



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
Δ.Π.Μ.Σ. «ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ & ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΥΠΟΓΕΙΩΝ ΕΡΓΩΝ»



**Θέμα : ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΕΠΕΝΔΥΣΕΩΝ ΜΕ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΑ ΔΙΚΑΙΩΜΑΤΑ (REAL
OPTIONS) - ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΣΕ ΕΙΔΙΚΑ ΥΠΟΓΕΙΑ ΕΡΓΑ**

Κωνσταντακόπουλος Σωτήρης

Επιβλέπων καθηγητής:

Δ. Δαμίγος, Επίκουρος Καθηγητής ΕΜΠ

ΑΘΗΝΑ 2010

ΣΤΟΥΣ ΓΟΝΕΙΣ ΜΟΥ, ΣΤΙΣ ΑΔΕΡΦΕΣ Μ

ΣΤΗ ΒΑΣΙΑ

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Η παρούσα Διπλωματική Εργασία εκπονήθηκε στη Σχολή Μηχανικών Μεταλλείων - Μεταλλουργών του Ε.Μ.Π. στο πλαίσιο του Δ.Π.Μ.Σ. “ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ & ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΥΠΟΓΕΙΩΝ ΕΡΓΩΝ”. Με αφορμή την ολοκλήρωσή της, θα ήθελα καταρχήν να εκφράσω ειλικρινείς ευχαριστίες προς τον κ. Δαμίγο Δημήτριο, Επίκουρο Καθηγητή του Ε.Μ.Π, για την εμπιστοσύνη που μου έδειξε με την ανάθεση του συγκεκριμένου θέματος, για τις συμβουλές και υποδείξεις του κατά την πορεία της εργασίας καθώς και για τη βοήθεια στην κατανόηση οικονομικών όρων. Χωρίς την υποστήριξή του, το τελικό αποτέλεσμα θα ήταν φτωχότερο. Ευχαριστώ θερμά τον κ. Μπενάρδο Ανδρέα, Μηχανικό Λέκτορα του Ε.Μ.Π., για την μεσολάβηση του κατά την συλλογή στοιχείων και τις συμβουλές του.

Πέρα από τους καθηγητές μου, θα ήθελα να ευχαριστήσω ιδιαίτερα την Πολεμική Αεροπορία και πιο συγκεκριμένα την 123 ΠΤΕ, τη μονάδα που υπηρετώ τη στρατιωτική μου θητεία, για την κατανόηση και τη στήριξη όσον αφορά στις υποχρεώσεις μου προς το μεταπτυχιακό και πιο συγκεκριμένα το Μοίραρχο της ΜΕΕΠ Σμηναγό κ. Παναγόπουλο και τον άμεσο προϊστάμενό μου Υποσμηναγό κ. Βασιλάκο.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Τις τελευταίες δεκαετίες, σε ένα συνεχώς μεταβαλλόμενο οικονομικό περιβάλλον που χαρακτηρίζεται από αβεβαιότητα και ραγδαίες αλλαγές, έχουν σημειωθεί εξελίξεις στις μεθόδους που χρησιμοποιούνται για την αξιολόγηση επενδυτικών σχεδίων. Σημαντικό ρόλο σε αυτό έχει διαδραματίσει η αδυναμία της «παραδοσιακής» ανάλυσης με τη μέθοδο των προεξοφλημένων ταμειακών ροών να ενσωματώσει το ρίσκο του επενδυτικού σχεδίου και την αβεβαιότητα των μελλοντικών συνθηκών σε μια δυναμική διαδικασία, με ένα εύρος επιλογών για τον υποψήφιο επενδυτή. Η υποχρέωση του επενδυτή να λάβει άμεσα μια απόφαση αναφορικά με την υλοποίηση ή μη του σχεδίου σε συνδυασμό με χρήση υψηλών επιτοκίων προεξόφλησης για τη στάθμιση του κινδύνου, οδηγούν συχνά σε απόρριψη επενδυτικών σχεδίων, τα οποία μπορούσαν να είναι κερδοφόρα, αν άλλαζαν οι συνθήκες.

