάζει από το γεγονός ότι είναι ένα εύκολα ερμηνεύσιμο μέτρο σύνοψης του κινδύνου.

Διάγραμμα 4.1 Ποσοτικοποίηση του VaR χρησιμοποιώντας τη συνάρτηση πυκνότητας πιθανότητας των αποδόσεων



Οι Cabedo και Moya (2003) προτείνουν για τις αγορές του πετρελαίου, ότι το VaR μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την ποσοτικοποίηση της μέγιστης μεταβολής της τιμής του. Συνεπάγεται, ότι η ποσοτικοποίηση έχει θεμελιώδη σημασία στο σχεδιασμό στρατηγικών διαχείρισης του κινδύνου.

4.4 ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΕΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΤΟΥ VaR

Αν και το VaR είναι ένα από τα σπουδαιότερα μέτρα εκτίμησης του κινδύνου της αγοράς, πρέπει να επισημανθεί ότι αποτελεί μόνο μια στατιστική εκτίμηση, η οποία βασίζεται συνήθως σε μια κατανομή ιστορικών χρονολογικών στοιχείων και δεδομένων. Αποτελεί δηλαδή μια πρόβλεψη, η οποία δεν μπορεί να καθοριστεί με ακρίβεια. Οι μεθοδολογίες εκτίμησης του VaR χωρίζονται σε τρεις βασικές κατηγορίες:

- παραμετρικές (RiskMetrics, GARCH, κλπ)
- μη παραμετρικές (Ιστορική Προσομοίωση και υβριδικά μοντέλα όπως Monte Carlo Προσομοίωση)
- ημιπαραμετρικές μέθοδοι (Extreme Value Theory και CAViaR)

Επίσης, υπάρχουν τρεις απλούστερες βασικές μέθοδοι υπολογισμού του VaR:

- μέθοδος Διακύμανσης – Συνδιακύμανσης (Variance – Covariance method)
- μέθοδος Ιστορικής Προσομοίωσης (Historical Simulation Approach)
- μέθοδος Monte Carlo Προσομοίωσης (Monte Carlo Simulation Method)

4.4.1 Μέθοδος Διακύμανσης - Συνδιακύμανσης

Η μέθοδος Διακύμανσης – Συνδιακύμανσης αποτελεί μια από τις πιο διαδεδομένες και απλές μεθοδολογίες για τον υπολογισμό του VaR. Η συγκεκριμένη μέθοδος ακολουθεί μια πολύ απλή διαδικασία βασιζόμενη σε δύο υποθέσεις. Συγκεκριμένα, γίνεται υπόθεση της κανονικότητας και της ομοσκεδαστικότητας της κατανομής των αποδόσεων.

Το VaR για επίπεδο εμπιστοσύνης 95% και χρονικής περιόδου μιας ημέρας μπορεί να υπολογιστεί ως:

- $VaR = 1,96 \cdot \sigma_{t+1}$, όπου 1,96 είναι η τιμή της κανονικής κατανομής που αντιστοιχεί σε 95% επίπεδο εμπιστοσύνης

Στην γενική του μορφή το VaR υπολογίζεται ως:

- $VaR(k) = \alpha \cdot \sqrt{k} \cdot \sigma_{t+1}$, όπου α : επίπεδο εμπιστοσύνης, k : αριθμός των ημερών και σ : δειγματική τυπική απόκλιση

Το κύριο πλεονέκτημα αυτής της μεθόδου είναι η απλότητά της, ωστόσο μειονεκτεί στο γεγονός ότι η υπόθεση της κανονικότητας σπάνια επιβεβαιώνεται και ταυτόχρονα, χάνεται πολύτιμη πληροφορία καθώς λαμβάνεται υπόψη η δειγματική τυπική απόκλιση, χωρίς να επιχειρείται αποτύπωση της εξέλιξης της διασποράς.

4.4.2 Μέθοδος RiskMetrics

Μια προσέγγιση η οποία αναπτύχθηκε από την τράπεζα J.P. Morgan (1996) για τον υπολογισμό του VaR, είναι η μέθοδος RiskMetrics. Για τον υπολογισμό της δεσμευμένης διακύμανσης χρησιμοποιεί έναν εκθετικό σταθμισμένο κινούμενο μέσο (Exponentially Weighted Moving Average – EWMA), που αντιστοιχεί σε ένα οικονομετρικό Integrated GARCH (IGARCH) μοντέλο. Στην απλούστερη της μορφή, αναπτύσσει ένα IGARCH(1,1) μοντέλο, όπου οι ημερήσιες αποδόσεις r_t ενός χαρτοφυλακίου, ακολουθούν την κανονική κατανομή με μέσο μ_t και διακύμανση σ_t^2 . Συγκεκριμένα,

- $F_{t-1} \sim N(0, \sigma_t^2)$, $\mu_t = 0$
- $\alpha_t = \sigma_t \cdot \varepsilon_t$, όπου α_t : απλά κατάλοιπα και ε_t : τυποποιημένα κατάλοιπα
- $r_t = \alpha_t$
- $\sigma_t^2 = \alpha \cdot \sigma_{t-1}^2 + (1-\alpha) \cdot r_{t-1}^2$, $0 < \alpha < 1$ και συγκεκριμένα $\alpha=0,94$

Το VaR υπολογίζεται ως:

- $VaR(k) = (\text{ποσό θέσης}) \cdot \alpha \cdot \sqrt{k} \cdot \sigma_{t+1}$, όπου α : επίπεδο εμπιστοσύνης και k : αριθμός των ημερών

Το μειονέκτημα αυτής της μεθόδου είναι ότι τείνει να υποεκτιμά το VaR. Το στατιστικό αυτό μοντέλο, στηρίζεται στην υπόθεση πως οι αποδόσεις είναι κανονικά κατανομημένες, όμως για τα χρηματοοικονομικά δεδομένα η υπόθεση αυτή συχνά δεν ισχύει, καθώς συνήθως έχουν υψηλές κεντρικές τιμές και βαριές ουρές. Ωστόσο, πολλές φορές προτιμάται αυτή η μέθοδος, λόγω της ευκολίας υπολογισμού της.

4.4.3 ARCH μοντέλα

Ένα Αυτοπαλίνδρομο Υπό Συνθήκη Ετεροσκεδαστικό (AutoRegressive Conditional Heteroskedasticity - ARCH) μοντέλο είναι ένα μοντέλο χρονοσειρών. Αυτά τα μοντέλα μας επιτρέπουν να προβλέπουμε τις μελλοντικές τιμές της διακύμανσης,

συνδυάζοντας τις ιστορικές τιμές των τετραγώνων των αποκλίσεων και της διακύμανσης. Τα αρχικά ARCH μοντέλα εισήχθησαν από τον Engle (1982) και γενικεύτηκαν (Generalized AutoRegressive Conditional Heteroskedasticity - GARCH) από τον Bollerslev (1986). Ένα ARCH(q) μοντέλο στη γενική του μορφή είναι:

- $\alpha_t = \sigma_t \cdot \varepsilon_t$, όπου α_t : απλά κατάλοιπα και ε_t : τυποποιημένα κατάλοιπα
- $\sigma_t^2 = \alpha_0 + \alpha_1 \cdot \alpha_{t-1}^2 + \dots + \alpha_q \cdot \alpha_{t-q}^2$, όπου $\alpha_0 > 0$ και $\alpha_i \geq 0$ για $i > 0$

Στην έρευνα που θα ακολουθήσει, θα χρησιμοποιηθούν τα παρακάτω μοντέλα, με τα ε_t να ακολουθούν κανονική κατανομή ή student κατανομή :

- ARCH(1): $\sigma_t^2 = \alpha_0 + \alpha_1 \cdot \alpha_{t-1}^2$, όπου $\alpha_0 > 0$ και $\alpha_1 \geq 0$
- GARCH(1,1): $\sigma_t^2 = \alpha_0 + \alpha_1 \cdot \alpha_{t-1}^2 + \beta_1 + \sigma_{t-1}^2$, όπου $\alpha_0 > 0$, $0 \leq \alpha_1, \beta_1 < 1$ και $(\alpha_1 + \beta_1) < 1$
- EGARCH(1,1): $\ln(\sigma_t^2) = \alpha_0 + \alpha_1 \cdot (|\alpha_{t-1}| / \sigma_{t-1}) + \alpha_1 \cdot \gamma_1 \cdot (\alpha_{t-1} / \sigma_{t-1}) + \beta_1 \cdot \ln(\sigma_{t-1}^2)$, όπου γ είναι το αποτέλεσμα μόχλευσης

4.4.4 Μέθοδος Ιστορικής Προσομοίωσης

Η μέθοδος Ιστορικής Προσομοίωσης για την ποσοτικοποίηση του VaR αποτελείται από δύο μεθόδους: τη Βασική προσέγγιση (Historical Simulation Standard approach) και την Πρόβλεψη ARMA (Historical Simulation ARMA Forecasting approach - HSAF). Η HSAF διαφέρει από τη Βασική προσέγγιση, καθώς η πρώτη δεν χρησιμοποιεί άμεσα την κατανομή των προηγούμενων αποδόσεων, αλλά την κατανομή των προβλέψεων των σφαλμάτων που προκύπτουν από ένα εκτιμώμενο ARMA μοντέλο.

Συγκεκριμένα, η ανάπτυξη της HSAF μεθοδολογίας απαιτεί τέσσερα στάδια. Στο πρώτο στάδιο υπολογίζονται οι προηγούμενες αποδόσεις και αναλύεται η συμπεριφορά τους ως προς τη στασιμότητα. Υπάρχουν διάφορες μέθοδοι για τον έλεγχο της στασιμότητας της σειράς, όπως τα Augmented Dicky Fuller test, που είναι τα πλέον κατάλληλα τεστ για αυτόν το σκοπό. Εάν τα αποτελέσματα επιβεβαιώνουν

τη στασιμότητα της σειράς, τότε η διαδικασία θα πρέπει να συνεχιστεί με το τεστ της αυτοσυσχέτισης στην αρχική σειρά. Αν η υπόθεση της στασιμότητας απορριφτεί, τότε απαιτούνται οι διαδοχικές διαφορές σε σχέση με την αρχική σειρά. Είτε η αρχική σειρά είναι σταθερή είτε όχι, το επόμενο στάδιο είναι να εξεταστεί η αυτοσυσχέτιση της σειράς. Σε αυτό το σημείο συνίσταται το Ljung – Box τεστ. Αν η αυτοσυσχέτιση δεν είναι στατιστικά σημαντική, τότε η μεθοδολογία HSAF είναι ισοδύναμη με την Historical Simulation Standard approach. Από την άλλη πλευρά, μόνο όταν η ανάλυση της σειράς προσδιορίζει ένα στατιστικά σημαντικό επίπεδο αυτοσυσχέτισης, πρέπει να εφαρμοστεί το δεύτερο στάδιο της διαδικασίας.

