



ΔΙΑΤΜΗΜΑΤΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
ΣΤΗ ΔΙΟΙΚΗΣΗ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΕΩΝ

Διπλωματική Εργασία

**ΤΙΜΟΛΟΓΗΣΗ ΠΑΡΑΓΩΓΩΝ
ΔΙΚΑΙΩΜΑΤΩΝ ΑΕΡΙΩΝ ΡΥΠΩΝ**

του

ΣΤΕΦΟΣ ΑΘΑΝΑΣΙΟΥ ΤΟΥ ΓΕΩΡΓΙΟΥ

Υποβλήθηκε ως απαιτούμενο για την απόκτηση του μεταπτυχιακού
διπλώματος ειδίκευσης στη Διοίκηση Επιχειρήσεων

Σεπτέμβριος 2012

Πίνακας περιεχομένων

Ευχαριστίες.....	3
Περίληψη	4
Εισαγωγή	5
1^ο κεφ. Κλιματική Αλλαγή.....	6
1.1 Τα αέρια του θερμοκηπίου	8
2^ο κεφ. Διεθνείς ενέργειες για τον μετριασμό της κλιματικής αλλαγής	11
2.1 Η σύμβαση-Πλαίσιο των Ηνωμένων Εθνών για την αλλαγή του κλίματος(UNFCCC)	11
2.2 Το πρωτόκολλο του Κιότο	13
2.3 Το Ευρωπαϊκό πρόγραμμα για την κλιματική αλλαγή(ECCP).....	17
3^ο κεφ. Ευρωπαϊκό Σύστημα Εμπορίας Δικαιωμάτων Εκπομπής Αερίων Ρύπων (EU-ETS) ..	18
3.1 Παράγοντες που επηρεάζουν την τιμή των EUA	23
3.2 Οι αγορές.....	24
4^ο κεφ. Χρεόγραφα	26
4.1 Συμβόλαια Μελλοντικής Εκπλήρωσης.....	26
4.2 Δικαιώματα Προαίρεσης (Options) σε Συμβόλαια Μελλοντικής Εκπλήρωσης.....	28
5^ο κεφ. Τιμολόγηση Συμβολαίων Μελλοντικής Εκπλήρωσης.....	30
6^ο κεφ. Τιμολόγηση Δικαιωμάτων Προαίρεσης (Options)	35
Συμπεράσματα	40

Ευχαριστίες

Θέλω να ευχαριστήσω όλους όσοι με βοήθησαν, ο καθένας με τον τρόπο του, αλλά κυρίως με την υπομονή τους, στην ολοκλήρωση αυτής της εργασίας. Είναι πολλοί και θα προσπαθήσω να τους ευχαριστήσω προσωπικά. Οφείλω όμως να αναφερθώ εδώ στον Κο Ζαπράνη, στη Μιράντα και στον Στέλιο, αλλά κυρίως στα ανίψια μου που με στερήθηκαν περισσότερο από όσο έπρεπε.

Περίληψη

Είναι γενικά αποδεκτό, ότι η αύξηση στη συγκέντρωση των αερίων του θερμοκηπίου συνδέεται με την ανθρώπινη δραστηριότητα. Επιπλέον, η αύξηση αυτή έχει όλο και αυξανόμενες καταστροφικές συνέπειες στην ανθρώπινη υγεία, το περιβάλλον και την οικονομία. Η διεθνής κοινότητα αποφάσισε να δράσει, ώστε να περιοριστεί η αύξηση των παραπάνω αερίων και να μετριαστούν οι συνέπειες στο περιβάλλον. Ένα από τα σημαντικότερα εργαλεία που δημιουργήθηκαν για τον περιορισμό των εκπομπών των αερίων ρύπων είναι η ευρωπαϊκή αγορά άνθρακα, το EU-ETS. Σε αυτή διαπραγματεύονται τα δικαιώματα εκπομπής διοξειδίου του άνθρακα, μια μορφή ποσόστωσης στη ρύπανση του περιβάλλοντος. Σκοπός της εργασίας είναι να δούμε τη λειτουργία του EU-ETS, τα παράγωγα προϊόντα που αναπτύχθηκαν γύρω από το δικαίωμα εκπομπής και να βρούμε τα καταλληλότερα υποδείγματα για τον υπολογισμό της τιμής τους.

Εισαγωγή:

Μικρή αμφιβολία υπάρχει πως το κλίμα του πλανήτη μεταβάλλεται. Τις τελευταίες δεκαετίες παρατηρούνται όλο και πιο συχνά ακραία καιρικά φαινόμενα, ενώ άλλα φαινόμενα εξασθενούν. Σημαντικό παράγοντα για την αλλαγή αυτή αποτελεί η διαχρονική αύξηση της μέσης θερμοκρασίας της ατμόσφαιρας. Η μεταβολή αυτή έχει επιπτώσεις σε πολλούς τομείς όπως η στάθμη του νερού και η ποσότητα των πάγων στους πόλους, τα οικοσυστήματα και η βιοποικιλότητα, αλλά και στην ανθρώπινη υγεία και την οικονομική δραστηριότητα. Είναι επιτακτική η ανάγκη να προσδιοριστούν οι παράγοντες που προκαλούν τη κλιματική αλλαγή, αλλά κυρίως να ληφθούν μέτρα ώστε μετριαστεί το φαινόμενο και οι επιπτώσεις που αυτό προκαλεί.

Στο πρώτο κεφάλαιο θα δούμε στοιχεία που αφορούν τη κλιματική αλλαγή, από τι προκλήθηκε και τη επίδραση αναμένεται να έχει στην ανθρώπινη δραστηριότητα αν δεν ληφθούν μέτρα για τον περιορισμό της. Στο δεύτερο κεφάλαιο θα δούμε τις διεθνείς ενέργειες προκειμένου να περιοριστεί το φαινόμενο. Στο τρίτο κεφάλαιο περιγράφεται το Ευρωπαϊκό Σύστημα Εμπορίας Αερίων Ρύπων (EU –ETS) όπως επίσης και το EUA, η άδεια εκπομπής ενός τόνου διοξειδίου του άνθρακα που είναι και το προϊόν το οποίο εμπορεύεται το σύστημα. Στο τέταρτο κεφάλαιο γίνεται μια περιγραφή των παραγώγων προϊόντων, των συμβολαίων μελλοντικής εκπλήρωσης (futures) και των δικαιωμάτων προαίρεσης (options) που αναπτύχθηκαν στις αγορές του συστήματος. Τέλος, στο πέμπτο και έκτο κεφάλαιο, εξετάζονται οι μελέτες που έχουν σαν σκοπό τη τιμολόγηση των προϊόντων αυτών.

1ο Κεφάλαιο

1. Κλιματική Αλλαγή:

Το κλίμα της γης είναι ένα δυναμικό σύστημα που επηρεάζεται από πολλούς παράγοντες, τη σύνθεση της ατμόσφαιρας, τη θέση και την κίνηση του πλανήτη στο ηλιακό σύστημα, την ακτινοβολία που δέχεται και εκπέμπει, το εσωτερικό και την επιφάνειά της και τους οργανισμούς που υπάρχουν σε αυτή. Οι μεταβολές του κλίματος μπορούν να διαχωριστούν σε αλλαγές που προκαλούνται από τη φύση και σε αλλαγές που προκαλούνται από την ανθρώπινη δραστηριότητα.

Στο παρελθόν, οι αλλαγές στο περιβάλλον οφείλονταν αποκλειστικά σε φυσικά αίτια, όπως μεταβολές στη τροχιά της γης γύρω από τον ήλιο, πτώσεις μετεωριτών, εκρήξεις ηφαιστειών, μετακίνηση των τεκτονικών πλακών κ.α. Τις τελευταίες δεκαετίες όμως παρατηρείται πως η ανθρώπινη παρέμβαση επηρεάζει όλο και πιο πολύ το κλίμα. Όλο και περισσότερες μελέτες δείχνουν πως η κλιματική αλλαγή δεν επιδέχεται αμφισβήτησης καθώς οι επιπτώσεις της γίνονται όλο και περισσότερο εμφανείς, και πως η αλλαγή αυτή οφείλεται με σχετική βεβαιότητα στην ανθρώπινη δραστηριότητα (IPCC, Stern, 2007).

Από τους σημαντικότερους παράγοντες που συμβάλλουν στην κλιματική αλλαγή αποτελεί η αύξηση της θερμοκρασίας του πλανήτη. Αυτή προκαλείται κυρίως από την αύξηση της συγκέντρωσης των αερίων του θερμοκηπίου στην ατμόσφαιρα, με πιο σημαντικό παράγοντα τη καύση στερεών καυσίμων που απελευθερώνουν διοξείδιο του άνθρακα. Τα αέρια του θερμοκηπίου είναι αέρια τα οποία είναι διαφανή στην υπεριώδη ακτινοβολία, αλλά απορροφούν την υπέρυθη. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα, η ηλιακή ακτινοβολία η οποία βρίσκεται στη περιοχή του υπεριώδους να εισέρχεται στην ατμόσφαιρα και να προσκρούει στη γη. Η ίδια ενέργεια εκπέμπεται από τη γη μέσω της θερμότητας, η οποία είναι υπέρυθη ακτινοβολία. Την ακτινοβολία αυτή τη

συγκρατούν τα αέρια του θερμοκηπίου με αποτέλεσμα να συσσωρεύεται η ενέργεια στην ατμόσφαιρα και επομένως να αυξάνει η θερμοκρασία. Από τότε που ξεκίνησε η βιομηχανική εποχή και μετά, τα αέρια που εκπέμπονται στην ατμόσφαιρα εξαιτίας της ανθρώπινης δραστηριότητας ξεπερνά κατά πολύ τις αντίστοιχες εκπομπές λόγω φυσικών φαινομένων. Επιπλέον, κατά το ίδιο διάστημα παρατηρείται και αντίστοιχα απότομη αλλαγή χρήσης σε δασικές εκτάσεις, για τη κάλυψη των αναγκών του ραγδαία αυξανόμενου πληθυσμού. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα να μειωθεί σημαντικά η απορρόφηση του διοξειδίου του άνθρακα από τα δέντρα, που είναι ένας από τους σημαντικούς μηχανισμούς της φύσης για τη μείωση του διοξειδίου του άνθρακα από την ατμόσφαιρα. Επιπρόσθετα, έχει παρατηρηθεί κορεσμός των ωκεανών στην απορρόφηση διοξειδίου του άνθρακα (Le Quere et al., 2007). Έως τώρα οι ωκεανοί απορροφούν μεγάλο ποσοστό του εκπεμπόμενου διοξειδίου του άνθρακα. Σημαντική διαπίστωση είναι πως ακόμα και αν σταθεροποιηθεί η συγκέντρωση των αερίων του θερμοκηπίου στην ατμόσφαιρα, η αύξηση της θερμοκρασίας και οι συνέπειές της, όπως το λιώσιμο των πάγων και η αύξηση του επιπέδου της θάλασσας θα συνεχίσουν για αρκετούς αιώνες στο μέλλον.

Η Διακυβερνητική Επιτροπή για τη Κλιματική Αλλαγή (Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC), αξιολογεί την επιστημονική γνωστική βάση και τις έρευνες που διεξάγονται για τη μελέτη της κλιματικής αλλαγής, όπως επίσης τις συνέπειες των κλιματικών μεταβολών που προέρχονται από ανθρώπινη δραστηριότητα, μελετώντας πιθανές πολιτικές και δράσεις για την αντιμετώπιση των ενδεχόμενων κινδύνων. Η τέταρτη έκθεση της Επιτροπής, η οποία εκδόθηκε το 2007, μας δίνει μία εικόνα για τις μεταβολές στο κλίμα και την επίδραση της ανθρώπινης παρέμβασης. Σύμφωνα με την έκθεση, η μέση θερμοκρασία της γης έχει αυξηθεί κατά 0,7 °C τον τελευταίο αιώνα και συγκεκριμένα της Ευρώπης κατά 1 °C στο ίδιο διάστημα. Έντεκα από τα δώδεκα τελευταία χρόνια πριν από την έκθεση (1995-2006) κατατάσσονται μεταξύ των 12 πιο

θερμών ετών από το 1850. Πιστεύεται ότι η αύξηση της θερμοκρασίας εξαιτίας των αερίων του θερμοκηπίου θα ήταν ακόμα μεγαλύτερη αν δεν είχε αυξηθεί ταυτόχρονα και η συγκέντρωση των aerosols στην ατμόσφαιρα. Η στάθμη της θάλασσας αυξάνεται από το 1961 έως το 2003 με μέσο ρυθμό 1,8 mm το χρόνο, ενώ για το διάστημα από 1992 έως το 2003 η αύξηση αυτή είναι περίπου 3,1 mm το χρόνο. Η παραπάνω αύξηση της στάθμης της θάλασσας είναι αποτέλεσμα του λιώσιμου των πάγων. Η συγκέντρωση του διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα αυξήθηκε κατά 30 % τα τελευταία 200 χρόνια, λόγω αλλαγών στη χρήση της γης και στην αποψίλωση των δασών, την καύση ορυκτών καυσίμων για τη παραγωγή ενέργειας και τη μετακίνηση. Υπάρχει σημαντική υποχώρηση των παγόβουνων και της έκτασης που καλύπτεται από χιόνι και στα δυο ημισφαίρια.