Αυτή η δυνατότητα παρέχεται μέσα από την αξιολόγηση του επενδυτικού σχεδίου με την ανάλυση πραγματικών δικαιωμάτων (real options analysis). Τα πραγματικά δικαιώματα, κατ' αναλογία με τα χρηματοοικονομικά δικαιώματα, προσφέρουν στον υποψήφιο επενδυτή την επιλογή να εξασκήσει ένα «δικαίωμα» (π.χ. υλοποίηση του σχεδίου, εγκατάλειψη του σχεδίου, επέκταση της επιχείρησης, κ.ά.), τώρα ή στο μέλλον, ανάλογα με τις εκάστοτε συνθήκες, γεγονός που παρέχει ευελιξία στη λήψη των επενδυτικών αποφάσεων. Η ανάλυση πραγματικών δικαιωμάτων δεν αποτελεί ωστόσο μια εναλλακτική προσέγγιση αξιολόγησης επενδύσεων, αλλά μια συμπληρωματική μέθοδο, η οποία μπορεί να αναδειξεί «κρυμμένες» αξίες του επενδυτικού σχεδίου.

Για πολλούς ερευνητές, η ανάλυση πραγματικών δικαιωμάτων θα αποτελέσει το «εργαλείο» αξιολόγησης επενδύσεων στον 21^ο αιώνα, αν και μέχρι σήμερα η εφαρμογή τους, ειδικά από μικρές επιχειρήσεις είναι περιορισμένη. Αυτό δεν σημαίνει ότι η «κλασική» ανάλυση στη βάση της ΚΠΑ της επένδυσης θα εγκαταλειφθεί. Απλά θα επεκταθεί και θα συνεπικουρεί στη διαμόρφωση μιας διευρυμένης ΚΠΑ, η οποία θα εκφράζει μια νέα αντίληψη και στρατηγική στην αντιμετώπιση των επενδυτικών σχεδίων.

Στο πλαίσιο της παρούσας μεταπτυχιακής εργασίας πραγματοποιήθηκε η πρώτη εφαρμογή της ανάλυσης πραγματικών δικαιωμάτων σε επενδυτικά σχέδια που αφορούν σε ειδικά υπόγεια έργα, και πιο συγκεκριμένα ένα υπόγειο αποθηκευτικό κέντρο, ένα υπόγειο λατομείο και έναν υπόγειο χώρο αποθήκευσης επικίνδυνων αποβλήτων. Στο πλαίσιο της ανάλυσης εξετάστηκαν τρία διαφορετικού τύπου δικαιώματα (επέκτασης, αναβολής και σταδιακής υλοποίησης) και σε όλες τις περιπτώσεις, η εκτιμώμενη ΚΠΑ του σχεδίου με βάση τα

πραγματικά δικαιώματα ήταν μεγαλύτερη από την ΚΠΑ του σχεδίου με βάση τη μέθοδο των προεξοφλημένων ταμειακών ροών. Το γεγονός αυτό προσδίδει στην επένδυση (τουλάχιστον θεωρητικά) μια επιπρόσθετη αξία, η οποία προκύπτει από τη διαφορά των δύο οικονομικών αποτελεσμάτων ($KPA_{ROA} - KPA_{DCF}$). Το σημαντικότερο ωστόσο στοιχείο είναι η ευελιξία που φαίνεται να παρέχει στις επενδυτικές αποφάσεις, μειώνοντας την έκθεση της επιχείρησης στον κίνδυνο.

Η παρούσα διπλωματική δομείται ως ακολούθως:

Στο 1^ο και στο 2^ο Κεφάλαιο δίνεται μια εισαγωγή της παρούσας εργασίας, στη συνέχεια γίνεται μια ανάλυση των ταμειακών ροών – DCF(Discounted Cash Flows) καθώς επίσης και τα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα που έχει η μέθοδος αυτή.

Ακολούθως, στο 3^ο κεφάλαιο γίνεται μια εισαγωγή στη μέθοδο των πραγματικών δικαιωμάτων. Αρχικά πραγματοποιείται μια ιστορική αναδρομή και ακολούθως παρουσιάζονται μια σειρά από παραδείγματα μοντελοποίησης αποφάσεων ως πραγματικών δικαιωμάτων, όπως φαρμακευτικές εταιρείες, υλοτομικές επιχειρήσεις, έργα υποδομής.

Στο 4^ο κεφάλαιο, γίνεται αναφορά στο πλαίσιο εκτίμησης και στις μεθόδους αξιολόγησης των πραγματικών δικαιωμάτων (διωνυμικά πλέγματα, προσομοίωση Monte Carlo, εξίσωση Black - Scholes).

Στο 5^ο Κεφάλαιο, δίνονται αναλυτικά παραδείγματα για διάφορες κατηγορίες των πραγματικών δικαιωμάτων π.χ. δικαίωμα εγκατάλειψης, δικαίωμα επέκτασης, κ.λπ., προκειμένου να γίνει κατανοητή η εφαρμογή της μεθόδου ανά περίπτωση.