Στο δεύτερο στάδιο, εφαρμόζοντας τη μεθοδολογία Box – Jenkin, χρησιμοποιώντας τις προηγούμενες αποδόσεις, μπορεί να εκτιμηθεί ένα μοντέλο για τη συμπεριφορά των παρελθόντων αποδόσεων. Το Ljung – Box τεστ αυτοσυσχέτισης, χρησιμοποιείται εκ νέου σε αυτό το στάδιο, προκειμένου να καθοριστεί ο απαιτούμενος αριθμός των υστερήσεων που πρέπει να ληφθούν υπόψη, ώστε να εξουδετερωθεί η αυτοσυσχέτιση.

Κατά τη διάρκεια του τρίτου σταδίου, χρησιμοποιώντας τους συντελεστές που εκτιμήθηκαν στο δεύτερο στάδιο, πραγματοποιούνται προβλέψεις για τις αποδόσεις των τιμών. Χρησιμοποιώντας αυτές τις προβλέψεις, μπορούν να ληφθούν τα σφάλματα των προβλέψεων. Η στατιστική κατανομή αυτών των σφαλμάτων αναλύεται και υπολογίζεται το επιθυμητό ποσοστημόριο.

Το τελικό στάδιο περιλαμβάνει την πρόβλεψη των μελλοντικών αποδόσεων, χρησιμοποιώντας το μοντέλο που εκτιμήθηκε κατά το δεύτερο στάδιο της διαδικασίας. Οι προβλέψεις αυτές διορθώνονται από το ποσοστημόριο που λήφθηκε κατά την προηγούμενη φάση. Αυτές οι διορθωμένες προβλέψεις, παρέχουν το VaR που σχετίζεται με το επίπεδο στατιστικής πιθανότητας, που ισοδυναμεί με το ποσοστημόριο που χρησιμοποιείται στο τρίτο στάδιο.

Σημαντικό πλεονέκτημα αυτής της μεθόδου είναι ότι δεν απαιτεί την εφαρμογή συγκεκριμένης κατανομής, σε αντίθεση με τη μέθοδο Διακύμανσης – Συνδιακύμανσης, που απαιτεί κανονικά κατανεμημένες αποδόσεις. Ωστόσο, θεωρεί ότι η κατανομή των αποδόσεων είναι ίδια στην περίοδο του δείγματος και στην περίοδο της πρόβλεψης, κάτι που στην πράξη σημαίνει ότι το VaR από την πρόβλεψη δεν θα πρέπει να είναι μεγαλύτερο από το ιστορικό VaR. Συνεπώς, σε περίπτωση που

έχουμε αλλαγή στη διακύμανση των αποδόσεων, για παράδειγμα εάν πάμε από μία περίοδο χαμηλής, σε μια περίοδο υψηλής διακύμανσης, το VaR που θα υπολογιστεί, θα είναι υποεκτιμημένο. Επομένως, η Ιστορική Προσομοίωση υποθέτει πως οι μελλοντικές αποδόσεις, αντικατοπτρίζονται επαρκώς στις πιο πρόσφατες.

4.4.5 Μέθοδος Monte Carlo Προσομοίωσης

Η μέθοδος Monte Carlo έχει αρκετές ομοιότητες με τη μέθοδο της Ιστορικής Προσομοίωσης. Η βασική τους διαφορά είναι ότι στη Monte Carlo Προσομοίωση, για τον υπολογισμό του VaR, χρησιμοποιούνται οι προσομοιώσεις και όχι οι πραγματικές τιμές των αποδόσεων.

Για την εφαρμογή της παραπάνω μεθόδου, επιλέγεται μια κατανομή που εκφράζει ή πλησιάζει την κατανομή των αποδόσεων και στη συνέχεια μέσω αριθμητικών μεθόδων (pseudo random generator), δημιουργούνται N στο πλήθος πιθανές αλλαγές στους παράγοντες της αγοράς. Κατόπιν, αυτοί οι υποθετικοί παράγοντες χρησιμοποιούνται για την παραγωγή N υποθετικών τιμών του χαρτοφυλακίου και από αυτές τις τιμές, υπολογίζεται μια κατανομή. Τέλος, με την μέθοδο της Ιστορικής Προσομοίωσης υπολογίζεται το VaR.

Το βασικό πλεονέκτημα αυτής της μεθόδου, είναι ότι δίνει τη δυνατότητα παραγωγής μεγάλου αριθμού σεναρίων. Ωστόσο, σε αντίθεση με την Ιστορική Προσομοίωση, υποθέτει ότι η αποδόσεις ακολουθούν κανονική ή λογαριθμική κατανομή.

4.5 BACKTESTING

Για να έχει αποτέλεσμα ο υπολογισμός του VaR, απαιτείται η πρόβλεψη του μεγέθους των ενδεχόμενων ζημιών να γίνει με μεγάλο βαθμό επιτυχίας. Για αυτό το λόγο, το VaR πρέπει να συνοδεύεται από μια διαδικασία επικύρωσης. Το βασικό εργαλείο που χρησιμοποιείται για την επικύρωση των μοντέλων μέτρησης του VaR, είναι η διαδικασία του Backtesting.

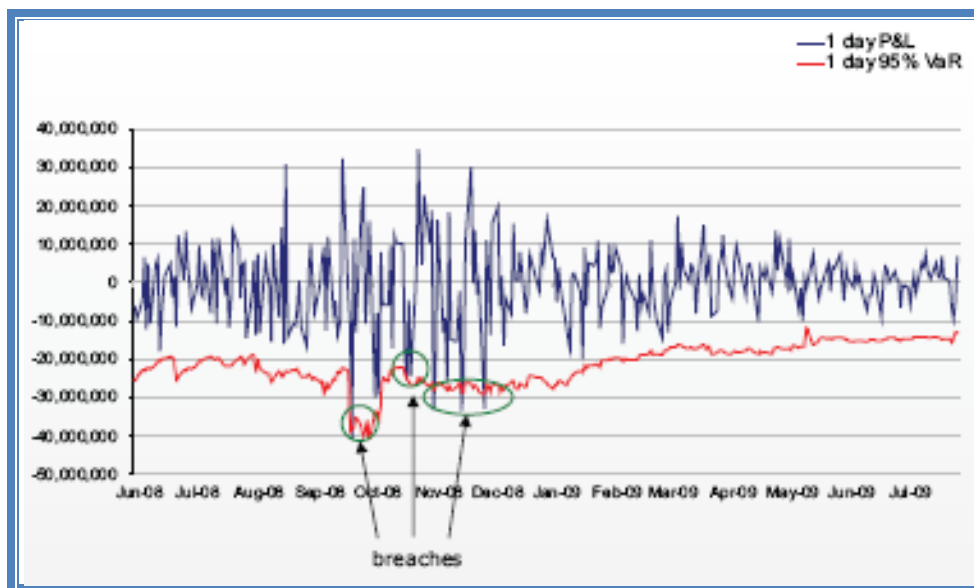
Στη διαδικασία του Backtesting πραγματοποιείται σύγκριση των εκτιμήσεων VaR με τις αντίστοιχες ζημιές που παρατηρήθηκαν κατά τη διάρκεια του ίδιου χρονικού διαστήματος. Συνεπώς, είναι ένα στατιστικό μεθοδολογικό πλαίσιο, το οποίο επικυρώνει ότι οι πραγματικές ζημιές που παρατηρούνται, βρίσκονται εντός των ορίων που καθορίζει το εκτιμώμενο VaR.

Στην περίπτωση που διαπιστωθεί ότι το εκτιμώμενο VaR δεν χαρακτηρίζεται από το επίπεδο εμπιστοσύνης για το οποίο έχει υπολογιστεί, το μοντέλο VaR θα πρέπει να επανεξεταστεί για το ενδεχόμενο εσφαλμένων υποθέσεων, λανθασμένων παραμέτρων ή ανακριβούς μοντελοποίησης.

4.5.1 Υλοποίηση του Backtesting

Ο πιο άμεσος τρόπος εφαρμογής του Backtesting είναι η αναπαράσταση των καθημερινών κερδών / ζημιών (profit/ loss - P/L) στο ίδιο διάγραμμα με το εκτιμώμενο ημερήσιο VaR, όπου πραγματοποιείται παρακολούθηση των υπερβάσεων της ζώνης εμπιστοσύνης, που καθορίζεται από το επίπεδο εμπιστοσύνης του VaR, από τα καθημερινά κέρδη / ζημιές. Συνεπώς, το πλήθος των υπερβάσεων θα πρέπει να βρίσκεται εντός του αριθμού που καθορίζεται από το επίπεδο εμπιστοσύνης του VaR. Για παράδειγμα, σε επίπεδο εμπιστοσύνης 95%, σε ένα διάστημα 12 μηνών (250 μέρες), θα πρέπει να παρατηρηθούν έως 12 υπερβάσεις ($5\% \cdot 250$). Αν οι υπερβάσεις είναι περισσότερες, τότε θα πρέπει να βελτιωθεί το μοντέλο υπολογισμού του VaR.

Διάγραμμα 4.2 Γραφική απεικόνιση Backtesting του VaR



Πηγή: Bloomberg, J.P. Morgan Investment Analytics & Consulting estimates

Ένας δεύτερος τρόπος εφαρμογής του Backtesting, είναι η σύγκριση του εκτιμώμενου VaR με υποθετικές τιμές για τα κέρδη / ζημιές, οι οποίες προκύπτουν θεωρώντας ότι οι θέσεις του χαρτοφυλακίου παραμένουν σταθερές για διάρκεια ίση με το χρονικό ορίζοντα υπολογισμού του VaR και επανεκτιμώνται στη λήξη του. Ο δεύτερος τρόπος είναι προφανώς κατάλληλος για περιπτώσεις που χρησιμοποιείται χρονικός ορίζοντας υπολογισμού του VaR μεγαλύτερος της μιας ημέρας.