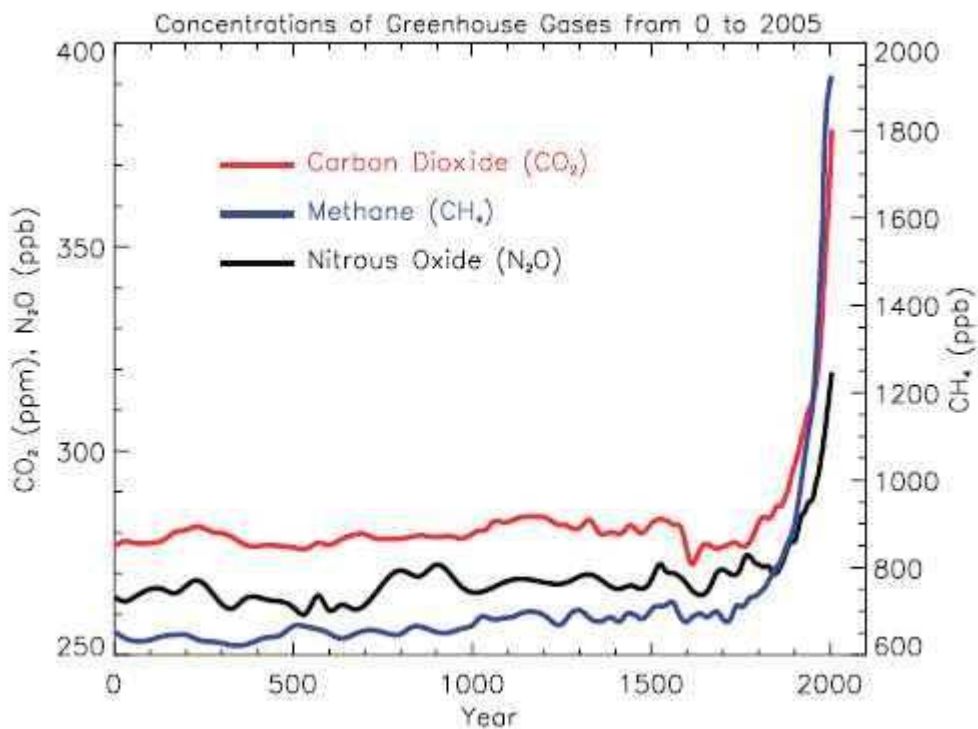
Για το μέλλον, η τέταρτη έκθεση της IPCC προβλέπει πως η μέση θερμοκρασία του πλανήτη θα αυξηθεί από 1,1 έως 6,4 °C έως το τέλος του αιώνα, ανάλογα με τα μέτρα που θα ληφθούν. Η στάθμη των ωκεανών εκτιμάται ότι θα ανέβει από 18 έως 59 εκατοστά. Σημαντικό είναι να τονιστεί ότι όλες οι έρευνες στις οποίες βασίζεται η παραπάνω εκτίμηση δεν λαμβάνουν υπόψη το πιθανό λιώσιμο του πέλλου πάγου σε περιοχές όπως η Γροιλανδία και η Ανταρκτική. Είναι πολύ πιθανό ότι θα υπάρξει αύξηση στη συχνότητα των καυσώνων και των έντονων βροχοπτώσεων. Είναι επίσης πιθανό ότι θα αυξηθούν οι περιοχές που επηρεάζονται από ξηρασία, τροπικούς κυκλώνες και υψηλές παλίρροιες.

1.1 Τα αέρια του θερμοκηπίου

Τα κυριότερα αέρια του θερμοκηπίου για τα οποία γίνεται λόγος παραπάνω είναι τα εξής:

- Διοξείδιο του άνθρακα (CO_2)
- Μεθάνιο (CH_4)
- Υποξείδιο του Αζώτου (N_2O)
- Χλωροφθοράνθρακας CFC - 12 (CCl_2F_2)
- Υδροχλωροφθοράνθρακας HCFC - 22 (CHClF_2)
- Τετραφθορομεθάνιο (CF_4)
- Εξαφλωροαιθάνιο (C_2F_6)
- Εξαφθοριούχο θείο (SF_6)
- Τριφθοριούχο Άζωτο (NF_3)

Με την αύξηση της βιομηχανικής δραστηριότητας, τα παραπάνω αέρια εκπέμπονται στην ατμόσφαιρα με πολύ μεγαλύτερο ρυθμό από ότι διαφεύγουν ή απορροφούνται. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα τη σημαντική αύξησή τους στην ατμόσφαιρα, όπως φαίνεται και στο παρακάτω σχήμα. Είναι πλέον βέβαιη η σημαντική συμβολή της ανθρώπινης δραστηριότητας σε αυτή την αύξησης.



Όπως αναφέρθηκε και στην έκθεση της IPCC η παρατηρούμενη αύξηση της συγκέντρωσης του διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα αποτελεί μόνο το 55 % των εκπομπών του αερίου καθώς το υπόλοιπο απορροφάται από τη γη και τους ωκεανούς.

Οι συγκεντρώσεις των αερίων αυτών καθορίζονται και από την αύξηση των εκπομπών και από τη μείωση των δεξαμενών απορρόφησης και των μετατροπών σε κάποια άλλη χημική ένωση. Είναι προφανές πως σημαντικό ρόλο για την αύξηση της συγκέντρωσης του διοξειδίου του άνθρακα έπαιξε και η σημαντική αποψίλωση των δασών, είτε για εκμετάλλευση της ξυλείας, είτε για αλλαγή χρήσης της γης (καλλιέργειες, αστικοποίηση κ.α).

Στον παρακάτω πίνακα βλέπουμε την αύξηση ορισμένων αερίων από το 1750 και μετά.

Αέριο	Πριν το 1750	Σημερινά Επίπεδα	Αύξηση από το 1750
Διοξείδιο του άνθρακα	280 ppm	396 ppm	116 ppm
Μεθάνιο	700 ppb	1745 ppb	1045 ppb
Υποξείδιο του αζώτου	270 ppb	314 ppb	44 ppb
CFC - 12	0	533 ppt	533 ppt

(όπου ppm = parts per million, ppb = parts per billion & ppt = parts per trillion)

Αν δεχτούμε ότι το σημαντικότερο μέρος της αύξησης προήλθε από ανθρωπογενείς δραστηριότητες, βλέπουμε πως οι εκπομπές του μεθανίου που προήλθαν από τον άνθρωπο ξεπερνούν κατά πολύ της εκπομπές πριν το 1750. Ανθρώπινες δραστηριότητες όπου οφείλεται η έκλυση μεθανίου αποτελούν μεταξύ άλλων η

εντατικοποίηση της κτηνοτροφίας, οι επιχωματώσεις απορριμμάτων και οι απώλειες στη παραγωγή, διακίνηση και χρήση του φυσικού αερίου. Οι εκπομπές υποξειδίου του αζώτου που εκλύονται στην ατμόσφαιρα και οφείλονται σε ανθρώπινη δραστηριότητα (κυρίως από τη γεωργία) έχουν πλέον φτάσει το ένα τρίτο των συνολικών εκπομπών. Τα περισσότερα αλογονούχα αέρια, όπως ο χλωροφθοράνθρακας, είναι καθαρά ανθρωπογενή και δεν υπήρχαν στην ατμόσφαιρα πριν τη βιομηχανική εποχή. Η συγκέντρωση του διοξειδίου του άνθρακα ήταν 260 με 280 ppm για περίπου 10.000 χρόνια πριν τη βιομηχανική επανάσταση. Σήμερα η συγκέντρωση του διοξειδίου του άνθρακα έχει ξεπεράσει τα 390 ppm. Αυτό που είναι ακόμα πιο ανησυχητικό είναι πως η αύξηση αυτή έχει εκθετική μορφή. Για το διάστημα 2002 - 2011 η αύξηση ήταν κατά μέση τιμή 2,07 ppm το χρόνο ενώ για το διάστημα 1992 – 2001 η μέση αύξηση ήταν 1,6 ppm. Αντίστοιχα σε παλαιότερα έτη η αύξηση ήταν ακόμα μικρότερη.

2^ο Κεφάλαιο

2 Διεθνείς ενέργειες για το μετριασμό της κλιματικής αλλαγής

Όλα τα παραπάνω καθιστούν σαφές πως αν δεν ληφθούν μέτρα για το περιορισμό των αερίων του θερμοκηπίου στην ατμόσφαιρα, τα φαινόμενα της κλιματικής αλλαγής θα παρουσιάζονται όλο και πιο έντονα και θα εντείνονται οι συνέπειές τους.

2.1 Η Σύμβαση – Πλαίσιο των Ηνωμένων Εθνών για την Αλλαγή του Κλίματος (UNFCCC)

Το πρώτο διεθνές μέτρο με το οποίο επιδιώχθηκε να σταθεροποιηθούν οι συγκεντρώσεις των αερίων του θερμοκηπίου στην ατμόσφαιρα σε επίπεδα που θα αποτρέπουν την επικίνδυνη ανθρώπινη παρέμβαση στο κλίμα είναι η Σύμβαση – Πλαίσιο των Ηνωμένων Εθνών για την Αλλαγή του Κλίματος (United Nations

Framework Convention on Climate Change, UNFCCC). Συνάφθηκε το 1992 και τέθηκε σε ισχύ το 1994. Η σύμβαση δεν καθορίζει δεσμευτικά όρια εκπομπών αερίων ρύπων για κάθε χώρα και δεν περιλαμβάνει μηχανισμούς υλοποίησης. Η σύμβαση καθορίζει το πλαίσιο διαπραγμάτευσης συγκεκριμένων διεθνών συνθηκών τα οποία μπορούν να καθορίσουν δεσμευτικά όρια στις εκπομπές των αερίων του θερμοκηπίου. Η κύρια συνθήκη της UNFCCC είναι το πρωτόκολλο του Κιότο.

Αρχικά ζητήθηκε από τα κράτη που υπέγραψαν τη συνθήκη να κάνουν απογραφή των εκπομπών και των απορροφήσεων των εκπομπών αερίων ρύπων. Η απογραφή αυτή χρησιμοποιήθηκε για να καθοριστεί το επίπεδο εκπομπών του 1990 που αποτελεί το έτος αναφοράς για τη πρόοδο στις εκπομπές αερίων. Έκτοτε οι συμβαλλόμενοι συναντούνται μια φορά το χρόνο για να εκτιμήσουν τη πρόοδο που έχει γίνει στην αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής. Από το 2005 και μετά ταυτόχρονα με τη παραπάνω συνάντηση πραγματοποιείται και η συνάντηση των συμβαλλόμενων του πρωτοκόλλου του Κιότο για να παρακολουθήσουν την υλοποίηση των στόχων που έχουν τεθεί.

Η UNFCCC θέτει «κοινές, αλλά διαφοροποιημένες ευθύνες». Αναγνωρίζει ότι οι ανεπτυγμένες βιομηχανικά χώρες ευθύνονται για το μεγαλύτερο μέρος των αερίων του θερμοκηπίου που έχουν συγκεντρωθεί στην ατμόσφαιρα. Ταυτόχρονα, οι ανεπτυγμένες χώρες είναι αυτές που διαθέτουν και τους απαιτούμενους πόρους για μειώσουν ουσιαστικά τις εκπομπές τους, χωρίς αυτό να αποτελεί τροχοπέδη για την περαιτέρω ανάπτυξη. Έχει χωρίσει τις συμβαλλόμενες χώρες σε δύο παραρτήματα.

Στο πρώτο παράρτημα εντάσσονται οι βιομηχανοποιημένες χώρες και οι χώρες που βρίσκονται σε μετάβαση. Το δεύτερο παράρτημα είναι ένα υποσύνολο του πρώτου. Σε αυτό, εντάσσονται οι ανεπτυγμένες χώρες που είναι μέλη του ΟΟΣΑ, πλην των κρατών που η οικονομία τους βρίσκεται σε μεταβατικό στάδιο. Τα μέλη του

Παραρτήματος II οφείλουν να παρέχουν οικονομικούς πόρους στις αναπτυσσόμενες χώρες (οι οποίες δεν ανήκουν στο Παράρτημα I) προκειμένου να τα βοηθήσουν να επιτύχουν τους στόχους μείωσης των εκπομπών τους και να προσαρμοστούν στις αρνητικές επιπτώσεις της αλλαγής του κλίματος.

