

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΩΣ



ΤΜΗΜΑ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗΣ ΚΑΙ ΑΣΦΑΛΙΣΤΙΚΗΣ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ

Π.Μ.Σ. ΑΝΑΛΟΓΙΣΤΙΚΗ ΕΠΙΣΤΗΜΗ ΚΑΙ ΔΙΟΙΚΗΤΙΚΗ ΚΙΝΔΥΝΟΥ

Αντιστάθμιση Κινδύνου Προϊόντων Φυσικής Παράδοσης

Μέσω

Συμβολαίων Δικαιωμάτων Προαίρεσης

ΚΑΛΑΜΑΤΑΣ ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ

Διπλωματική Εργασία

Πειραιάς, Ιούλιος 2017

UNIVERSITY OF PIRAEUS



DEPARTMENT OF STATISTICS AND ACTUARIAL SCIENCE
MSc in “ACTUARIAL SCIENCE AND RISK MANAGEMENT”

Risk Hedging via Options Contracts
for
Physical Delivery

KALAMATAS DIMITRIOS

Dissertation Thesis

Piraeus, July 2017

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Θα ήθελα να ευχαριστήσω τον επιβλέπων καθηγητή μου κ. Σεβρόγλου Βασίλειο, Επίκουρο Καθηγητή του Τμήματος Στατιστικής και Ασφαλιστικής Επιστήμης για την πολύτιμη καθοδήγηση και συνεργασία του στην εκπόνηση της πτυχιακής μου εργασίας. Επίσης θα ήθελα να εκφράσω τις ευχαριστίες μου στον κ. Αντζουλάκο Δημήτριο, Αναπληρωτή Καθηγητή του Τμήματος Στατιστικής και Ασφαλιστικής Επιστήμης και την κ. Βερροπούλου Γεωργία Αναπληρώτρια Καθηγήτρια του ιδίου Τμήματος, για την συμμετοχή τους στην τριμελή επιτροπή.

Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω την οικογένειά μου για την αμέριστη ηθική και οικονομική συμπαράσταση που μου προσέφερε απλόχερα.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στην εργασία αυτή μελετάται αναλυτικό πλαίσιο για την αποτίμηση των συμβολαίων δικαιωμάτων προαίρεσης για φυσική παράδοση, που καθιστά ικανό τον καταμερισμό του κινδύνου μεταξύ των συμβαλλομένων. Ο κίνδυνος τιμής στην άμεση αγορά, ο κίνδυνος ζήτησης των αγοραστών καθώς και ο κίνδυνος οριακού κόστους πωλήσεων, οι οποίοι είναι το κλειδί σε πολλούς βιομηχανικούς τομείς όπως η χημική και ηλεκτρική βιομηχανία, συνδέονται μεταξύ τους και μελετώνται εκτενώς. Επίσης, δίνονται αναλυτικές εκφράσεις για τη βέλτιστη ποσότητα κράτησης του αγοραστή και τη βέλτιστη τιμή πώλησης του πωλητή, οι οποίες σχετίζονται με τις ανάγκες διαχείρισης κινδύνου στη βιομηχανία. Η εργασία επικεντρώνεται σε κατάλληλα συμβόλαια που αφορούν προϊόντα φυσικής παράδοσης, τα οποία πλαισιώνονται μέσω παράγωγων χρηματοοικονομικών προϊόντων, μέσα στο γενικότερο πλαίσιο προσέγγισης της διαχείρισης κινδύνου της εταιρείας.

ABSTRACT

In this thesis, we present an analytical study for the valuation of options contracts for physical delivery that enable a distribution of risk between the trading partners. The main risk are the spot market price risk, the demand risk for buyers and the marginal cost risk for sellers, which are finding applications to many industrial sectors such as the chemical and electric industry, are extensively studied. Many analytical expressions for the optimal reservation quantity for buyers and the optimal benefit for sellers are derived and related to the risk management needs in the industry. The aim of the present thesis is to provide how optioncontracts for physical delivery can be incorporated into the company's risk management approach and be related with appropriate financial derivatives.

Περιεχόμενα

Κατάσταση Σχημάτων	8
Κατάσταση Πινάκων	8
1. Εισαγωγή.....	9
2. Παράγωγα Χρηματοοικονομικά	12
Προϊόντα - Βασικές Έννοιες	12
2.1 Το Χρηματιστήριο	12
2.2 Παράγωγα Χρηματοοικονομικά Προϊόντα	13
2.2.1. Προθεσμιακά Συμβόλαια (Forward Contracts)	13
2.2.2. Συμβόλαια Μελλοντικής Εκπλήρωσης (Future Contracts)	14
2.2.3. Δικαιώματα Προαίρεσης (Option Contracts)	15
2.3 Κατηγορίες Επενδυτών	19
2.4 Περιπτώσεις Αγοραπωλησιών Μετοχών και Δικαιωμάτων	21
Προαίρεσης [2].....	21
2.4.1. Περίπτωση Α	21
2.4.2. Περίπτωση Β	22
2.4.3. Περίπτωση Γ	23
2.4.4. Περίπτωση Δ	24
2.4.5. Περιπτώσεις που αφορούν δικαιώματα προαίρεσης ιδίου τύπου επί της ίδιας μετοχής.....	24
3. Τιμολόγηση των Συμβολαίων Κράτησης	27
Αποθέματος	27
3.1 Η Αγορά Συμβολαίων και η Συμπεριφορά της	27
3.2 Η Βέλτιστη Ποσότητα Κράτησης.....	29
3.2.1. Πλήρης εκτέλεση των συμβολαίων	31
3.2.2. Μερική εκτέλεση των συμβολαίων	33
3.2.3. Σύνοψη για το πρόβλημα του αγοραστή	35
3.3 Η Βέλτιστη Διατίμηση των Συμβολαίων	37

3.3.1. Ολική εκτέλεση συμβολαίων.....	39
3.3.2. Εκτέλεση Μερικών Δικαιωμάτων	42
3.4 Βελτίωση των Συμβόλαιων Δικαιωμάτων Προαίρεσης μέσω της Pareto	45
4. Διακλαδώσεις στην Αντιστάθμιση.....	47
Κινδύνου.....	47
4.1 Ο Κίνδυνος του Αγοραστή	48
4.2 Ο Κίνδυνος του Πωλητή.....	49
4.3 Αντιστάθμιση Κινδύνου στη Βιομηχανία.....	49
4.3.1. Εφαρμογές στην Ηλεκτρική Βιομηχανία	49
4.3.2. Εφαρμογές στη Χημική Βιομηχανία	51
Βιβλιογραφία	54

Κατάσταση Σχημάτων

<i>Σχήμα 1</i>	22
<i>Σχήμα 2</i>	22
<i>Σχήμα 3</i>	23
<i>Σχήμα 4</i>	24
<i>Σχήμα 5</i>	25
<i>Σχήμα 6</i>	26
<i>Σχήμα 7</i>	31
<i>Σχήμα 8</i>	36
<i>Σχήμα 9</i>	41

Κατάσταση Πινάκων

<i>Πίνακας 3. 1 Βέλτιστη προθεσμιακή κατανάλωση και κατανάλωση τρέχουσας αγοράς συναρτήσει της παγκόσμιας κατάστασης.</i>	30
<i>Πίνακας 3. 2 Βέλτιστη σύμβαση και τρέχουσα τιμή της αγοράς με όλες τις περιπτώσεις εκτέλεσης.....</i>	32
<i>Πίνακας 3. 3 Η βέλτιστη τρέχουσα τιμή και η προθεσμιακή κατανάλωση με μερική εκτέλεση δικαιωμάτων.</i>	34

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^ο

1. Εισαγωγή

Η διαχείριση κινδύνου τα τελευταία χρόνια, έχει αναγνωριστεί ότι διαδραματίζει όλο και περισσότερο σημαντικό ρόλο σε διάφορα περιβάλλοντα αγοράς, όπως στην ηλεκτρική ενέργεια, όπου η εκτεταμένη απορρύθμιση έχει ως αποτέλεσμα την σημαντική αύξηση της μεταβλητότητας των τιμών, στη χημική βιομηχανία, όπου οι ασταθείς πηγές εσόδων συνήθιζαν να επηρεάζουν αρνητικά την αξία τους σε διάφορα χρηματιστήρια αγορών και ειδικότερα σε αυτό της WallStreet¹. Ο συγκεκριμένος κίνδυνος επηρεάζει την αγορά στον ίδιο βαθμό με άλλες πηγές κινδύνου όπως το κόστος, η ανεπαρκής αξιοποίηση, και ο κίνδυνος ζήτησης.

Την ίδια στιγμή, η εμφάνιση του ηλεκτρονικού ανταλλακτηρίου και οι πλατφόρμες συναλλάγματος, έχουν ενισχύσει το εύρος και την έκταση των διατιθέμενων παράγωγων προϊόντων, εκτός από τις σταθερές ανταλλαγές εμπορευμάτων που γίνονται μέσω του NYMEX². Χρηματοοικονομικές συμβάσεις όπως είναι τα φυσικά συμβόλαια, καθώς και τα ανώτερα-κατώτερα όρια, και όρια προστασίας, έχουν προσαρμοστεί στις θέσεις κινδύνου τόσο των παραγωγών των προϊόντων όσο και των πωλητών. Ωστόσο, αποδεικνύεται ότι για προϊόντα με χαμηλό περιθώριο κέρδους οι εταιρείες ίσως να μην έχουν την πρόθεση να αναλάβουν το υψηλό κόστος ενός συμβολαίου. Έτσι, είναι επιτακτική η ανάγκη να διαθέσουν *φυσικά συμβόλαια* που επιτρέπουν τον επιμερισμό του κινδύνου ανάμεσα στους συναλλασσόμενους εταίρους. Παρόλο που διαθέτουμε συμβόλαια μελλοντικής εκπλήρωσης (ΣΜΕ) τα οποία έχουν χρησιμοποιηθεί για αρκετό καιρό, τα “εργαλεία” που θα χρησιμοποιήσουμε στη περίπτωση των φυσικών συμβολαίων είναι τα *Συμβόλαια Προαίρεσης* τα οποία θα δοθούν και θα αναπτυχθούν παρακάτω. Παρά τη μάλλον σημαντική βιβλιογραφία στα υπάρχοντα συμβόλαια και τις εφαρμογές τους, το ζήτημα της τιμολόγησης, λαμβάνει υπόψιν τους σχετικούς κινδύνους, όπως τη τιμή, τη ζήτηση και το ρίσκο κόστους, που η τιμολογική ζήτηση δεν έχει λάβει προηγουμένως υπόψιν. Δεδομένης αυτής της βιομηχανικής επανάστασης και της έλλειψης τιμολόγησης των συμβολαίων δικαιωμάτων προαίρεσης με κατάλληλο

¹Το Χρηματιστήριο της Νέας Υόρκης (NYSE), είναι ένα Αμερικάνικο χρηματιστήριο το οποίο βρίσκεται στον αριθμό 11 της WallStreet. Είναι μακράν το μεγαλύτερο χρηματιστήριο στον κόσμο με βάση την κεφαλαιοποίηση των εισηγμένων εταιρειών του (\$ 19.3 τρισεκατομμύρια/Ιούνιος 2016). Η μέση ημερήσια αξία των συναλλαγών του κατά το 2013, ήταν περίπου US \$ 169 δισεκατομμύρια.

²Το Χρηματιστήριο Εμπορευμάτων της Νέας Υόρκης (NYMEX) είναι ένα ανταλλακτήριο συμβολαίων μελλοντικής εκπλήρωσης, το οποίο ανήκει και λειτουργεί υπό την αιγίδα του CME Group of Chicago

καθεστώς, η συμβολή μας είναι η ανάπτυξη ενός αναλυτικού πλαισίου για την αποτίμηση των συμβολαίων. Έτσι, με αυτόν τον τρόπο δημιουργούνται οι αναλυτικές εκφράσεις για τη βέλτιστη ποσότητα κράτησης του αγοραστή και το βέλτιστο κέρδος του πωλητή, μοιράζοντας έτσι τα προνόμια που προκύπτουν από τις συμβάσεις μεταξύ των δύο πλευρών. Η ανάλυση των προαναφερθέντων βιομηχανικών παραδειγμάτων μας δείχνει την προοπτική ενός προτεινόμενου συστήματος επιμερισμού του κινδύνου, το οποίο θεωρούμε ζωτικής σημασίας για τη διαχείριση του κινδύνου μιας εταιρείας.

Έχει δοθεί μεγάλη βαρύτητα στις ευέλικτες συμβάσεις, ιδιαίτερα σε αυτές που ασχολούνται με συμβάσεις προμηθειών, όπως αντικατοπτρίζονται σε διάφορα άρθρα. Ο κύριος στόχος τους, έχει να κάνει με το συντονισμό των αλυσίδων ανεφοδιασμού και σε μικρότερη έκταση με τον διαμερισμό του κινδύνου μεταξύ των συμβαλλόμενων. Ο Wu (2002) [17] ήταν ο πρώτος που ανέπτυξε ένα μοντέλο για στρατηγικές προσφορών με δεδομένα την μακροπρόθεσμη αγορά συμβάσεων και την βραχυπρόθεσμη τιμή της αγοράς, ωστόσο, στο συγκεκριμένο μοντέλο ενσωματώνει μόνο τον κίνδυνο της αγοράς. Ο καθηγητής Spinler (2002) [15] επέκτεινε αυτό το πλαίσιο προσθέτοντας τον κίνδυνο ζήτησης και κόστους, τονίζοντας την σημασία της αυξημένης ευελιξίας και των δυνατοτήτων σχεδιασμού που απορρέουν βάσει των συμβάσεων έκτακτης ανάγκης. Οι Lee και Whang (2002) [12] έδειξαν ότι η γενική ευημερία στην αλυσίδα ανεφοδιασμού δεν αυξάνεται αναγκαστικά, όταν είναι εγκαταστημένη μία δευτερογενής αγορά προϊόντων.

Μεταξύ των επιπτώσεων της απορρύθμισης της βιομηχανίας ηλεκτρικής ενέργειας, είναι και η αρκετά μεγάλη έκθεση των συμμετεχόντων της αγοράς στο κίνδυνο τιμής. Η συγκεκριμένη έκθεση, οδήγησε σε μία σειρά από άρθρα, τα οποία παρουσίαζαν την αντιμετώπιση του ζητήματος της αντιστάθμισης κινδύνου με χρηματοοικονομικά παράγωγα. Οι Bessembinder και Lemmon (2002) [6] ανέπτυξαν ένα ισορροπιστικό μοντέλο τιμολόγησης που ισχύει για τις μελλοντικές συμβάσεις στο τομέα του ηλεκτρισμού. Στο συγκεκριμένο μοντέλο, λαμβάνοντας ως δεδομένο την αδυναμία αποθήκευσης, αποκλείουν τις επαναλαμβανόμενες υποθέσεις του “κόστους μεταφοράς”, που συνήθως επικαλούνται για τη τιμολόγηση των μελλοντικών συμβάσεων. Οι Bjorgan (1999) [7] και Tanlaro (2002) [16] εξέτασαν στρατηγικές διαχείρισης κινδύνου στη βιομηχανία ηλεκτρισμού, βασιζόμενοι στα Προθεσμιακά Συμβόλαια (ΠΣ) και Συμβόλαια Μελλοντικής Εκπλήρωσης (ΣΜΕ). Σε αντίθεση, η μελέτη μας δείχνει υπό ένα γενικό πλαίσιο, σε ποιο βαθμό των συμβολαίων επιτυγχάνουμε επιμερισμό του κινδύνου ανάμεσα στον αγοραστή και το πωλητή, σε μία εφαρμογή που προσφέρεται για πλατφόρμες σε βιομηχανίες ηλεκτρισμού.

Η διπλωματική εργασία διαρθρώνεται ως εξής. Αρχικά στο Κεφάλαιο 2, θα αναφέρουμε ορισμένες βασικές έννοιες που αφορούν το χρηματιστήριο μετοχών, παραγώγων και τα κυριότερα προϊόντα τα οποία πραγματεύονται στις αντίστοιχες

αγορές. Θα αναφέρουμε τις κατηγορίες επενδυτών και θα ασχοληθούμε ενδεικτικά με κάποιες στρατηγικές αγοραπωλησίας μετοχών και δικαιωμάτων προαίρεσης. Στο Κεφάλαιο 3, θα αναλύσουμε τη τιμολόγηση των συμβολαίων κράτησης αποθέματος. Αφού αναφερθούμε στην αγορά συμβολαίων και τη συμπεριφορά της, θα παρουσιάσουμε τη βέλτιστη ποσότητα κράτησης και τη βέλτιστη διατίμηση των συμβολαίων. Τέλος, στο Κεφάλαιο 4 θα περιγράψουμε τον κίνδυνο ζήτησης – τιμής για αγοραστή και πωλητή αντίστοιχα, και θα συνδέσουμε τα δικαιώματα προαίρεσης με τη χημική, και όχι μόνο, βιομηχανία.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο

2. Παράγωγα Χρηματοοικονομικά Προϊόντα - Βασικές Έννοιες

Στο κεφάλαιο αυτό παραθέτουμε μία σύντομη περιγραφή των χρηματιστηριακών αγορών, των χρηματιστηρίων παραγώγων, των συμβολαίων που διαπραγματεύονται σε αυτό, καθώς επίσης θα δώσουμε βασικούς ορισμούς και έννοιες παράγωγων χρηματοοικονομικών προϊόντων. Επίσης θα παραθέσουμε ενδεικτικά παραδείγματα με περιπτώσεις αγοραπωλησιών των δικαιωμάτων προαίρεσης.

2.1 Το Χρηματιστήριο

Το Χρηματιστήριο είναι μία οργανωμένη αγορά όπου “συναντώνται” οι ενδιαφερόμενοι για να πραγματοποιήσουν συναλλαγές επί κινητών αξιών, παράγωγων προϊόντων και λοιπών χρηματοοικονομικών προϊόντων. Τα χρηματιστήρια αποτελούν ιδιόμορφες αγορές με την έννοια της ταυτόχρονης συνάντησης της προσφοράς και της ζήτησης. Με αυτό το τρόπο, οι επιχειρήσεις καταφέρνουν να αντλούν κεφάλαια από το ευρύ επενδυτικό κοινό, κυρίως με το τρόπο της αύξησης του μετοχικού τους κεφαλαίου.

Το ευρύ επενδυτικό κοινό επενδύει, έχοντας ως στόχο, την επίτευξη ικανοποιητικής απόδοσης, υψηλότερης από αυτήν που προσφέρουν επενδύσεις όπως οι τραπεζικές καταθέσεις και τα κρατικά ομόλογα.

Χαρακτηριστικό στοιχείο του Χρηματιστηρίου, είναι ότι η τιμή της προσφοράς και της ζήτησης αντίστοιχα, ισοροπούν κάθε χρονική στιγμή.

Αναφέρω ενδεικτικά, τις δύο κύριες επενδυτικές θέσεις.