4.6 ΕΜΠΕΙΡΙΚΕΣ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΗΣ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑΣ VaR

Τα τελευταία χρόνια έχει υπάρξει μεγάλος αριθμός από εμπειρικές εφαρμογές, που βασίζονται στην ανάλυση του ενεργειακού κινδύνου με τη μεθοδολογία VaR. Παρακάτω παραθέτονται μερικά από τα σημαντικότερα άρθρα:

- Το 2003, οι Cabedo και Moya παρουσίασαν την εργασία τους "Estimating oil price value at risk using the historical simulation approach", προτείνοντας το VaR για την ποσοτικοποίηση του κινδύνου των τιμών του πετρελαίου. Για τον παραπάνω υπολογισμό χρησιμοποίησαν την Historical Simulation Standard approach, την οποία θεωρούν και την πιο λειτουργική μέθοδο, την HSAF και τη μέθοδο Διακύμανσης – Συνδιακύμανσης με βάση ένα ARCH μοντέλο, η

οποία χρησιμοποιείται ευρέως στη μοντελοποίηση της μεταβλητότητας των τιμών στις χρηματοοικονομικές αγορές. Οι παραπάνω μέθοδοι εφαρμόστηκαν για μια περίοδο 8 χρόνων, στις ημερήσιες spot τιμές του πετρελαίου Brent και παρατηρήθηκε ότι η μέθοδος HSAF παρέχει καλύτερη εκτίμηση VaR σε σχέση με την Historical Simulation Standard approach. Ακόμη, η HSAF μεθοδολογία παρέχει μια πιο αποτελεσματική ποσοτικοποίηση του κινδύνου σε σχέση με ένα GARCH(1,1) μοντέλο, το οποίο υπερεκτιμά τις μέγιστες πιθανές μεταβολές των τιμών του πετρελαίου.

- Το 2006, οι Sadeghi και Shavvalpour στην έρευνά τους με τίτλο "Energy risk management and value at risk modeling" χρησιμοποίησαν τις εβδομαδιαίες τιμές του πετρελαίου του ΟΠΕΚ, για να υπολογίσουν το VaR με τη μέθοδο HSAF και τη μέθοδο Διακύμανσης – Συνδιακύμανσης με βάση ένα GARCH μοντέλο. Τα αποτελέσματα έδειξαν, ότι σε επίπεδο εμπιστοσύνης 99%, το VaR που υπολογίζεται με την μέθοδο HSAF είναι μεγαλύτερο από τις πραγματικές μεταβολές των τιμών, σχεδόν στο 97,6% της περιόδου πρόβλεψης. Επίσης, κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι αν και η εκτίμηση του VaR, μέσω της μεθόδου Διακύμανσης – Συνδιακύμανσης, είναι μεγαλύτερη από τις πραγματικές μεταβολές των τιμών σε ολόκληρη την περίοδο πρόβλεψης, δεν είναι τόσο αποτελεσματική, όσο η μέθοδος HSAF. Τέλος, συμπέραναν ότι η τιμή του VaR που υπολογίζεται από οποιαδήποτε μέθοδο, είναι μια αξιόπιστη μέτρηση του κινδύνου της τιμής του πετρελαίου, για οποιονδήποτε ασχολείται με τη μεταβλητότητα των τιμών του πετρελαίου, είτε αυτός είναι διευθυντής επιχείρησης είτε φορέας χάραξης της κυβερνητικής πολιτικής.
- Το 2006, ο Sadorsky στο άρθρο του "Modeling and forecasting petroleum futures volatility" χρησιμοποιεί διάφορα μονομεταβλητά και πολυμεταβλητά στατιστικά μοντέλα, για την εκτίμηση των προβλέψεων των ημερήσιων μεταβολών των αποδόσεων των προθεσμιακών τιμών του πετρελαίου. Διαπιστώνεται, ότι το TGARCH μοντέλο προσαρμόζει καλά τη μεταβλητότητα στις τιμές του πετρελαίου θέρμανσης και του φυσικού αερίου και το GARCH μοντελοποιεί καλύτερα τη μεταβλητότητα στις τιμές του αργού πετρελαίου και της αμόλυβδης βενζίνης. Επίσης, τα απλά moving average μοντέλα φαίνεται να παρουσιάζουν σε πολλές περιπτώσεις

ικανοποιητική προσαρμογή. Επιπλέον, παρά την αυξημένη πολυπλοκότητα, τα αυτοπαλίνδρομα και τα διμεταβλητά GARCH μοντέλα, δεν αποδίδουν εξίσου καλά, όπως ένα απλό GARCH μοντέλο. Τέλος, υπολογίζεται το VaR με παραμετρικές και μη παραμετρικές μεθόδους και διαπιστώνεται, ότι τα μη παραμετρικά μοντέλα παρουσιάζουν περισσότερες παραβιάσεις στη διαδικασία του Backtesting.

- Το 2008, οι Hung, Lee και Liu δημοσίευσαν την εργασία τους "Estimation of value at risk for energy commodities via fat tailed GARCH models". Αυτή η μελέτη ερευνά την επίδραση της βαριάς ουράς στην εύρεση του VaR μίας ημέρας, χρησιμοποιώντας τρία GARCH μοντέλα (GARCH-N, GARCH-t και GARCH-HT). Για να συγκρίνουν την ακρίβεια και την αποτελεσματικότητα των μοντέλων VaR, χρησιμοποίησαν τις ημερήσιες spot τιμές πέντε ενεργειακών αγαθών (WTI, Brent, heating oil No.2, προπάνιο και New York Harbor). Τα εμπειρικά αποτελέσματα έδειξαν ότι το VaR των αποδόσεων των περιουσιακών στοιχείων που παρουσιάζουν λεπτόκυρτη κατανομή και βαριά ουρά, το οποίο εκτιμάται από ένα GARCH-HT μοντέλο, εμφανίζει καλή ακρίβεια τόσο σε χαμηλά όσο και σε υψηλά επίπεδα εμπιστοσύνης. Συνεπώς, ένα GARCH-HT μοντέλο είναι περισσότερο αποτελεσματικό σε σχέση με τα υπόλοιπα μοντέλα και οι κατανομές με βαριά ουρά είναι κατάλληλες για την εφαρμογή του VaR.
- Το 2009, οι Kang S. H., Kang S. M. και Yoon δημοσίευσαν το άρθρο τους με τίτλο "Forecasting volatility of crude oil markets". Σε αυτό το άρθρο, προσπάθησαν να βρουν ένα καλό μοντέλο μεταβλητότητας, με την ικανότητα να προβλέπει και να προσδιορίζει τη μεταβλητότητα χαρακτηριστικών τάσεων, ιδίως την επιμονή (persistence) στη μεταβλητότητα ή τη μακροπρόθεσμη μνήμη, στις τιμές των τριών σημαντικότερων αγορών αργού πετρελαίου (WTI, Brent, Ντουμπάι). Στο πλαίσιο αυτό, αξιολόγησαν τη persistence στη μεταβλητότητα που παρουσιάζουν οι τρεις τιμές του αργού πετρελαίου, χρησιμοποιώντας CGARCH και FIGARCH μοντέλα. Η επιλογή αυτών των μοντέλων γίνεται γιατί είναι καλύτερα εξοπλισμένα για να συλλάβουν τη persistence από ότι τα υποδείγματα GARCH και IGARCH, καθώς το GARCH μοντέλο αδυνατεί να τη συλλάβει, ενώ το IGARCH μοντέλο έχει άπειρη μνήμη. Το σημαντικότερο είναι ότι το FIGARCH μοντέλο

για το Brent και το Ντουμπάι παρέχει υψηλή απόδοση στις εκτός δείγματος προβλέψεις μεταβλητότητας, ενώ το CGARCH μοντέλο για το WTI παρέχει ακριβέστερη πρόβλεψη από ό, τι τα άλλα μοντέλα. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι οι οικονομικοί αναλυτές θα πρέπει να εξετάζουν τη persistence ή τη μακρά μνήμη στη μεταβλητότητα των τιμών του αργού πετρελαίου, μέσω των CGARCH και FIGARCH μοντέλων, καθώς παρέχουν καλύτερη πρόβλεψη. Επιπλέον, παρά το γεγονός ότι τα μοντέλα που χαρακτηρίζονται από μακροπρόθεσμη μνήμη έχουν ευρέως τεκμηριωθεί, ελάχιστοι ερευνητές τα χρησιμοποίησαν στις τιμές του πετρελαίου όπως, οι Brunetti και Gilbert (2000) και οι Tabak και Cajueiro (2007).

- Το 2010, οι Wei, Wang και Huang παρουσίασαν το άρθρο τους "Forecasting crude oil market volatility: Further evidence using GARCH-class models". Σε αυτή την εργασία επεκτείνεται το έργο των Kang S. H., Kang S. M. και Yoon (2009). Χρησιμοποίησαν ένα μεγαλύτερο αριθμό γραμμικών και μη γραμμικών GARCH μοντέλων για να καταγράψουν τη μεταβλητότητα των future αγορών για το WTI και το Brent. Χρησιμοποιώντας εννέα GARCH τάξεις μοντέλων (RiskMetrics, GARCH, IGARCH, GJR, EGARCH, APARCH, FIGARCH, FIAPARCH και HYGARCH), αξιολογήθηκαν οι εκτός δείγματος προβλέψεις μεταβλητότητας μιας, πέντε και είκοσι ημερών και συμπέραναν, ότι τα μη γραμμικά GARCH μοντέλα, τα οποία έχουν τη δυνατότητα να καταγράψουν μεγάλη μνήμη, σε συνδυασμό με ασύμμετρη μεταβλητότητα, παρουσίασαν μεγαλύτερη ακρίβεια πρόβλεψης από τα γραμμικά, ειδικά στην πρόβλεψη της μεταβλητότητας για χρονικό ορίζοντα πέντε ή είκοσι ημερών.