Στο 6^ο Κεφάλαιο παρουσιάζεται η πρώτη εφαρμογή της ανάλυσης πραγματικών δικαιωμάτων σε τρία επενδυτικά σχέδια που αφορούν σε ειδικά υπόγεια έργα και πιο συγκεκριμένα ένα υπόγειο αποθηκευτικό κέντρο, ένα υπόγειο λατομείο και έναν υπόγειο χώρο αποθήκευσης επικίνδυνων αποβλήτων.

Ολοκληρώνοντας τη παρούσα εργασία, στο 7^ο κεφάλαιο διατυπώνονται συμπεράσματα για τη χρησιμότητα και το εύρος εφαρμογής των πραγματικών δικαιωμάτων.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	1
2. ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΑΜΕΙΑΚΩΝ ΡΟΩΝ – DCF.....	3
2.1 Ταμειακές Ροές - DCF (Discounted Cash Flows)	3
2.1.1. Ορισμός και χαρακτηριστικά των ταμειακών ροών.....	3
2.2 Πλεονεκτήματα των Ταμειακών Ροών	6
2.3 Μειονεκτήματα των Ταμειακών Ροών	6
3. REAL OPTIONS – ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΑ ΔΙΚΑΙΩΜΑΤΑ	9
3.1 Εισαγωγή Στη Θεωρία των Πραγματικών Δικαιωμάτων	9
3.2. Ιστορικές Αναφορές.....	11
3.3. Το Παράδειγμα του Θαλή του Μιλήσιου.....	12
3.4 Θεωρητική Προσέγγιση των Πραγματικών Δικαιωμάτων	14
3.5. Παραδείγματα Μοντελοποίησης Αποφάσεων ως Πραγματικά Δικαιώματα.....	16
3.5.1. Έρευνα και ανάπτυξη	16
3.5.1.1. Φαρμακευτικές εταιρίες	17
3.5.1.2. Εταιρείες υψηλής τεχνολογίας	19
3.5.1.3. Αυτοκινητοβιομηχανίες και αεροναυπηγικές εταιρίες	19
3.5.2. Εξερεύνηση και παραγωγή	20
3.5.2.1. Εξόρυξη πετρελαίου ή φυσικού αερίου	20
3.5.2.2. Υλοτομικές επιχειρήσεις	21
3.5.3. Επενδύσεις τεχνολογίας πληροφοριών.....	22
3.5.4. Αγορά ηλεκτρικής ενέργειας	24
3.5.5. Έργα υποδομής	26
3.6. Σύγκριση Πραγματικών Δικαιωμάτων με τις Παραδοσιακές Μεθόδους.....	28
4. ΠΛΑΙΣΙΟ ΕΚΤΙΜΗΣΗΣ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ ΤΩΝ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΩΝ ΔΙΚΑΙΩΜΑΤΩΝ	30

4.1. Πλαίσιο Εκτίμησης των Πραγματικών Δικαιωμάτων - Real Options.....	30
4.2. Μέθοδοι για την Αξιολόγηση των Πραγματικών Δικαιωμάτων.....	32
4.2.1 Διωνυμικά πλέγματα - Binomial lattices	33
4.2.1.1 Monte Carlo προσομοίωση	38
4.2.1.2 Αξία των πραγματικών δικαιωμάτων μπροστά στην αβεβαιότητα	39
4.2.1.3 Διωνυμικά πλέγματα: Μια διακριτή προσομοίωση αβεβαιότητας	41
4.2.1.4 Εξέταση της πιθανότητας ουδέτερης ως προς τον κίνδυνο.....	45
4.2.1.5 Κόσμος ουδέτερος ως προς τον κίνδυνο.....	46
4.2.2 Χρηματοοικονομικά Δικαιώματα (financial options) – Εξίσωση Black - Scholes.	47
4.2.3 Monte Carlo Προσομοίωση	49
5.2.3.1 Εφαρμογή της Monte Carlo προσομοίωσης για την επίλυση πραγματικών δικαιωμάτων.....	50
4.3 Μέθοδοι Τεχνητής Νοημοσύνης για τη Τιμολόγηση των Πραγματικών Δικαιωμάτων	51
4.3.1 Νευρωνικά δίκτυα	52
4.3.2 Γενετικοί αλγόριθμοι.....	54
4.3.3 Ασαφής λογική.....	55
5. ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΩΝ ΔΙΚΑΙΩΜΑΤΩΝ	57
5.1. Δικαίωμα για Εγκατάλειψη	57
5.2. Δικαίωμα για Επέκταση	58
5.3. Δικαίωμα Αναβολής	59
5.4. Δικαίωμα Συρρίκνωσης	60
5.5. Δικαίωμα Επιλογής – Αλλαγής Χρήσης.....	60
5.6. Περαιτέρω Ταξινόμησης των Δικαιωμάτων στη Βιβλιογραφία.....	61
5.7. Παραδείγματα Εφαρμογής Πραγματικών Δικαιωμάτων.....	61
5.7.1 Δικαίωμα για εγκατάλειψη	61