Long Position: είναι η θέση του επενδυτή, στην οποία η αύξηση της τιμής του χρηματοοικονομικού τίτλου του αποφέρει κέρδος, και η μείωσή του ζημία.

Short Position: είναι η θέση στην οποία ο επενδυτής ζημιώνεται με τη αύξηση της τιμής, και έχει κέρδος με τη μείωσή της [2].

2.2 Παράγωγα Χρηματοοικονομικά Προϊόντα

Ταυτόχρονα και ανεξάρτητα από το χρηματιστήριο μετοχών και ομολόγων, λειτουργεί και το χρηματιστήριο παραγώγων, στο οποίο συναλλάσσονται διάφορα παράγωγα χρηματοοικονομικά προϊόντα. Στην εποχή μας, τα παράγωγα χρηματοοικονομικά προϊόντα τα χρησιμοποιούν αυτοί που δραστηριοποιούνται στις αγορές χρήματος και κεφαλαίου. Κύριος σκοπός τους είναι η ελαχιστοποίηση του ρίσκου, η διαφοροποίηση της φύσης της χρηματοοικονομικής «έκθεσης» στον κίνδυνο και η μείωση του κόστους των συναλλαγών. Επιπροσθέτως, τα παράγωγα χρηματοοικονομικά προϊόντα έχουν την ικανότητα να προσφέρουν γρήγορες και εύκολες συναλλαγές, μειώνοντας με αυτό το τρόπο τον πιστωτικό κίνδυνο. Έτσι, δημιουργείται ένα επιπρόσθετο σημαντικό όφελος, που είναι η χρηματοδότησή τους με χαμηλότερο κόστος. Οι οικονομολόγοι θεωρούν τα παράγωγα χρηματοοικονομικά προϊόντα ως πολύ χρήσιμα εργαλεία για τη διαχείριση του επενδυτικού ρίσκου, οι *dealers* ως ένα ακόμη τρόπο είσπραξης της διαφοράς μεταξύ αγοράς και πώλησης ενός προϊόντος, ενώ οι *διαχειριστές χαρτοφυλακίων* τα χρησιμοποιούν ως ένα αποτελεσματικό μέσο πραγματοποίησης κερδών. Η δυνατότητα χρήσης των παραγώγων για κερδοσκοπικούς λόγους, συνέβαλε σημαντικά στη πιστωτική και οικονομική κρίση του 2007 [3].

Παράγωγα προϊόντα θεωρούνται διάφορες διμερείς συμβάσεις που αναφέρονται σε ομόλογα, εμπορεύματα, δείκτες μετοχών, συναλλάγματα. Τα πιο διαδεδομένα παράγωγα προϊόντα είναι:

2.2.1. Προθεσμιακά Συμβόλαια (Forward Contracts)

Ως Προθεσμιακό Συμβόλαιο (ΠΣ) αναφέρουμε την απλούστερη μορφή παραγώγου. Αναφέρεται συνήθως σε μια οικονομική σύμβαση μεταξύ δυο χρηματοοικονομικών ιδρυμάτων και δεν είναι διαπραγματεύσιμα στην χρηματιστηριακή αγορά.

Οι δύο πλευρές του προθεσμιακού συμβολαίου αποτελούνται από τους εξής συμβαλλόμενους: Ο ένας παίρνει θέση *long position* (δεσμεύεται να αγοράσει), και ο άλλος παίρνει θέση *short position* (δεσμεύεται να πουλήσει), σε προκαθορισμένη ημερομηνία, συγκεκριμένη ποσότητα του αγαθού και σε προκαθορισμένη τιμή συναλλαγής (*delivery price*). Η τιμή του προϊόντος καθορίζεται κατά την ημερομηνία σύναψης της σύμβασης, ή σε ορισμένες περιπτώσεις αναλαμβάνεται η υποχρέωση να ολοκληρωθεί η δεδομένη συναλλαγή με τιμές μελλοντικές [10].

Παράδειγμα

Υποθέτουμε ότι μία βιομηχανία πλαστικών, θέλει να αγοράσει 100 τόνους τυποποιημένου πλαστικού, για τη παραγωγή των προϊόντων της. Η τιμή της συμφωνίας με τον παραγωγό πρώτης ύλης είναι 1,50€ ανά κιλό και οι όροι πίστωσης είναι 60 ημέρες. Με αυτή τη συμφωνία, η βιομηχανία προστατεύεται σε μία ενδεχόμενη μελλοντική αύξηση της τιμής του πλαστικού, ενώ ο παραγωγός προστατεύεται σε ενδεχόμενη μείωσή της. Έστω ότι η τιμή του πλαστικού στη τρέχουσα αγορά μετά από 60 μέρες είναι 1,80€ ανά κιλό. Η βιομηχανία πλαστικών προϊόντων αγοράζει στη προκαθορισμένη τιμή των 1,50€ ανά κιλό, δαπανώντας 150.000€. Με αυτή τη συμφωνία κερδίζει $(1,80 - 1,50) \times (100.000) = 30.000$ € (όπου \times ο συνήθης πολλαπλασιασμός). Από την άλλη πλευρά, ο παραγωγός είναι υποχρεωμένος να πουλήσει στη τιμή των 1,50 € ανά κιλό. Δηλαδή, θα υποστεί μία ζημία, δεδομένου ότι το δυνητικό κέρδος από την συγκεκριμένη είσπραξη θα ήταν μεγαλύτερο κατά 30.000 € [2].

2.2.2. Συμβόλαια Μελλοντικής Εκπλήρωσης (Future Contracts)

Το συμβόλαιο μελλοντικής εκπλήρωσης (ΣΜΕ) αποτελεί ένα προθεσμιακό συμβόλαιο, δηλαδή μία υποχρέωση για την αγοραπωλησία μεταξύ αγοραστή και πωλητή ενός περιουσιακού στοιχείου.

Όπως και στα forward contracts, ένα future contract (ΣΜΕ), είναι μία δέσμευση μεταξύ δύο συμβαλλόμενων, ο ένας εκ των οποίων υπόσχεται να αγοράσει (long position) και ο άλλος να πουλήσει (short position). Ο επενδυτής που αγοράζει ένα ΣΜΕ σε δείκτη αναλαμβάνει την υποχρέωση να αγοράσει το δείκτη την ημέρα λήξης του συμβολαίου στην προκαθορισμένη τιμή (τιμή πράξης) καθώς αναμένει άνοδο της τιμής του μελλοντικά. Αντίθετα, ο πωλητής ενός ΣΜΕ αναλαμβάνει την υποχρέωση να πουλήσει το δείκτη την ημέρα λήξης στη συμφωνημένη τιμή, κάτι που συνεπάγεται ότι ο πωλητής προσδοκά πτώση του δείκτη. Στη πραγματικότητα, ο επενδυτής θα χρειάζεται να περιμένει μέχρι την ημερομηνία λήξης για να λάβει το κέρδος ή τη ζημία, γιατί ανάλογα με τη κίνηση της τιμής του ΣΜΕ, εισπράττει το κέρδος ή τη ζημία του.

Η αγοραπωλησία αυτή, μπορεί να αφορά ένα εμπόρευμα (γεωργικό προϊόν, κτηνοτροφικό προϊόν, χαλκός, χρυσός, αλουμίνιο κ.α.), ή χρηματοοικονομικό προϊόν (συνάλλαγμα, μετοχές, ομόλογα κ.α.).

Οι δύο συμβαλλόμενοι του συμβολαίου μελλοντικής εκπλήρωσης, αγοραστής-πωλητής, δεν καταβάλλουν ή εισπράττουν την αξία, αλλά υποχρεώνονται να παρέχουν ως ενέχυρο, ένα ποσό εγγύησης, το λεγόμενο περιθώριο ασφάλισης (margin). Με αυτό το μηχανισμό, το Χρηματιστήριο Παραγωγών, εγγυάται ότι το συμβόλαιο θα εκπληρωθεί [10].

Οι συμβάσεις μελλοντικής εκπλήρωσης διαπραγματεύονται σε οργανωμένες αγορές, και ως συνέπεια αυτού, διέπονται από συγκεκριμένους όρους, που καθορίζονται από την εκάστοτε αγορά, και όχι μεταξύ των συμβαλλόμενων πλευρών. Οι όροι αυτοί σχετίζονται με:

- α) τον χρόνο στο οποίο θα πραγματοποιηθεί η παράδοση,
- β) την ημερομηνία παράδοσης,
- γ) την ποσότητα των χρεογράφων ή εμπορευμάτων,
- δ) την ποιότητα των παραδοτέων αγαθών, και
- ε) τον τόπο εκπλήρωσης.

Παράδειγμα

Ένας επενδυτής είναι σε θέση short position, και πωλεί ένα ΣΜΕ 300 μετοχών X, με τιμή συναλλαγής $K = 20\text{€}$ και με ημερομηνία λήξης μετά από 6 μήνες. Παράλληλα, ένας άλλος επενδυτής είναι σε θέση long position και αγοράζει το ίδιο ΣΜΕ. Οπότε, και οι δύο επενδυτές, είναι υποχρεωμένοι να ανοίξουν αμέσως από ένα λογαριασμό περιθωρίων (π.χ. $10\% \times K \times 300 \text{€}$). Με το τέλος της επόμενης συνεδρίασης του χρηματιστηρίου, ανάλογα με τη προσφορά και τη ζήτηση που δείχνουν οι επενδυτές, η τιμή K έχει αλλάξει. Έστω ότι K αυξήθηκε στα 23€. Αν ο αγοραστής αποφάσιζε να κλείσει τη θέση του, δηλαδή να λάβει ένα short position στο ίδιο ΣΜΕ με ίδια ημερομηνία λήξης, τότε θα είχε κερδοφορία $(23 - 20) \times 300 \text{€}$. Όμως, ο αγοραστής δεν είναι απαραίτητο να κάνει αυτή την επενδυτική ενέργεια. Πιστώνεται αυτόματα αυτή τη διαφορά της τιμής ($3 \times 300 \text{€}$), σε κάθε κλείσιμο της ημερήσιας συνεδρίασης, και αντίστοιχα ο πωλητής τη χρεώνεται στον λογαριασμό περιθωρίων. Η όλη αυτή διαδικασία αποκαλείται ημερήσιος διακανονισμός. Με αυτό το τρόπο, το κέρδος ή η ζημία πιστώνεται ή χρεώνεται ανάλογα με τη θέση της τιμής της μετοχής στο τέλος κάθε χρηματιστηριακής ημέρας. Στη περίπτωση που μία θέση παραμείνει ανοιχτή μέχρι και την ημερομηνία λήξης, την επόμενη χρηματιστηριακή ημέρα θα γίνει ο τελευταίος διακανονισμός (κέρδους ή ζημίας) και μετά η θέση παύει να υφίσταται. Μόλις ο επενδυτής κλείσει την ανοιχτή του θέση, αποδεσμεύεται και το περιθώριο ασφάλισης (margin) [2].

2.2.3. Δικαιώματα Προαίρεσης (Option Contracts)

Δικαίωμα προαίρεσης (Option) είναι ένα συμβόλαιο μεταξύ δύο αντισυμβαλλομένων που λαμβάνει μέρος στο Χρηματιστήριο Παραγώγων. Σε κάθε τέτοια συμφωνία ο αγοραστής έχει το δικαίωμα (αλλά όχι την υποχρέωση) να αγοράσει (ή να πωλήσει) από τον πωλητή του δικαιώματος μία προκαθορισμένη ποσότητα ενός αγαθού, σε μια προκαθορισμένη τιμή K, σε μία προκαθορισμένη ημερομηνία στο μέλλον. Το υποκείμενο προϊόν μπορεί να είναι μετοχή, χρηματιστηριακός δείκτης, συνάλλαγμα ακόμα και εμπόρευμα. Ο πωλητής του δικαιώματος, σε αντίθεση με τον αγοραστή, είναι υποχρεωμένος να πουλήσει (ή να

αγοράσει ανάλογα με το δικαίωμα) τη συγκεκριμένη προκαθορισμένη ποσότητα του αγαθού, στη προκαθορισμένη ημερομηνία στο μέλλον, στη προκαθορισμένη τιμή συναλλαγής. Το γεγονός αυτό δίνει πλεονεκτική θέση στον αγοραστή και για αυτό ο τελευταίος πρέπει να καταβάλει ένα αντίτιμο C (ασφάλιστρο ή τιμή δικαιώματος-optioη price, optioη premium) στον πωλητή (ο οποίος ουσιαστικά αναλαμβάνει ένα ρίσκο) για να αποκτήσει το δικαίωμα [11].

Ανάλογα με το πότε μπορεί να ασκηθεί ένα δικαίωμα προαίρεσης έχουμε τον παρακάτω διαχωρισμό:

- i. **Ευρωπαϊκά Δικαιώματα Προαίρεσης**: μπορούν να ασκηθούν μόνο κατά την ημερομηνία λήξης και όχι νωρίτερα,
- ii. **Αμερικάνικα Δικαιώματα Προαίρεσης**: μπορούν να ασκηθούν οποιαδήποτε χρονική στιγμή μέχρι και την λήξη του [18].

Υπάρχουν τέσσερις βασικές θέσεις στην αγορά δικαιωμάτων:

- **Long Call**: κάποιος αγοράζει το δικαίωμα να αγοράσει μία προκαθορισμένη ποσότητα ενός αγαθού, σε μία προκαθορισμένη τιμή, σε μία προκαθορισμένη ημερομηνία στο μέλλον.
- **Short Call**: κάποιος πωλεί το δικαίωμα αγοράς. Σε αυτή τη θέση ο επενδυτής είναι υποχρεωμένος να πωλήσει μια συγκεκριμένη ποσότητα ενός αγαθού, σε μία προκαθορισμένη ημερομηνία στο μέλλον, σε μία προκαθορισμένη τιμή συναλλαγής.
- **Long Put**: κάποιος αγοράζει το δικαίωμα να πουλήσει μία προκαθορισμένη ποσότητα ενός αγαθού, σε μία συγκεκριμένη ημερομηνία στο μέλλον, σε μία προκαθορισμένη τιμή συναλλαγής, και
- **Short Put**: κάποιος πουλάει το δικαίωμα να πωλήσει μία προκαθορισμένη ποσότητα ενός αγαθού, σε μία συγκεκριμένη ημερομηνία στο μέλλον, σε μία προκαθορισμένη τιμή συναλλαγής. Σε αυτή τη θέση ο επενδυτής είναι υποχρεωμένος να αγοράσει τη συμφωνημένη ποσότητα του αγαθού σύμφωνα με τους όρους του συμβολαίου [18].

Η τιμή ενός δικαιώματος προαίρεσης επηρεάζεται από:

- την τρέχουσα τιμή του υποκείμενου τίτλου
- την τιμή εξάσκησης (*strike price*)
- τη μεταβλητότητα του υποκείμενου τίτλου
- την ημερομηνία λήξης του
- το ακίνδυνο επιτόκιο (*risk-free rate*)
- τα αναμενόμενα, κατά τη διάρκεια της ζωής του δικαιώματος, μερίσματα (εάν υπάρχουν).

Exercise price (striking price): Ονομάζεται έτσι η προκαθορισμένη τιμή εξάσκησης του δικαιώματος αγοράς/πώλησης (call-put), στην οποία θα αγοράσει/πουλήσει το συγκεκριμένο αγαθό στο οποίο αναφέρεται το δικαίωμα.

Παράδειγμα

Έστω ότι ένας επενδυτής αναμένει αύξηση της τιμής μιας συγκεκριμένης μετοχής στο μέλλον, αλλά δεν επιθυμεί να επενδύσει ένα μεγάλο ποσό σε μετοχές. Αποφασίζει να αγοράσει ένα δικαίωμα αγοράς μιας μετοχής στη σημερινή τιμή των 20 €. Το δικαίωμα αυτό κοστίζει 1 € ανά μετοχή. Στην περίπτωση που η τιμή της μετοχής αυξηθεί στα 25 € ο αγοραστής θα εξασκήσει το δικαίωμά του, δηλαδή θα αγοράσει τη μετοχή στα 20€ την οποία αμέσως μετά θα πωλήσει στο χρηματιστήριο παραγώγων προς 25 €. Θα κερδίσει $25 - 20 - 1 = 4$ €.

Αν η τιμή της μετοχής πέσει κάτω από τα 20 € (πχ στα 15 €) τότε ο αγοραστής δεν θα ασκήσει το δικαίωμά του και θα επιβαρυνθεί μόνο με την τιμή του δικαιώματος που πλήρωσε, δηλαδή 1 € [2].

Κατηγορίες Συμβολαίων Δικαιωμάτων Προαίρεσης (options)

- ❖ Οι όροι εξάσκησης του δικαιώματος διαφέρουν ανάλογα με τον τύπο του:

American option, μπορούν να εξασκηθούν οποιαδήποτε στιγμή μέχρι την λήξη τους.

European option, μπορούν να εξασκηθούν μόνο κατά την λήξη τους.

Bermudan option, μπορούν να εξασκηθούν μόνο σε συγκεκριμένες ημερομηνίες πριν ή κατά την λήξη τους.

Barrier option, μπορούν να εξασκηθούν μόνο αν η τιμή του υποκείμενου τίτλου ξεπεράσει ένα συγκεκριμένο επίπεδο.

Exotic option, είναι τα option που περιλαμβάνουν σύνθετες χρηματοδοτικές δομές.

Vanilla option, ονομάζεται κάθε option που δεν είναι exotic (τα αμερικάνικα και τα ευρωπαϊκά δικαιώματα είναι τύπου Vanilla).

Currency option, είναι το συμβόλαιο που παρέχει στον δικαιούχο την ευχέρεια να αγοράσει ή να πωλήσει ένα συγκεκριμένο νόμισμα, σε συγκεκριμένη τιμή κατά τη διάρκεια μιας συγκεκριμένης χρονικής περιόδου για κάλυψη έναντι του συναλλαγματικού κινδύνου.

Basket option, είναι το συμβόλαιο που πληρώνει με βάση τη συνολική αξία ενός καλαθιού χρηματοοικονομικών στοιχείων (*underlying basket*).

Equity basket option, είναι ένα option επί ενός χαρτοφυλακίου που αποτελείται από περισσότερες από μία μετοχές ή δείκτες της χρηματιστηριακής αγοράς. Τα χαρτοφυλάκια ή τα καλάθια των μετοχών μπορεί να περιέχουν μετοχές από μία ή περισσότερες βιομηχανίες, ή ενδέχεται να είναι σχεδιασμένα ώστε να αντιγράφουν ευρύτατους δείκτες της αγοράς.

Dual currency option, παρέχει την ευχέρεια διακανονισμού σε ένα από τα δύο συμφωνηθέντα νομίσματα ανάλογα με την προτίμηση του αγοραστή του συμβολαίου.

Double option, παρέχει την ευχέρεια είτε της αγοράς ή της πώλησης ενός μέσου σε μια καθορισμένη τιμή. Η άσκηση του δικαιώματος πώλησης προκαλεί τη λήξη (expiration) του δικαιώματος αγοράς και η άσκηση του δικαιώματος αγοράς προκαλεί τη λήξη του δικαιώματος πώλησης.