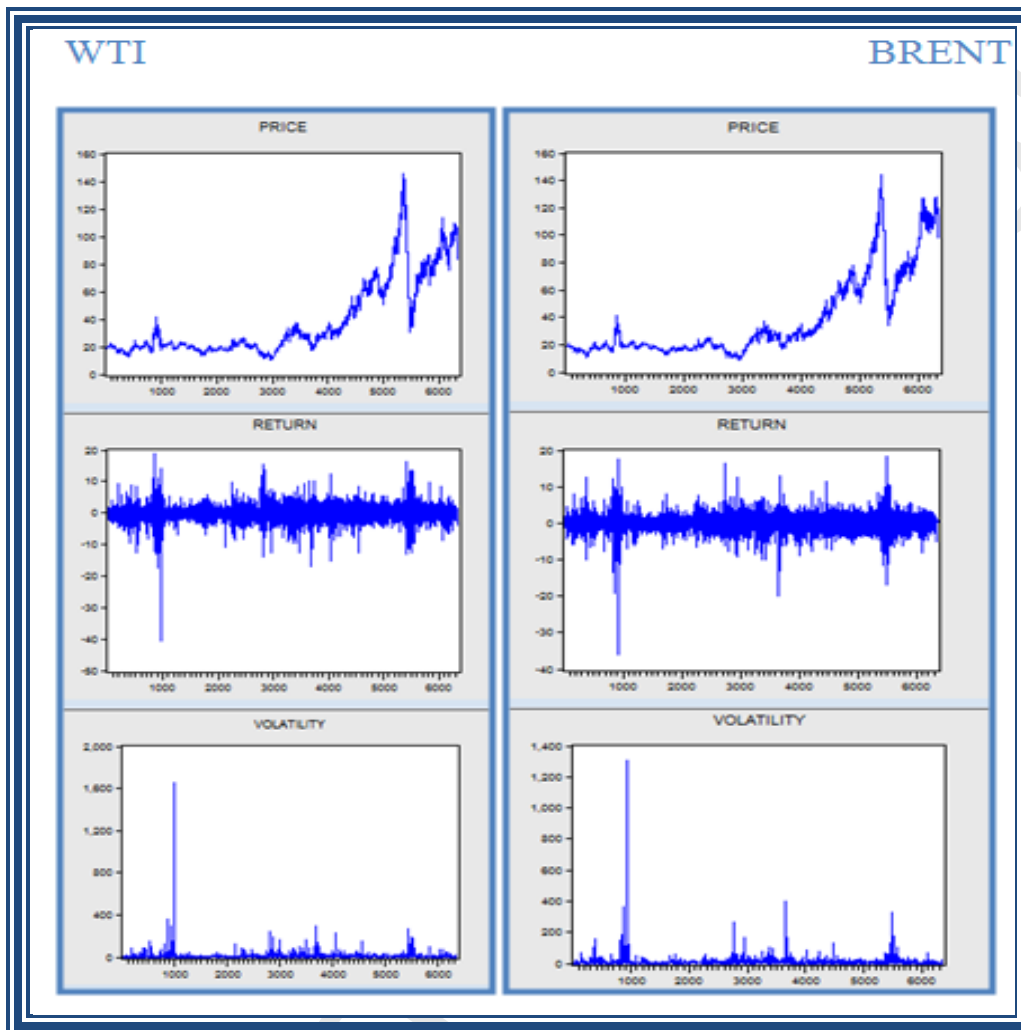
Επίσης, αρκετοί ερευνητές έχουν ασχοληθεί με τη μοντελοποίηση της μεταβλητότητας των τιμών του πετρελαίου, χρησιμοποιώντας ARCH μοντέλα ή παραλλαγές τους όπως, οι Adrangi, Chatrath, Dhanda, και Raffiee (2001), η Morana (2001), οι Fong και See (2002), οι Giot και Laurent (2003), οι Narayan P.K και Narayan S. (2007), ο Cheong (2009) και οι Mohammadi και Su (2010).

4.7 ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΚΑΙ ΠΕΡΙΓΡΑΦΙΚΑ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΣΤΗΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΚΙΝΔΥΝΟΥ

Η μελέτη που ακολουθεί χρησιμοποιεί τις ημερήσιες spot τιμές του WTI και Brent από τις 20 Μαΐου 1987 έως τις 5 Ιουνίου 2012. Τα στοιχεία προέρχονται από την Energy Information Administration (EIA), του αμερικανικού Υπουργείου Ενέργειας. Το παραπάνω διάστημα χωρίζεται σε δύο μικρότερες χρονικές περιόδους. Η πρώτη, η οποία χαρακτηρίζεται ως "εντός δείγματος" περίοδος, αντιστοιχεί στα 2/3 των δεδομένων και είναι από τις 20 Μαΐου 1987 έως τις 22 Ιανουαρίου 2004 και χρησιμοποιήθηκε για την εκτίμηση των μοντέλων. Η δεύτερη, η οποία ονομάζεται "εκτός δείγματος" περίοδος και αντιστοιχεί στο 1/3 των δεδομένων, καλύπτει την περίοδο από 23 Ιανουαρίου 2004 έως 5 Ιουνίου 2012 και χρησιμοποιείται για τους σκοπούς της πρόβλεψης. Για το σκοπό του VaR χρησιμοποιήθηκαν οι μέθοδοι Διακύμανσης - Συνδιακύμανσης, RiskMetrics και Historical Simulation Standard approach (για 250 τιμές, 500 τιμές και όλο το δείγμα), και τα ARCH, GARCH και EGARCH μοντέλα (για κανονική και student κατανομή).

Αν με P_t ορίσουμε τις ημερήσιες spot τιμές του WTI και του Brent στο χρόνο t , τότε $r_t = 100 \cdot \ln(P_t/P_{t-1})$ για $t = 1, 2, \dots, T$, όπου r_t είναι οι αποδόσεις των τιμών στο χρόνο t . Επίσης, η ημερήσια διακύμανση εκτιμάται από το τετράγωνο των ημερήσιων αποδόσεων (r_t^2). Η γραφική απεικόνιση των τιμών, των αποδόσεων και των διακυμάνσεων για το WTI και το Brent δίνονται στο διάγραμμα 4.3. Στην αριστερή πλευρά του σχήματος δίνονται τα δεδομένα από την αγορά του WTI και στη δεξιά αυτά από την αγορά του Brent.

Διάγραμμα 4.3 Ημερήσιες τιμές, αποδόσεις και διακυμάνσεις από τις 20 Μαΐου 1987 έως τις 5 Ιουνίου 2012



Στον πίνακα 4.1 παρουσιάζονται τα περιγραφικά στατιστικά στοιχεία των αποδόσεων των δύο σειρών. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι σε επίπεδο σημαντικότητας 5% δεν μπορούμε να δεχτούμε ότι η ασυμμετρία των αποδόσεων είναι 0, εκτός από τις αποδόσεις της "εκτός δείγματος" περιόδου. Επίσης, σε κανένα δείγμα δεν μπορούμε να δεχτούμε ότι η υπερβάλλουσα κύρτωση των αποδόσεων είναι 0 και παρουσιάζουν βαριές ουρές. Ταυτόχρονα, μέσα από τα στατιστικά στοιχεία του Jarque – Bera τεστ είναι εμφανές ότι οι αποδόσεις δεν κατανέμονται κανονικά.

Πίνακας 4.1 Περιγραφικά στατιστικά στοιχεία των αποδόσεων WTI και Brent

Στατιστικά	Εντός δείγματος	Εκτός δείγματος	Όλο το δείγμα
WTI			
Μέσος (Mean)	0,012904	0,044272	0,023597
Διάμεσος (Median)	0,047792	0,105769	0,063576
Μέγιστο (Maximum)	18,86765	16,41370	18,86765
Ελάχιστο (Minimum)	-40,63958	-12,82672	-40,63958
Τυπική Απόκλιση (Standard Deviation)	2,506408	2,508634	2,506870
Ασυμμετρία (Skewness)	-1,239502	0,005772	-0,823959
Κύρτωση (Kurtosis)	24,55002	7,453092	18,85326
Jarque – Bera	83051,89	1750,012	67268,03
Brent			
Μέσος (Mean)	0,012734	0,053205	0,026228
Διάμεσος (Median)	0,000000	0,084770	0,035476
Μέγιστο (Maximum)	17,33327	18,12974	18,12974
Ελάχιστο (Minimum)	-36,12144	-16,83201	-36,12144
Τυπική Απόκλιση (Standard Deviation)	2,377067	2,280350	2,345159
Ασυμμετρία (Skewness)	-0,968882	0,032315	-0,663504
Κύρτωση (Kurtosis)	21,49623	8,238751	17,59263
Jarque – Bera	61045,28	2423,491	56852,29

4.8 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΤΩΝ ΜΕΘΟΔΩΝ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ ΤΩΝ ΜΟΝΤΕΛΩΝ ΠΟΥ ΒΑΣΙΖΟΝΤΑΙ ΣΤΗ VaR ΑΝΑΛΥΣΗ

Στα αποτελέσματα που εξάγονται για την πραγματοποίηση των ελέγχων υπολογίζεται η δίτιμη συνάρτηση ζημιών (binary loss function - BLF) σε επίπεδο σημαντικότητας 5% και 1% και ισχύει ότι,

- $I_t = 1$ αν $r_t < VaR_t$, ή 0 αν $r_t \geq VaR_t$

Κατόπιν, πραγματοποιείται το Unconditional Coverage Test, το Independence Test και το Conditional Coverage Test (Joint Test). Στο πρώτο τεστ, για να επαληθεύσουμε την ακρίβεια και να αξιολογήσουμε το κάθε μοντέλο, ο Kupiec (1995) πρότεινε ένα τεστ του λόγου πιθανοφάνειας, στο οποίο ελέγχουμε τη μηδενική

υπόθεση ότι η πιθανότητα αστοχίας για κάθε δοκιμή ($\hat{\pi}$) ισούται με την καθοριζόμενη πιθανότητα (p) του μοντέλου. Συγκεκριμένα, στα μοντέλα που ακολουθούν συγκρίνουμε την τιμή του τεστ σε σχέση με την τιμή της X^2 κατανομής, με ένα βαθμό ελευθερίας, σε επίπεδο σημαντικότητας 10% και ελέγχουμε τη μηδενική υπόθεση ότι η κατανομή της σειράς ακολουθεί Bernoulli ($p=0,05$) ή Bernoulli ($p=0,01$). Το τεστ δίνεται από το τύπο,

- $LR_{uc} = -2\log[L(p)/L(\pi)] \sim X_1^2$,

όπου $L(\pi) = \prod_{i=1}^T (1 - \pi)^{1-t} \pi^{t} = (1 - \pi)^{T_0} \pi^{T_1}$, T ο αριθμός των εκτός δείγματος παρατηρήσεων, T_0 ο αριθμός των μηδενικών του τεστ ($r_t \geq VaR_t$), T_1 ο αριθμός των άσων του τεστ ($r_t < VaR_t$), ($T_0 + T_1 = T$), $\hat{\pi} = T_1/T$ και $L(p) = (1 - p)^{T_0} p^{T_1}$

Στο Independence Test, ελέγχουμε αν η περίοδος του χρόνου ανάμεσα σε δύο παραβιάσεις του VaR είναι ανεξάρτητη του πόσου χρόνου πέρασε από την προηγούμενη παραβίαση και δίνεται από τον τύπο,

- $LR_{ind} = -2\log[L(\hat{\pi})/L(\hat{\Pi}_1)] \sim X_1^2$,

όπου $L(\hat{\pi}) = \left(\frac{T_0}{T}\right)^{T_0} \left(\frac{T_1}{T}\right)^{T_1}$, $L(\hat{\Pi}_1) = \pi_{00}^{T_{00}} \pi_{01}^{T_{01}} \pi_{10}^{T_{10}} \pi_{11}^{T_{11}}$, T_{ij} ο αριθμός των παρατηρήσεων i που ακολουθούν τις j , $\pi_{ij} = P(I_t = i \text{ και } I_{t+1} = j)$, $\pi_{00} = 1 - \pi_{01}$ και $\pi_{10} = 1 - \pi_{11}$

Τέλος, το Conditional Coverage Test είναι το άθροισμα των δύο προηγούμενων τεστ ($LR_{cc} = LR_{uc} + LR_{ind}$) και δίνεται από τον τύπο,

- $LR_{cc} = -2\log[L(p)/L(\hat{\Pi}_1)] \sim X_2^2$

Στους παρακάτω πίνακες παρουσιάζονται τα βασικά περιγραφικά στατιστικά στοιχεία των αποτελεσμάτων του VaR για το WTI και το Brent, καθώς και τα αποτελέσματα των τριών τεστ.