Οι χώρες του πρώτου παραρτήματος έχουν δεσμευτεί να ελαττώσουν τα επίπεδα εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου σε επίπεδα χαμηλότερα των εκπομπών του 1990. Αυτό μπορούν να το πράξουν δίνοντας ετησίως μειούμενα δικαιώματα εκπομπών σε μεγάλους ρυπαντές στην επικράτειά τους. Αυτοί οι ρυπαντές μπορούν να ξεπεράσουν σε εκπομπές τα δικαιώματά τους μόνο αγοράζοντας δικαιώματα από άλλους, ή αντισταθμίζοντας τις υπερβάσεις με μηχανισμούς που θα συμφωνήσουν τα μέλη της UNFCCC. Από τις αναπτυσσόμενες χώρες δεν απαιτείται η μείωση του επιπέδου των εκπομπών παρά μόνο αν οι αναπτυγμένες χώρες παρέχουν επαρκή χρηματοδότηση και τεχνολογία. Οι λόγοι για τους οποίους οι αναπτυσσόμενες χώρες δεν έχουν άμεσους περιορισμούς στις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου είναι πρώτον, ότι οι εκπομπές αερίων ρύπων συνδέονται άμεσα με το βιομηχανικό δυναμικό μιας χώρας, δεύτερον, μπορούν να πουλήσουν τα δικαιώματά τους σε χώρες που δεν καταφέρνουν να πετύχουν τους στόχους τους και τρίτον, παίρνουν χρήματα και τεχνολογία για επενδύσεις χαμηλών εκπομπών από τις χώρες του δεύτερου παραρτήματος. Οι αναπτυσσόμενες χώρες μπορούν εθελοντικά να ενταχθούν στο πρώτο παράρτημα εφόσον έχουν αναπτυχθεί επαρκώς.

2.2 Το πρωτόκολλο του Κιότο

Το πρωτόκολλο του Κιότο είναι η πρώτη δεσμευτική συνθήκη για τη μείωση των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου. Συνάφθηκε το 1997 και τέθηκε σε ισχύ το 2005. Υπογράφηκε από 192 χώρες και η Ευρωπαϊκή Ένωση και επικυρώθηκε από όλες

εκτός των Ηνωμένων Πολιτειών της Αμερικής. Αποτελεί νομική δέσμευση των ανεπτυγμένων χωρών για μείωση των εκπομπών αερίων.

Τα αέρια που περιλαμβάνονται στις δεσμεύσεις του πρωτοκόλλου του Κιότο είναι:

- Διοξείδιο του άνθρακα (CO₂)
- Μεθάνιο (CH₄)
- Υποξείδιο του αζώτου (N₂O)
- Εξαφθοριούχο θείο (SF₆)
- Υδροφθοράνθρακες (HFC)
- Πλήρως φθοριωμένοι υδρογονάνθρακες ή υπερφθοράνθρακες PFC

Το πρωτόκολλο του Κιότο είναι νομικά δεσμευτικό για 37 χώρες. Αυτές αποτελούν τις χώρες που εντάσσονται στο παράρτημα 1 της UNFCCC με εξαίρεση τη Λευκορωσία, τη Μάλτα, την Τουρκία και τις Ηνωμένες Πολιτείες της Αμερικής που δεν επικύρωσαν. Το πρωτόκολλο δεσμεύει τις 37 αυτές χώρες να ελαττώσουν τις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου για το διάστημα από το έτος 2008 έως το 2012 κατά μέσο όρο 5,2 % (4,2 % χωρίς τη συμμετοχή των Ηνωμένων Πολιτειών) από τα επίπεδα εκπομπών του 1990 που ορίστηκε ως έτος βάσης (ή του 1995 για το εξαφθοριούχο θείο, τους υδροφθοράνθρακες και του υπερφθοράνθρακες). Τα επίπεδα εκπομπών του 1990 είναι αυτά που υπολογίστηκαν από την IPCC στη δεύτερη έκθεσή της. Η ευρωπαϊκή επιτροπή δεσμεύτηκε να μειώσει τις εκπομπές κατά 8 %. Στις εκπομπές που προσμετρούνται δεν περιλαμβάνονται οι εκπομπές αερίων από την αεροπλοΐα και τη ναυτιλία. Οι χώρες που δεν ανήκουν στο πρώτο παράρτημα δεν έχουν ποσοτικοποιημένους στόχους για τη μείωση των εκπομπών των αερίων.

Από κάθε χώρα του πρώτου παραρτήματος απαιτείται η συμπλήρωση μιας ετήσιας αναφοράς με τη καταγραφή όλων των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου που

προήλθαν από ανθρώπινη δραστηριότητα, καθώς και απορροφήσεων των ίδιων αερίων από δεξαμενές απορρόφησης. Στην Ελλάδα αρμόδιος φορέας για τη σύνταξη της αναφοράς είναι το Υπουργείο Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής. Η Σχολή Χημικών Μηχανικών του Μετσόβιου Πολυτεχνείου έχει την τεχνική και επιστημονική ευθύνη για τη σύνταξη της ετήσιας αναφοράς. Αντίστοιχους φορείς διαχείρισης των υποχρεώσεων του πρωτόκολλου του Κιότο έχουν αναπτύξει και όλες πρακτικά οι χώρες που δεν ανήκουν στο πρώτο παράρτημα. Ο σκοπός τους είναι η διαχείριση των Clean Development Mechanism (CDM) που θα αναφερθούν παρακάτω.

Το πρωτόκολλο ορίζει τρεις «μηχανισμούς ευελιξίας» που μπορούν να χρησιμοποιηθούν από τις χώρες που ανήκουν στο πρώτο παράρτημα, τους οποίους μπορούν να αξιοποιήσουν ώστε να τηρήσουν τις δεσμεύσεις τους για τον περιορισμό των εκπομπών των αερίων ρύπων.

Ο πρώτος μηχανισμός είναι η Εμπορία Δικαιωμάτων Εκπομπών (Emission Trading – ET). Η εμπορία δικαιωμάτων εκπομπών επιτρέπει σε χώρες που έχουν πλεόνασμα σε μονάδες εκπομπής αερίων, δηλαδή έχουν χρησιμοποιήσει λιγότερες μονάδες από αυτές που τους έχουν δοθεί ώστε να είναι στο στόχο, να τις πουλήσουν σε χώρες που έχουν ξεπεράσει το στόχο. Ο δεύτερος μηχανισμός είναι ο Μηχανισμός Καθαρής Ανάπτυξης (Clean Development Mechanism – CDM). Αυτός ο μηχανισμός επιτρέπει σε χώρες του πρώτου παραρτήματος να υλοποιήσουν ένα έργο μείωσης εκπομπών σε μια χώρα εκτός του παραρτήματος. Η υλοποίηση του έργου θα δώσει στην ανεπτυγμένη χώρα 1 μονάδα / τόνο διοξειδίου του άνθρακα που εξοικονομήθηκε από Πιστοποιημένη Μείωση Εκπομπών (Certified Emission Reduction – CER credit), η οποία μπορεί είτε να καταμετρηθεί στον στόχο για τη μείωση των εκπομπών ή να πουληθεί σε άλλη χώρα που δεν καλύπτει το στόχο. Ο CDM από τη μία δίνει κίνητρα σε ανεπτυγμένες χώρες να επενδύσουν σε αναπτυσσόμενες, βοηθώντας τις

αναπτυσσόμενες χώρες να μειώσουν τις εκπομπές αερίων και από την άλλη τους παρέχει ευελιξία για το πώς μπορούν να πετύχουν το στόχο για τη μείωση των εκπομπών. Ο τρίτος μηχανισμός είναι αυτός της Από Κοινού Υλοποίησης (Joint Implementation – JI). Ο μηχανισμός αυτός επιτρέπει σε μία χώρα του παραρτήματος I να υλοποιήσει ένα έργο μείωσης εκπομπών σε μια άλλη χώρα του παραρτήματος και να κερδίσει Μονάδες Μείωσης Εκπομπών (Emission Reduction Units – ERUs) που μπορεί να χρησιμοποιήσει για να πετύχει τον στόχο της. Και σε αυτό το μηχανισμό 1 ERU ισοδυναμεί με 1 τόνο διοξειδίου του άνθρακα. Το όφελος για τη πρώτη χώρα είναι ότι αποκτά ευελιξία στο τρόπο επίτευξης του στόχου, ενώ για τη δεύτερη χώρα το όφελος είναι ότι δέχεται μια άμεση ξένη επένδυση με μεταφορά τεχνολογίας.

Το οικονομικό σκεπτικό πίσω από αυτούς τους τρεις μηχανισμούς είναι πως το οριακό κόστος μείωσης των εκπομπών διαφέρει από χώρα σε χώρα. Έτσι με την ορθή αξιοποίηση των παραπάνω μηχανισμών μπορεί να επιτευχθεί ο στόχος των χωρών του πρώτου παραρτήματος με μικρότερο συνολικό κόστος.

Το 2009 στη συνάντηση των μερών που πραγματοποιήθηκε στη Κοπεγχάγη έγινε μια προσπάθεια να πραγματοποιηθεί μια παγκόσμια συμφωνία για την μεταστροφή της αλλαγής του κλίματος για το διάστημα μετά το 2012 όπου και λήγει η δεσμευτική περίοδος του πρωτοκόλλου του Κιότο. Ωστόσο, δεν επιτεύχθηκε δεσμευτική συμφωνία. Υπογράφηκε ένα κείμενο από 25 χώρες στο οποίο αναφερόταν η συλλογική υποχρέωση των ανεπτυγμένων χωρών να διαθέσουν πόρους για τη χρηματοδότηση του κλίματος, το οποίο όμως θεωρείται εξωτερικό έγγραφο και δεν έχει δεσμευτικό χαρακτήρα. Δεδομένου ότι οι αποφάσεις από τις διαπραγματεύσεις των συναντήσεων πρέπει να επικυρωθούν και από τις χώρες είναι πλέον αδύνατο να επιτευχθεί συμφωνία αντίστοιχη με αυτή του Κιότο χωρίς να υπάρχει χρονικό κενό ανάμεσα στις δεσμευτικές περιόδους.

2.3 Το Ευρωπαϊκό Πρόγραμμα για την Κλιματική Αλλαγή (European Climate Change Programme – ECCP)

Η ευρωπαϊκή Επιτροπή έθεσε σε εφαρμογή το 2000 το Ευρωπαϊκό Πρόγραμμα για την Κλιματική Αλλαγή με σκοπό να βρει τα πιο αποδοτικά μέτρα και πολιτικές, τόσο από οικονομικής όσο και από περιβαλλοντικής σκοπιάς, που πρέπει να ληφθούν, ώστε να μειωθεί το επίπεδο των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου. Ο άμεσος στόχος του προγράμματος ήταν να βοηθήσει την Ευρωπαϊκή Ένωση ώστε να ανταπεξέλθει στους στόχους τους οποίους είχε δεσμευτεί για τη μείωση των εκπομπών των αερίων ρύπων απέναντι στο πρωτόκολλο του Κιότο.

Η Ευρωπαϊκή Ένωση, πέραν των στόχων του πρωτοκόλλου, έχει δεσμευτεί για τη μείωση των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου κατά 20 % σε σχέση με τα επίπεδα του 1990. Ακόμη, την αύξηση σε τουλάχιστον 20 % της αναλογίας της ενεργειακής κατανάλωσης που προέρχεται από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και τέλος, τη μείωση της ποσότητας της πρωτογενούς ενέργειας που καταναλώνεται κατά 20 % μέσω της αύξησης της ενεργειακής απόδοσης. Η Ευρωπαϊκή Ένωση προτίθεται να μειώσει τις εκπομπές της ακόμα περισσότερο, κατά ποσοστό 30 % λιγότερες εκπομπές σε σχέση με αυτές του 1990, εφόσον όμως δεσμευτούν και άλλες μεγάλες οικονομίες για αντίστοιχες μειώσεις εκπομπών. Η διαπραγμάτευση αυτή γίνεται στα πλαίσια των συναντήσεων της UNFCCC.

Το πρώτο ECCP διήρκησε έως το 2004 και εξέτασε μια σειρά από εργαλεία και τομείς με δυνατότητα για μείωση των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου. Οι τομείς τους οποίους εξέτασε το πρόγραμμα είναι οι μηχανισμοί ευελιξίας (εμπορία δικαιωμάτων, από κοινού υλοποίηση και μηχανισμός καθαρής ανάπτυξης), προσφορά και ζήτηση ενέργειας, ενεργειακή αποδοτικότητα σε βιομηχανικές διαδικασίες και σε

εξοπλισμό τελικής χρήσης, μεταφορές, βιομηχανία, γεωργία, και καταβόθρες αερίων (δάση και γεωργική γη).