Index option, είναι ένα συμβόλαιο δικαιώματος προαίρεσης που έχει σαν υποκείμενο μέσο ένα χρηματιστηριακό δείκτη, επιτρέποντας σε ένα επενδυτή να αγοράσει ή να πωλήσει το καλάθι των μετοχών που αντιπροσωπεύει ένας χρηματιστηριακός δείκτης σε καθορισμένη τιμή και σε συγκεκριμένη ημέρα. Το index option επιτρέπει στον επενδυτή να διαπραγματεύεται σε μία χρηματιστηριακή αγορά χωρίς να είναι υποχρεωμένος να αγοράσει ατομικά όλες τις μετοχές της αγοράς ή του δείκτη [18].

Κλείνοντας τα παραπάνω, παραθέτουμε μία ενδεικτική ορολογία που χρησιμοποιείται συχνά κατά την αγοραπωλησία χρηματοοικονομικών τίτλων.

- Αν S_T η τιμή της μετοχής σε χρόνο t , τότε ένα δικαίωμα προαίρεσης με τιμή εξάσκησης K θεωρείται [2]

i) **in-the-money** στο χρόνο t , αν στη περίπτωση που μπορούσε να εξασκηθεί φέρει θετικό κέρδος στον holder ($S_T > K$).

ii) **at-the-money** στο χρόνο t , αν στη περίπτωση που μπορούσε να εξασκηθεί φέρει μηδενικό κέρδος ($S_T = K$).

iii) **out-of-the-money** στο χρόνο t , αν στη περίπτωση που μπορούσε να εξασκηθεί φέρει αρνητικό κέρδος (ζημία) ($S_T < K$).

Σχόλιο: Ένα δικαίωμα εξασκείται από τον κάτοχο του μόνο αν βρίσκεται σε κατάσταση in-the-money.

- **Εσωτερική Αξία (Intrinsic Value ή Payoff)**

Η ποσότητα $(S_t - K)_+ = \max \{S_t - K, 0\}$ καλείται εσωτερική αξία στο χρόνο t ενός call-option με exercise price K και τιμή S_t στο χρόνο t .

Αντίστοιχα η ποσότητα $(K - S_t)_+ = \max\{K - S_t, 0\}$ καλείται εσωτερική αξία ενός put-option.

- **Ανοιχτή πώληση (Short Selling)**

Στη περίπτωση αυτή, θεωρούμε ότι στην αγορά υπάρχει επενδυτής που έχει τη δυνατότητα να πουλήσει μετοχές που δεν έχει.

π.χ. Ένας επενδυτής ο οποίος δε κατέχει στο χαρτοφυλάκιό του μετοχές, δίνει εντολή στο χρηματιστή του να πουλήσει 100 μετοχές της για λογαριασμό του. Ο χρηματιστής δανείζεται αυτές τις 100 μετοχές από το χαρτοφυλάκιο κάποιου άλλου πελάτη, και τις πουλάει στο χρηματιστήριο πιστώνοντας το λογαριασμό του επενδυτή (short-selling). Ο επενδυτής μπορεί να διατηρήσει αυτή τη θέση, όσο ο χρηματιστής του, έχει τη δυνατότητα να δανείζεται από κάποιον άλλον πελάτη 100 μετοχές. Μόλις παύσει αυτή η δυνατότητα, ο επενδυτής αποφασίζει να κλείσει τη θέση του, ο χρηματιστής αγοράζει πίσω τις 100 μετοχές από τη χρηματιστηριακή αγορά (με χρήματα του επενδυτή) και τις επιστρέφει στη θέση τους.

Συνήθως οι χρηματιστές για να κάνουν short-selling απαιτούν μία εγγύηση από τους επενδυτές πελάτες (margin account). Ο επενδυτής έχει είτε κέρδος είτε ζημία, ανάλογα με τη διαφορά της μετοχής στις δύο χρονικές στιγμές.

2.3 Κατηγορίες Επενδυτών

Σε μια χρηματιστηριακή αγορά, οι επενδυτές χωρίζονται σε 3 κατηγορίες, ανάλογα με τη στρατηγική που χρησιμοποιούν στις θέσεις τους:

Hedgers: Όταν οι επενδυτές παίρνουν μια συγκεκριμένη θέση στην αγορά παραγώγων έχοντας ως στόχονα αντισταθμίσουν και να εξισοροπήσουν τους κινδύνους που πιθανόν να αντιμετωπίζουν (Hedging). Για παράδειγμα έστω μια εταιρία ξηλείας που έχει τις επιχειρήσεις της στην Ελλάδα και πρέπει να καταβάλει σε 18 μήνες από τώρα 200.000 € σε εταιρία των Η.Π.Α που την προμηθεύει με πρώτες ύλες. Η σημερινή ισοτιμία δολαρίου/ευρώ είναι 1 \$/0,83€. Άρα η εταιρία επίπλων έχει δεσμευτεί να πληρώσει σε 18 μήνες το ποσό των 166.000 €, χωρίς να υπολογίσουμε τη χρονική αξία του χρήματος. Ο κίνδυνος που αντιμετωπίζει η εταιρία είναι ο συναλλαγματικός κίνδυνος καθώς δε ξέρουμε τι εξέλιξη θα υπάρξει στην ισοτιμία των δύο νομισμάτων. Για να προστατευθεί από αυτόν τον κίνδυνο η εταιρία μπορεί να αγοράσει ένα Προθεσμιακό Συμβόλαιο ή ένα Δικαίωμα Αγοράς. Στην πρώτη περίπτωση, συμφωνεί να αγοράσει σε 18 μήνες από τώρα 200.000 \$ προς 166.000 €, ανεξάρτητα από το ποια θα είναι η τιμή της ισοτιμίας, κλειδώνοντας ουσιαστικά το ποσό που θα κληθεί να πληρώσει ανεξαρτήτως αν

χάσει ή αν θα κερδίσει τελικά. Στη δεύτερη περίπτωση, αγοράζοντας ένα δικαίωμα αγοράς επί του δολαρίου δίνει στην εταιρία επίπλων το δικαίωμα να αγοράσει δολάρια μετά από 18 μήνες στην τιμή των 0,83€ το ένα. Αν τελικά μετά από 18 μήνες η τιμή του δολαρίου ανέβει, θα αγοράσει στην ίδια τιμή δηλ στα 0,83€, ενώ αν πέσει δε θα εξασκήσει το δικαίωμα του, καθώς μπορεί να το αγοράσει φθηνότερα στην αγορά, με μοναδική ζημία απλά το ασφάλιστρο [9].

Κερδοσκόποι: Αντίθετα με τους hedgers, έχουμε τους κερδοσκόπους οι οποίοι παίρνουν την αντίθετη πλευρά. Δηλαδή, εάν ένας hedger χρειάζεται να πουλήσει, ο κερδοσκόπος θα αγοράσει, και το αντίστροφο. Οι κερδοσκόποι έχουν ως στόχο να αναλαμβάνουν ρίσκα που πιστεύουν ότι θα οδηγήσουν σε κέρδη. Από τις κινήσεις τους μπορούν να θεωρηθούν ότι ποντάρουν στην άνοδο ή στην πτώση της τιμής μιας μετοχής. Ας εξηγήσουμε τι συμβαίνει, σύμφωνα με το παραπάνω παράδειγμα. Έστω ένας κερδοσκόπος που πιστεύει ότι η ισοτιμία δολαρίου/ευρώ θα ανέβει ως προς το ευρώ, τότε μπορεί να αγοράσει ένα ΣΜΕ όπου σε 18 μήνες από τώρα θα αγοράσει 200.000 \$ ως προς 166.000 € το ένα. Αν η τιμή του δολαρίου τελικά ανέβει τότε ο επενδυτής θα έχει κέρδος. Σε αντίθετη κατάσταση, θα έχει ζημία. Το σημαντικό στοιχείο αυτής της συναλλαγής, είναι ότι αν αγόραζε στη σημερινή ισοτιμία θα έπρεπε να πληρώσει τώρα, ενώ με το ΣΜΕ θα πληρώσει σε 18 μήνες και ουσιαστικά μόνο αν έχει ζημία [9].

Arbitrageurs: Η συγκεκριμένη κατηγορία επενδυτών δε επιζητά το κέρδος αλλά προσπαθούν να εντοπίσουν πρόσκαιρες συνθήκες ανισορροπίας στην αγορά και με κατάλληλη στρατηγική να επιτύχουν σίγουρο κέρδος χωρίς ρίσκο. Ας δούμε ένα παράδειγμα για την καλύτερη κατανόησή του arbitrage. Έστω μια μετοχή που είναι διαθέσιμη ταυτόχρονα σε δύο χρηματιστήρια Α και Β με τιμή 160 \$ και 100 £ αγγλίας αντίστοιχα, ενώ η τρέχουσα ισοτιμία των δύο νομισμάτων είναι 1 £/1.8\$. Ένας arbitrageur μπορεί να αγοράσει 500 μετοχές από το χρηματιστήριο Α και να τις πουλήσει στο Β με κέρδος $500 \times (-160 + 1.8 \times 100) = 10.000 \$$, χωρίς να υπολογίζονται τα έξοδα συναλλαγών. Με αυτόν τον τρόπο έχει βέβαιο κέρδος χωρίς ρίσκο. Όμως, όπως γίνεται εύκολα αντιληπτό, αυτό δε θα μπορεί να συμβαίνει για μεγάλο χρονικό διάστημα καθώς πολλοί θα ήταν εκείνοι που θα έσπευδαν να κάνουν ακριβώς το ίδιο με αποτέλεσμα την αύξηση της τιμής της μετοχής στο χρηματιστήριο Α και τη μείωσή της στο Β οδηγώντας έτσι σε ένα σημείο ισορροπίας την αγορά που δε θα επέτρεπε πια το βέβαιο κέρδος [9].

2.4 Περιπτώσεις Αγοραπωλησιών Μετοχών και Δικαιωμάτων Προαίρεσης [2]

Έχουμε δει μέχρι στιγμής τις τέσσερις βασικές διαφορετικές θέσεις που μπορεί να λάβει κάποιος στην αγορά, χρησιμοποιώντας ένα δικαίωμα προαίρεσης.

Π.χ. Για την αγορά ενός call-option το κέρδος του επενδυτή είναι $(S_T - K)_+ - C$, όπου C το ασφάλιστρο (premium) του δικαιώματος, και ο επενδυτής λαμβάνει αυτή τη θέση όταν προσδοκά άνοδο του υποκείμενου αγαθού (εδώ μετοχή). Είναι αυτονόητο ότι ένας επενδυτής μπορεί να λάβει και πιο σύνθετες θέσεις χρησιμοποιώντας περισσότερα από ένα δικαίωμα προαίρεσης ταυτόχρονα. Βλέπουμε εν συντομία κάποιες τέτοιες σύνθετες περιπτώσεις.

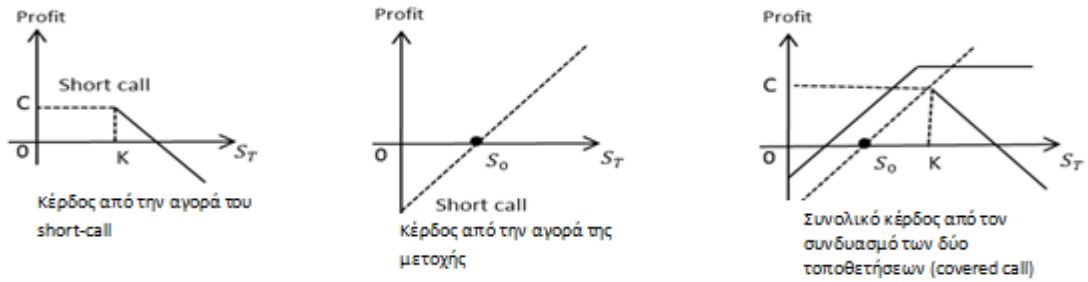
2.4.1. Περίπτωση Α

[1 Μετοχή + 1 Δικαίωμα Προαίρεσης (για τη μετοχή αυτή)]

Η περίπτωση αφορά την πώληση ενός call-option (*short-call*) μιας εταιρείας και την παράλληλη αγορά της μετοχής της (*covered-call*). Η αγορά εδώ της μετοχής, καλύπτει την περίπτωση απότομης αύξησης της τιμής της μετοχής (αν είχαμε μόνο τη θέση *short-call* θα είχε ο επενδυτής μεγάλη ζημιά).

Ακολουθούν γραφήματα του κέρδους για τη περίπτωση Α.

- Στο πρώτο γράφημα φαίνεται το κέρδος από τη χρήση του δικαιώματος αγοράς (*short-call*) σε σχέση με τη τιμή της μετοχής S_T στο χρόνο εξάσκησης T .
- Στο μεσαίο γράφημα φαίνεται το κέρδος από την αγορά της μετοχής (S_0) σε σχέση με τη τιμή της μετοχής S_T .
- Τέλος, παρατηρούμε ότι το γράφημα κέρδους από το συνδυασμό των δύο παραπάνω τοποθετήσεων (*covered call*) είναι όμοιο με το γράφημα του κέρδους που προκύπτει από τη πώληση ενός δικαιώματος πώλησης (η συνεχής γραμμή παριστάνει το άθροισμα κέρδους των δύο θέσεων).



Σχήμα 1

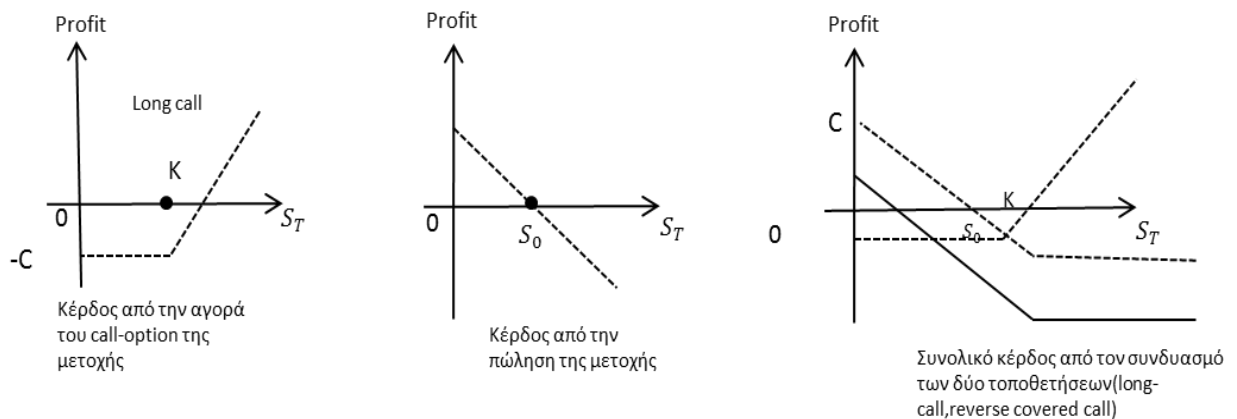
2.4.2. Περίπτωση Β

[1 Μετοχή + 1 Δικαίωμα Προαίρεσης (για τη μετοχή αυτή)]

Η περίπτωση αυτή αφορά την αγορά δικαιώματος αγοράς (*long-call*) και παράλληλη πώληση (*short-selling*). Αν είχαμε λάβει μόνο *long call* και η μετοχή είχε απότομη μείωση, τότε θα είχαμε ζημία.

Τα αντίστοιχα γραφήματα του κέρδους, όπως στη περίπτωση Α, σε σχέση με τη τιμή της μετοχής την ημέρα λήξης του δικαιώματος είναι :

- Κέρδος από την αγορά του call-οption της μετοχής : $(S_T - K)_+ - C$
- Κέρδος από τη πώληση της μετοχής : $S_0 - S_T$
- Συνολικό κέρδος από το συνδυασμό των δύο τοποθετήσεων, *long call* και *reverse covered call*.



Σχήμα 2

Παρατηρούμε πάλι ότι το γράφημα του κέρδους από τον συνδυασμό των δύο παραπάνω τοποθετήσεων είναι όμοιο με το γράφημα του κέρδους που προκύπτει από την αγορά ενός δικαιώματος πώλησης (*long-put*).

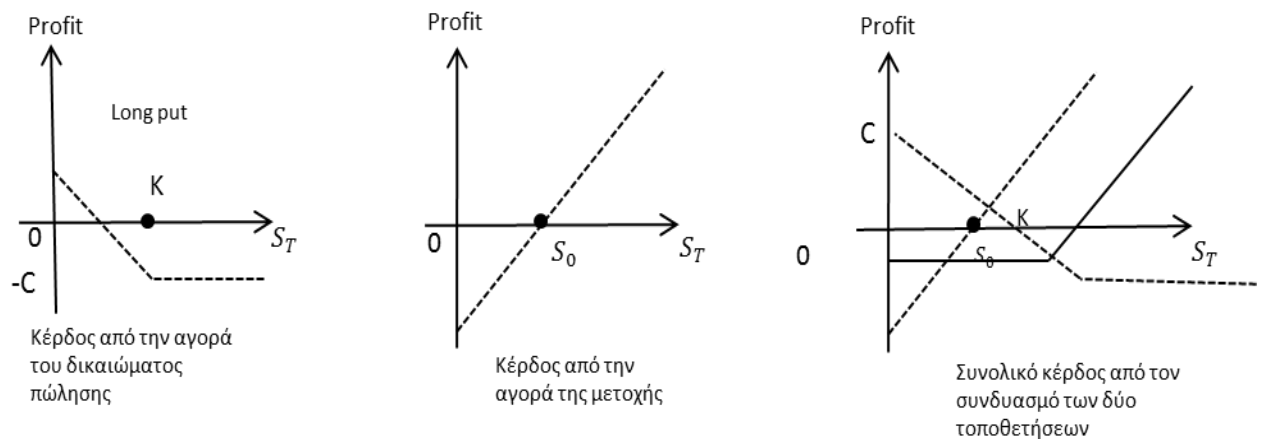
2.4.3. Περίπτωση Γ

[1 Μετοχή + 1 Δικαίωμα Προαίρεσης (για τη μετοχή αυτή)]

Η περίπτωση αυτή αφορά την αγορά δικαιώματος (*long-put*) και τη παράλληλη αγορά της μετοχής (*protective-put*). Αν είχαμε μόνο *long put*, και η μετοχή είχε απότομη αύξηση, τότε θα είχαμε ζημία.

Τα αντίστοιχα γραφήματα του κέρδους, σε σχέση με τη τιμή της μετοχής την ημέρα λήξης του δικαιώματος είναι:

- Κέρδος από την αγορά του δικαιώματος πώλησης : $(K - S_T)_+ - C'$
- Κέρδος από την αγορά της μετοχής : $S_T - S_0$
- Συνολικό κέρδος από το συνδυασμό των δύο τοποθετήσεων, *long put* και *protective put*.