Πίνακας 4.2 Περιγραφικά στατιστικά στοιχεία του VaR για το WTI και αποτελέσματα των τεστ σε 95% επίπεδο εμπιστοσύνης

	Μέσος VaR	Τυπική Απόκλιση VaR	LR _{uc}	LR _{ind}	LR _{cc}
WTI 95% επίπεδο εμπιστοσύνης					
Διακύμανση Συνδιακύμανση	-4,081586	0,153553	Απορρίπτεται	Απορρίπτεται	Απορρίπτεται
RiskMetrics	-3,334832	1,706444	Δεν απορρίπτ.	Απορρίπτεται	Απορρίπτεται
Historical Simulation Standard approach (250 τιμές)	-3,891661	1,411477	Δεν απορρίπτ.	Δεν απορρίπτ.	Δεν απορρίπτ.
Historical Simulation Standard approach (500 τιμές)	-4,019672	1,188616	Δεν απορρίπτ.	Δεν απορρίπτ.	Δεν απορρίπτ.
Historical Simulation Standard approach (όλο το δείγμα)	-3,715232	0,127882	Απορρίπτεται	Απορρίπτεται	Απορρίπτεται
ARCH Normal	-3,939786	0,830764	Απορρίπτεται	Δεν απορρίπτ.	Απορρίπτεται
ARCH Student's-t	-3,628559	0,643887	Δεν απορρίπτ.	Δεν απορρίπτ.	Δεν απορρίπτ.
GARCH Normal	-3,899799	1,599338	Δεν απορρίπτ.	Δεν απορρίπτ.	Δεν απορρίπτ.
GARCH Student's-t	-3,672140	1,464248	Δεν απορρίπτ.	Δεν απορρίπτ.	Δεν απορρίπτ.
EGARCH Normal	-3,948000	1,478844	Απορρίπτεται	Απορρίπτεται	Απορρίπτεται
EGARCH Student's-t	-3,738800	1,405898	Δεν απορρίπτ.	Απορρίπτεται	Απορρίπτεται

Πίνακας 4.3 Περιγραφικά στατιστικά στοιχεία του VaR για το WTI και αποτελέσματα των τεστ σε 99% επίπεδο εμπιστοσύνης

	Μέσος VaR	Τυπική Απόκλιση VaR	LR _{uc}	LR _{ind}	LR _{cc}
WTI 99% επίπεδο εμπιστοσύνης					
Διακύμανση Συνδιακύμανση	-5,77265	0,217173	Απορρίπτεται	Δεν απορρίπτ.	Απορρίπτεται
RiskMetrics	-5,321856	2,413472	Δεν απορρίπτ.	Δεν απορρίπτ.	Δεν απορρίπτ.
Historical Simulation Standard approach (250 τιμές)	-6,190853	2,329899	Δεν απορρίπτ.	Απορρίπτεται	Δεν απορρίπτ.
Historical Simulation Standard approach (500 τιμές)	-6,769212	2,305553	Απορρίπτεται	Δεν απορρίπτ.	Απορρίπτεται
Historical Simulation Standard approach (όλο το δείγμα)	-7,030335	0,433510	Απορρίπτεται	Δεν απορρίπτ.	Απορρίπτεται
ARCH Normal	-5,597998	1,173288	Απορρίπτεται	Δεν απορρίπτ.	Δεν απορρίπτ.
ARCH Student's-t	-6,306953	1,096651	Απορρίπτεται	Δεν απορρίπτ.	Απορρίπτεται
GARCH Normal	-5,525707	2,261625	Δεν απορρίπτ.	Δεν απορρίπτ.	Δεν απορρίπτ.
GARCH Student's-t	-5,983204	2,333235	Δεν απορρίπτ.	Δεν απορρίπτ.	Δεν απορρίπτ.
EGARCH Normal	-5,595828	2,089847	Δεν απορρίπτ.	Απορρίπτεται	Δεν απορρίπτ.
EGARCH Student's-t	-6,087019	2,243262	Απορρίπτεται	Δεν απορρίπτ.	Δεν απορρίπτ.

Πίνακας 4.4 Περιγραφικά στατιστικά στοιχεία του VaR για το Brent και αποτελέσματα των τεστ σε 95% επίπεδο εμπιστοσύνης

	Μέσος VaR	Τυπική Απόκλιση VaR	LR _{uc}	LR _{ind}	LR _{cc}
Brent 95% επίπεδο εμπιστοσύνης					
Διακύμανση Συνδιακύμανση	-3,846960	0,133583	Απορρίπτεται	Δεν απορρίπτ.	Απορρίπτεται
RiskMetrics	-3,507468	1,361809	Δεν απορρίπτ.	Δεν απορρίπτ.	Δεν απορρίπτ.
Historical Simulation Standard approach (250 τιμές)	-3,562374	0,898726	Δεν απορρίπτ.	Δεν απορρίπτ.	Δεν απορρίπτ.
Historical Simulation Standard approach (500 τιμές)	-3,61756	0,501966	Δεν απορρίπτ.	Δεν απορρίπτ.	Δεν απορρίπτ.
Historical Simulation Standard approach (όλο το δείγμα)	-3,610532	0,092782	Απορρίπτεται	Δεν απορρίπτ.	Δεν απορρίπτ.
ARCH Normal	-3,726931	0,575483	Απορρίπτεται	Δεν απορρίπτ.	Απορρίπτεται
ARCH Student's-t	-3,471425	0,467616	Δεν απορρίπτ.	Δεν απορρίπτ.	Δεν απορρίπτ.
GARCH Normal	-3,591392	1,301986	Δεν απορρίπτ.	Δεν απορρίπτ.	Δεν απορρίπτ.
GARCH Student's-t	-3,460632	1,205801	Απορρίπτεται	Δεν απορρίπτ.	Απορρίπτεται
EGARCH Normal	-3,599419	1,175783	Δεν απορρίπτ.	Δεν απορρίπτ.	Δεν απορρίπτ.
EGARCH Student's-t	-3,459415	1,094359	Δεν απορρίπτ.	Δεν απορρίπτ.	Δεν απορρίπτ.

Πίνακας 4.5 Περιγραφικά στατιστικά στοιχεία του VaR για το Brent και αποτελέσματα των τεστ σε 99% επίπεδο εμπιστοσύνης

	Μέσος VaR	Τυπική Απόκλιση VaR	LR _{uc}	LR _{ind}	LR _{cc}
Brent 99% επίπεδο εμπιστοσύνης					
Διακύμανση Συνδιακύμανση	-5,440828	0,188929	Απορρίπτεται	Απορρίπτεται	Απορρίπτεται
RiskMetrics	-4,960679	1,926032	Δεν απορρίπτ.	Δεν απορρίπτ.	Δεν απορρίπτ.
Historical Simulation Standard approach (250 τιμές)	-5,673022	2,130382	Δεν απορρίπτ.	Απορρίπτεται	Δεν απορρίπτ.
Historical Simulation Standard approach (500 τιμές)	-5,924722	1,604250	Δεν απορρίπτ.	Απορρίπτεται	Απορρίπτεται
Historical Simulation Standard approach (όλο το δείγμα)	-6,056399	0,211033	Απορρίπτεται	Απορρίπτεται	Απορρίπτεται
ARCH Normal	-5,298785	0,798369	Δεν απορρίπτ.	Δεν απορρίπτ.	Δεν απορρίπτ.
ARCH Student's-t	-5,893386	0,784909	Απορρίπτεται	Δεν απορρίπτ.	Απορρίπτεται
GARCH Normal	-5,102295	1,834499	Δεν απορρίπτ.	Δεν απορρίπτ.	Δεν απορρίπτ.
GARCH Student's-t	-5,543150	1,894318	Δεν απορρίπτ.	Δεν απορρίπτ.	Δεν απορρίπτ.
EGARCH Normal	-5,107442	1,653483	Δεν απορρίπτ.	Δεν απορρίπτ.	Δεν απορρίπτ.
EGARCH Student's-t	-5,538254	1,715788	Δεν απορρίπτ.	Δεν απορρίπτ.	Δεν απορρίπτ.