Σε κάθε τομέα διαπιστώθηκαν οι επιλογές και το δυναμικό για μείωση των εκπομπών με βάση την αποδοτικότητα κόστους. Η πιο σημαντική πρωτοβουλία που ελήφθη από ως αποτέλεσμα του προγράμματος είναι το Ευρωπαϊκό Σύστημα Εμπορίας Δικαιωμάτων Εκπομπών Αερίων Ρύπων, το οποίο καλύπτει τις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα 11.500 χιλιάδων βιομηχανιών στη παραγωγή ενέργειας και σε κατασκευαστικούς τομείς.

Από το 2005 και μετά έχει ξεκινήσει το δεύτερο ECCP. Ως αρχική εργασία είναι να διευκολύνει και να υποστηρίξει την υλοποίηση των προτεραιοτήτων που αναγνωρίστηκαν στη πρώτη φάση και να παρακολουθήσει την πορεία τους. Το δεύτερο ECCP δεν έχει καθορισμένη λήξη. Επομένως, συνεχώς θα διερευνά τις δυνατότητες που υπάρχουν για τη μείωση εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου. Πέρα από την παρακολούθηση της πορείας της υλοποίησης του πρώτου προγράμματος, το ECCP θα διερευνά τη μείωση των εκπομπών στην αεροπλοΐα, στα αυτοκίνητα, στη ναυσιπλοΐα και τη μείωση των εκπομπών μέσα από την αιχμαλώτιση και αποθήκευση του άνθρακα.

3ο κεφάλαιο

3. Ευρωπαϊκό Σύστημα Εμπορίας Δικαιωμάτων Εκπομπής Αερίων Ρύπων (European Union Emission Trading System – EU ETS)

Η Ευρωπαϊκή Ένωση προκειμένου να καταφέρει να εκπληρώσει τους στόχους του πρωτοκόλλου του Κιότο, αλλά και τους επιπλέον περιβαλλοντικούς στόχους στους οποίους έχει δεσμευτεί, έθεσε σε λειτουργία τον Ιανουάριο του 2005 το Σύστημα Εμπορίας Δικαιωμάτων Εκπομπής Αερίων Ρύπων. Το Σύστημα Εμπορίας Δικαιωμάτων Εκπομπών είναι ένα σύστημα ανώτατου ορίου και εμπορίας (cap and trade) των

δικαιωμάτων εκπομπών του διοξειδίου του άνθρακα. Το EU ETS αποτελεί το πρώτο μεγάλης κλίμακας σύστημα εμπορίας εκπομπών και έως σήμερα το μεγαλύτερο στον κόσμο. Οι επιχειρήσεις που καλύπτονται από το σύστημα ξεπερνούν τις μισές εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα στην Ευρώπη και το 40 % των συνολικών εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου.

Το σύστημα cap and trade είναι ένα σύστημα όπου αρχικά τίθεται ένα άνω όριο στις συνολικές εκπομπές αερίων που πραγματοποιούνται. Στη συνέχεια αυτό το όριο μοιράζεται με τη μορφή δικαιωμάτων εκπομπών (emission allowance) στις επιχειρήσεις εκπομπούς. Το όριο που τίθεται είναι εν γένει μικρότερο από τις συνολικές εκπομπές των επιχειρήσεων σε συνήθη λειτουργία και μειώνεται με τη πάροδο του χρόνου. Οι επιχειρήσεις έχουν την υποχρέωση να καταγράφουν και να αναφέρουν τις εκπομπές τους και κάθε έτος να έχουν στην κατοχή τους δικαιώματα που να αντιστοιχούν στις εκπομπές που πραγματοποίησαν. Η μη κατοχή δικαιωμάτων επιφέρει πρόστιμο ανάλογο με τις εκπομπές που πραγματοποιήθηκαν χωρίς να υπάρχουν τα αντίστοιχα δικαιώματα. Έτσι οι επιχειρήσεις στο σύνολό τους έχουν την υποχρέωση να μεταβούν σε τεχνολογίες που θα μειώσουν τις εκπομπές αερίων. Δεδομένου όμως ότι για κάθε επιχείρηση η μετάβαση αυτή έχει διαφορετικό κόστος και προκειμένου να δοθεί η ευελιξία να υλοποιήσει η κάθε μια τις αντίστοιχες επενδύσεις με το ρυθμό που αυτή επιθυμεί δίνεται η δυνατότητα στις επιχειρήσεις στις οποίες περισσεύουν δικαιώματα, να τις πουλήσουν σε επιχειρήσεις που δεν έχουν καταφέρει να πετύχουν το στόχο τους για τη μείωση των εκπομπών τους. Έτσι δημιουργείται και οικονομικό κίνητρο προκειμένου οι επιχειρήσεις να μειώσουν τις εκπομπές τους, με το οποίο αντισταθμίζει το κόστος των επενδύσεων που απαιτούνται ώστε να πραγματοποιηθούν οι μειώσεις αυτές. Από την άλλη, οι επιχειρήσεις που δεν πραγματοποιούν επενδύσεις με σκοπό τη μείωση των εκπομπών του διοξειδίου του άνθρακα θα βλέπουν το κόστος παραγωγής

να αυξάνεται συνεχώς, καθώς τα συνολικά διαθέσιμα δικαιώματα για εκπομπές θα μειώνονται, οπότε και η τιμή τους θα αυξάνει.

Στην EU ETS το δικαίωμα που δημιουργήθηκε ονομάζεται European Union Allowance (EUA) και ισοδυναμεί με δικαίωμα για εκπομπή ενός τόνου διοξειδίου του άνθρακα. Οι συνολικές εκπομπές καθορίζονται ανά κράτος μέσω των Εθνικών Σχεδίων Κατανομής (National Allocation Plan – NAP) τα οποία πρέπει να εγκριθούν από την Ευρωπαϊκή Επιτροπή. Τα κράτη μέλη στη συνέχεια κατανέμουν τα δικαιώματα στις επιχειρήσεις και παρακολουθούν τις εκπομπές τους. Στο τέλος του έτους αποσύρονται τα δικαιώματα που ισοδυναμούν με τις εκπομπές που πραγματοποιήθηκαν. Οι επιχειρήσεις μπορούν να ανταλλάξουν τα δικαιώματα είτε ιδιωτικά, είτε με τη μεσολάβηση χρηματομεσιτών, είτε μέσω οργανωμένων αγορών. Κάθε χώρα τηρεί μητρώο δικαιωμάτων που έχει στη κατοχή της η κάθε επιχείρηση. Οι επιχειρήσεις μπορούν επίσης να κάνουν χρήση των πιστοποιητικών ERU και CER, εφόσον έχουν τέτοια στη κατοχή τους και έχουν αποκτηθεί από JI και CDM όπως προβλέπεται από το πρωτόκολλο του Κιότο. Τα ERU και τα CER θεωρούνται ισοδύναμα δικαιώματα με τα EUA, όσον αφορά τις εκπομπές αερίων και επομένως μπορούν να χρησιμοποιηθούν χωρίς πρόβλημα στο EU ETS.

Το σύστημα χωρίζεται σε διαπραγματευτικές περιόδους που ονομάζονται φάσεις. Κάθε φάση διαρκεί ορισμένα έτη. Ανάμεσα στα έτη μίας φάσης υπάρχει η δυνατότητα δανεισμού ή διακράτησης δικαιωμάτων. Μεταξύ των φάσεων ο δανεισμός απαγορεύεται ενώ η διακράτηση είναι περιορισμένη και επαφίεται στην ευχέρεια του κάθε κράτους μέλους. Ο λόγος είναι πως το ετήσιο κλείσιμο των θέσεων των δικαιωμάτων θα έκανε το σύστημα επιρρεπές σε θερμοκρασιακές διακυμάνσεις. Ένα υπερβολικά θερμό καλοκαίρι ή ένας υπερβολικά ψυχρός χειμώνας θα επηρέαζαν τις εκπομπές του έτους σημαντικά και αυτό θα είχε άμεση επίπτωση στο κόστος του

δικαιώματος. Από την άλλη, κατά την αλλαγή των φάσεων δεν διατηρούνται τυχόν πλεονάζοντα δικαιώματα. Η κατανομή υπερβολικών δικαιωμάτων θα ακύρωνε για πολλά χρόνια το σκοπό της ύπαρξης του συστήματος, αν αυτά είχαν απεριόριστη διάρκεια. Ένα επιπλέον όφελος είναι ότι μεταξύ των φάσεων μπορούν να πραγματοποιηθούν αλλαγές στο σύστημα.

Η πρώτη φάση διήρκησε από το 2005 έως το 2007. Ήταν μια πιλοτική φάση τριών ετών με σκοπό την εκμάθηση του συστήματος. Καθιερώθηκε η υποδομή για τον έλεγχο, την αναφορά και την επαλήθευση των εκπομπών των επιχειρήσεων. Η δημιουργία βάσης των επαληθευμένων εκπομπών, καθώς και η πορεία της τιμής του δικαιώματος έδωσε σημαντικά στοιχεία για τη διαμόρφωση των ορίων στην επόμενη φάση. Τα δικαιώματα διαπραγματεύονταν έως τα 30 €/EUA έως τα μέσα του 2006, οπότε και έπεσε σε κάτω από 10 € και σχεδόν μηδενίστηκαν έως το τέλος της περιόδου. Αυτό συνέβη με την ανακοίνωση των αποτελεσμάτων της πρώτης χρονιάς, οπότε και διαπιστώθηκε ότι είχαν δοθεί σε κάποια κράτη μέλη τόσα δικαιώματα που δεν υπήρχε ανάγκη να περιορίσουν τις εκπομπές τους.

Η δεύτερη φάση διαρκεί από το 2008 έως το 2012 και συμπίπτει χρονικά με τη περίοδο στην οποία δεσμεύονται τα κράτη για περιορισμό των εκπομπών από το Πρωτόκολλο του Κιότο. Στο σύστημα συμμετείχαν και τρία κράτη εκτός της ευρωπαϊκής ένωσης, η Νορβηγία, η Ισλανδία και το Λιχτενστάιν. Το όριο που τέθηκε ήταν κατά 7 % μικρότερο από τις εκπομπές του 2005. Ωστόσο, με τη χρήση των πιστοποιητικών από προγράμματα JI και CDM μπορούσε να επιτευχθεί ο στόχος και χωρίς τη μείωση των εκπομπών. Η τιμή του δικαιώματος ξεκίνησε να είναι σε διαπραγμάτευση έως τα 25 €/τόνο το 2008 και σταδιακά μειώθηκε και σήμερα κυμαίνεται περί τα 8 €/τόνο. Αν και το πρόστιμο για τη μη κατοχή των δικαιωμάτων στη δεύτερη φάση ήταν αρκετά υψηλότερο (100 €/τόνο αντί για 40 €/τόνο στη πρώτη

φάση), η πληθώρα των δικαιωμάτων σε σχέση με τις πραγματοποιημένες εκπομπές ήταν τέτοια που η τιμή του EUA δεν αποτελεί σημαντικό κίνητρο για επενδύσεις σε τεχνολογίες μείωσης των εκπομπών. Στην ετήσια έρευνα του Point Carbon (<http://www.pointcarbon.com/research/promo/research/>) φαίνεται ότι η τιμή του δικαιώματος παίζει πλέον μικρότερο ρόλο στις επενδυτικές αποφάσεις των εταιριών. Το 2012 μπήκαν στο σύστημα και τα δικαιώματα για τις εκπομπές της αεροπλοΐας (European Union Aviation Allowance - EUAA) τα οποία έχουν υποχρέωση να κατέχουν οι αεροπορικές εταιρίες για κάθε πτήση που, έστω και εν μέρει, πραγματοποιείται στην Ευρωπαϊκή Ένωση.

Η Τρίτη φάση θα διαρκέσει από το 2013 έως και το 2020. Στη Τρίτη φάση, πέρα από την είσοδο της αεροπλοΐας, θα εισαχθούν στο σύστημα και οι εκπομπές από τους τομείς των πετροχημικών, της αμμωνίας και του αλουμινίου, όπως και επίσης οι εκπομπές υποξειδίου του αζώτου από τη παραγωγή νιτρικού, αδιπικού και γλυοξυλικού οξέως και υπερφθορανθράκων. Επιπλέον, περίπου το 60 % των δικαιωμάτων (το 100 % των δικαιωμάτων στον τομέα της ενέργειας) έναντι 5 % στη πρώτη φάση και 10 % στη δεύτερη, θα κατανεμηθεί όχι από τα Εθνικά Σχέδια Κατανομής, αλλά με τη πραγματοποίηση πλειστηριασμού. Θα καθορίζεται συνολικό όριο για την Ευρωπαϊκή Ένωση το οποίο στη συνέχεια θα μοιράζεται στα κράτη μέλη και κάθε κράτος θα πραγματοποιεί πλειστηριασμό για να μοιράσει τα δικαιώματα στις επιχειρήσεις. Αυτό το όριο θα έχει γραμμική ετήσια μείωση κατά 1,74 %, των εκπομπών του 2005 έτσι ώστε στο 2020, που λήγει η τρίτη φάση, να έχουν μειωθεί οι εκπομπές κατά περίπου 21 % οπότε θα έχει τηρηθεί ο στόχος για τη μείωση των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου κατά 20 % σε σχέση με τα επίπεδα του 2005 όπως έχει δεσμευτεί η Ευρωπαϊκή Ένωση.