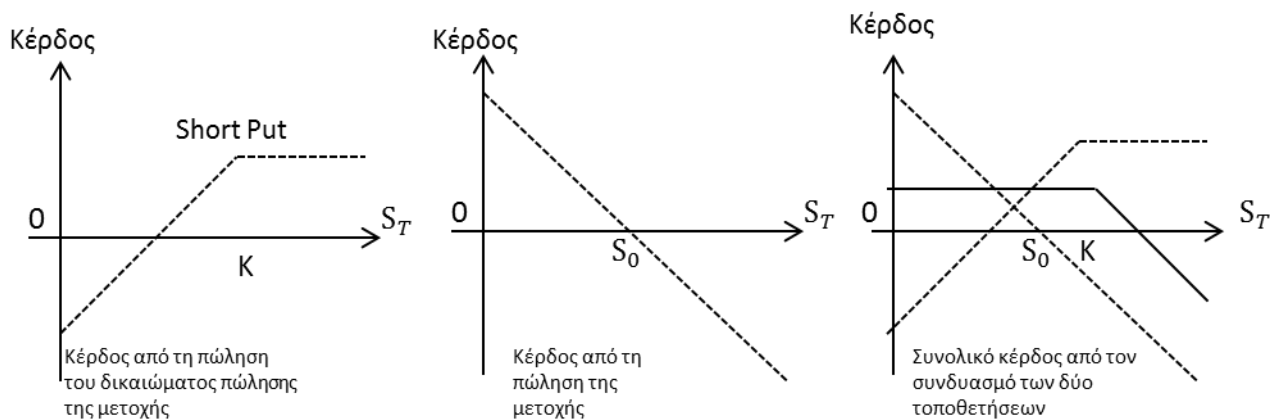


Σχήμα 3

2.4.4. Περίπτωση Δ

[1 Μετοχή + 1 Δικαίωμα Προαίρεσης (για τη μετοχή αυτή)]

Αντίθετα με τα παραπάνω, η συγκεκριμένη στρατηγική αφορά τον συνδυασμό της πώλησης ενός δικαιώματος πώλησης (*short-put*), και την παράλληλη πώληση της μετοχής (*short selling*).



Σχήμα 4

2.4.5. Περιπτώσεις που αφορούν δικαιώματα προαίρεσης ιδίου τύπου επί της ίδιας μετοχής.

Bull Spread³ - Ανοδικό άνοιγμα:

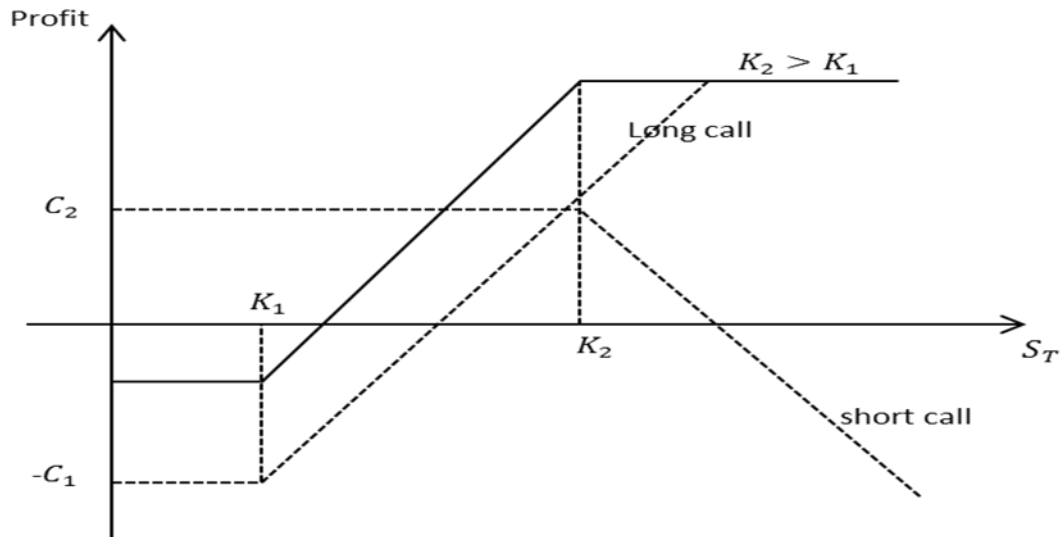
Η περίπτωση αυτή αφορά τον συνδυασμό της αγοράς ενός δικαιώματος αγοράς (*long-call*) με exercise price K_1 και παράλληλη πώληση ενός δικαιώματος αγοράς (*short-call*) με exercise price $K_2 > K_1$

Το κέρδος φαίνεται στο επόμενο διάγραμμα :

- $(S_T - K_1)_+ - C_1$, για *long call*
- $C_2 - (S_T - K_2)_+$, για *short call*,

όπου C_1, C_2 οι τιμές των δύο δικαιωμάτων.

³Ένα Bull Spread υποδηλώνει κάποιον που είναι αισιόδοξος και περιμένει άνοδο τιμών.



Σχήμα 5

Το συνολικό κέρδος δίνεται από το τύπο:

$$(S_T - K_1)_+ - C_1 + C_2 - (S_T - K_2)_+ = \begin{cases} C_2 - C_1, & \text{αν } S_T < K_1 \\ (S_T - K_1)_+ + C_2 - C_1, & \text{αν } K_1 \leq S_T \leq K_2 \\ K_2 - K_1 + C_2 - C_1, & \text{αν } S_T \geq K_2 \end{cases}$$

Θεωρούμε ως δεδομένο ότι ισχύει $C_1 > C_2$, διότι η τιμή του δικαιώματος αγοράς και η τιμή εξάσκησης K ακολουθούν αντίστροφη κατεύθυνση (εύκολα διαπιστώνεται, ότι για να αποκτήσουμε το δικαίωμα να αγοράσουμε σε χαμηλότερη exercise price K , θα πρέπει να καταβάλουμε μεγαλύτερο αντίτιμο C).

Σχόλια-Παρατηρήσεις:

α) Στη περίπτωση αυτή ο επενδυτής σε ένα κακό σενάριο θα χάσει την αρχική του επένδυση $C_1 - C_2$ και στη βέλτιστη κατάσταση θα κερδίσει τη διαφορά των τιμών εξάσκησης $K_2 - K_1$ μείον την αρχική επένδυση $C_1 - C_2$.

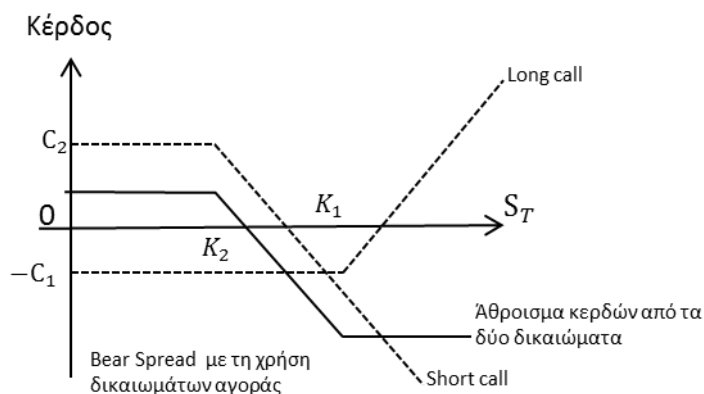
Υπάρχουν τρία (3) διαφορετικά είδη Bull Spreads:

- Όταν και τα δύο calls βρίσκονται in-the-money.
- Όταν και τα δύο calls βρίσκονται out-of-the-money.
- Όταν το ένα call είναι αρχικά in-the-money και το άλλο call είναι out-of-the-money.

β) Ένα Bull Spread μπορεί να γίνει και με τη χρήση δύο δικαιωμάτων πώλησης (αντί αγοράς) [short-put / long-put].

γ) Όπως και στη περίπτωση αγοράς ενός μόνο δικαιώματος αγοράς (long-call) η συγκεκριμένη στρατηγική ακολουθείται από κάποιον που προσδοκά άνοδο της τιμής της μετοχής.

Bear Spread⁴ -Καθοδικό άνοιγμα: Η περίπτωση αυτή αφορά επίσης την αγορά ενός δικαιώματος αγοράς με τιμή εξάσκησης K_2 (short call). Η διαφορά με το bull spread εμφανίζεται στις τιμές εξάσκησης $K_2 < K_1$ στο Bear Spread, αντί $K_2 > K_1$ στο Bull Spread.



Σχήμα 6

Στο επόμενο κεφάλαιο θα γίνει η σύνδεση της τιμολόγησης των παράγωγων συμβολαίων, όπως την είδαμε στις διάφορες περιπτώσεις της (χρησιμοποιώντας μία μετοχή και ένα δικαίωμα προαίρεσης γι αυτή), με τις έννοιες της βέλτιστης ποσότητας κράτησης και βέλτιστης διατίμησης των συμβολαίων.

⁴ Το Bear Spread είναι στρατηγική που επιδιώκει μέγιστο κέρδος όταν μειώνεται η τιμή του υποκείμενου τίτλου. Η κίνηση αυτή περιλαμβάνει την ταυτόχρονη αγορά και πώληση δικαιωμάτων προαίρεσης.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3^ο

3. Τιμολόγηση των Συμβολαίων Κράτησης Αποθέματος

Στο κεφάλαιο αυτό παροσιάζουμε την αγορά συμβολαίων φυσικής παράδοσης καθώς και τη συμπεριφορά της. Θα αναλύσουμε τη βέλτιστη ποσότητα κράτησης των συμβολαίων, εξετάζοντας τις διαδικασίες της πλήρους και μερικής εκτέλεσης αυτών. Ακόμη θα παρουσιάσουμε τη βέλτιστη διατίμηση των συμβολαίων, και τη κατά *Pareto* αρχή ως εργαλείο βελτίωσης της τιμολόγησης των συμβολαίων δικαιωμάτων προαίρεσης.

3.1 Η Αγορά Συμβολαίων και η Συμπεριφορά της

Στην ενότητα αυτή θα θεωρήσουμε ένα μοντέλο δύο περιόδων για την αγορά συμβολαίων: στη πρώτη (1^η) περίοδο μπορούν να αποκτηθούν δικαιώματα προαίρεσης στην τιμή αγοράς (*spot-market*), ενώ στη δεύτερη (2^η) περίοδο τα παραπάνω δικαιώματα μπορούν να εκτελεστούν. Τα συναλλασσόμενα προϊόντα είναι υποδοχείς χωρητικότητας για την παραγωγή ενός μη αποθηκεύσιμου αγαθού ή παρελθούσης υπηρεσίας, επιτρέποντας μας να αποστασιοποιηθούμε από την ανάγκη καταγραφής των προϊόντων. Ο πωλητής, θεωρούμε ότι ακολουθεί το μοντέλο Stackelberg⁵ (*Stackelberg leadership model*). Στο μοντέλο αυτό, περιγράφεται μια στρατηγική πολιτική επενδύσεων, στην οποία η εταιρία ηγέτης έχει τον πρωταρχικό ρόλο, και στη συνέχεια ακολουθούν διαδοχικά οι δευτερεύουσες επιχειρήσεις. Στη θεωρία των παιγνίων, οι εμπλεκόμενοι παίρνουν τη θέση του ηγέτη, και οι υπόλοιποι ακόλουθοι τη θέση των επενδυτών, ώστε με αυτό τον τρόπο να ανταγωνίζονται στη ποσότητα. Ο Stackelberg πολλές φορές αναφέρεται ως ο ηγέτης της αγοράς (*market-leader*). Απαραίτητη προϋπόθεση για να διατηρηθεί η ισορροπία σε αυτή τη στρατηγική, είναι ότι ο ηγέτης πρέπει να γνωρίζει ότι ο ακόλουθος παρακολουθεί τη δράση του. Επιπρόσθετα, ηγέτης και ακόλουθοι, πρέπει να έχουν συμφωνήσει μεταξύ τους, ότι όλα τα εμπλεκόμενα μέρη θα ακολουθήσουν στρατηγική Stackelberg.

Αρχικά, ο πωλητής-ηγέτης (*Stackelberg leader*) ανακοινώνει μια τιμή βάσης για έναν υποδοχέα χωρητικότητας αποτελούμενη από ένα τέλος κράτησης r και ένα τέλος διεκπεραίωσης e . Το τέλος κράτησης r είναι άμεσα καταβαλλόμενο, ενώ το

⁵ Ο *Heinrich von Stackelberg* είναι Γερμανός οικονομολόγος που δημοσίευσε το "*Marktform und Gleichgewicht*" το 1934, που περιγράφει το ηγετικό μοντέλο Stackelberg. Ο *Stackelberg*, είναι επίσης γνωστός για τη συμβολή του στη Θεωρία Παιγνίων και στη θεωρία των ολιγοπωλίων. Το μοντέλο του, βοήθησε στην επίλυση της ισορροπίας του *John Nash*, όπου η στρατηγική του κάθε παίχτη, βελτιστοποιείται αξιολογώντας και λαμβάνοντας υπόψιν τις κινήσεις των άλλων παιχτών.

τέλος εκτέλεσης e είναι καταβλητέο μόνο στην περίπτωση εκτέλεσης του δικαιώματος στην δεύτερη περίοδο. Κατά συνέπεια ο αγοραστής αποφασίζει πόσα δικαιώματα, Q το πλήθος, θα αποκτήσει. Αμφότεροι, ο πωλητής και ο αγοραστής, λαμβάνουν τις αποφάσεις τους σύμφωνα με τον κίνδυνο: το οριακό κόστος και η ζήτηση είναι δεδομένοι παράμετροι, όπως είναι και η τρέχουσα τιμή που δεν επηρεάζεται ούτε από τον αγοραστή, ούτε από τον πωλητή, εξαιτίας π.χ. ενός ανταγωνιστικού περιθωρίου στην τρέχουσα αγορά. Πριν από την οριστικοποίηση της τιμής της αγοράς, η αβεβαιότητα σχετικά με τη κατάσταση του κόσμου έχει επιλυθεί. Ο αγοραστής στη συνέχεια αποφασίζει εάν θα εκτελέσει τα συμβόλαια ή αν θα αγοράσει επιπλέον, από τη τιμή της αγοράς στη τιμή \tilde{P}^S (από εδώ και στο εξής, μια τυχαία κατάσταση συμβολίζεται με περισπωμένη). Ο πωλητής, με τη σειρά του, εντοπίζει την ποσότητα που ανακλήθηκε και προσπαθεί να βρει αγοραστές της τελευταίας στιγμής για την υπόλοιπη ποσότητα.

Υποθέτουμε ότι το κόστος των συναλλαγών στη σύμβαση και στη τρέχουσα αγορά είναι πολύ χαμηλό σε σχέση με την εμπορική αξία, δηλαδή θεωρείται μηδενικό, αφού η αναζήτηση και οι πληροφορίες κόστους τείνουν να μειώνονται απότομα σε περιβάλλοντα ηλεκτρονικών αγορών. Ωστόσο, σε γενικές γραμμές, για τις κερδοφόρες *business-to-business* (B2B⁶) συναλλαγές που παίζουν το ρόλο του διαμεσολαβητή, ζητείται είτε ένα σταθερό τέλος εγγραφής, ή τέλη συνδιαλλακτικής φύσης. Από την άλλη μεριά, στα ιδιωτικά δίκτυα, τα οποία τείνουν να αντικαταστήσουν ή να συμπληρώσουν τις δημόσιες συνδιαλλαγές, το ανά συναλλαγή τέλος είναι πραγματικά χαμηλό. Επιπροσθέτως οι συμμετέχοντες στην αγορά υφίστανται προσωπικά καθοριζόμενα επενδυτικά τέλη, π.χ. την προσαρμογή του εσωτερικού συστήματος ενδοεπιχειρησιακού σχεδιασμού (Enterprise Resource Planning(ERP)) στην ήδη χρησιμοποιούμενη πλατφόρμα. Αυτά θεωρούνται πάγια κόστη και δεν λαμβάνονται υπόψιν. Κατά συνέπεια η παραδοχή μας είναι σαφώς λογική, αλλά αφήνει περιθώριο για βελτιστοποίηση στο μέλλον. Τα συμβόλαια υποτίθεται πως είναι για φυσική παράδοση και έτσι η παρουσία παρατηρητών δεν ενσωματώνεται στο μοντέλο μας, πράγμα που αποτελεί καλή παραδοχή στο βιομηχανικό περιβάλλον [15].

⁶Οι ανταλλαγές, ή οι αγορές μεταξύ επιχειρήσεων (*Business-to-Business*) προσφέρουν μεγάλη ευκαιρία για αυτοματοποίηση των συνεργατικών επιχειρηματικών διαδικασιών με πελάτες και προμηθευτές, για τη δημιουργία εσωτερικής αποτελεσματικότητας και για την επίτευξη νέων αγορών με ελάχιστο κόστος. Οι B2B ανταλλαγές είναι ηλεκτρονικές αγορές, στις οποίες οι επιχειρήσεις αγοράζουν (ή πωλούν) αγαθά και υπηρεσίες από άλλες επιχειρήσεις.

3.2 Η Βέλτιστη Ποσότητα Κράτησης

Υποθέτουμε ότι η τυχαία θέση του αγοραστή που εκφράζει την επιθυμία να πληρώσει (**willingness-to-pay (WTP)**) δίνεται από τη συνάρτηση:

$$\tilde{U}(D, \omega) \equiv a D^a \tilde{\Phi}(\omega), \quad a > 0, \quad a \in (0,1) \quad (3.1)$$

Στη σχέση (3.1) με $\tilde{\Phi}$ συμβολίζουμε τη τυχαία θέση της WTP του αγοραστή, η οποία θεωρούμε ότι είναι αύξουσα ως προς τη μεταβλητή ω , όπου ω συμβολίζουμε τη παρούσα κατάσταση της οικονομίας. Η συνάρτηση (3.1) είναι γνησίως αύξουσα και κοίλως προς τη ποσότητα. Η τυχαία θέση $\tilde{\Phi}$ επειδή εμπεριέχει την παράμετρο WTP του αγοραστή, θεωρούμε ότι αυξάνεται με τη κατάσταση της παγκόσμιας οικονομίας ω , δηλαδή αντιπροσωπεύει την κατάσταση της οικονομίας. Έστω $f(\omega)$, η συνάρτηση κατανομής των οικονομιών του κόσμου, που δεν προσδιορίζεται καθόλου περαιτέρω. Η τιμή αγοράς δίνεται από τη σχέση $\tilde{P}^S = p\tilde{\Phi}$, η οποία είναι θετικά συσχετισμένη με τη *willingness-to-pay* (WTP) του αγοραστή. Η τελευταία υπόθεση, αν και είναι περιοριστική, εντούτοις αποτελεί μία καλή βάση για την περαιτέρω ανάλυσή μας.