4.9 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟΥ ΚΙΝΔΥΝΟΥ

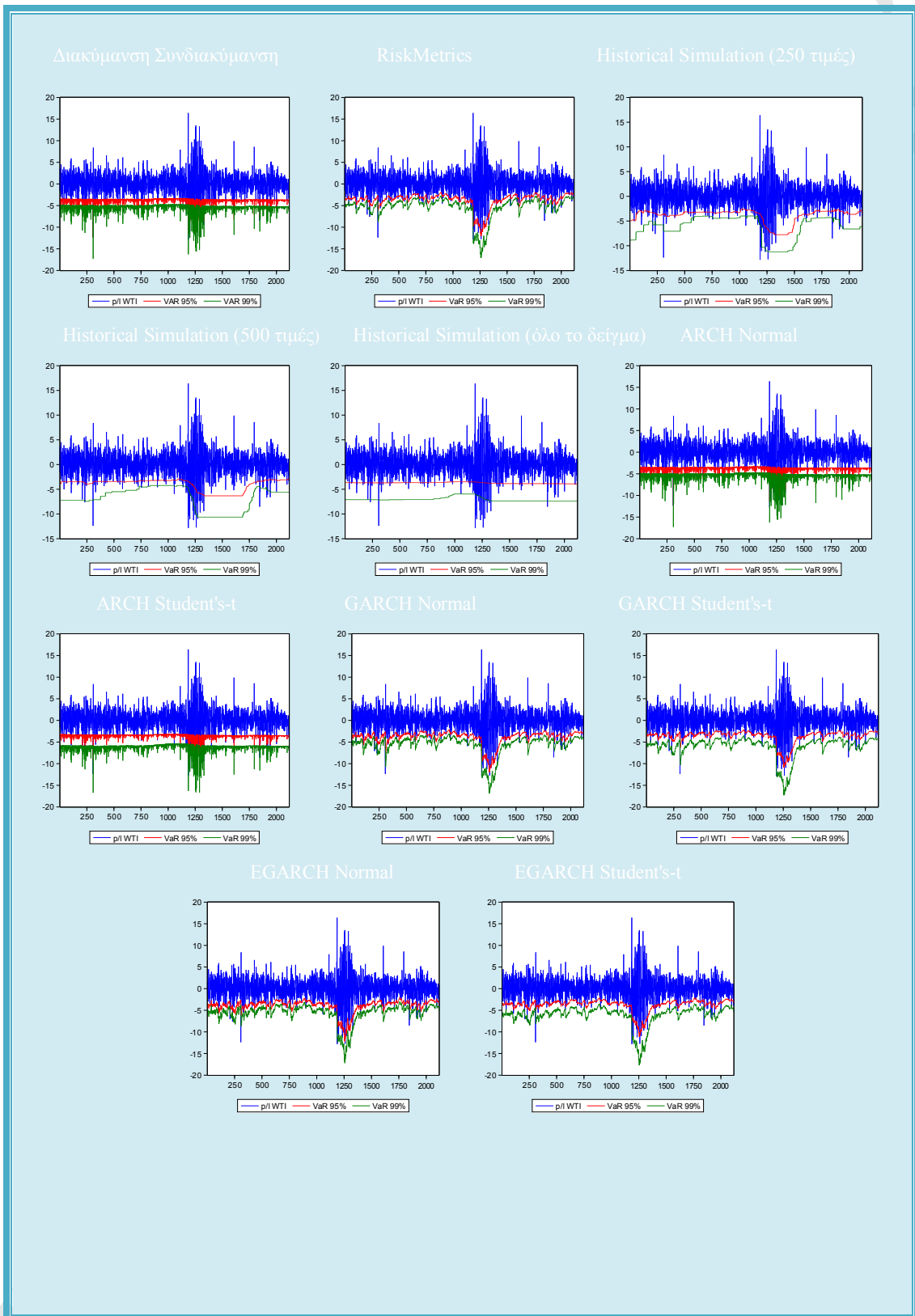
Όπως παρατηρείται από τα αποτελέσματα των τεστ, αρκετές VaR μέθοδοι δεν απορρίπτονται και όπως αναμενόταν, σε 99% επίπεδο εμπιστοσύνης υπάρχει μεγαλύτερη αυστηρότητα και στην πλειοψηφία τους, οι περισσότερες μέθοδοι γίνονται αποδεκτές. Επίσης, παρατηρείται ότι σε κάθε περίπτωση η μέθοδος Διακύμανσης - Συνδιακύμανσης απορρίπτεται, ενώ οι μέθοδοι Historical Simulation Standard approach (250) και GARCH Normal γίνονται καθολικά αποδεκτές. Τέλος, αξίζει να αναφερθεί ότι στο Brent γίνονται αποδεκτές περισσότερες μέθοδοι σε σχέση με το WTI.

Όπως αναφέρθηκε και στα περιγραφικά στατιστικά στοιχεία, η υπόθεση της κανονικότητας της κατανομής των αποδόσεων δεν επιβεβαιώνεται και αυτός ίσως να είναι και ο κύριος λόγος που η μέθοδος Διακύμανσης - Συνδιακύμανσης δεν αποδίδει στην ερευνά μας καλά αποτελέσματα.

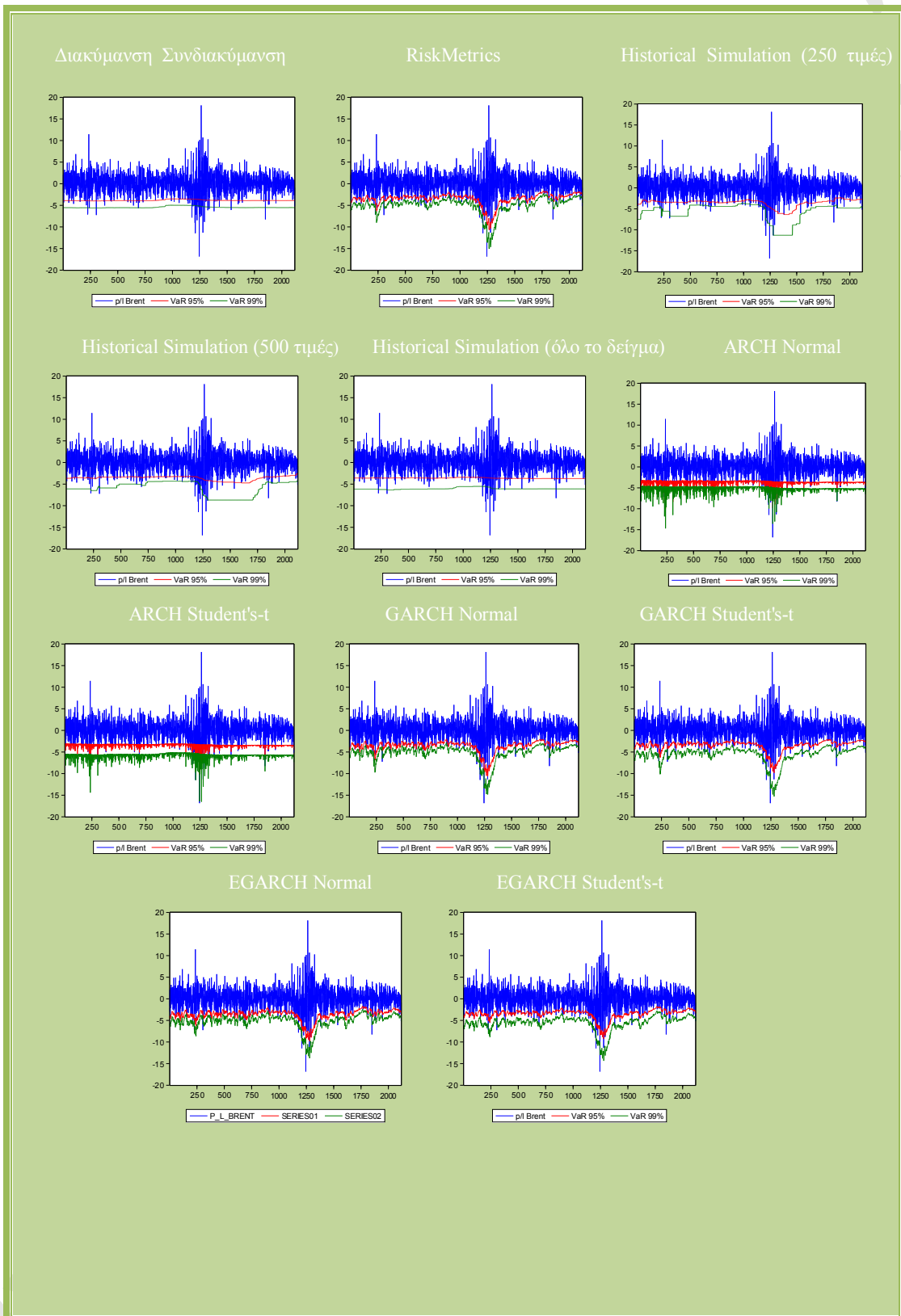
Επίσης, σύμφωνα με τα περιγραφικά στατιστικά, σε κανένα δείγμα δεν μπορούμε να δεχτούμε ότι η υπερβάλλουσα κύρτωση των αποδόσεων είναι 0 και παρουσιάζουν βαριές ουρές και αυτός ίσως να είναι η κύρια αιτία, που τα ARCH μοντέλα εμφανίζουν στην πλειοψηφία τους πολύ καλή προσαρμογή.

Παρακάτω παρατίθενται οι γραφικές απεικονίσεις Backtesting του VaR:

Διάγραμμα 4.4 Γραφική απεικόνιση Backtesting του VaR για το WTI



Διάγραμμα 4.5 Γραφική απεικόνιση Backtesting του VaR για το Brent



4.10 ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟΥ ΚΙΝΔΥΝΟΥ ΜΕΣΩ ΚΑΤΑΜΕΡΙΣΜΟΥ ΤΟΥ ΚΙΝΔΥΝΟΥ

Η αγορά των καυσίμων παρουσιάζει αρκετές ιδιαιτερότητες, με κυριότερες τα έντονα τοπικά χαρακτηριστικά και την εποχικότητα. Κάποιες περιοχές έχουν διαφορετική νομοθεσία από άλλες (π.χ. βενζίνη με διαφορετικά επίπεδα θείου), ενώ ακόμα και η ζήτηση διαφέρει γεωγραφικά. Είναι χαρακτηριστικό, ότι η κατανάλωση gasoline στις ΗΠΑ αγγίζει το 50%, ενώ στις χώρες του ΟΟΣΑ (Οργανισμός Οικονομικής Συνεργασίας και Ανάπτυξης, Organisation for Economic Cooperation and Development - OECD) είναι στα επίπεδα του 30%. Επιπλέον, το πετρέλαιο είναι εποχικό προϊόν με χαρακτηριστικότερο παράδειγμα το πετρέλαιο θέρμανσης, του οποίου η κατανάλωση αυξάνεται το χειμώνα προκαλώντας αύξηση της τιμής του.

Ωστόσο, σε κάποιους κλάδους της οικονομίας η τιμή των καυσίμων συνδέεται άμεσα με τη βιωσιμότητα τους. Χαρακτηριστικότερος όλων είναι ο κλάδος των μεταφορών και κυρίως των ακτοπλοϊκών και αεροπορικών εταιριών. Πριν από μια δεκαετία, το κόστος καυσίμων αντιπροσώπευε περίπου το 15% των λειτουργικών εξόδων των αεροπορικών εταιριών, ενώ πριν από πέντε χρόνια, έφτανε το 29%. Σήμερα, τα καύσιμα αντιπροσωπεύουν το 35% των λειτουργικών εξόδων του κλάδου (jet fuel). Αντίστοιχα, οι ακτοπλοϊκές εταιρίες χρησιμοποιούν mazut fuel που αντιστοιχεί στο 50% του λειτουργικού τους κόστους.