Μετά το 2020 και εφόσον συνεχιστεί η λειτουργία του EU ETS στη σημερινή του μορφή, πέρα από τη περαιτέρω μείωση του ορίου των εκπομπών, αναμένεται να εισαχθούν και επιπλέον τομείς, να γίνουν αυστηρότερα τα κριτήρια χρήσης των ERU και CER και να αυξηθεί το ποσοστό των δικαιωμάτων που δημοπρατούνται.

3.1 Παράγοντες που επηρεάζουν τη τιμή των EUA

Είναι σημαντικό να γνωρίζουμε τους παράγοντες από τους οποίους επηρεάζεται η τιμή του EUA, καθώς η δυναμική της επηρεάζει τις αποφάσεις από τους εμπλεκόμενους στην αγορά, είτε είναι επιχειρήσεις που προσδοκούν να αντισταθμίσουν κινδύνους ή να λάβουν επενδυτικές αποφάσεις, είτε χρηματιστές. Οι Benz και Truck (2009) χωρίζουν τους παράγοντες σε δύο κατηγορίες. Η πρώτη αφορά σε ρυθμιστικά θέματα και πολιτικές και η δεύτερη στους στοιχειώδεις παράγοντες που επηρεάζουν άμεσα τη παραγωγή αερίων διοξειδίου του άνθρακα, και επομένως μεταβάλλουν τη ζήτηση των δικαιωμάτων.

Οι οδηγίες και οι κανονισμοί έχουν σημαντικές συνέπειες στη προσφορά και ζήτηση των δικαιωμάτων, και συνεπώς και στη τιμή τους. Τέτοιες μεταβολές περιλαμβάνουν αποφάσεις και ανακοινώσεις που αφορούν στα Εθνικά Σχέδια Κατανομής, όπως η μείωση του στόχου των εκπομπών, η εισαγωγή κλάδων και επιχειρήσεων στο σύστημα, η μεταβολή του ποσοστού δικαιωμάτων που πλειστηριάζονται ή οι κανόνες για την αποδοχή των πιστοποιητικών του προέρχονται από τους ευέλικτους μηχανισμούς. Οι μεταβολές αυτές έχουν επίδραση αντίστοιχη με την επίπτωση που έχει στη τιμή μιας μετοχής η ανακοίνωση καλών ή κακών νέων για μια εταιρία. Η τιμή του EUA μεταβάλλεται απότομα ώστε να αντανakλά τη νέα διαθεσιμότητα που προκύπτει.

Όσον αφορά στη δεύτερη κατηγορία, η παραγωγή του διοξειδίου του άνθρακα εξαρτάται από παράγοντες όπως η θερμοκρασία, η βροχόπτωση και η ταχύτητα των ανέμων καθώς και από τις τιμές των καυσίμων και την οικονομική ανάπτυξη. Οι ψυχροί χειμώνες και τα θερμά καλοκαίρια ενισχύουν τη κατανάλωση ενέργειας για θέρμανση και ψύξη αντίστοιχα και επομένως την εκπομπή διοξειδίου του άνθρακα από τους παραγωγούς του άνθρακα. Η βροχόπτωση και οι άνεμοι αυξάνουν τη παραγωγή ενέργειας από υδροηλεκτρικά εργοστάσια και αιολικά πάρκα, μειώνοντας τις συνολικές εκπομπές για την παραγωγή ίσης ποσότητας ενέργειας. Τέλος, οι εκπομπές αερίων εξαρτώνται και από τη διαφορά στη τιμή του άνθρακα με αυτήν του φυσικού αερίου, το οποίο αέριο, για την παραγωγή ισόποσης ενέργειας εκπέμπει λιγότερη ποσότητα από το μισό του διοξειδίου του άνθρακα. Από τη διαφορά αυτή θα εξαρτηθεί η απόφαση των παραγωγών ενέργειας για το κατά πόσο θα αλλάξουν το καύσιμο που χρησιμοποιούν για την παραγωγή.

3.2 Οι αγορές

Το EU ETS τέθηκε σε λειτουργία την 1/1/2005 και οι συναλλαγές ξεκίνησαν τον Μάρτιο του ίδιου έτους. Οι συναλλαγές πραγματοποιούνται είτε σε οργανωμένες αγορές, είτε εξωχρηματιστηριακά. Το μεγαλύτερο χρηματιστήριο ρύπων είναι το European Climate Exchange (ECX). Ήταν μέλος της Chicago Environmental plc, στην οποία ανήκει και το Chicago Climate Exchange. Αποκτήθηκε τον Ιούλιο του 2010 από το Intercontinental Exchange. Προσφέρει από τον Μάρτιο του 2005 συμβόλαια μελλοντικής εκπλήρωσης (ΣΜΕ) και options¹ με υποκείμενη αξία τα ΣΜΕ από τον Οκτώβριο του 2006. Πλέον, προσφέρονται ΣΜΕ και options και για τα CER και τα ERU καθώς και ΣΜΕ για τα EUAA. Οι συναλλαγές εκκαθαρίζονται από την ICE Clear

¹ Τα δικαιώματα προαίρεσης αναφέρονται με τον αγγλικό τους όρο (options) για να μη προκαλείται σύγχυση με τα δικαιώματα εκπομπής αερίων ρύπων.

Europe και ο διακανονισμός γίνεται με φυσική παράδοση σε οποιοδήποτε εθνικό μητρώο κράτους μέλους. Το BlueNext είναι μια κοινοπραξία του NYSE Euronext με το Caisse des Depot. Ξεκίνησε τον Δεκέμβρη του 2007 με αγορά όψης και ΣΜΕ σε EUA και αποτελεί συνέχεια της αγοράς άνθρακα του Powernext. Από τον Αύγουστο του 2008 διαπραγματεύεται CER. Ο διακανονισμός των EUA γίνεται με φυσική παράδοση στο γαλλικό μητρώο, το οποίο διαχειρίζεται το Caisse des Depot. Τα CER διακανονίζονται στο ελβετικό μητρώο. Το EEX/Eurex έχει έδρα τη Λειψία και λειτουργεί από τον Δεκέμβρη του 2007. Από το 2008 προσφέρει συμβόλαια μελλοντικής εκπλήρωσης για EUA και CER και options σε ΣΜΕ των EUA. Η φυσική παράδοση πραγματοποιείται στο γερμανικό μητρώο. Το Energy Exchange Austria (EXAA) με έδρα τη Βιέννη λειτουργεί από το 2002 με ενεργειακά προϊόντα και από τον Ιούνιο του 2005 διαπραγματεύεται και EUA. Το Nord Pool, με έδρα το Όσλο, προέκυψε από τη συνένωση των διαχειριστών της Νορβηγίας και της Σουηδίας. Είναι το πρώτο χρηματιστήριο που διαπραγματεύτηκε EUA τον Ιανουάριο του 2005 και CER τον Ιούνιο του 2007. Τον Μάρτιο του 2010 εξαγοράστηκε από τη NASDAQ OMX και μετονομάστηκε σε NASDAQ OMX Commodities Europe. Η φυσική παράδοση πραγματοποιείται είτε στο ολλανδικό, είτε στο αγγλικό μητρώο. Άλλες αγορές είναι το ολλανδικό Climex το οποίο αρχικά διαπραγματευόταν οξείδια του αζώτου, και επεκτάθηκε στη αγορά του άνθρακα τον Μάρτιο του 2005 και το ιταλικό Gestore del Mercato Elettrico (GME) ή Italian Power Exchange (IPEX), με αγορά όψης σε EUA και CER και φυσική παράδοση στο ιταλικό μητρώο. Εξωχρηματιστηριακά, οι μεγαλύτεροι χρηματομεσίτες είναι οι APX Endex, CantorCO2, Evolution Markets, GFI Group, ICAP, MF Global Energy, Spectron, Tradition Financial Services (TFS) Energy and Tullett Prebon.

4ο κεφάλαιο

4. Τα χρεόγραφα

Προκειμένου οι επενδυτές να διαχειριστούν και να αντισταθμίσουν τους κινδύνους που αναφέρονται παραπάνω, πέρα από την αγορά όψης, προσφέρονται από τις αγορές δύο βασικοί τύποι παραγώγων. Αυτοί είναι τα Συμβόλαια Μελλοντικής Εκπλήρωσης με υποκείμενη αξία τη τιμή του δικαιώματος εκπομπής 1t CO₂ και Options με υποκείμενη αξία την τιμή του παραπάνω ΣΜΕ. Παρακάτω θα δούμε συνοπτικά τα χαρακτηριστικά τους, όπως αυτά προσφέρονται από την αγορά όπου πραγματοποιείται ο μεγαλύτερος όγκος των συναλλαγών, την ICE/ECX.

4.1 Συμβόλαια Μελλοντικής Εκπλήρωσης

Στην ICE / ECX προσφέρονται τέσσερις κατηγορίες συμβολαίων μελλοντικής εκπλήρωσης με υποκείμενες αξίες την τιμή του EUA, του ERU, του CER και του EUAA. Στη λήξη των συμβολαίων γίνεται φυσική εκκαθάριση με τη πραγματοποίηση των καταχώρησεων των αντίστοιχων δικαιωμάτων στα εθνικά μητρώα. Τα χαρακτηριστικά του συμβολαίου με υποκείμενη αξία το EUA έχουν ως εξής:

- Μέγεθος Συμβολαίου: 1000 δικαιώματα εκπομπής CO₂
- Ελάχιστη μονάδα διαπραγμάτευσης: 1 Συμβόλαιο
- Τιμή εκφρασμένη σε € /τόνο αερίων με ακρίβεια 2 δεκαδικών
- Βήμα Τιμής: 0,01 € /τόνο, δηλαδή 10 € /συμβόλαιο
- Ελάχιστη τιμή 0,01 € /τόνο
- Μέγιστη τιμή δεν υπάρχει
- Υπάρχουν Συμβόλαια ανά τρίμηνο τους μήνες Μάρτιο, Ιούνιο, Σεπτέμβριο και Δεκέμβριο έως και τον Ιούνιο του 2013 και ετήσια συμβόλαια με λήξη τον Δεκέμβριο του κάθε έτους έως και το έτος 2020.

- Λήξη του Συμβολαίου γίνεται τη τελευταία Δευτέρα του μήνα του Συμβολαίου. Ωστόσο, αν η τελευταία Δευτέρα είναι μη εργάσιμη ή υπάρχει μη εργάσιμη ημέρα τις επόμενες τέσσερις ημέρες που ακολουθούν, τότε η λήξη του συμβολαίου πραγματοποιείται τη προηγούμενη Δευτέρα.
- Η διαπραγμάτευση είναι συνεχής για όλη τη διάρκεια της ημέρας
- Η τιμή κλεισίματος είναι ο σταθμισμένος μέσος όρος των συναλλαγών του τελευταίου δεκάλεπτου (16.50 έως 16.59.59 ώρα Αγγλίας)
- Ο διακανονισμός γίνεται με φυσική παράδοση των EUA από το λογαριασμό του πωλητή σε κάποιο εθνικό μητρώο στο λογαριασμό του αγοραστή. Η παράδοση πραγματοποιείται 3 ημέρες μετά την ημέρα της συναλλαγής

Τα συμβόλαια με υποκείμενη αξία τα ERU, CER και EUAA έχουν παρόμοια χαρακτηριστικά. Επιπλέον, υπάρχουν Συμβόλαια Μελλοντικής Εκπλήρωσης με υποκείμενη αξία τα δικαιώματα εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα για την αερόπλοια για τους επόμενους δύο μήνες έτσι ώστε μαζί με το τριμηνιαίο Συμβόλαιο να διατίθενται πάντα 3 Συμβόλαια κοντινής λήξης.

Στο παρακάτω διάγραμμα φαίνεται ενδεικτικά η πορεία της τιμής του ΣΜΕ σε ΕΥΑ με λήξη τον Δεκέμβριο του 2012 για τους προηγούμενους τρεις μήνες.