Έστω ότι η έμμεση χρησιμότητα (*indirect utility*) του αγοραστή, δίνεται από τον τύπο:

$$\tilde{V}(\tilde{q}^e, \tilde{q}^S, \tilde{P}^S, Q) = \tilde{U}(\tilde{q}^e + \tilde{q}^S) - rQ - e\tilde{q}^e - \tilde{P}^S\tilde{q}^S, \quad (3.2)$$

όπου \tilde{q}^e είναι η ποσότητα των συμβολαίων δικαιωμάτων προαίρεσης που ασκούνται τη δεύτερη περίοδο, \tilde{q}^S είναι ο αριθμός των μεριδίων που αγοράστηκαν στη τιμή της αγοράς, Q είναι η ποσότητα δικαιωμάτων και (r, e) οι καθορισμένες τιμές που συμφωνήθηκαν στη πρώτη περίοδο, διατιμήσεις δικαιωμάτων (r η προμήθεια κράτησης και e η προμήθεια εκτέλεσης).

Πρώτα θα πρέπει να προσδιορίσουμε τη βέλτιστη τιμή αγοράς του συμβολαίου και τη θέση κατανάλωσης, πάνω στην οποία θα καθορίσουμε τη βέλτιστη ποσότητα κράτησης. Σε αυτό το σημείο, θεωρούμε το κάτωθι σχήμα βελτιστοποίησης:

$$\max(\tilde{q}^e, \tilde{q}^S) \tilde{V}(\tilde{q}^e, \tilde{q}^S, \tilde{P}^S, Q) \quad \text{έτσι ώστε} \quad \tilde{q}^S \geq 0, \quad Q \geq \tilde{q}^e \geq 0 \quad (3.3)$$

Το πρόβλημα του αγοραστή επιλύεται με τη βοήθεια του παρακάτω λήμματος:

Λήμμα 3.1. Για την στρατηγική εκτέλεσης του αγοραστή στη τιμή αγοράς (spot-market), έχουμε τις παρακάτω δύο περιπτώσεις:

α) Πλήρης Εκτέλεση Συμβολαίων (Δικαιωμάτων Προαίρεσης). Το περιθώριο WTP \tilde{U}_1 στη δεσμευμένη ποσότητα Q , είναι τουλάχιστον τόσο μεγάλο, όσο η προμήθεια εκτέλεσης e όπου η τιμή αγοράς \tilde{P}^S ισούται με τη προμήθεια εκτέλεσης, δηλαδή

$$U_1(Q, \Phi^{-1}(e/p)) \geq e,$$

όπου ο δείκτης 1 το παράγωγο προϊόν ως προς τη πρώτη μεταβλητή (ποσότητα) Q .

β) Μερική Εκτέλεση Συμβολαίων (Δικαιωμάτων Προαίρεσης). Για το περιθώριο WTP \tilde{U}_1 με μερική εκτέλεση των συμβολαίων ισχύει:

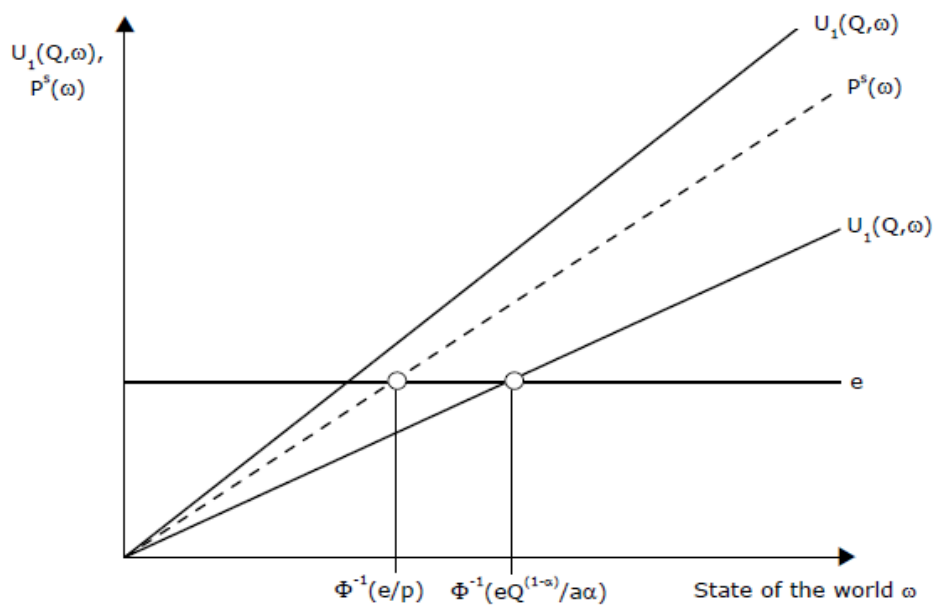
$$U_1(Q, \Phi^{-1}(e/p)) < e$$

Απόδειξη: Η επίλυση του σχήματος βελτιστοποίησης (3.3), μας δίνει τις ποσότητες όσον αφορά τα συμβόλαια και τη θέση κατανάλωσης (βλέπετε Πίνακα 3.1). Στον Πίνακα 3.1 έχουμε $D^s \equiv U_1^{-1}$, ως το αντίστροφο του περιθωρίου WTP, το οποίο μπορεί να θεωρηθεί ως η συνήθης συνάρτηση ζήτησης.

Πίνακας 3. 1 Βέλτιστη προθεσμιακή κατανάλωση και κατανάλωση τρέχουσας αγοράς συναρτήσει της παγκόσμιας κατάστασης.

\tilde{q}^{e*}	\tilde{q}^{s*}	Range
0	$\tilde{D}^s(\tilde{P}^S)$	$\tilde{P}^S < e$
$\tilde{D}^s(e)$	0	$\tilde{P}^S \geq e \geq \tilde{U}_1(Q)$
Q	$\tilde{D}^s(\tilde{P}^S) - Q$	$\tilde{U}_1(Q) > \tilde{P}^S \geq e$
Q	0	$\tilde{P}^S > \tilde{U}_1(Q) \geq e$

Το παρακάτω διάγραμμα του σχήματος 15 απεικονίζει τις δύο περιπτώσεις, όταν η τιμή της αγοράς και η WTP είναι απόλυτα συσχετισμένες.



Σχήμα 7

Διάγραμμα 3.1. Στη πλήρη εκτέλεση των συμβολαίων έχουμε $U_1(Q, \Phi^{-1}(e/p)) \geq e$, η οποία συμβαίνει όταν η οριακή WTP καμπύλη βρίσκεται πάνω από τη καμπύλη της τρέχουσας τιμής για όλα τα κράτη του κόσμου.

3.2.1. Πλήρης εκτέλεση των συμβολαίων

Για να ισχύει η περίπτωση της πλήρης εκτέλεσης των συμβολαίων, θα πρέπει να ισχύει (βλ. Λήμμα 3.1).

$$U_1(Q, \Phi^{-1}(e/p)) < e \Leftrightarrow Q \leq \left(\frac{a \cdot \alpha}{p}\right)^{\frac{1}{1-a}}, \quad (3.4)$$

Αναφέρουμε ότι το Q στη σχέση (3.4), όπου Q το πλήθος των συμβολαίων, δεν εξαρτάται από την προμήθεια εκτέλεσης e .

Η τρέχουσα και προθεσμιακή κατανάλωση δίνονται από το ακόλουθο λήμμα.

Λήμμα 3.2. Η βέλτιστη τρέχουσα και προθεσμιακή κατανάλωση δίνεται από το Πίνακα 3.2.

Απόδειξη. Εφαρμόζουμε τα αποτελέσματα του Πίνακα 3.1 στην υπόθεση της πλήρους εκτέλεσης. Παραγωγίζουμε τη σχέση (3.4) ως προς Q , ώστε να πάρουμε τη πρώτη τάξης παράγωγο, της εν λόγω συνάρτησης. Κάνοντας τους απαραίτητους

υπολογισμούς στην έκφραση που προκύπτει, οδηγούμαστε στο ζητούμενο του θεωρήματος.

Πίνακας 3. 2 Βέλτιστη σύμβαση και τρέχουσα τιμή της αγοράς με όλες τις περιπτώσεις εκτέλεσης

\tilde{q}^{e*}	\tilde{q}^{e*}	Range
0	$\left(\frac{a \cdot \alpha}{p}\right)^{\frac{1}{1-a}}$	$e > \tilde{P}^S$
Q	$\left(\frac{\alpha \cdot a}{p}\right)^{\frac{a}{1-a}} - Q$	$\tilde{U}_1(Q) > \tilde{P}^S \geq e$

Είναι αξιοσημείωτο ότι το άθροισμα της κατανάλωσης σύμβασης και αγοράς είναι μία σταθερά για όλα τα ω , ακόμη και αν η χρησιμότητα εξαρτάται από τη κατάσταση της μεταβλητής ω . Χαρακτηριστικά, ο αγοραστής εκτελεί ή όλη τη προσυμφωνημένη ποσότητα Q των συμβολαίων ή κανένα από αυτά, και γι'αυτό πήραν και την ονομασία "συμβόλαια απόλυτης εκτέλεσης". Σημειώνουμε εδώ, ότι ο αγοραστής αγοράζει πάντα πρόσθετη ποσότητα από την τρέχουσα αγορά.

Η αναμενόμενη χρησιμότητα \bar{V} είναι γραμμική ως προς Q και δίνεται από την εξίσωση:

$$\bar{V}(Q; e, r) = Q \left[\varepsilon \left[(\tilde{P}^S - e)^+ \right] - r \right] + \bar{\Phi} \left(\frac{\alpha \cdot a}{p} \right)^{\frac{a}{1-a}} [p/\alpha - 1] \quad (3.5)$$

Από τη τελευταία, έπεται η πολιτική κράτησης που σχετίζεται με τη λύση του ακόλουθου προβλήματος βελτιστοποίησης:

$$\max_Q \bar{V}(Q, e, r), \quad \text{όπου} \quad \left(\frac{\alpha \cdot a}{p} \right)^{\frac{1}{1-a}} \geq Q \geq 0 \quad (3.6)$$

Διατυπώνουμε το ακόλουθο θεώρημα το οποίο προκύπτει άμεσα από τη σχέση (3.5).

Θεώρημα 3.1. Η βέλτιστη πολιτική κράτησης για τον αγοραστή στην περίπτωση πλήρους εκτέλεσης δίνεται από:

$$Q^* = \begin{cases} 0 & , \quad \text{αν } r > \varepsilon [(\tilde{P}^s - e)^+] \\ \left(\frac{a \cdot \alpha}{p}\right)^{\frac{1}{1-\alpha}} & , \quad \text{αν } r \leq \varepsilon [(\tilde{P}^s - e)^+] \end{cases} \quad (3.7)$$

Είναι ενδιαφέρον να επισημάνουμε ότι η βέλτιστη ποσότητα κράτησης Q^* είναι σταθερή, δηλαδή ανεξάρτητη από τα (e, r) εφόσον η προμήθεια κράτησης είναι $r \leq \varepsilon [(\tilde{P}^s - \tilde{e}^*)^+]$. Αυτό υποδηλώνει, ότι ο πωλητής θα θέσει το ποσό κράτησης σε ένα συγκεκριμένο επίπεδο, για να αποσπάσει ένα κέρδος από τον αγοραστή, ως αντάλλαγμα για την ασφάλιση εναντίον αυτών των κρατών, που η τρέχουσα τιμή ξεπερνά τη τιμή εκτέλεσης. Επιπρόσθετα, όπως μπορεί να φανεί από τη (2.7), το $Q^* > 0$ έχει οριστεί έτσι ώστε το περιθώριο willingness-to-pay (WTP) για τη βέλτιστη ποσότητα να ισούται ακριβώς με τη τιμή αγοράς για όλα τα ω , δηλ. $\tilde{U}_1(Q^*) \equiv \tilde{P}^s$. Ερμηνεύοντας το διάγραμμα του σχήματος 15, συμπεραίνουμε ότι η περιοχή όπου τα συμβόλαια πλήρους εκτέλεσης εμφανίζουν μία πτώση στη καμπύλη \tilde{P}^s , είναι η περιοχή τα συμβόλαια είναι μερικώς εκτελέσιμα, κάτι που θα δούμε υπο ενότητα που ακολουθεί.

3.2.2. Μερική εκτέλεση των συμβολαίων

Στη περίπτωση της μερικής εκτέλεσης των συμβολαίων, θα πρέπει να ισχύει (βλ. Λήμμα 3.1)

$$U_1(Q, \Phi^{-1}(e/p)) < e \Leftrightarrow Q > \left(\frac{a \cdot \alpha}{p}\right)^{\frac{1}{1-\alpha}} \quad (3.8)$$

Ο αγοραστής καταναλώνει από τη τρέχουσα αγορά και από τη σύμβαση στη δεύτερη περίοδο, όπως παρουσιάζεται στο ακόλουθο λήμμα [15].

Λήμμα 3.3. Όταν παρουσιάζεται η εκτέλεση των επιμέρους επιλογών, η βέλτιστη τιμή και η προθεσμιακή κατανάλωση δίνεται από το Πίνακα 3.3.

Πίνακας 3. 3 Η βέλτιστη τρέχουσα τιμή και η προθεσμιακή κατανάλωση με μερική εκτέλεση δικαιωμάτων.

\tilde{q}^{e*}	\tilde{q}^{s*}	<i>Range</i>
0	$\left(\frac{a \cdot \alpha}{p}\right)^{\frac{1}{1-a}}$	$e > \tilde{P}^S$
$\left(\frac{a \cdot \alpha \cdot \bar{\Phi}}{e}\right)^{\frac{1}{1-a}}$	0	$\tilde{P}^S \geq e \geq \tilde{U}_1(Q)$
Q	0	$\tilde{U}_1(Q) > \tilde{P}^S \geq e$

Αρχικά να επισημάνουμε, ότι για ορισμένα κράτη του κόσμου, ο αγοραστής εκτελεί τα συμβόλαιά του μόνο μερικώς, από όπου προέρχεται και η ονομασία «μερική εκτέλεση συμβολαίων». Επιπρόσθετα, η αντίστοιχη ποσότητα είναι σταθερή, ενώ η ποσότητα που αγοράζεται στη τρέχουσα αγορά, δεν είναι.

Η αναμενόμενη χρησιμότητά (*utility*) του αγοραστή μπορεί να αναπαρασταθεί με τη σχέση που ακολουθεί:

$$\begin{aligned} \bar{V} = -rQ + \int_0^{\Phi^{-1}(e/p)} [\tilde{U}(\tilde{D}^S(\tilde{P}^S)) - \tilde{P}^S \tilde{D}^S(\tilde{P}^S)] dF \\ + \int_{\Phi^{-1}(e/p)}^{\infty} [\tilde{U}(\min[\tilde{D}^S(e), Q]) - e \times \min[\tilde{D}^S(e), Q]] dF \end{aligned} \quad (3.9)$$

Ο βέλτιστος αριθμός των συμβολαίων Q^* δίνεται στο παρακάτω θεώρημα, σαν απόρρεια της λύσης του παρακάτω σχήματος μεγιστοποίησης

$$\max_Q \bar{V}(Q, e, r), \quad \text{όπου } Q \geq \left(\frac{\alpha \cdot a}{p}\right)^{\frac{1}{1-a}} \quad (3.10)$$

Θεώρημα 3.2. Ο βέλτιστος αριθμός των συμβολαίων $Q^*(e, r)$ που ο αγοραστής πρέπει να αγοράσει δίνεται από το παρακάτω σύστημα:

$$\begin{aligned}\bar{U}_1(Q^*(e, r)) &= r + \varepsilon \left[\min[\bar{U}_1(Q^*(e, r)), e] \right] \\ \varepsilon \left[(\bar{U}_1(Q^*(e, r)) - e)^+ \right] &= r\end{aligned}\tag{3.11}$$

3.2.3. Σύνοψη για το πρόβλημα του αγοραστή

Στην υποενότητα αυτή θα συνθέσουμε τα αποτελέσματα που απορρέουν από τις δύο περιπτώσεις που αναλύσαμε παραπάνω. Στη περίπτωση της πλήρους εκτέλεσης, υπάρχει μία αυστηρώς θετική ποσότητα κράτησης Q^* , η οποία είναι ανεξάρτητη από το (e, r) , με την προϋπόθεση ότι $r = \varepsilon \left[(\bar{P}^S - e)^+ \right]$. Στην άλλη περίπτωση που τα συμβόλαια μπορούν να εκτελεστούν μερικώς, το Q^* εξαρτάται από το e και το r όπως φαίνεται και από τη σχέση (3.11). Ως εκ τούτου, λαμβάνουμε το ακόλουθο πορίσμα των θεωρημάτων 3.1 και 3.2, που σχετίζονται με τη βέλτιστη πολιτική κρατήσεων ως συνάρτηση των αντίστοιχων τελών (e, r) .

Έστω ότι συμβολίζουμε με $Q^{*partial}$ τη λύση του συστήματος (3.11). Δίνουμε το ακόλουθο πόρισμα:

Πόρισμα 3.1. Η βέλτιστη πολιτική κράτησης του αγοραστή είναι:

$$Q^*(e, r) = \begin{cases} 0 & , \text{ αν } r > \varepsilon \left[(\bar{P}^S - e)^+ \right] \\ \left(\frac{a \cdot \alpha}{p} \right)^{\frac{1}{1-a}} & , \text{ αν } r = \varepsilon \left[(\bar{P}^S - e)^+ \right] \\ Q^{*partial} & , \text{ αν } r < \varepsilon \left[(\bar{P}^S - e)^+ \right] \end{cases}\tag{3.12}$$

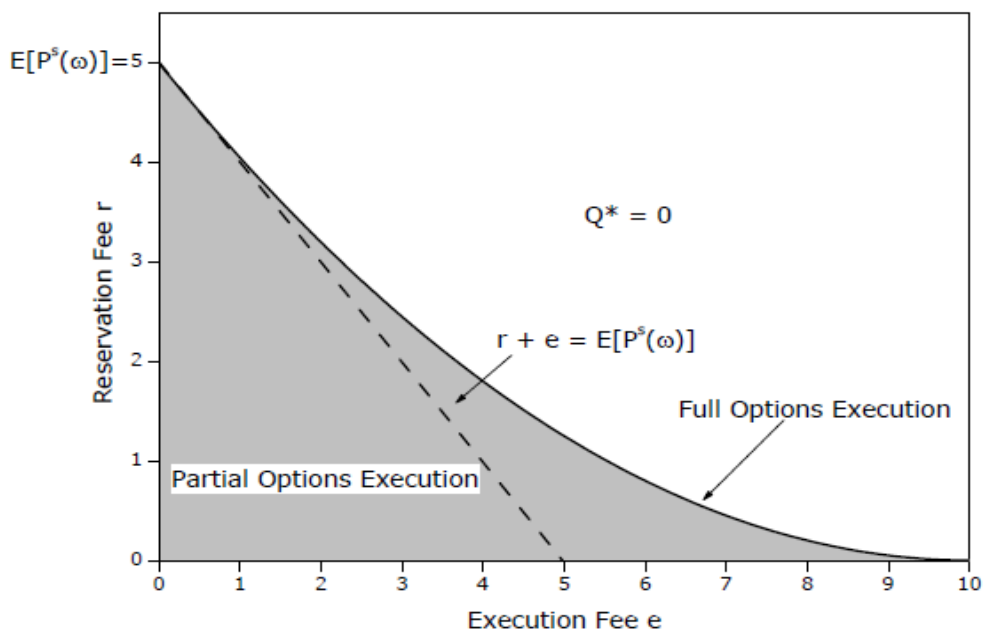
Απόδειξη. Ας σημειώσουμε αρχικά ότι $\frac{\partial Q^*}{\partial r} < 0$. Ως συνέπεια, οι πρώτες δύο γραμμές της σχέσης (3.12) αναφέρονται στη περίπτωση της ολικής εκτέλεσης και για αυτό, θα ακολουθήσουμε το Θεώρημα 3.1. Μετά τοποθετούμε το κάτω όριο,

για τη δημιουργία του εύρους της προμήθειας κράτησης, όπου η μερική εκτέλεση εμφανίζεται.