Έτσι, οι παραπάνω κλάδοι στην προσπάθεια τους να ανασυνταχτούν και να επανέλθουν σε καθεστώς βιώσιμης ανάπτυξης, προσπαθούν να επιτύχουν αποτελεσματική διαχείριση του συνεχώς αυξανόμενου κόστους των καυσίμων, ενώ ταυτόχρονα έχουν να αντιμετωπίσουν οικονομικές όσο και περιβαλλοντικές πιέσεις.

Για παράδειγμα, οι ακτοπλοϊκές εταιρίες στην Ελλάδα μείωσαν τις ταχύτητες των πλοίων τους, με χαρακτηριστικότερη όλων τη μείωση της ταχύτητας στα τύπου high speed, στα οποία το κόστος των καυσίμων αντιπροσωπεύει το 65% του ημερήσιου λειτουργικού τους κόστους. Ειδικότερα, από το 2009 έως και τον Ιούνιο του 2012, η τιμή αυξήθηκε κατά 107%, προκαλώντας έντονα προβλήματα βιωσιμότητας κυρίως στις εταιρίες που διαθέτουν μεγάλο αριθμό ταχυπλόων. Μάλιστα, το 2009 ο τόνος καυσίμου που χρησιμοποιήσουν τα συμβατικά πλοία κόστιζε 294 ευρώ, ενώ ο τόνος του καυσίμου των ταχυπλόων κόστιζε 409 ευρώ. Όμως, τον Ιούνιο του 2012 οι τιμές

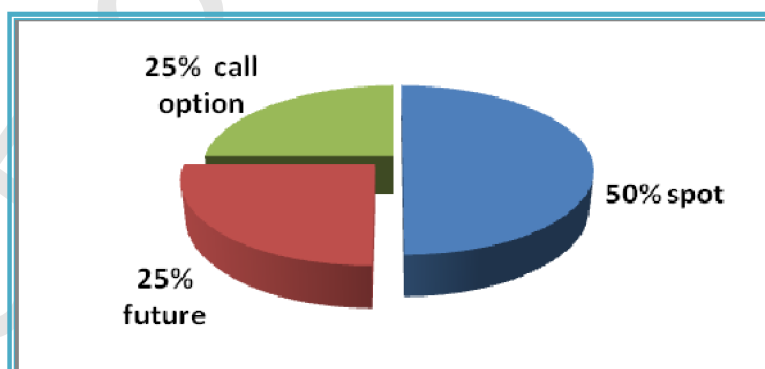
ανά τόνο ξεπέρασαν τα όρια φθάνοντας τα 598 και 796 ευρώ για συμβατικά και ταχύπλοα σκάφη αντίστοιχα.

Ωστόσο, το πρόβλημα που δημιουργείται από την έντονη μεταβλητότητα της τιμής των καυσίμων, μπορεί να αντιμετωπιστεί μέσω των χρηματοοικονομικών εργαλείων που υπάρχουν στις ενεργειακές αγορές. Για παράδειγμα, η χρησιμοποίηση futures, swaps ή options θα μπορούσε να οδηγήσει σε μετριασμό του κινδύνου της αγοράς.

Έστω, ότι μια ακτοπλοϊκή εταιρία καταναλώνει 20.000 τόνους mazut fuel το μήνα και η σημερινή spot τιμή (Ιανουάριος) του καυσίμου είναι €500/MT. Ο στόχος της είναι να κλειδώσει την τιμή σε ένα επιτρεπτό όριο που να μην επηρεάζει τη λειτουργία της. Αυτό θα επιτευχθεί μέσω του καταμερισμού του κινδύνου. Λόγω της εποχικότητας, αναμένουμε πτώση της τιμής των καυσίμων, οπότε η εταιρία θα πρέπει να κλειδώσει την τιμή του καυσίμου σε χαμηλότερα από την εποχή επίπεδα, λαμβάνοντας πάντα υπόψη ότι αν η τιμή για κάποιο λόγο ξεπεράσει ένα όριο (π.χ. €580/MT), πλήττει άμεσα την κερδοφορία της και κατά συνέπεια τη βιωσιμότητά της. Συνεπώς, έστω ότι σπάει την αγορά των καυσίμων της σε τρία μέρη:

- 50% free δηλαδή spot τιμή
- 25% σε ένα call option €580/MT 6 μηνών
- 25% σε ένα future €470/MT 6 μηνών

Διάγραμμα 4.6 Καταμερισμός του κινδύνου τιμών



Αν μετά από 6 μήνες η spot τιμή διαμορφώνεται στα €480/MT, τότε (αγνοώντας για ευκολία την τιμή αγοράς του option) η ακτοπλοϊκή θα έχει επιτύχει μια κατά μέσο όρο τιμή €477,5/MT και κέρδος 50.000 ευρώ το μήνα ενώ αν λόγω μιας διεθνούς

κρίσης διαμορφωθεί στα €600/MT θα πρέπει να πληρώσει κατά μέσο όρο €562,5/MT και θα έχει πάλι κέρδος 750.000 ευρώ το μήνα.

Είναι προφανές, ότι η παραπάνω στρατηγική μέσω του καταμερισμού, επιφέρει μετριασμό του κινδύνου και αν και απλουστευμένη, είναι ενδεικτική της πολιτικής που ακολουθούν στο σύνολό τους, οι εταιρίες που επιδιώκουν την αποφυγή ακραίων και επιβλαβών καταστάσεων.

Κατά αυτόν τον τρόπο, τα παράγωγα της ενέργειας χρησιμοποιούνται από τις επιχειρήσεις για να εκμεταλλευτούν τις ευνοϊκές τιμές της αγοράς που μπορεί να προκύψουν και ταυτόχρονα σταθεροποιούν τις ταμιακές ροές τους, ώστε να μην ξεφεύγουν από τα όρια του προϋπολογισμού που έχουν θέσει, ενώ γίνεται πιο προβλέψιμη η ροή των εσόδων.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Στα πρώτα δυο κεφάλαια πραγματοποιήθηκε μια λεπτομερής ανάλυση των περιβαλλοντικών και ενεργειακών αγορών. Όπως προκύπτει, τα δικαιώματα εκπομπής CO₂, κυρίως της μορφής EUA, CER και ERU, που προέρχονται από υποχρεωτικές ή εθελοντικές αγορές, μέσω των μηχανισμών JI και CDM, είναι άρρηκτα συνδεδεμένα με την περιβαλλοντική αγορά. Όμως, η μη επικύρωση του Πρωτοκόλλου από τις ΗΠΑ και αρκετούς μεγάλους ρυπαντές, επηρεάζει έντονα την ανταγωνιστικότητα των οικονομιών που εφαρμόζουν το Πρωτόκολλο. Ταυτόχρονα, τα νέα δεδομένα που δημιουργήθηκαν στη συνδιάσκεψη του Ντέρμπαν έφεραν μια νέα κατάσταση και είναι πλέον πολύ πιθανό, να οδηγήσουν σε εξομάλυνση και πλήρους ανάπτυξη της αγοράς.

Όσον αφορά την ενεργειακή αγορά, η οποία προϋπήρχε της περιβαλλοντικής, εμφανίζει έντονη μεταβλητότητα των τιμών. Φυσικοί, οικονομικοί και γεωπολιτικοί κίνδυνοι επηρεάζουν άμεσα τις τιμές και τα παράγωγα προϊόντα (future, option, swap) μέσω χρηματιστηριακών ή OTC αγορών, είναι τα κατάλληλα εργαλεία για την αντιστάθμιση του κινδύνου.

Η αξία των τιμών των δικαιωμάτων και της ενέργειας μπορεί να αλλάξει ανά πάσα στιγμή, καθώς μεταβάλλονται οι συνθήκες της αγοράς και των υποκείμενων μεταβλητών και η διαχείριση του περιβαλλοντικού και ενεργειακού κινδύνου, μέσω της πρόβλεψης των τιμών, μπορεί να οδηγήσει σε ασφαλέστερες αγορές. Στο τρίτο κεφάλαιο, μέσω διαφόρων παλινδρομικών μοντέλων, εξετάστηκαν οι επιπτώσεις των καυσίμων καθώς και διαφόρων μακροοικονομικών μεταβλητών και ενεργειακών δεικτών στις τιμές των δικαιωμάτων εκπομπής CO₂. Όπως διαπιστώθηκε, υπάρχει σύνδεση της περιβαλλοντικής με την ενεργειακή αγορά, ακλουθώντας τις τάσεις της οικονομίας, αλλά σε όλες τις περιπτώσεις η επεξηγηματική δύναμη των παλινδρομήσεων μπορούσε να βελτιωθεί με την προσθήκη άλλων σχετικών ανεξάρτητων μεταβλητών. Μάλιστα, σύμφωνα με τον Chevallier (2010), οι μακροοικονομικοί, χρηματοοικονομικοί και εμπορευματικοί δείκτες, καθορίζουν περίπου το 50% της συνολικής διακύμανσης, με τη μεγαλύτερη συμβολή να οφείλεται στους παράγοντες που σχετίζονται με τις αγορές εμπορευμάτων, εξηγώντας περίπου το 28% της συνολικής διακύμανσης.