4.2 Δικαιώματα Προαίρεσης (Options) σε Συμβόλαια Μελλοντικής Εκπλήρωσης

Η ICE / ECX προσφέρει τρία options τα οποία έχουν ως υποκείμενη αξία Συμβόλαια Μελλοντικής Εκπλήρωσης σε ΕΥΑ, ERU και CER. Οι λόγοι που τα options έχουν ως υποκείμενη αξία τα ΣΜΕ των δικαιωμάτων εκπομπών και όχι τα ίδια τα δικαιώματα είναι οι εξής: Πρώτο, η διαπραγμάτευση του option και του ΣΜΕ διενεργούνται στην ίδια πλατφόρμα και έτσι είναι πιο εύκολη η αντιστάθμιση και η εξισορρόπηση και με μικρότερο κόστος. Δεύτερο, τις περισσότερες φορές η άσκηση του option δεν σημαίνει και ότι θα πραγματοποιηθεί παράδοση των δικαιωμάτων. Τις περισσότερες φορές το υποκείμενο ΣΜΕ θα κλείσει πριν τη παράδοση, οπότε ο

διακανονισμός θα γίνει σε μετρητά. Έτσι ο επενδυτής δεν χρειάζεται να βρει το κεφάλαιο να αγοράσει τα δικαιώματα εκπομπών όταν ασκείται το δικαίωμα. Τέλος, δεν είναι απίθανο τα ΣΜΕ να έχουν μεγαλύτερη ρευστότητα από το δικαίωμα εκπομπής. Παρακάτω βλέπουμε τα χαρακτηριστικά του option σε ΣΜΕ σε EUA. Τα χαρακτηριστικά είναι πολύ κοινά με τα αντίστοιχα option σε ΣΜΕ σε CER και ERU.

- Ελάχιστη μονάδα διαπραγμάτευσης: 1 Συμβόλαιο ICE/ECX EUA Option
- Τιμή εκφρασμένη σε € /τόνο αερίων με ακρίβεια 2 δεκαδικών
- Τιμές Εξάσκησης: για συμβόλαιο του κάθε μήνα αυτόματα δημιουργούνται 109 τιμές εξάσκησης μεταξύ 1 και 100 €. Μπορούν να προστεθούν και περισσότερες τιμές εξάσκησης αν κριθεί απαραίτητο. Το βήμα των τιμών εξάσκησης είναι 0,01 € .
- Ελάχιστη τιμή 0,01 €
- Μέγιστη τιμή δεν υπάρχει
- Υπάρχουν έως οκτώ συμβόλαια με λήξη ανά τρίμηνο τους μήνες Μάρτιο, Ιούνιο, Σεπτέμβριο και Δεκέμβριο και ετήσια συμβόλαια με λήξη τον Δεκέμβριο του κάθε έτους έως και το έτος 2014. Τα τρία συμβόλαια κάθε έτους προστίθενται με τη λήξη του συμβολαίου του Δεκεμβρίου του προηγούμενου έτους.
- Το υποκείμενο συμβόλαιο είναι το ΣΜΕ με λήξη το Δεκέμβρη του έτους λήξης του option.
- Το option είναι ευρωπαϊκού τύπου
- Το ασφάλιστρο πληρώνεται τη στιγμή της συναλλαγής
- Δεν υπάρχουν όρια για το μέγεθος της θέσης.
- Η τελευταία μέρα διαπραγμάτευσης είναι τρεις εργάσιμες ημέρες πριν τη λήξη του ΣΜΕ σε EUA του αντίστοιχου μήνα

- Ο εκκαθαριστής εγγυάται την εκπλήρωση όλων των συμβολαίων μελλοντικής εκπλήρωσης
- Το option θα εξασκηθεί αυτόματα στη λήξη του ένα η εσωτερική του αξία είναι μεγαλύτερη του μηδενός. Ένα είναι ίση με το μηδέν τότε το συμβόλαιο θα λήξει.
- Η διαπραγμάτευση είναι συνεχής για όλη τη διάρκεια της ημέρας

5^ο κεφάλαιο

Τιμολόγηση Συμβολαίων Μελλοντικής Εκπλήρωσης

Η θεωρητική σχέση του φέροντος κόστους (cost of carry) που συνδέει την τιμή $F_t(S_t, T)$ του ΣΜΕ πάνω στο S_t στο χρόνο t και με χρόνο ωρίμανσης T δίνεται παρακάτω:

$$F_t(S_t, T) = S_t e^{(r-\delta)(T-t)} \quad (1)$$

Όπου r είναι το επιτόκιο μηδενικού κινδύνου και θεωρείται σταθερό και δ είναι η ποσοστιαία απόδοση του υποκείμενου στοιχείου μείον το κόστος αποθήκευσης, η οποία και αυτή θεωρείται σταθερή.

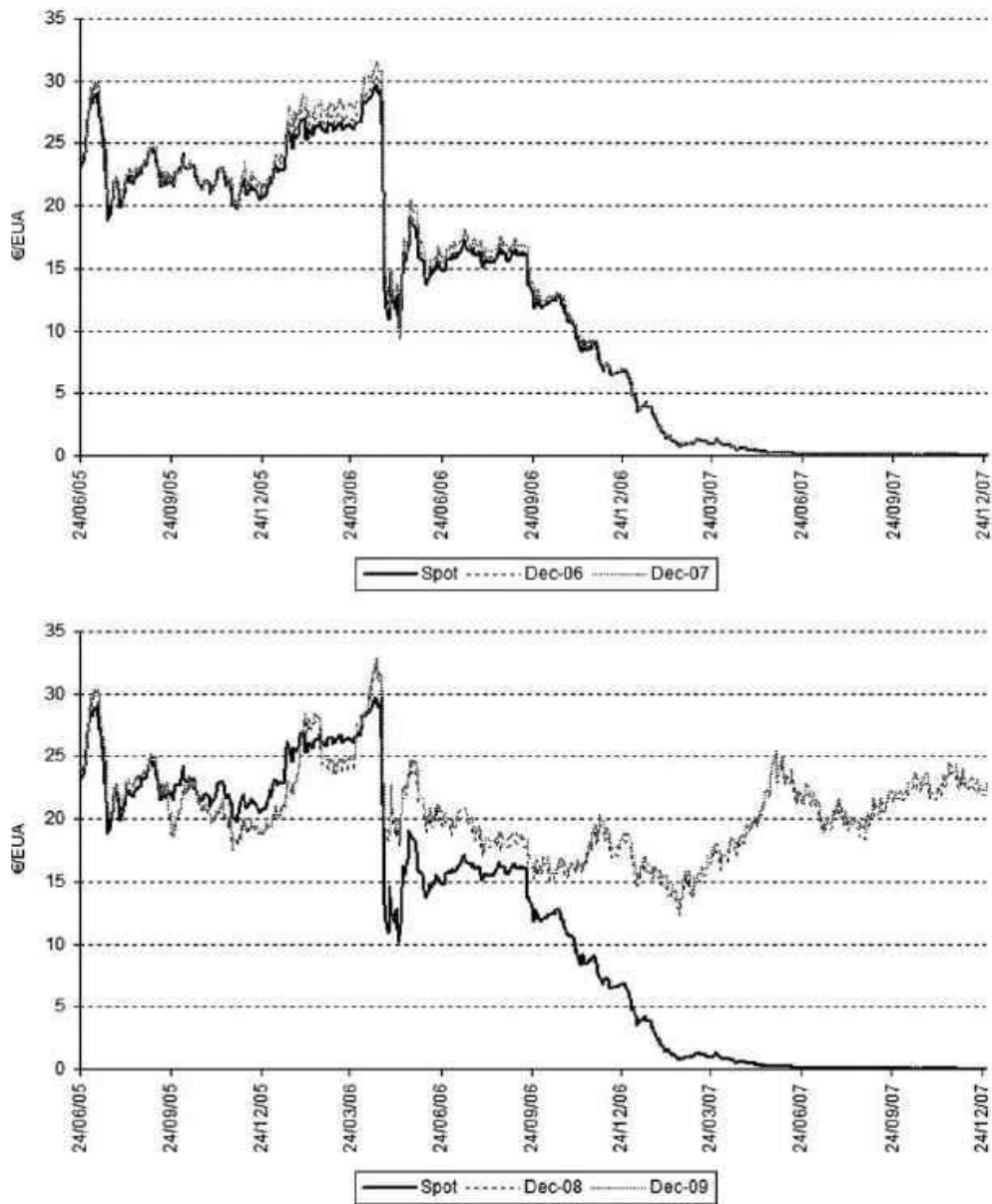
Υπάρχει μια σειρά από εμπειρικές μελέτες που διερευνούν τη σχέση μεταξύ της τιμής όψης και της τιμής των ΣΜΕ σε EUA. Οι Truck, Borak e.a. (2006) χρησιμοποίησαν τις τιμές όψης και των ΣΜΕ από την European Energy Exchange (EEX) στη Λειψία από 4 Οκτωβρίου του 2005 έως 29 Σεπτεμβρίου του 2006, εξετάζοντας έτσι τη πρώτη χρονιά διαπραγμάτευσης των ΣΜΕ στην EEX. Το διάστημα αυτό περιλαμβάνει την απότομη πτώση των τιμών που συνέβη στα μέσα του 2006. Διερεύνησαν τους συσχετισμούς μεταξύ τιμής όψης και ΣΜΕ και τη μερισματική απόδοση του μέσου, όπως και τη καμπύλη τιμών των ΣΜΕ για διάφορες λήξεις (term

structure). Παρατηρούν ότι ο συσχετισμός τιμών όψης και ΣΜΕ εξασθενεί όσο μεγαλώνει η διάρκειά του, αλλά η καμπύλη τιμών των ΣΜΕ παρουσιάζει υψηλή μεταβλητότητα. Ερμηνεύουν το γεγονός ότι τα ΣΜΕ έχουν μεγαλύτερη τιμή από την αναμενόμενη στη λήξη τους ως προσδοκία της αγοράς, όσον αφορά στο κίνδυνο που διαφαίνεται εν όψει των Εθνικών Σχεδίων Κατανομής για τη 2^η φάση.

Οι Uhrig-Homburg και Wagner, (2007) εξέτασαν τη σχέση μεταξύ της αγοράς όψης και της αγοράς των ΣΜΕ. Η περίοδος που εξέτασαν ήταν από 24/6/2005 έως 15/11/2006. Χρησιμοποίησαν τιμές όψης από τη Powernext και τιμές των ΣΜΕ από το ICE/ECX, καθώς σύμφωνα με τους όγκους του Bloomberg, αποτελούν τις πιο ρευστές αγορές για αυτό το διάστημα. Επιχειρηματολογούν πως τα ΣΜΕ με λήξη στη φάση 2 του EU ETS δεν μπορούν να αποτιμηθούν με βάση τις σημερινές τιμές όψης γιατί βασίζονται σε υποκείμενο προϊόν το οποίο ακόμα δεν είναι διαθέσιμο προς διαπραγμάτευση. Έτσι, εξετάζουν τη σχέση των τιμών όψης και ΣΜΕ μόνο με τα ΣΜΕ που λήγουν το 2006 και το 2007, αλλά και τη σχέση μεταξύ 2006 και 2007. Συμπεριλαμβάνουν τα ΣΜΕ του 2008 στη μελέτη για να δείξουν τις επιπτώσεις του κενού στη διαπραγμάτευση των αξιών κατά τη μετάβαση από τη πρώτη στη δεύτερη φάση. Συμπέραναν ότι από το τέλος του 2005 και μετά, οπότε και αυξήθηκε η ρευστότητα της αγοράς η σχέση μεταξύ τιμών ΣΜΕ και όψεως είναι σε συμφωνία με τη σχέση του φέροντος κόστους. Επίσης κατέληξε ότι οι τιμές των ΣΜΕ προηγούνται της αποτίμησης των τιμών όψεως.