Είναι αξιοσημείωτο, ότι ο αγοραστής διατηρεί μία μεγαλύτερη ποσότητα από τις συμβάσεις, από ότι αργότερα μπορεί να ρευστοποιήσει, κάθε φορά που η αμοιβή κράτησης είναι μικρότερη από $\mathbb{E}[(\tilde{P}^S - e)^+]$. Η περιοριστική καμπύλη όπου λαμβάνει χώρα η περίπτωση της ολικής εκτέλεσης των συμβολαίων,

δηλ $r = \mathbb{E}[(\tilde{P}^S - e)^+]$, αποτυπώνεται στο Διάγραμμα 3.2.

Για κάθε συνδυασμό των (r,e) κάτω από τη καμπύλη, είναι οι συμβάσεις του αγοραστή πέρα από τη πραγματική του ανάγκη, ενώ πάνω από τη καμπύλη προτιμά να μην αγοράσει κανένα συμβόλαιο.



Σχήμα 8

Διάγραμμα 3.2. Η βέλτιστη πολιτική κράτησης του αγοραστή στο διάστημα (r,e) επεξηγείται στο Πόρισμα 3.1. Πάνω από τη καμπύλη, δηλαδή για $r > \mathbb{E}[(\tilde{P}^S - e)^+]$, δεν αγοράζει καθόλου συμβόλαια. Η διακεκομμένη γραμμή υποδεικνύει τη κατάσταση $r+e=\tilde{P}^S$ [15].

3.3 Η Βέλτιστη Διατίμηση των Συμβολαίων

Έχοντας αρχικά καθορίσει την κατανάλωση και την κράτηση των αποφάσεων του αγοραστή, \tilde{q}^{e*} , \tilde{q}^{s*} και $Q^*(e, r)$, μπορούμε τώρα να προχωρήσουμε στη παρουσίαση του αναμενόμενου κέρδους του προμηθευτή ως

$$\bar{\Pi}(r, e; \tilde{b}^c, \tilde{b}^s, Q^*) = \varepsilon \left[rQ^* + \tilde{q}^{e*}(e - \tilde{b}^c) + \tilde{m}(\tilde{p}^s) \times (K - \tilde{q}^{e*})(\tilde{p}^s - \tilde{b}^s)^+ - \tilde{\beta}K \right] \quad (3.13)$$

όπου οι δύο πρώτοι όροι αντιπροσωπεύουν το κέρδος που παράγεται μέσα από τις συμβάσεις. Το οριακό κόστος \tilde{b} θεωρείται σταθερό, και αυξάνεται στο ω . Επιπρόσθετα, γίνεται διάκριση μεταξύ του οριακού κόστους που συνδέεται με τη κατανομή των συμβάσεων \tilde{b}^c , και εκείνων που συνδέονται με πολύ βραχυπρόθεσμη κατανομή, \tilde{b}^s . Προφανώς, λόγω της βελτίωσης του σχεδιασμού των πόρων στην πρώτη περίπτωση, έχουμε $\tilde{b}^c < \tilde{b}^s$ για όλα τα κράτη του κόσμου. Στην πραγματικότητα, θα περίμενε κανείς κάποια σχέση μεταξύ των τρέχουσων τιμών και του συνόλου του οριακού κόστους παραγωγής των προμηθευτών σε μία συγκεκριμένη υποαγορά π.χ. η υποαγορά προσφέρει σύμβαση στον αγοραστή, όπως διαμορφώθηκε στην εργασία μας. Η σημαντική έννοια εδώ είναι ότι η προσφορά της σύμβασης προϋποθέτει ότι οι προμηθευτές έχουν περάσει από αυστηρή διαλογή και κριτήρια αξιολόγησης για να γίνουν εν δυνάμει προμηθευτές συμβολαίων. Τέτοια προεπιλογή προμηθευτών συμβάσεων, είναι συνήθης, στη βιβλιογραφία της διαχείρισης προσφοράς. Το σκεπτικό για αυτό είναι η λειτουργική ενότητα (ποιότητα, ολοκλήρωση της διαδικασίας, συνεργασία για το σχεδιασμό της παραγωγής και πρόβλεψης, κτλ.), καθώς και οι πιστωτικοί έλεγχοι, η τυποποίηση των διαδικασιών διακανονισμού και ούτω καθεξής. Αυτές οι πτυχές των σχέσεων στη σύμβαση δεν διαμορφώνονται σε αυτό την εργασία. Συγκεκριμένα υποθέτουμε ένα προκαθορισμένο σύνολο των επιλέξιμων προμηθευτών. Στη περίπτωση μας ένας προμηθευτής που έχει περάσει από τη διαδικασία προ-ελέγχου. Αυτοί και μόνο έχουν το δικαίωμα να ανταγωνίζονται για τη ζήτηση των αγοραστών στην αγορά συμβολαίων. Αυτή είναι η κατάλληλη προσέγγιση για την μοντελοποίηση, δεδομένου ότι το ενδιαφέρον μας είναι σχετικό με την αλληλεπίδραση της μακροπρόθεσμης και βραχυπρόθεσμης αγοράς συμβάσεων. Αλλά αυτός ο εξωγενής προσδιορισμός του συνόλου των προμηθευτών, δε κρύβει το γεγονός ότι θα υπήρχε κάποια σχέση μεταξύ των προμηθευτών που επελέγησαν από τον αγοραστή για να ανταγωνιστεί στην αγορά συμβολαίων και το ευρύτερο πλαίσιο αντιπροσωπευτικών προμηθευτών οι οποίοι μαζί καθορίζουν την τρέχουσα τιμή. Για παράδειγμα, αν ο αγοραστής έχει τέλειες δυνατότητες διαχείρισης προμήθειας και επαρκή ποσότητα, κάποια στιγμή, πιθανότατα θα προσελκύσει ένα σύνολο προμηθευτών συμβολαίων

που θα έχει ανώτερη απόδοση κόστους και ποιότητας σε σχέση με την ευρύτερη αγορά (όπως αντικατοπτρίζεται σε συνθήκες της τρέχουσας αγοράς).

Ο τρίτος όρος αναπαριστά το κέρδος που απορρέει από τις πωλήσεις στην τρέχουσα αγορά με τον συντελεστή κινδύνου $\tilde{m} \in (0, 1]$, όπου $\tilde{m} = 1$ υποδηλώνει μηδενικό ρίσκο εύρεσης ενός αγοραστή της τελευταίας στιγμής, ενώ ένα πολύ μικρό m υποδηλώνει υψηλό ρίσκο.

Μπορεί να μας προκαλεί έκπληξη ότι η τρέχουσα αγορά προσφέρει από την μια απεριόριστη προμήθεια και από την άλλη τον κίνδυνο ο προμηθευτής να μην μπορεί να βρει έναν αγοραστή της τελευταίας στιγμής. Στην συνέχεια παραθέτουμε ένα παράδειγμα για να γίνει πιο κατανοητό αυτό: Ένας αγοραστής στην τουριστική βιομηχανία μπορεί να αγοράσει δικαιώματα σε ένα συγκρότημα δωματίων σε μια πόλη διεξαγωγής συνεδρίων όπως το Las Vegas. Ο αγοραστής μπορεί φυσικά να περιμένει μέχρι την τελευταία στιγμή για να εκπληρώσει τις υποχρεώσεις στέγασης που ο αγοραστής έχει ως προς τους πελάτες του (άνθρωποι στους οποίους έχει πουλήσει ξεναγήσεις στο Las Vegas). Αλλά η συμβολαϊκή αγορά σε αυτό τον τομέα είναι η βασικά ασκούμενη πρακτική επειδή οι ξενοδοχειακοί διαχειριστές αρέσκονται στο να έχουν το εξασφαλισμένο ποσοστό της πληρότητάς τους πάνω από το 60% και το πετυχαίνουν αυτό πουλώντας συγκροτήματα στέγασης σε μεγάλους διαχειριστές. Από την άλλη ένας ξενοδοχειακός διαχειριστής (ένας εκ των προμηθευτών στο παράδειγμα μας) μπορεί είτε να πουλήσει στην αγορά συμβολαίων σε διαχειριστές ή να περιμένει μέχρι την τελευταία στιγμή για να βρει (πιθανότατα σε υψηλότερη τιμή) κάποιους αγοραστές (είτε διαχειριστές με αγορές της τελευταίας στιγμής, ή πωλήσεις της τελευταίας στιγμής σε ιδιώτες). Υπάρχει μια πιθανότητα/κίνδυνος ότι ο προμηθευτής/ξενοδοχειακός διαχειριστής δεν θα βρει κανένα αγοραστή για τα δωμάτια του παρότι υπάρχουν πολλοί διατεθειμένοι στην αγορά. Ο λόγος για αυτό είναι η έλλειψη απολύτως προσβάσιμου οίκου διεκπεραιώσεων για την επιπλέον προμήθεια και ζήτηση που συναλλάσσονται στην τρέχουσα αγορά. Στην αγορά των συνεδριακών και ξενοδοχειακών χώρων, διαδικτυακοί χώροι εύρεσης χώρων έχουν αρχίσει να αλλάζουν κάπως αυτή την εικόνα, μειώνοντας τον κίνδυνο \tilde{m} στο μοντέλο μας. Παρόμοια επιχειρήματα υφίστανται και σε άλλους βιομηχανικούς τομείς.

Εφόσον διαφορετικές βέλτιστες ποσότητες κρατήσεων αποκτήθηκαν εξαρτώμενες από τον αν ο αγοραστής τις διεκπεραίωσε πλήρως ή μερικώς, αυτές οι περιπτώσεις πρέπει να διαφοροποιηθούν ξανά κατά τον καθορισμό της βέλτιστης διατίμησης.

3.3.1. Ολική εκτέλεση συμβολαίων

Το κέρδος του πωλητή στην περίπτωση αυτή μπορεί να παρασταθεί ως:

$$\begin{aligned} \bar{\Pi} = Q^* & \left(r + \int_{\Phi^{-1}(e/p)}^{\infty} [e - \tilde{b}^c - \tilde{m}(\tilde{P}^S - \tilde{b}^S)^+] dF \right) \\ & + K \int_0^{\infty} [\tilde{m}(\tilde{P}^S - \tilde{b}^S)^+ - \tilde{\beta}] K dF \end{aligned} \quad (3.14)$$

η οποία σχέση, χρησιμοποιώντας την (3.7), μπορεί να εξαρτάται αποκλειστικά από την αμοιβή εκτέλεσης e :

$$\bar{\Pi} = Q^* \left(\int_{\Phi^{-1}(e/p)}^{\infty} [\tilde{P}^S - \tilde{b}^c - \tilde{m}(\tilde{P}^S - \tilde{b}^S)^+] dF \right) + K \left(\mathcal{E} [\tilde{m}(\tilde{P}^S - \tilde{b}^S)^+ - \tilde{\beta}] \right) \quad (3.15)$$

Υπενθυμίζουμε ότι το Q^* , όσο συμβαίνει η πλήρης εκτέλεση των συμβολαίων, δεν εξαρτάται ούτε από το r ούτε από το e . Αυτό οδηγεί στη στρατηγική για τον πωλητή που απεικονίζεται στο ακόλουθο θεώρημα.

Θεώρημα 3. Η βέλτιστη τιμολόγηση (e^*, r^*) για το πωλητή στη περίπτωση της πλήρους εκτέλεσης των συμβολαίων δίνεται από τους παρακάτω τύπους:

$$e^* = b^c(\Phi^{-1}(e^*/p)) \quad (3.16)$$

$$r^* = \mathcal{E} [(\tilde{P}^S - e^*)^+] \quad (3.17)$$

Απόδειξη. Για e^* , διαφοροποιούμε τη (3.15) όσον αφορά το e , για σταθερό Q , έτσι ώστε να πάρει τη πρώτη περίπτωση:

$$e - b^c(\Phi^{-1}(e/p)) - m(\Phi^{-1}(e/p))(P^S(\Phi^{-1}(e/p)))^+ = 0 \quad (3.18)$$

Είμαστε υποχρεωμένοι να διακρίνουμε τις δύο περιπτώσεις.

$$(1) \quad e \leq b^s(\Phi^{-1}(e^*/p)) \implies e^* = b^c(\Phi^{-1}(e^*/p))$$

$$(2) \quad e > b^s(\Phi^{-1}(e^*/p)) \stackrel{(3.18)}{\implies} e(1-m) - b^c m b^s \geq (1-m)(e - b^s) > 0$$

$$\text{αν } m < 1 \implies \text{Άτοπο}$$

$$\text{αν } m = 1 \implies -b^c + b^s \geq 0.$$

Σε περίπτωση ισότητας, έχουμε την ίδια λύση με την (1), αλλιώς Άτοπο.

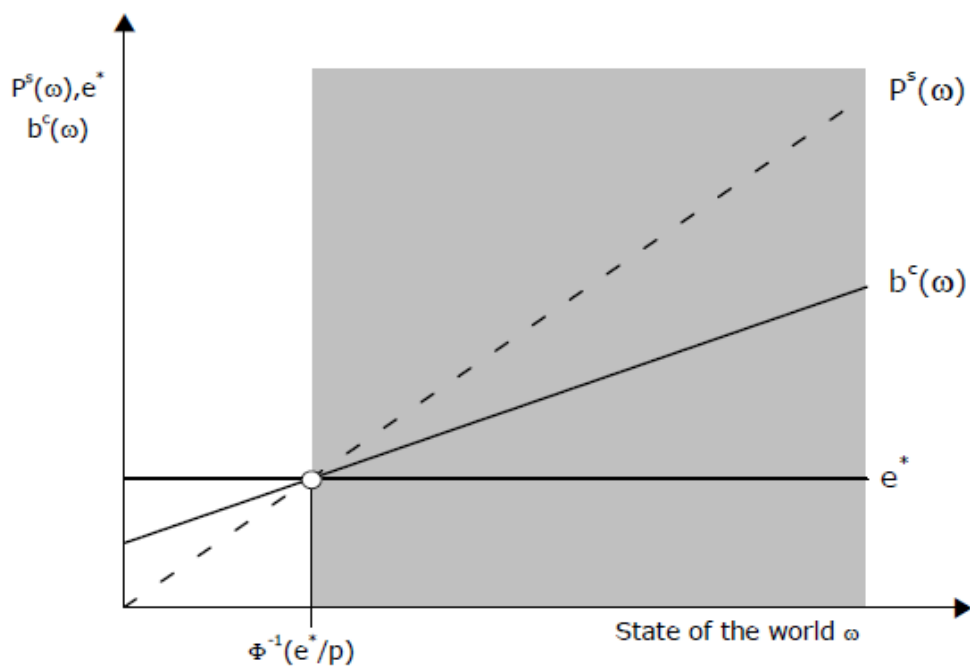
Για το r : Αφού ξέρουμε από το Θεώρημα 3.1 ότι το Q^* δεν εξαρτάται από τα (e, r) , όσο $r = \varepsilon [(\tilde{P}^S - e^*)^+]$, ο πωλητής μεγιστοποιεί το κέρδος του ορίζοντας ως $r^* = \varepsilon [(\tilde{P}^S - e^*)^+]$. Το κέρδος που έρχεται έτσι είναι μεγαλύτερο από όταν ορίζουμε $r > \varepsilon [(\tilde{P}^S - e^*)^+]$ αποδίδοντας μηδενικές σε ποσότητα συμβάσεις, αφού, αν συμβολίσουμε τη διαφορά μεταξύ της πρώτης και της τελευταίας με $\Delta \bar{\Pi}$, θα έχουμε

$$\Delta \bar{\Pi} = Q \left(\int_{\Phi^{-1}(e/p)}^{\infty} [\tilde{P}^S - \tilde{b}^c - \tilde{m}(\tilde{P}^S - \tilde{b}^S)^+] dF \geq 0 \right) \quad (3.19)$$

Έτσι το e^* είναι ίσο με το οριακό κόστος b^c με την παγκόσμια κατάσταση, όπως αλληλεπιδρά με την τρέχουσα αγορά. Εφόσον το b^c αυξάνει με το ω , το e^* είναι κάτω από το οριακό κόστος για κάποιες περιοχές του κόσμου. Πράγματι, καθώς η εκτέλεση των δικαιωμάτων συμβαίνει μόνο στην περίπτωση που $P^S > e$ (βλ. Πίνακα 3.2), ο πωλητής ουσιαστικά καθορίζει το τέλος εκτέλεσης στην κατώτερη δυνατή τιμή. Στο διάγραμμα του σχήματος 17 μπορούμε να δούμε μία απεικόνιση αυτής της σχέσης.

Φυσικά ο πωλητής αναζητά αποζημίωση για την πιθανή αυτή απώλεια μέσω του κατάλληλου τέλους κράτησης r . Αυτό επιτυγχάνεται θέτοντας $r = \varepsilon [P^S - e^*]$. Αξιοσημείωτο είναι το γεγονός πως ο πωλητής είναι απόλυτα ασφαλισμένος έναντι

του κινδύνου της τρέχουσας τιμής, λαμβάνοντας υπόψιν την πώληση του δικαιώματος: εάν η κατάσταση της οικονομίας είναι κακή, π.χ. μικρό ω , στη συνέχεια η τιμή της αγοράς θα είναι χαμηλότερη από το τέλος διεκπεραίωσης και ο αγοραστής δεν θα εκτελέσει κανένα δικαίωμα. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα ο πωλητής να κερδίζει τα τέλη κράτησης εκ των πραγμάτων. Εάν από την άλλη η οικονομία ανθεί και έτσι η τιμή της αγοράς είναι μεγαλύτερη από το τέλος εκτέλεσης, ο πωλητής αναπληρώνει την χαμένη ευκαιρία πώλησης στη τιμή της αγοράς μέσω του τέλους κράτησης.



Σχήμα 9

Διάγραμμα 3.3. Υπολογισμός της βέλτιστης αμοιβής εκτέλεσης στο σημείο που τέμνονται η τιμή \tilde{P}^S και το οριακό κόστος \tilde{b}^c . Η γκριζα περιοχή δείχνει τα κράτη του κόσμου, όπου ο αγοραστής εκτελεί τα συμβόλαιά του [15].