Στο τελευταίο κεφάλαιο, με σκοπό τη διαχείριση του ενεργειακού κινδύνου, εφαρμόζεται VaR ανάλυση, στα χαρακτηριστικότερα προϊόντα της αγοράς, το WTI και το Brent. Η ανάλυση της αναμενόμενης απόδοσης των τιμών των καυσίμων, με βάση το VaR, επιτρέπει στις επιχειρήσεις να βελτιστοποιήσουν τη θέση τους και συνάμα η ορθή χρήση των παραγώγων ενέργειας, μετριάξει τους κινδύνους και αποφεύγονται ακραίες και επιβλαβείς καταστάσεις που επηρεάζουν τη ζωτική λειτουργία των επιχειρήσεων.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Adrangi B., Chatrath A., Dhanda K. K., Raffiee K., (2001) Chaos in oil prices? Evidence from futures markets. *Energy Economics* 23, 405–425
2. Alberola E., Chevallier J., Cheze B., (2008) Price drivers and structural breaks in European carbon prices 2005-07. *Energy Policy* 36, 787–797
3. Alberola E., Chevallier J., Cheze B., (2008) The EU emissions trading scheme: the effects of industrial production and CO₂ emissions on European carbon prices. *International Economics* 116, 93–125
4. Alberola E., Chevallier J., Cheze B., (2009) Emissions compliances and carbon prices under the EU ETS: a country specific analysis of industrial sectors. *Journal of Policy Modeling* 31, 446–462
5. Alberola E., Chevallier J., (2009) European carbon prices and banking restrictions: evidence from Phase I (2005–2007). *The Energy Journal* 30, 51–80
6. Bachmeier L.J., Griffin J.M., (2006) Testing for market integration crude oil, coal, and natural gas. *The Energy Journal* 27 (2), 55–71
7. Bayon R., Hawn A., Hamilton K., (2009) *Voluntary Carbon Markets An International Business Guide to What They Are and How They Work*. Earthscan, London
8. Benz E., Trück S., (2009) Modeling the price dynamics of CO₂ emission allowances. *Energy Economics* 31, 4–15
9. Bernanke B., Boivin J., Elias P., (2005) Measuring monetary policy: a factor augmented vector autoregressive (FAVAR) approach. *Quarterly Journal of Economics* 120, 387–422
10. Bollerslev T., (1986) Generalized autoregressive conditional heteroskedastisity. *Journal of Econometrics* 31
11. Brunetti C., Gilbert, C. L., (2000) Bivariate FIGARCH and fractional cointegration. *Journal of Empirical Finance* 7, 509–530

12. Bunn D. W., Fezzi C., (2009) Structural interactions of European carbon trading and energy prices. *Journal of Energy Markets* 2, 53–69
13. Cabedo J. D., Moya I., (2003) Estimating oil price value-at-risk using historical simulation approach. *Energy Economics* 25, 239–253
14. Cheong C. W., (2009) Modeling and forecasting crude oil markets using ARCH-type models. *Energy Policy* 37, 2346–2355
15. Chevallier J., (2011) A model of carbon price interactions with macroeconomic and energy dynamics. *Economic Modelling* 33, 1295–1312
16. Chevallier J., (2011) Evaluating the carbon – macroeconomy relationship: Evidence from threshold vector error – correction and Markov – switching VAR models. *Economic Modelling* 28, 2634–2656
17. Chevallier J., (2011) Macroeconomics, finance, commodities: interactions with carbon markets in a data-rich model. *Economic Modelling* 28, 557–567
18. Christiansen A.C., Arvanitakis A., Tangen K., Hasselknippe H., (2005) Price determinants in the EU emissions trading scheme. *Climate Policy* 5, 15–30
19. Convery F. J., Redmond L., (2007) Market and price developments in the European Union emissions trading scheme. *Review of Environmental Economics and Policy* 1, 88–111
20. Convery F. J., (2009) Reflections—the emerging literature on emissions trading in Europe. *Review of Environmental Economics and Policy* 3, 121–137
21. Daskalakis G., Psychoyios D., Markellos R. N., (2009) Modelling CO₂ emission allowance prices and derivatives: evidence from the European trading scheme. *Journal of Banking and Finance* 33, 1230–1241
22. Ellerman A. D., Buchner B. K., (2007) The European Union emissions trading scheme: origins, allocation, and early results. *Review of Environmental Economics and Policy* 1, 166–187

23. Ellerman A. D., Buchner B. K., (2008) Over-allocation or abatement? A preliminary analysis of the EU ETS based on the 2005–06 emissions data. *Environmental and Resource Economics* 41, 267–287
24. Ellerman A. D., Convery F., De Perthuis C., (2010) Pricing carbon: the European Union emissions trading scheme. Cambridge University Press, Cambridge
25. Energy Information Administration (EIA), (2002) Derivatives and risk management in the petroleum, natural gas and electricity industries
26. Engle R. F., (1982) Autoregressive conditional heteroskedasticity with estimates of the variance of United Kingdom inflation. *Econometrics* 50 (4)
27. Fong W. M., See K. H., (2002) A Markov switching model of the conditional volatility of crude oil futures prices. *Energy Economics* 24, 71–95
28. Fusaro P. C., (2008) The Professionals Risk Managers' Guide to the Energy Market. McGraw-Hill
29. Giot P., Laurent S., (2003) Market risk in commodity markets: a VaR approach. *Energy Economics* 25, 435–457
30. Hendricks D., (1996) Evaluation of value at risk modeling using historical data. Federal Reserve Bank of New York. *Economic Policy Review*
31. Hilton G. A., (2003) Value-at-risk, Theory and Practice. New York
32. Hintermann B., (2010) Allowance price drivers in the first phase of the EU ETS. *Journal of Environmental Economics and Management* 59, 43–56
33. Hung J.-C., Lee M.-C., Liu H.-C., (2008) Estimation of value at risk for energy commodities via fat tailed GARCH models. *Energy Economics* 30, 1173-1191
34. IPCC, (1990) Climate Change: The IPCC Impacts Assessment, Report prepared for Intergovernmental Panel on Climate Change by Working Group II W. J. McG. Tegart, G. W. Sheldon and D. C. Griffiths (eds.). Australian Government Publishing Service, Canberra, Australia 294 pp
35. IPCC, (1990) Climate Change: The IPCC Response Strategies, Report prepared for Intergovernmental Panel on Climate Change by Working Group III 330 pp

- 36.** IPCC, (1990) Climate Change: The IPCC Scientific Assessment, Report prepared for Intergovernmental Panel on Climate Change by Working Group I, J. T. Houghton, G. J. Jenkins and J. J. Ephraums (eds.). Cambridge University Press, Cambridge, Great Britain, New York, NY, USA and Melbourne, Australia 410 pp
- 37.** IPCC, (1992) Climate Change 1992: The Supplementary Report to the IPCC Impacts Assessment, Report prepared for Intergovernmental Panel on Climate Change by Working Group II combined with Supporting Scientific Material W. J. McG Tegart and G.W. Sheldon (eds.). Australian Government Publishing Service, Canberra, Australia 128 pp
- 38.** IPCC, (1992) Climate Change 1992: The Supplementary Report to the IPCC Scientific Assessment, Report prepared for Intergovernmental Panel on Climate Change by Working Group I combined with Supporting Scientific Material J. T. Houghton, B. A. Callander and S. K. Varney (eds.). Cambridge University Press, Cambridge, Great Britain, New York, NY, USA, and Victoria , Australia 218 pp
- 39.** IPCC, (1992) Climate Change: The IPCC 1990 and 1992 Assessments PCC First Assessment, Report Overview and Policymaker Summaries and 1992 IPCC Supplement Published with the support of Australia, Canada, Germany, The Netherlands, Spain, United States of America, Austria, France, Japan, Norway and United Kingdom Printed in Canada 178 pp
- 40.** IPCC, (2001) Climate Change 2001: The Scientific Basis. Contribution of Working Group I to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [J. T. Houghton, Y. Ding, D. J. Griggs, M. Noguer, P. J. van der Linden, X. Dai, K. Maskell and C. A. Johnson (eds)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 881pp
- 41.** IPCC, (2007) Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Solomon, S., D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K. B. Averyt, M. Tignor and H.L. Miller (eds.) Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA
- 42.** IPCC, (2007) Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, M. L. Parry, O. F. Canziani, J. P.

Palutikof, P. J. van der Linden and C. E. Hanson (eds) Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA

43. IPCC, (2007) Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, B. Metz, O. R. Davidson, P. R. Bosch, R. Dave, L. A. Meyer (eds) Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA

44. IPCC, (2007) Contribution of Working Groups I, II and III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change Core Writing Team, Pachauri, R. K. and Reisinger, A. (Eds.) IPCC, Geneva, Switzerland. pp 104

45. Kanen J. L. M., (2006) Carbon trading and pricing. Environmental Finance Publications, London

46. Kang S.-H., Kang S.-M., Yoon S.-M., (2009) Forecasting volatility of crude oil markets. Energy Economics 31, 119-125

47. Kaushik V. Ng., Pirrong C., (1999) Arbitrage-Free Valuation of Energy Derivatives in Managing Energy Price Risk. 2nd ed. Risk Books, London, UK

48. Keppler J. H., Mansanet - Bataller M., (2010) Causalities between CO₂, electricity, and other energy variables during phase I and phase II of the EU ETS. Energy Policy 38, 3329–3341

49. Lintner J., (1965) The valuation of risk assets and the selection of risky investments in stock portfolios and capital budgets. Review of Economics and Statistics 47, 13–37

50. Mansanet-Bataller M., Pardo A., Valor E., (2007) CO₂ prices, energy and weather. The Energy Journal 28, 73–92

51. Mohammadi H., Su L., (2010) International evidence on crude oil price dynamics: applications of ARIMA–GARCH models. Energy Economics 32 (5), 1001–1008

52. Morana C., (2001) A semiparametric approach to short-term oil price forecasting. Energy Economics 23, 325–338

53. Morgan J. P., Reuters J. P., (1996) Riskmetrics-Technical Document. forth ed. Morgan Guaranty Trust Company of New York
54. Narayan P. K., Narayan S., (2007) Modelling oil price volatility. *Energy Policy* 35, 6549–6553
55. Paolella M. S., Taschini L., (2008) An econometric analysis of emission allowance prices. *Journal of Banking and Finance* 32, 2022–2032
56. Parsons J., (1998) Alternative Models of Uncertain Commodity Prices for Use with Modern Asset Pricing Methods. *The Energy Journal* 19 (1)
57. Sadeghi M., Shavvalpour S., (2006) Energy risk management and value at risk modeling. *Energy Policy* 34, 3367-3373
58. Sadorsky P., (1999) Modeling and forecasting petroleum futures volatility. *Energy Economics* 28, 467–488
59. Sadorsky P., (1999) Oil price shocks and stock market activity. *Energy Economics* 21 (5)
60. Stowell D., (2005) *Climate trading: development of greenhouse gas markets.* (Finance and capital markets series) Palgrave Macmillan, New York
61. Tabak B. M., Cajueiro D. O., (2007) Are the crude oil markets becoming weakly efficient over time? A test for time-varying long-range dependence in prices and volatility. *Energy Economics* 29, 28–36
62. Wei Y., Wang Y., Huang D., (2010) Forecasting crude oil market volatility: Further evidence using GARCH-class models. *Energy Economics* 32, 1477-1484
63. Wengler John W., (2001) *Managing Energy Risk: A Nontechnical Guide to Markets and Trading.* Penn Well Publishing Company