Οι Δασκαλάκης, Ψυχογιός και Μαρκέλλος (2009) διαχώρισα τα ΣΜΕ σε δύο κατηγορίες: αυτά που ξεκινούν και λήγουν στην ίδια φάση και σε αυτά που λήγουν σε διαφορετική φάση από αυτή στην οποία ξεκινούν. Αντλούν στοιχεία από δύο αγορές. Για τις τιμές όψης τα στοιχεία αντλούνται από την Powernext και τη Nord Pool. Κατά το έτος 2007 στην Powernext πραγματοποιήθηκε το 79 % του όγκου των συναλλαγών,

ενώ στη Nord Pool το 16,5 %. Χρησιμοποιήθηκαν οι τιμές κλεισίματος από τις δυο αυτές αγορές για το διάστημα από 25/10/2005 έως 28/12/2007. Η μέση διαφορά μεταξύ των τιμών των δύο αγορών είναι περίπου 0,07 €, όταν το κόστος συναλλαγής ανά EUA είναι 0,03 €. Ο συντελεστής συσχέτισης μεταξύ των τιμών των δύο αγορών αγγίζει το 90 %, επομένως προκύπτει ότι η τιμή του EUA δεν επηρεάζεται από τη πλατφόρμα διαπραγμάτευσης, αλλά ούτε και από τοπικές συνθήκες της αγοράς. Το υπό εξέταση διάστημα περιλαμβάνει και τον Απρίλιο του 2006, οπότε και με την πρώτη δημοσίευση των επιβεβαιωμένων εκπομπών και σε συνδυασμό με την απαγόρευση της διακράτησης των δικαιωμάτων, οι επενδυτές συνειδητοποίησαν πως είχαν κατανεμηθεί πάρα πολλά δικαιώματα και συνεπώς, η τιμή τους έπεσε κατακόρυφα από τα σχεδόν 30 ευρώ το δικαίωμα σε κάτω από 10 ευρώ. Για τα συμβόλαια μελλοντικής εκπλήρωσης χρησιμοποιήθηκαν τιμές από το ECX το οποίο δεν έχει αγορά όψης και το Nord Pool. Τα ποσοστά στον όγκο συναλλαγών για το έτος 2007 ήταν 43 % και 37 % αντίστοιχα. Και στις δυο αγορές, η υποκείμενη αξία για το ΣΜΕ είναι 1000 EUA. Προσφέρονταν τότε συμβόλαια με λήξεις τον Δεκέμβρη κάθε έτους έως και τον Δεκέμβρη του 2012. Το Nord Pool επιπλέον προσέφερε συμβόλαια με λήξη τον Μάρτιο κάθε έτους (η διαγραφή των δικαιωμάτων γίνεται λίγο μετά τη λήξη των δικαιωμάτων του Μαρτίου) και το ECX προσέφερε συμβόλαια με λήξη σε κάθε μήνα για το διάστημα της πρώτης φάσης. Από τα παραπάνω επιλέχθηκαν ως τα συμβόλαια με τη μεγαλύτερη ρευστότητα, αυτά με λήξη τον Δεκέμβρη του 2006 και του 2007 για τη μελέτη του διαστήματος της πρώτης φάσης, και του Δεκέμβρη του 2008 και του 2009 για τη μελέτη των συμβολαίων που διατρέχουν τις φάσεις.



Εικόνα 3: Τιμές όψης και ΣΜΕ στο Nord Pool: Το πάνω διάγραμμα απεικονίζει τις τιμές των συμβολαίων με λήξη τον Δεκέμβριο του 2006 και του 2007, ενώ το κάτω αυτών με λήξη τον Δεκέμβριο του 2008 και του 2009.

Για τα συμβόλαια τα οποία ξεκινούν και λήγουν στην ίδια φάση, εξετάζουν την ισχύ του φέροντος κόστους (σχέση 1), θεωρώντας ότι το δ ισούται με το 0, καθώς δεν αποφέρει κάποια μερισματική απόδοση η διακράτηση των EUA, αλλά ούτε και προκύπτει κάποιο κόστος από αυτή. Υπολογίστηκαν οι θεωρητικές τιμές για τα συμβόλαια με λήξη τον Δεκέμβρη του 2006 και του 2007 με επιτόκιο μηδενικού κινδύνου του euribor εξαμήνου και σε σύγκριση με τις πραγματικές τιμές βρέθηκε ότι ο μέσος των τετραγώνων των σφαλμάτων είναι κατά πολύ μικρότερος από το μέσο

κόστος συναλλαγών. Επομένως, για συμβόλαια που λήγουν μέσα στην ίδια φάση, η σχέση των τιμών των ΣΜΕ με αυτές της αγοράς όψης είναι η σχέση του φέροντος κόστους με μηδενικά κόστη αποθήκευσης και μηδενική μερισματική απόδοση.

Για τα συμβόλαια των οποίων η λήξη είναι σε επόμενη φάση από αυτή στην οποία ξεκίνησαν η σχέση του φέροντος κόστους με μηδενική μερισματική απόδοση δεν δίνει ικανοποιητικά αποτελέσματα. Αντί αυτού χρησιμοποιήθηκε ένα επαυξημένο μοντέλο φέροντος κόστους, όπου η μερισματική απόδοση του υποκείμενου περιγράφεται από μια διαδικασία επανόδου στο μέσο (mean reverting process). Σε αυτή τη περίπτωση ο μέσος των τετραγώνων των σφαλμάτων είναι κάτω από το 1 % για όλα τα υπό εξέταση συμβόλαια και θεωρείται ικανοποιητικό. Συμπεραίνουν ότι η απαγόρευση της διακράτησης επηρεάζει σημαντικά τις τιμές των ΣΜΕ και ότι για τη τιμολόγηση των ΣΜΕ που διαπερνούν τις φάσεις θα πρέπει να χρησιμοποιείται ένα διπαραγοντικό μοντέλο που υποθέτει διαδικασία διάχυσης αλμάτων (jump diffusion process) για την υποκείμενη αξία και στοχαστική με επάνοδο στο μέσο μερισματική απόδοση. Καταλήγουν πως η επίδραση των φάσεων στη τιμή των ΣΜΕ είναι σημαντική. Οι νομοθέτες θα πρέπει να αξιοποιήσουν τα παραπάνω ευρήματα, καθώς η δυνατότητα των εμπλεκομένων στην αγορά να εκτιμούν τη τιμή των EUA είναι σημαντική για την επίτευξη του στόχου της αγοράς, την επίτευξη της μείωσης των εκπομπών με το μικρότερο δυνατό κόστος.

Το 2010 ο Chevallier προσπαθεί να υπολογίσει τις τιμές των ΣΜΕ, ως τις προσδοκώμενες τιμές όψης την ημερομηνία της λήξης πλέον ενός ασφάλιστρου κινδύνου, ως αποζημίωση για τον κίνδυνο της ανοιχτής θέσης στην τιμή όψης. Καταλήγει ότι το ασφάλιστρο κινδύνου είναι από 0 έως 6 € ανά EUA για τη δεύτερη φάση και από 6 έως 9 για μετά το 2012, τιμές υψηλότερες από τα ασφάλιστρα κινδύνου που συναντιούνται στις άλλες αγορές. Επίσης βρίσκει πως υπάρχει θετική σχέση μεταξύ

του χρόνου έως τη λήξη και του ασφάλιστρου, καθώς και θετική σχέση μεταξύ της μεταβλητότητας και της στρέβλωσης των τιμών όψης.

6^ο κεφάλαιο

Τιμολόγηση Δικαιωμάτων Προαίρεσης (Options)

Για την τιμολόγηση των options έχουν αναπτυχθεί μια σειρά από υποδείγματα. Το πιο διαδεδομένο είναι το υπόδειγμα που είναι γνωστό ως υπόδειγμα Black και Scholes. Το υπόδειγμα Black και Scholes ήταν ιδιαίτερα πρωτοποριακό γιατί καθόριζε την τιμή των option ευρωπαϊκού τύπου με βάση μόνο γνωστές παραμέτρους. Οι υποθέσεις του υποδείγματος είναι ότι δεν υπάρχουν ευκαιρίες εξισορροπητικής κερδοσκοπίας, οι επενδυτές δανείζουν και δανείζονται μετρητά με ένα γνωστό σταθερό επιτόκιο μηδενικού κινδύνου, είναι δυνατή η αγορά και πώληση (ακόμα και ανοιχτή) οποιουδήποτε αριθμού μετοχών, το υποκείμενο μέσο δεν δίνει μέρισμα και τέλος, η τιμή του υποκειμένου ακολουθεί γεωμετρική κίνηση Brown (λογαριθμοκανονική κατανομή).

Το υπόδειγμα του Black (1976) αποτελεί μια παραλλαγή του υποδείγματος Black και Scholes. Η διαφορά του είναι ότι τιμολογεί options με υποκείμενη αξία συμβόλαια μελλοντικής εκπλήρωσης. Οι υποθέσεις του είναι ίδιες με αυτές του υποδείγματος Black και Scholes με τη διαφορά πως η λογαριθμοκανονική κατανομή αφορά στις τιμές των ΣΜΕ πάνω στο μέσο αντί για τις τιμές απευθείας στο μέσο. Χρησιμοποιείται κυρίως για τιμολόγηση options πάνω σε ΣΜΕ σε εμπορεύματα, πολύτιμα μέταλλα, ενέργεια αγροτικά προϊόντα κ.λπ. Οι τιμές για ευρωπαϊκού τύπου δικαίωμα αγοράς και για δικαίωμα πώλησης υπολογίζονται από τις παρακάτω δύο εξισώσεις:

$$c = e^{-rT} [F_0 N(d_1) - K N(d_1 - \sigma T^{1/2})] \quad (2)$$

$$p = e^{-rT} [K N(-d_1 + \sigma T^{1/2}) - F_0 N(-d_1)] \quad (3)$$

όπου

$$d_1 = [\ln(F_0/K) + \sigma^2 T/2] / \sigma T^{1/2} \quad (4)$$

c είναι η τιμή του δικαιώματος αγοράς, p η τιμή του δικαιώματος πώλησης F_0 η τρέχουσα τιμή του ΣΜΕ, K η τιμή εξάσκησης του συμβολαίου, T η λήξη του συμβολαίου και σ η μεταβλητότητα της τιμής του ΣΜΕ. Η μεταβλητότητα του ΣΜΕ ταυτίζεται με αυτή του υποκείμενου μέσου. Πρέπει να σημειωθεί πως στις παραπάνω σχέσεις δεν εμφανίζεται ο χρόνος λήξης του ΣΜΕ. Το μοντέλο λειτουργεί ακόμα και για συμβόλαια με μεταγενέστερη λήξη από αυτή του option. Ωστόσο, σε option ευρωπαϊκού τύπου, αν αυτοί οι δύο χρόνοι συμπίπτουν τότε το option σε ΣΜΕ έχει ακριβώς την ίδια τιμή με το αντίστοιχο option στο υποκείμενο μέσο.

Ένα εναλλακτικό υπόδειγμα σε αυτό του Black και Scholes είναι αυτό της διαδικασίας διάχυσης αλμάτων (jump – diffusion process). Προτάθηκε από τον Merton το 1976, ο οποίος ισχυρίστηκε, ότι κατανομές με πιο παχιές ουρές από αυτές της λογαριθμοκανονικής κατανομής πιθανότατα ευθύνονται για το γεγονός, ότι options σύντομης λήξης ή options πολύ εντός ή εκτός του χρηματικού ισοδύναμου διαπραγματεύονται σε τιμές υψηλότερες από αυτές που προκύπτουν από το υπόδειγμα των Black και Scholes. Έτσι, τιμολόγησε τα options χρησιμοποιώντας διαδικασία διάχυσης αλμάτων. Υπέθεσε ότι οι τιμές του υποκείμενου μέσου ακολουθούν εκτός από τη γεωμετρική κίνηση Brown και μια σειρά αλμάτων που δημιουργείται από μια διαδικασία Poisson. Η στοχαστική διαδικασία που ακολουθεί η τιμή του μέσου, απαιτεί δύο επιπλέον μεταβλητές: το μέσο αριθμό αλμάτων μέσα στο έτος (λ), και το μέσο μέγεθος του άλματος, ως ποσοστό της τιμής του μέσου (k). Η διαδικασία περιγράφεται από την παρακάτω σχέση:

$$dS / S = (r - q - \lambda k) dt + \sigma dz + dp \quad (5)$$

όπου dz είναι η διαδικασία Wiener, dp η διαδικασία Poisson που παράγει τα άλματα και σ η μεταβλητότητα της κίνησης Brown. Η τιμή του δικαιώματος αγοράς είναι:

$$\sum_{n=0}^{\infty} \frac{e^{-\lambda' T} (\lambda' T)^n}{n!} f_n \quad (6)$$

όπου $\lambda' = \lambda (1 + k)$. Η μεταβλητή f_n είναι η τιμή του δικαιώματος που προκύπτει από τη χρήση του υποδείγματος Black και Scholes με μερισματική απόδοση q . Η μεταβλητότητα είναι $\sigma^2 + n s^2 / T$ και το επιτόκιο μηδενικού κινδύνου είναι $r - \lambda k + n \ln(1 + k) / T$.

Οι τιμές των παραμέτρων του μοντέλου επιλέγονται ελαχιστοποιώντας το άθροισμα των τετραγώνων των διαφορών μεταξύ των τιμών που προκύπτουν από το μοντέλο και αυτές της αγοράς.