Με το Θεώρημα 3.3 το βέλτιστο κέρδος του πωλητή αναπαρίσταται ως εξής:

$$\bar{\Pi} = Q^* \varepsilon \left[\left((\tilde{P}^S - \tilde{b}^c)^+ \right) \right] + (K - Q^*) \varepsilon \left[\tilde{m} (\tilde{P}^S - \tilde{b}^s)^+ \right] - K\beta \quad (3.20)$$

Έτσι φαίνεται ότι η συμβολή των συμβολαίων δικαιωμάτων είναι μεγαλύτερη από αυτή που προκύπτει από την πώληση της εναπομένουσας ποσότητας στην τρέχουσα αγορά, πράγμα που οφείλεται στην διαφορά οριακού κόστους και τον κίνδυνο μη εύρεσης βραχυπρόθεσμων αγοραστών.

3.3.2. Εκτέλεση Μερικών Δικαιωμάτων

Ας θυμηθούμε από τα προηγούμενα ότι εκτός από την πλήρη εκτέλεση, μια άλλη εναλλακτική προκύπτει όταν ο αγοραστής προσυμφωνεί σε τόσο μεγάλη ποσότητα που για κάποια μέρη του κόσμου θα εκτελέσει μόνο μερικώς τα δικαιώματα. Θα καθορίσουμε τώρα την βέλτιστη διατίμηση του πωλητή (e^*, r^*) σε αυτή την περίπτωση.

Χρησιμοποιώντας τις σχέσεις (3.11) μπορούμε να υπολογίσουμε το αναμενόμενο κέρδος του πωλητή ως:

$$\begin{aligned} \bar{\Pi} = & \int_{\Phi^{-1}(e/p)}^{\Phi^{-1}(eQ^{(1-a)}/a \cdot a)} \tilde{D}^S(e) \left[e - \tilde{b}^c - \tilde{m}(\tilde{P}^S - \tilde{b}^S)^+ \right] d \\ & + Q \int_{\Phi^{-1}(eQ^{(1-a)}/a \cdot a)}^{\infty} \left[\bar{U}_1(Q) - \tilde{b}^c - \tilde{m}(\tilde{P}^S - \tilde{b}^S)^+ \right] dF \\ & - K \int_0^{\infty} \left[\tilde{m}(\tilde{P}^S - \tilde{b}^S)^+ - \tilde{\beta} \right] dF \end{aligned} \tag{3.21}$$

Αν το συγκρίνουμε με την προηγούμενη περίπτωση, τώρα έχουμε να αντιμετωπίσουμε μια πιο πολύπλοκη περίπτωση στην οποία η ποσότητα εξαρτάται από τον e , π.χ. $D^S(e)$.

Η συνθήκη πρώτης τάξης που είναι αποτέλεσμα της (3.21) δεν είναι αναλυτικά επιλύσιμη, ωστόσο, είμαστε σε θέση να καθορίσουμε που βρίσκεται το τέλος εκτέλεσης με αναφορά σε αυτό που υπολογίστηκε στην προηγούμενη περίπτωση.

Θεώρημα 4. Το βέλτιστο τέλος εκτέλεσης e^* εξαρτάται από την ύπαρξη δικαιωμάτων μερικής εκτέλεσης. Το τέλος εκτέλεσης σε αυτή την περίπτωση, είναι μεγαλύτερο, σε σύγκριση με τη περίπτωση που έχουμε μόνο δικαιώματα πλήρους εκτέλεσης. Επιπρόσθετα, γνωρίζουμε ότι τώρα ισχύει $e^* = e^*(Q^*)$.

Απόδειξη. Αν θέσουμε όπως έγινε στην πρώτη περίπτωση $e^* = B^c(\Phi - 1(e^*/p))$, καταλήγουμε με έναν απομένοντα όρο στην συνθήκη πρώτης τάξης που είναι μεγαλύτερη από το μηδέν αφού $D1(e) < 0$ και $bc > 0$. Επειδή το Π κοίλο προς το e (για σταθερό Q), όπως εύκολα διαπιστώνεται, προκύπτει το συμπέρασμα του θεωρήματος. Η εξάρτηση του βέλτιστου τέλους εκτέλεσης με το Q φαίνεται απευθείας από τη (3.21) μέσω του πάνω ορίου ενσωμάτωσης.

Το γεγονός πως το βέλτιστο τέλος εκτέλεσης είναι τώρα εξαρτημένο από την ποσότητα κράτησης του αγοραστή Q^* είναι μια ουσιαστική διαφορά με την προηγούμενη περίπτωση. Για να υπολογίσουμε το βέλτιστο τέλος κράτησης θα χρησιμοποιήσουμε τη (3.13). Σε αυτό το σημείο πρέπει να καθορίσουμε προσεκτικά τη συνθήκη πρώτης τάξης, επειδή το e^* είναι συνάρτηση του Q^* , το οποίο όπως ξέρουμε εξαρτάται από το r . Από τα παραπάνω συμπεραίνουμε το εξής θεώρημα:

Ορίζουμε με $e^r(Q)$ την ελαστικότητα της ζήτησης δικαιωμάτων, σε σχέση με το τέλος κράτησης r , δηλαδή

$$e^r(Q) = - \left(\frac{dq}{dr} \right) \times \left(\frac{r}{Q} \right)$$

Θεώρημα 3.5. Το βέλτιστο τέλος κράτησης r^* δίνεται από τις:

$$r^* = \frac{\int_{\Phi^{-1}(e^*Q^{(1-a)/a})}^{\infty} [\tilde{b}^c - e + \tilde{m}(\tilde{P}^S - \tilde{b}^S)^+] dF}{1 - \frac{e^* \cdot (1 - F(\Phi^{-1}(e^*Q^{(1-a)/a})))}{e^r(Q^*)}} \quad , \quad \text{αν } Q^* < K$$

$$r^* = \varepsilon \left[(\bar{U}_1(K) - e^{l^*})^+ \right] \quad , \quad \text{αν } Q^* \geq K$$

(3.22)

Απόδειξη. Από τη (3.13) παίρνουμε την παρακάτω εξίσωση για την συνθήκη πρώτης τάξης:

$$Q + \frac{dQ}{dr} \left[r + \int_{\Phi^{-1}(eQ^{(1-a)/a \cdot a})}^{\infty} \left[e_1(Q)Q + e - \tilde{b}^c - \tilde{m}(\tilde{p}^S - \tilde{b}^S)^+ \right] dF \right] = 0 \quad (3.23)$$

Αυτός ο τύπος ερμηνεύεται όπως και στην προηγούμενη περίπτωση, φυσικά ανάμεσα σε όμοιες γραμμές.

- Η περίπτωση $Q^* < K$

Μια και υπάρχουν κράτη του κόσμου όπου το οριακό κόστος είναι μεγαλύτερο από το βέλτιστο τέλος εκτέλεσης, ο πωλητής αναπληρώνει την πιθανή ζημιά από το τέλος κράτησης. Στη συνέχεια ο πωλητής υπολογίζει τον κίνδυνο απώλειας κέρδους δεσμεύοντας ένα απόθεμα στην αγορά συμβολαίων, το οποίο θα μπορούσε να έχει πωληθεί σε υψηλότερη τιμή στην τρέχουσα αγορά. Με δεδομένο αυτό, ο πωλητής πρέπει επιπρόσθετα να αποζημιώσει το κόστος ευκαιρίας. Αυτές οι δυο συναρτήσεις εμφανίζονται στον αριθμητή της παραπάνω εξίσωσης.

- Η περίπτωση $Q^* \geq K$

Τότε ο πωλητής θέτει την τιμή έτσι ώστε ο αγοραστής να απαιτήσει ακριβώς K θέσεις χωρητικότητας. Με αυτό το τρόπο, η συμβολή του κέρδους από τα δικαιώματα συμβολαίων είναι μεγαλύτερη από αυτή των τρέχουσων πωλήσεων εξαιτίας του χαμηλότερου οριακού κόστους της προηγούμενης περίπτωσης [15].

3.4 Βελτίωση των Συμβολαίων Δικαιωμάτων Προαίρεσης μέσω της Pareto⁷

Έχουμε προσδιορίσει τη βέλτιστη τιμολόγηση του πωλητή και τη βέλτιστη ποσότητα κράτησης του αγοραστή, και για τις δύο περιπτώσεις εξάσκησης του δικαιώματος, μερικής και ολικής. Η πρόβλεψη για το ποια περίπτωση θα εκδηλωθεί, δηλαδή ποια τιμολόγηση έχει το υψηλότερο αναμενόμενο κέρδος για τον πωλητή, (όντας ηγέτης Stackelberg, θα αποφασίσει σε ποια περίπτωση θα συμβεί) δεν είναι δυνατό να συμβεί σε ένα γενικότερο πλαίσιο. Απεναντίας, αυτό εξαρτάται από τις ιδιαιτερότητες της κατανομής των χωρών του κόσμου και τις αντίστοιχες συναρτήσεις κόστους και τιμής, οι οποίες λύνονται αριθμητικά. Επιπρόσθετες πληροφορίες για τις ιδιότητες του διαμερισμού του κινδύνου είναι περιορισμένες. Εν αντιθέσει, αυτό που είναι πιο ενδιαφέρον είναι η ερώτηση αν το προτεινόμενο σχέδιο ενός δικαιώματος προαίρεσης ευνοείται από τη τρέχουσα τιμή συγκρινόμενο με τη τιμή αγοράς ή τον συνδυασμό ενός συμβολαίου μελλοντικής εκπλήρωσης και μιας τρέχουσας αγοράς.

Ας προσδιορίσουμε πρώτα τη ποσότητα ισορροπίας που αποκτά. Ως συνέπεια των θεωρημάτων 3.2 και 3.5, δίνεται από τη συνάρτηση:

$$\int_{\Phi^{-1}(e^*Q^{*(1-a)}/a \cdot a)}^{\infty} \left[Q^* \tilde{U}_{11}(Q^*) + \tilde{U}_1(Q) + Q^* e_1^*(Q^*) - \tilde{b}^c - \tilde{m}(\tilde{p}^s - \tilde{b}^s)^+ \right] dF = 0$$

$$\text{όπου } Q^* = \left(\frac{a \cdot \alpha}{p} \right)^{\frac{1}{1-a}} \quad (3.24)$$

Τώρα, είμαστε έτοιμοι να αναφέρουμε το σημαντικό θεώρημα ότι πράγματι τα δικαιώματα προαίρεσης βελτιώνονται από την Pareto έναντι των εναλλακτικών συμβολαϊακών σχεδίων. Ας θεωρήσουμε ότι ο εκθέτης υποδηλώνει το σενάριο του δικαιώματος, f το μελλοντικό σενάριο και το σενάριο της τρέχουσας αγοράς.

⁷Η αρχή του Pareto, επίσης γνωστή ως ο κανόνας 80/20, είναι μια θεωρία που υποστηρίζει ότι το 80% των εξερχόμενων στοιχείων σε μία συγκεκριμένη κατάσταση, καθορίζεται από το 20% των εισερχόμενων δεδομένων της. Η αρχή αυτή δεν αποδεικνύει ότι όλες οι καταστάσεις θα έχουν αυτή την ακριβή αναλογία, αλλά αναφέρεται σε μία τυπική κατανομή.

Θεώρημα 3.6. Ο συνδυασμός ενός αμιγούς δικαιώματος και μιας τρέχουσας αγοράς βελτιώνεται κατά Pareto εν σύγκρισή τόσο με μια τρέχουσα αγορά όσο και με ένα συνδυασμό μελλοντικής και τρέχουσας αγοράς, δηλαδή $V^o = V^{f,s}$ και $\Pi^o > \Pi^{f,s}$.

Απόδειξη. Ας σκεφτούμε πρώτα το σενάριο της τρέχουσας αγοράς: Θεωρήσαμε ότι η τρέχουσα τιμή δεν επηρεάστηκε από τις συμβολαιακές δραστηριότητες τόσο των αγοραστών όσο και των πωλητών, και ότι οι έμποροι της αγοράς δικαιωμάτων δεν εισήγαγαν επιπρόσθετα τέλη συναλλαγών. Έτσι η αγορά δικαιωμάτων αυξάνει το εύρος αποφάσεων των αγοραστών και πωλητών χωρίς επιπλέον κόστος, και με αυτό τον τρόπο μπορούν και οι δύο να είναι το ίδιο κερδισμένοι με το σενάριο της τρέχουσας αγοράς μόνο.

Στο σημείο αυτό, να τονίσουμε, ότι η περίπτωση του προθεσμιακού συμβολαίου είναι ιδιάζουσα μορφή πλήρους εκτέλεσης των δικαιωμάτων, με το τέλος εκτέλεσης να είναι μηδέν. Όταν καθορίσαμε την βέλτιστη τιμή του πωλητή, βρήκαμε ότι ένα τέλος εκτέλεσης e αυστηρά μεγαλύτερο από το μηδέν, ($e > 0$) είναι το βέλτιστο τέλος. Έτσι $\Pi^o > \Pi^f$. Για την χρησιμότητα των αγοραστών έχουμε $V^o = V^f$ (ολική εκτέλεση δικαιωμάτων) και $V^o = V^f$ (μερική εκτέλεση δικαιωμάτων) όπως συμπεραίνετε εύκολα από τα θεωρήματα 3.1 και 3.2 μαζί με τις εξισώσεις (3.4) και (3.9) [15].

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4^ο

4. Διακλαδώσεις στην Αντιστάθμιση Κινδύνου

Οι παράγοντες που πολλαπλασιάζουμε σε αυτή τη περίπτωση είναι ουδέτερου-ρίσκου, αφού μεγιστοποιούν την αναμενόμενη αξία της χρησιμότητας και του κέρδους. Η συνήθης χρήση της λέξης “αντιστάθμιση” είναι στα πλαίσια μιας εταιρείας ουδέτερου κινδύνου με ένα Value-at-Risk (VaR) περιορισμένο. Σε ένα τέτοιο περιβάλλον ο κίνδυνος μπορεί να αυξηθεί στις αποτελεσματικές αγορές, όταν υπάρχουν σημαντικά κόστη συναλλαγών, συνδυασμένα με την αποτυχία να πιάσουν τους οικονομικούς στόχους. Εδώ δεν ενσωματώνουμε τέτοιους περιορισμούς VaR. Αυτό που μοντελοποιούμε, είναι η αντιστάθμιση ή το πλεονέκτημα διαχείρισης κινδύνου, έτσι ώστε να έχουμε μία επιπρόσθετη αγορά (αγορά συμβολαίων), πέραν της βραχυπρόθεσμης αγοράς. Ακόμα και για τους ουδέτερου-κινδύνου παράγοντες, όπως βλέπουμε στην εργασία, αυτό έχει αποδοτικά οφέλη. Για τον αγοραστή, επιτρέπει αντιστάθμιση ενάντια στη μεταβλητότητα της άμεσης τιμής που ο αγοραστής ήταν αναγκασμένος μέχρι τώρα να αντιμετωπίσει με άλλους τρόπους, για το σύνολο της αγορασμένης ποσότητας σε κάθε περίοδο. Για τους προμηθευτές, η ύπαρξη της αγοράς συμβολαίων, επίσης παρέχει μία στάθμη στη περίπτωσή τους, ενάντια στα προβλήματα πρόσβασης ή ρευστότητας μέσα στη μέρα. Η θεμελιώδης οικονομική μονάδα σε αυτό το μοντέλο αναμένει προνόμια για τους προμηθευτές και τον αγοραστή κάτω από λογικές συνθήκες. Ξεκάθαρα, αν και οι δύο είχαν αποποιηθεί τον κίνδυνο ή είχαν περιορισμούς στο VaR των ταμειακών ροών, τότε τα κέρδη αντιστάθμισης των μακροπρόθεσμων συμβολαίων θα ήταν ενισχυμένα κατά πολύ.

Η Value-at-Risk (VaR) είναι ένα ποσοστιαίο μέτρο που θεωρείται κύριο εργαλείο για τη μέτρηση του κινδύνου. Ειδικότερα, με αυτή τη προσέγγιση, χρησιμοποιούμε ένα στατιστικό μέτρο κινδύνου για να εκτιμήσουμε τον κίνδυνο ενός χαρτοφυλακίου. Στην ουσία, αποτελεί μία στατιστική εκτίμηση, υπολογίζοντας σε συγκεκριμένο διάστημα εμπιστοσύνης (π.χ. 95%) τη μέγιστη απώλεια χρηματικού ποσού που μπορεί μία εταιρεία να χάσει ανώδυνα, εξαιτίας των μεταβολών στη τιμή των παράγωγων συμβολαίων. Ορίζεται δηλαδή ως η μέγιστη αναμενόμενη απώλεια που μπορεί να επιβαρυνθεί ένας επενδυτής σε συγκεκριμένο χρονικό διάστημα. Αυτό το χρονικό διάστημα, μπορεί να αναφέρεται σε μία μόνο ημέρα, ένα μήνα ή ακόμη περισσότερο χρόνο.

Ο σωστός υπολογισμός του VaR ενός χαρτοφυλακίου εξαρτάται από μία σειρά παραμέτρων, όπως είναι οι κάτωθι :

- Την κατανομή των μεταβολών των τιμών
- Τη συσχέτιση των σημερινών μεταβολών, με αυτές που συνέβησαν στο παρελθόν

- Τη σταθερότητα στο χρόνο, χαρακτηριστικών όπως η μέση απόκλιση τετραγώνου, και ο μέσος
- Τη συσχέτιση δύο ή και περισσότερων μεταβολών στη τιμή
- Τη χρονολογική σειρά των στοιχείων

Οι μεθοδολογίες για τον υπολογισμό της συγκεκριμένης πρόβλεψης (VaR) είναι οι ακόλουθες:

1. Υπόδειγμα Ιστορικών Τιμών (*historical pricing modelling*)
2. Μέθοδος εκτιμηθείσας διακύμανσης-συνδιακύμανσης
3. Monte Carlo προσομοίωση (*simulation*)
4. Ανάλυση Stress [1]

Παρόλο που η VaR είναι αρκετά διαδεδομένη μέθοδος για τον υπολογισμό του κινδύνου, δεν εφαρμόζεται τυπικά σε μαθηματικά μοντέλα βελτιστοποίησης χαρτοφυλακίου. Σημαντικές πληροφορίες και VaR στρατηγικές για αντιστάθμιση κινδύνου, βρίσκουμε στη βιβλιογραφία του Basak και Sapirgo [5]. Ας μελετήσουμε αρχικά την αντιστάθμιση κινδύνου μεταξύ αγοραστή και πωλητή όπως έπονται από το αναλυτικό μοντέλο. Σε δεύτερη φάση, θα επισημάνουμε με ποιον τρόπο οι εκτάκτου ανάγκης συμβάσεις για φυσικές διανομές, όπου η πραγματική τους αξία είναι τώρα διαθέσιμοι, μπορούν να συμπληρώσουν τα χρηματοοικονομικά παράγωγα στις βιομηχανίες με πολύ μεγάλο μέγεθος κεφαλαίων. Χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι η χημική και η ηλεκτρική βιομηχανία [15].

4.1 Ο Κίνδυνος του Αγοραστή

Ο αγοραστής, αγοράζοντας το δικαίωμα αλλά όχι την υποχρέωση να χρησιμοποιήσει τα περιουσιακά στοιχεία των παραγώγων, που διαθέτει ο παραγωγός, αντισταθμίζει ταυτόχρονα τον κίνδυνο ζήτησης και τον κίνδυνο τιμής της αγοράς. Αν η ζήτηση είναι τελικά χαμηλή, τότε μπορεί ή να εκτελέσει τα δικαιώματα του ή να χάσει μόνο το τέλος κράτησης. Αν παρόλα αυτά, η ζήτηση είναι υψηλή, λόγω κακών οικονομικών συνθηκών, τότε μπορεί να εκτελέσει τα δικαιώματά του και να κάνει επιπρόσθετες αγορές στην αγορά. Έτσι κερδίζει περισσότερη ελαστικότητα απ' ότι παρέχει ένα σταθερό συμβόλαιο. Αν η τιμή είναι χαμηλότερη απ' το τέλος εκτέλεσης, τότε κανένα δικαίωμα δεν εκτελείται και η ζήτηση εκτελείται από το σημείο αγοράς μόνο βάση συμβολαίου, όταν η τιμή γίνεται απαγορευτικά υψηλή, ο αγοραστής πληρώνει μόνο το δυνητικά πολύ χαμηλότερο τέλος εκτέλεσης [9].

4.2 Ο Κίνδυνος του Πωλητή

Ο αγοραστής μοιράζεται το ρίσκο με τον πωλητή μέσω του τέλους κράτησης: για χαμηλή τιμή, ο παραγωγός ρισκάρει να μην εκμεταλλευτεί πλήρως τη χωρητικότητα του λόγω ακυρωμένων δικαιωμάτων. Για υψηλή τιμή, πιθανόν να διατηρήσει μεγαλύτερο ποσό θέσης στην αγορά. Θέτοντας το τέλος κράτησης στο επίπεδο που καθορίστηκε στην ανάλυση, ο πωλητής είναι εξασφαλισμένος απέναντι και στις δύο περιπτώσεις. Επιπλέον, η αντιστάθμιση ενάντια στα αυξανόμενα κόστη είναι άλλη μία σημαντική συνιστώσα στο τέλος κράτησης του πωλητή. Ο πωλητής αντιμετωπίζει ακόμη ένα ρίσκο: το ρίσκο να μη βρίσκει έναν “τελευταίας στιγμής” αγοραστή, που είναι το κίνητρο για τον πωλητή να συμμετάσχει στη συμφωνία. Αυτό ενισχύεται από το γεγονός ότι τα οριακά κόστη είναι χαμηλά για μακροχρόνιες σχετικές κατανομές. Έτσι, όπως παρατηρούμε, είναι περισσότερο κερδοφόρο για τον πωλητή να βασιστεί στην αγορά συμβολαίων απ’ότι στην αγορά. Έτσι, πρακτικά, οι επιχειρήσεις πωλούν την παραγωγή τους στο 90%, μέσω μακροπρόθεσμων συμβολαίων, ενώ το υπόλοιπο προορίζεται για μεσοπρόθεσμες συναλλαγές [9].

4.3 Αντιστάθμιση Κινδύνου στη Βιομηχανία

4.3.1. Εφαρμογές στην Ηλεκτρική Βιομηχανία

Στις σύγχρονες κοινωνίες, σημαντικό ρόλο διαδραματίζει ο τομέας της βιομηχανίας, στον οποίο κινητήριος δύναμη αποτελεί η ενέργεια. Γίνεται εύκολα αντιληπτή λοιπόν η σπουδαιότητα της μελέτης και της βελτιστοποίησης του όφελους, που αφορά τις τεράστιες ποσότητες άνθρακα, πετρελαίου, και άλλων καυσίμων, τα οποία μεταφέρονται και αποθηκεύονται εύκολα.

Ένα χαρακτηριστικό και μείζων θέμα που πρέπει να θεωρούμε δεδομένο, όταν αναφερόμαστε στην βιομηχανία και στην ενέργεια, είναι η αβεβαιότητα. Μπορούμε να αναφέρουμε ως παράδειγμα, τη ζήτηση του αερίου που εξαρτάται από τη διακύμανση της θερμοκρασίας, τη διαθεσιμότητα του ηλεκτρικού ρεύματος που επηρεάζεται από τον άνεμο, τον ήλιο και τις βροχοπτώσεις, όταν αναφερόμαστε σε σταθμούς παραγωγής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές. Η τρέχουσα τιμή της ηλεκτρικής ενέργειας στις αναδυόμενες αγορές είναι ευμετάβλητη, αποτέλεσμα των μοναδικών φυσικών χαρακτηριστικών της παραγωγής και της διανομής ηλεκτρικής ενέργειας. Η ανεξέλεγκτη έκθεση σε κινδύνους, όπως αυτός της τιμής αγοράς, μπορεί να οδηγήσει σε καταστροφικές συνέπειες για τους συμμετέχοντες στην αγορά στον τομέα της ηλεκτρικής ενέργειας. Συνεπώς, είναι ζωτικής σημασίας η ύπαρξη διαδικασιών και μηχανισμών,

που θα απορροφούν τη μεταβολή στη προσφορά και τη ζήτηση. Αποτέλεσμα της ρευστότητας στην αγορά ενέργειας, είναι η ποσοτικοποίηση και η εμπορία των συγκεκριμένων κινδύνων, να καταλαμβάνουν ένα μεγάλο μέρος των οικονομικών εργασιών της ενεργειακής βιομηχανίας [6].

Η αντιστάθμιση κινδύνου, στη προκειμένη περίπτωση, πραγματοποιείται εφαρμόζοντας εργαλεία όπως είναι τα ενεργειακά παράγωγα. Τα ενεργειακά παράγωγα, είναι συμβόλαια μελλοντικής εκπλήρωσης ή δικαιώματα προαίρεσης που βασίζονται σε μορφές ενέργειας όπως είναι το πετρέλαιο, το φυσικό αέριο και η ηλεκτρική ενέργεια. Με την εμπορία-ανταλλαγή αυτών των προϊόντων, ασχολούνται κυρίως πετρελαιοειδή εταιρείες, μεγάλοι εμπορικοί οίκοι, χρηματοπιστωτικοί οργανισμοί και επιχειρήσεις κοινής ωφέλειας.

Η φύση των προϊόντων, γεννάει δυσκολίες όπως είναι η παραγωγή, η διανομή, η μεταφορά και άλλες ευμετάβλητες παραμέτρους, που καθιστούν την παγκόσμια αποτίμηση της ηλεκτρικής ενέργειας, σχεδόν αδύνατη. Επιπροσθέτως, οι εμπλεκόμενες κοινοφελής και μη εταιρείες, αποτελούνται από ένα ανομοιόμορφο και ιδιαίτερα ευρύ καταναλωτικό δίκτυο. Απόρροια των παραπάνω είναι η ύπαρξη πληθώρας συμβολαίων ηλεκτρικής ενέργειας, καθιστώντας τις συναλλαγές στη συγκεκριμένη αγορά ιδιαίτερα περίπλοκες και ευμετάβλητες [6].

Τα ενεργειακά παράγωγα, ανάλογα με τη χρησιμότητά τους, δραστηριοποιούνται σε μία από τις 3 παρακάτω αγορές:

- **Αγορά Ενέργειας (Energy Market):** Είναι μία αγορά με ανεξάρτητη λειτουργία, η οποία μέσω ενός μοντέλου δέχεται τις προσφορές ζήτησης και παραγωγής (συνοδευόμενες από την αντίστοιχη τιμή και ποσότητα), και καθορίζει την τιμή στην οποία πωλείται η ενέργεια (TEA, Τιμή Εκκαθάρισης Προσφοράς). Οι τιμές της συγκεκριμένης αγοράς θεωρούνται αντικειμενικοί και αξιόπιστοι δείκτες και για άλλες χρηματοοικονομικές αγορές.
- **Αγορά Επικουρικών Υπηρεσιών (Ancillary Service Market):** Οι συγκεκριμένες υπηρεσίες είναι απαραίτητες για τη μεταφορά της ηλεκτρικής ενέργειας, από τα σημεία παραγωγής στα σημεία κατανάλωσης.
- **Αγορά Δικαιωμάτων Μεταφοράς Ηλεκτρικής Ενέργειας (Transmissionmarket):** Το προϊόν που ανταλλάσσεται στη συγκεκριμένη αγορά είναι το Δικαίωμα Μεταφοράς. Ο κάτοχος αυτού του συμβολαίου μπορεί είτε να ασκήσει το δικαίωμά του, είτε να αποζημιωθεί μεταβιβάζοντάς το σε άλλους χρήστες.
- **Προσθεσμιακή Αγορά (Forward Market):** Οι συμμετέχοντες στην αγορά, καταθέτουν προσφορές για τη παροχή και ζήτηση ενέργειας. Στις περισσότερες αγορές, η κατανομή των πόρων γίνεται για τη κάθε ώρα της επόμενης μέρας.
- **Αγορά Πραγματικού Χρόνου (Real Time Market):** Είναι αρκετά πιθανό, οι πραγματικές τιμές παραγωγής να έχουν διαφορά από τις τιμές που ισχύουν

στη μακροπρόθεσμη αγορά. Σε αυτή τη περίπτωση, η αγορά πραγματικού χρόνου, έχει σαν σκοπό της εξισσορόπηση της παραγωγής και της κατανάλωσης ισχύος [6].

4.3.2. Εφαρμογές στη Χημική Βιομηχανία

Το σχέδιο δικαιωμάτων προτάθηκε για βιομηχανίες εντάσεως κεφαλαίου, όπου το ρίσκο των περιουσιακών στοιχείων με ανεπαρκή αξιοποίηση είναι προεξέχων. Η χημική βιομηχανία είναι ένα καλό παράδειγμα από αυτήν την άποψη. Τα δύο τελευταία χρόνια, η χημική βιομηχανία χτυπήθηκε από δύο πλευρές. Αρχικά, το κύμα των βιομηχανικών τιμών όταν η οικονομία ήταν δυνατή, μετά η ασθενής ζήτηση όταν η οικονομία έδυε. Αυτό, μαζί με την μεταβλητότητα των τιμών, όπου ερμηνεύτηκε ως μεταβλητότητα των κερδών όπου συνεπάγονταν μικρότερο PE αναθετημένο από τη WallStreet, προκάλεσε τη διαχείριση κινδύνου να γίνει σημαντικό θέμα. Σε αυτό το πνεύμα, το κλειδί χημικών παραγωγών οι Dow Chemical, Du Pont και Eastman Chemical έστησαν ιδιωτικές αγορές που αρχικά χρησίμευαν για τη δημιουργία στενής σχέσης μεταξύ πωλητών και αγοραστών και έτσι να διαπραγματευτούν μακροπρόθεσμα συμβόλαια. Τυπικά, τα αγαθά που διαπραγματεύονταν σε αυτά τα ιδιωτικά δίκτυα εμπορευματοποιούνται σε μικρότερο βαθμό απ' αυτά στις δημόσιες ανταλλαγές όπως η Chemi Connect, όπου περιλαμβάνουν κυρίως αγορές spot. Παρόλα αυτά, αυτές οι δημόσιες ανταλλαγές μπορούν να έχουν ορισμένα σημαντικά πλεονεκτήματα: Ευρεία εμβέλεια, ουδετερότητα των συμμετεχόντων στην αγορά και υψηλότερη ρευστότητα [8].

Τα διδάγματα που αντλήθηκαν από τις χρηματοπιστωτικές αγορές υποδηλώνουν ότι τα χρηματοπιστωτικά παράγωγα, όταν γίνονται κατανοητά και χρησιμοποιούνται σωστά, είναι ευεργετικά για την κατανομή και τον έλεγχο των ανεπιθύμητων κινδύνων μέσω μιας σωστά διαρθρωμένης στρατηγικής αντιστάθμισης κινδύνου. Επιπλέον, με ένα κατάλληλο σύστημα διαχείρισης κινδύνου που θα αξιοποιεί πλήρως όλες τις αγορές, επιτυγχάνεται βελτιστοποίηση του κέρδους και ελαχιστοποιούνται οι αντίστοιχοι κίνδυνοι.

Με την εξέλιξη της βιομηχανίας, που είναι σαφώς σε μεταβατικό στάδιο, κάποιος μπορεί εύκολα να καταλάβει τους τρόπους όπου τα ευέλικτα συμβόλαια για φυσική παράδοση, όπως υπολογίστηκαν στο μοντέλο μας, ταιριάζουν. Μέχρι στιγμής, οι κύριοι παραγωγοί (ο πωλητής) μπορεί να προσφέρει το δικαίωμα συμβολαίου στους αγοραστές στις ιδιωτικές τους αγορές ή ακόμα σε διμερής βάση, ενώ τα μη-εκτελέσιμα δικαιώματα και η υπολειπόμενη χωρητικότητα, μπορούσαν να γίνουν στην αγορά δημόσιων ανταλλαγών. Ομοίως, αρκετές αγορές μπορούσαν να προσφερθούν στην αγορά. Επιπλέον, τα ρίσκα για αγοραστή και πωλητή που παρουσιάσαμε παραπάνω, θα μπορούσαν να αντισταθμιστούν πιο αποτελεσματικά

με options (δικαιώματα) απ' ότι με σταθερά συμβόλαια. Η εμπιστοσύνη στα χρηματοοικονομικά παράγωγα, όπως swaps και rīcesaps, μπορεί να μειωθεί για προϊόντα όπου το όριο είναι πολύ μικρό για να διαθέσει εύκολα μία αντιστάθμιση ή για προϊόντα όπου δεν υπάρχει καμία χρηματοοικονομική αντιστάθμιση. Ως συνέπεια, το εύρος των προϊόντων για διαχείριση κινδύνου μπορεί ουσιαστικά να αυξηθεί: τα υπάρχοντα μακροπρόθεσμα συμβόλαια (forwards) θα πρέπει να συμπληρωθούν από συμβόλαια options για καθαρά οικονομική ή πραγματική παράδοση. Ο ρόλος και η επιρροή των εμπόρων των τίτλων και των μεσαζόντων θα συνεχίσει να είναι σημαντικός σε σχέση με τη παρέχουσα ρευστότητα, λόγω της ικανότητας γρήγορης αλλαγής θέσης κάποιου, που χωρίς αμφιβολία είναι κρίσιμο προαπαιτούμενο για επιτυχείς δημόσιες ανταλλαγές. Από την άλλη, το θετικό αποτέλεσμα που ο Sioshansi (2002) [14] παρουσιάζει για τους εμπόρους ηλεκτρικής ενέργειας, είναι πιθανό να κρατήσει και για τις άλλες εταιρείες επίσης [8].

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Στη παρούσα διπλωματική εργασία παρουσιάστηκε μία ανάλυση της αντιστάθμισης κινδύνου μέσω δικαιωμάτων προαίρεσης φυσικής παράδοσης. Τα συμπεράσματα που προέκυψαν είναι τα κάτωθι:

- ❖ Η διαχείριση κινδύνου αποδείξαμε ότι διαδραματίζει όλο και περισσότερο σημαντικό ρόλο σε περιβάλλοντα αγοράς όπως η ηλεκτρική ενέργεια, ή στη χημική βιομηχανία, όπου η εκτεταμένη απορρύθμιση έχει ως αποτέλεσμα την σημαντική αύξηση της μεταβλητότητας των τιμών.
- ❖ Είδαμε πως οι συμβάσεις έκτακτης ανάγκης για φυσική παράδοση μπορούν να συμπληρώσουν τα παράγωγα χρηματοοικονομικά μέσα.
- ❖ Η βέλτιστη κράτηση του αγοραστή και η βέλτιστη διατίμηση του πωλητή μας επιτρέπουν να κάνουμε ενδιαφέρουσες εκτιμήσεις στο πως ο υφιστάμενος κίνδυνος, κίνδυνος τιμής τρέχουσας αγοράς, και ο κίνδυνος ζήτησης και κόστους μπορούν να διανεμηθούν μεταξύ του πωλητή και του αγοραστή.
- ❖ Αυτού του είδους τα συμβόλαια έκτακτης ανάγκης μπορούν να αποτελέσουν εποικοδομητικά εργαλεία διαχείρισης χρηματοοικονομικού κινδύνου.

Βιβλιογραφία

- [1] Καινούριος Δημήτρης : Value-at-Risk (VaR) μεθοδολογία εκτίμησης του κινδύνου αγοράς και VaR παράγωγα εργαλεία, Εποπτεία Τραπεζών και Διαχείριση Κινδύνων .
- [2] Μπούτσικας Μιχαήλ (2005-7):Εισαγωγή στα Παράγωγα Χρηματοοικονομικά Προϊόντα,Πανεπιστήμιο Πειραιώς.
- [3] Νικόλαος Ηρ. Γεωργιάδης (1997): Παράγωγα Χρηματοοικονομικά Προϊόντα, Αναδημοσίευση Ειδικής Μελέτης από τον Οδηγό “MoneyShow”.
- [4] Allaz Blaise (1993): Cournot Competition, Forward Markets and Efficiency, Journal of Economic Theory 59.
- [5] Basak Suleyman, Shapiro Alexander (2001) : Value-at-risk-based risk management : optimal prices and asset prices , Review of Financial Studies
- [6] Bessembinder, Hendrik, Lemmon Michel L.(2002): Equilibrium Pricing and Optimal Hedging in Electricity Forward Markets, Journal of Finance 57..
- [7] Bjorgan Roger, Liu Chen-Ching, Lawaree Jacques (1999): Financial Risk Management in a Competitive Electricity Market, IEEE Transactions on Power Systems 14.
- [8] Chemical Market Reporter (2002): Futures come into focus, Chemical Weekly May 27
- [9] Danijela Milos Sprcic (2007): The use of derivatives as financial risk management instruments: The case of Croatian and Slovenian non-financial companies, Financial Theory and Practice.
- [10] Emiliios Avgouleas (2007): A synopsis of the Law and Economics of Financial Derivatives, Journal of Commercial and Company Law.
- [11] Hull John (1999): Options,Futures and Other Derivatives, Prentice Hall. .
- [12] Lee Hau, Whang Seungjin (2002) : The Impact of the Secondary Market on the Suplly Chain,Management Science 48.
- [13] Michael McAlleer(2012): Risk Management and Financial Derivatives: An Overview, University of Canterbury
- [14] Sioshansi Fereidoon (2002): The emergence of trading and risk-management in liberalized electricity markets, Energy Policy 30
- [15] Spinler Stefan,Arnd Huchzermeier,Paul Kleindorfer (2003): Risk hedging via options contracts for physical delivery, Wharton School.
- [16] Tanlapo Eva, Lawaree Jacques, Liu Chen-Ching (2002) : Hedging with Futures Contracts in a Deregulated Electricity Industry, IEEE Transactions on Power Systems 17.

[17] Wu D. , Kleindorfer Paul, Zhang E. (2002) : Optimal Bidding and Contracting Strategies for Capital-Intensive Goods, European Journal of Operational Research 137.

[18] <https://www.euretirio.com>