Οι μελέτες που αφορούν στη τιμολόγηση των options σε ΣΜΕ δικαιωμάτων αερίων ρύπων είναι περιορισμένες. Ο προφανής λόγος είναι πως, καθώς η αγορά είναι ακόμα καινούργια και δεν έχει αναπτυχθεί αρκετά, δεν υπάρχει αρκετή ρευστότητα ώστε να προκύψουν αξιόπιστα αποτελέσματα. Ωστόσο με τη πάροδο του χρόνου, η αγορά ωριμάζει και αποκτά την απαραίτητη ρευστότητα που απαιτείται για την εξαγωγή συμπερασμάτων (Δασκαλάκης & Μαρκέλος, 2008, Krishnamurti & Hoque, 2011).

Το πρώτο άρθρο που ασχολήθηκε με τη τιμολόγηση των options σε ΣΜΕ με υποκείμενο τις EUA είναι αυτό των Δασκαλάκη, Μαρκέλλου και Ψυχογιού (2009). Όπως και στη τιμολόγηση των συμβολαίων μελλοντικής εκπλήρωσης, διαχωρίζουν τα συμβόλαια σε αυτά που ξεκινούν και λήγουν στην ίδια φάση του EU-ETS και σε αυτά που η λήξη τους είναι σε επόμενη φάση από αυτή στη οποία ξεκίνησαν. Χρησιμοποιήθηκαν δεδομένα από τον Ιανουάριο του 2007 έως τον Ιούνιο του 2008. Για λόγους απλότητας επικεντρώθηκαν σε options με λήξη τον Δεκέμβριο του 2008,

επομένως οι τιμές από Ιανουάριο έως και Δεκέμβριο του 2007 αφορούν στα συμβόλαια που διατρέχουν δύο φάσεις (συνολικά 298 παρατηρήσεις), ενώ οι τιμές από τον Ιανουάριο έως τον Ιούνιο του 2008 αφορούν στα συμβόλαια που ξεκινούν και τελειώνουν στην ίδια φάση (συνολικά 179 παρατηρήσεις). Επίσης η μελέτη επικεντρώθηκε αποκλειστικά στη τιμολόγηση των δικαιωμάτων αγοράς.

Σε αντίθεση με τη τιμολόγηση των ΣΜΕ, οι υποθέσεις που γίνονται για την διαδικασία μεταβολής των τιμών όψης, παίζει μεγάλο ρόλο στη τιμολόγηση που προκύπτει. Για τα συμβόλαια που ξεκινούν και λήγουν στην ίδια φάση, θεωρούμε ότι η μερισματική απόδοση δ ισούται με 0, οπότε η τιμολόγηση μπορεί να πραγματοποιηθεί με ένα υπόδειγμα τύπου Merton όπως αυτό που περιγράψαμε παραπάνω. Συγκεκριμένα η αξία ενός συμβολαίου τη χρονική στιγμή t με λήξη του option στο χρόνο T_1 και λήξη του ΣΜΕ στο χρόνο T ($T \geq T_1$) δίνεται από την παρακάτω εξίσωση:

$$C(t, T_1, T) = P(t, T_1) \cdot \sum_{n=0}^{\infty} \left[\frac{e^{(-\lambda(T-t))} \cdot (\lambda(T-t))^n}{n!} \right] \cdot [F(t, T) N(d_1) - K N(d_1 - \sigma T^{1/2})] \quad (7)$$

όπου

$$d_1 = \frac{\ln F(t, T) / K + 0,5 \sigma^2 T_1}{\sigma T^{1/2}}$$

$P(t, T_1)$ είναι η τιμή ομολόγου χωρίς κουπόνι που ωριμάζει στο χρόνο T_1 και K η τιμή εξάσκησης του option.

Για τα options που διατρέχουν την αλλαγή της φάσης, θα πρέπει να συμπεριληφθεί η στοχαστική μερισματική απόδοση που παρατηρήθηκε στα ΣΜΕ. Η σχέση που μας δίνει την τιμή του δικαιώματος αγοράς γίνεται:

$$C(t, T_1, T) = P(t, T_1) \cdot \sum_{n=0}^{\infty} \left[\frac{e^{(-\lambda(T-t))} \cdot (\lambda(T-t))^n}{n!} \right] \cdot [F(t, T) e^{\delta(n)(T-t)} N(d_{1n}) - K N(d_{1n} - (\nu^2 + n\sigma_j^2)^{1/2} T^{1/2})]$$

όπου

$$b(n) = -\ln m_j + \frac{n \ln(n_j)}{T_1 - t}$$

και

$$d_{\ln} = \frac{\ln F(t, T) / K + 0,5(\nu^2 + n\sigma_j) + b(n)(T_1 - t)}{(\nu^2 + n\sigma_j^2)^{1/2}}$$

Το $v_2(t, T_1, T)$ είναι το ολοκλήρωμα της μεταβλητότητας των αποδόσεων των ΣΜΕ καθ' όλη τη διάρκεια της ζωής του option. Τα αποτελέσματα των παραπάνω σχέσεων τα συγκρίνουν με τα αποτελέσματα του υποδείγματος του Black για το ίδιο δείγμα όπου παρατηρείται ότι δίνουν αποτελέσματα πιο κοντινά στις πραγματικές τιμές.

Το 2011 οι Chesney και Taschini προτείνουν για τη τιμολόγηση των options ευρωπαϊκού τύπου τον παρακάτω τύπο που ισοδυναμεί με τη ισοδυναμία put – call:

$$\begin{aligned} P_E(t) &= e^{-r(T-t)} \cdot K + C_E(t) - S_t \\ &= K \cdot \left(e^{-r(T-t)} - \frac{S_t}{P} \right) \end{aligned}$$

Όπου r το επιτόκιο μηδενικού κινδύνου. Εξέτασαν τη παραπάνω σχέση στις τιμές των συμβολαίων με λήξη το Δεκέμβριο του 2007 και βρήκαν ότι δίνει καλύτερα αποτελέσματα από το μοντέλο των Black και Scholes. Αναγνωρίζουν ότι η σχέση επηρεάζεται από τις υποθέσεις του μοντέλου και ότι η χρησιμότητα του τύπου στη τιμολόγηση είναι περιορισμένη.

Οι Krishnamurti Και Hoque (2011) χρησιμοποιούν την ισοδυναμία put – call για να εξετάσουν την αποτελεσματικότητα της αγοράς των παραγώγων. Από τη σχέση $C + Ke^{-rT} = P + S$ παράγουν τη σχέση $Y = \lambda_0 + \lambda_1 X + \varepsilon$ όπου $Y = C - P$ και $X = S - Ke^{-rT}$. Χρησιμοποιούν δεδομένα από το EEX για το διάστημα από 14 Απριλίου 2008 έως 18 Αυγούστου 2010 για 4 διαφορετικές τιμές άσκησης και 3 λήξεις. Καθώς από την ανάλυση προκύπτει ότι το λ_0 είναι κοντά στο 0 και το λ_1 κοντά στη μονάδα, συμπεραίνουν πως για τα υπό εξέταση δεδομένα ισχύει η ισοδυναμία put – call και άρα

η αγορά των παραγώγων λειτουργεί αποτελεσματικά. Οι τιμές εξάσκησης δεν επηρεάζουν την αποτελεσματικότητα της αγοράς. Η αποτελεσματικότητα όμως είναι φθίνουσα όσο μεγαλώνει το διάστημα έως τη λήξη. Αυτό το αποδίδουν στη μικρότερη ρευστότητα που έχει η αγορά για συμβόλαια με μακριά λήξη.

Τέλος, οι Chevallier, Le Pen και Sevi (2011) εξετάζουν την επίδραση που έχει η εισαγωγή των options στην αγορά στη μεταβλητότητα των ΣΜΕ. Παρατηρούν ότι με την είσοδο των παραγώγων τα επίπεδα μεταβλητότητας άλλαξαν σημαντικά. Εξετάζουν τη πιθανή συσχέτιση της μεταβλητότητας με άλλους παράγοντες και αγαθά. Συμπεραίνουν ότι η είσοδος των παραγώγων δεν επιδρά σημαντικά στη μεταβλητότητα των ΣΜΕ και μάλλον έχει σταθεροποιητική επίδραση.

Συμπεράσματα

Το ευρωπαϊκό σύστημα εμπορίας αερίων ρύπων διανύει το όγδοο έτος λειτουργίας και ολοκληρώνει τη δεύτερη φάση. Παρά τα προβλήματα που στο σχεδιασμό, δηλαδή η απόδοση μεγάλου αριθμού δικαιωμάτων και άρα έλλειψη κινήτρων για τη μείωση των αερίων ρύπων, αρχίζει και καθιερώνεται ως εργαλείο για τη μείωση των εκπομπών. Παρόμοια cap and trade συστήματα αναπτύσσονται και στα υπόλοιπα μέρη του κόσμου και ήδη πιστεύεται πως είναι δυνατή η δημιουργία ενός παγκόσμιου συστήματος εμπορίας αερίων ρύπων. Εκτός από την αγοραπωλησία των δικαιωμάτων αναπτύχθηκαν παράγωγα προϊόντα που δίνουν μεγάλη ευελιξία στους εμπλεκόμενους να προγραμματίσουν τις εκπομπές αερίων και να αντισταθμίσουν τη θέση τους. Αν και η έρευνα σχετικά με τα παράγωγα προϊόντα είναι μικρή μέχρι στιγμής, φαίνεται ότι ο βασικός λόγος που διαφοροποιεί τη συμπεριφορά της τιμής του δικαιώματος είναι ο διαχωρισμός της λειτουργίας του συστήματος σε φάσεις και η απαγόρευση διακράτησης και δανεισμού δικαιωμάτων από τη μία φάση στην άλλη. Η

μεταβλητότητα που προκαλείται από αυτό το χαρακτηριστικό, αυξάνει την αβεβαιότητα και άρα τη τιμή των παραγώγων προϊόντων. Αυτό έρχεται σε αντίθεση με το αντικειμενικό σκοπό του συστήματος που είναι η με το μικρότερο δυνατό κόστος μετάβαση σε οικονομία χαμηλών εκπομπών αερίων ρύπων.

Βιβλιογραφία

- Benz, E., Truck, S., 2009. Modelling the price dynamics of CO2 emission allowances. *Energy Economics* 1, 4–15.
- Black, Fischer (1976). The pricing of commodity contracts, *Journal of Financial Economics*, 3, 167-179.
- Borak, S., Hardle, W., Truck, S. and Weron R. (2009) Convenience Yields for CO2 Emission Allowance Futures Contracts, SFB 649 Discussion Paper 2006-076
- Chesney, M., Taschini, L., 2008. The endogenous price dynamics of the emission allowances: an application to CO2 option pricing. Swiss Finance Institute Research Paper Series, 08-02.
- Chevallier, J., 2009. Carbon futures and macroeconomic risk factors: a view from the EU ETS. *Energy Economics* 31, 614–625.
- Chevallier, J., Ielpo, F., Mercier, L., 2009. Risk aversion and institutional information disclosure on the European carbon market: a case-study of the 2006 compliance event. *Energy Policy* 37, 15–28.
- Chevallier, Julien, 2010a. EUAs and CERs: vector autoregression, impulse responsefunction and cointegration Analysis. *Econ. Bull.* 30 (1), 558–576.
- Chevallier, Julien, 2010b. A note on cointegrating and vector autoregressive relationships between CO2 allowances spot and futures prices. *Econ. Bull.* 30 (2), 1564–1584.
- Daskalakis, G., Markellos, R.N., 2008. Are the European carbon markets efficient? *Review of Futures Markets* 17, 103–128.
- Daskalakis, G., Psychoyios, D., Markellos, R.N., 2006. Modeling CO2 emission allowance prices and derivatives: Evidence from the EEX. Athens University of Economics and Business.
- Dufour, C. (2006): Overview of European National Allocation Plans. Caisse de Dépôts.
- Ellerman, D, and Buchner, B, (2008) “Over-Allocation or Abatement? A Preliminary Analysis of the EU ETS based on the 2005-2006 Emissions Data”, *Forthcoming Environmental and Resources Economics*.
- European Climate Exchange (2006): ECX and ICE Futures Announce Launch of Emissions Options – ECX and ICE Futures Set 13th October 2006 as Launch Date for Emissions Options. Press Release, September 25th, 2006, Amsterdam.
- Hull J. (2010) *Options, Futures and other Derivatives* 7th Ed., Pearson Education Inc.
- Uhrig-Homburg, Marliese, Wagner, Michael, 2009. Futures price dynamics of CO2 emission certificates — an empirical analysis. *J. Deriv.* 17, 73–88.
- Krishnamurti C., Hoque A. (2011), Efficiency of European emissions markets: Lessons and implications. Elsevier, *Energy Policy* 39 (2011) 6575–6582
- Merton R.C. (1976) Option Pricing When Underlying Stock Returns are Discontinuous. *Journal of Financial Economics*, 3: 125 - 44