5.7.2 Δικαίωμα για επέκταση	64
6. ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΩΝ ΔΙΚΑΙΩΜΑΤΩΝ ΣΕ ΕΙΔΙΚΑ ΥΠΟΓΕΙΑ ΕΡΓΑ	67
6.1. Υπόγειος Αποθηκευτικός Χώρος – Δικαίωμα Επέκτασης (Option To Expand)	67
6.2 Υπόγειο Λατομείο – Δικαίωμα αναμονής (option to wait).....	71
6.3 Υπόγειος Αποθηκευτικός Χώρος Επικίνδυνων Αποβλήτων - option to stage	76
7. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	86
8.ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	88

ΣΧΗΜΑΤΑ

I. ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

Σχήμα 3.1: Η αβεβαιότητα αυξάνει την αξία	15
Σχήμα 3.2: Ο κώνος της αβεβαιότητας	16
Σχήμα 3.3: Πρόγραμμα απόκτησης και ανάπτυξης IT	24

II. ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

Σχήμα 4.1: Το χτίσιμο μιας στρατηγικής διαχείρισης ευελιξίας	32
Σχήμα 4. 2: Το αρχικό στάδιο δημιουργίας ενός διωνυμικού πλέγματος.....	36
Σχήμα 4. 3: Οι ταμειακές ροές ακολουθούν μια ευθεία καμπύλη αύξησης.....	37
Σχήμα 4.4: Τα πραγματικά επίπεδα των μελλοντικών ταμειακών ροών	37
Σχήμα 4. 5: Δείγμα δύο πραγματικών ταμειακών ροών γύρω από την ευθεία πρόβλεψης....	38
Σχήμα 4.6: Μερικοί κοινοί τύποι κατανομής πιθανότητας	39
Σχήμα 4.7: Το εύρος και την πιθανότητα των πραγματικών ταμειακών ροών να είναι πάνω ή κάτω από τα προβλεπόμενα επίπεδα.....	40
Σχήμα 4.8: Ο «κώνος της αβεβαιότητας»	42
Σχήμα 4.9: Ομοιότητες στην τριγωνική μορφή μεταξύ ενός κώνου αβεβαιότητας και ενός διωνυμικού πλέγματος	43
Σχήμα 4.10: Διαφορετικά διωνυμικά πλέγματα με διαφορετικές αστάθειες	44
Σχήμα 4.11: Νευρωνικό δίκτυο ενός κρυφού επιπέδου.....	53

III. ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

Σχήμα 5.1: Διωνυμικό πλέγμα εξέλιξης του οικονομικού μεγέθους του δικαιώματος εγκατάλειψης	63
Σχήμα 5.2: Διωνυμικό πλέγμα αξιολόγησης του δικαιώματος εγκατάλειψης	64
Σχήμα 5.3: Διωνυμικό πλέγμα εξέλιξης του οικονομικού μεγέθους του δικαιώματος επέκτασης	65
Σχήμα 5.4: Διωνυμικό πλέγμα αξιολόγησης του δικαιώματος επέκτασης	66

IV. ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6

Σχήμα 6.1: Η παρούσα αξία εσόδων στο Crystal Ball.....	68
Σχήμα 6.2: Διωνυμικό πλέγμα του οικονομικού μεγέθους (option to expand).....	69
Σχήμα 6.3: Διωνυμικό πλέγμα αξιολόγησης του δικαιώματος (option to expand).....	70
Σχήμα 6.4: Η καθαρά παρούσα αξία στο Crystal Ball.....	72
Σχήμα 6.5: Διωνυμικό πλέγμα του οικονομικού μεγέθους (option to wait)	74
Σχήμα 6.6: Διωνυμικό πλέγμα αξιολόγησης του δικαιώματος (option to wait)	75
Σχήμα 6.7: Η καθαρά παρούσα αξία στο Crystal Ball.....	77
Σχήμα 6.8: Διωνυμικό πλέγμα του οικονομικού μεγέθους X_3 (option to stage)	79
Σχήμα 6.9: Διωνυμικό πλέγμα αξιολόγησης του δικαιώματος του X_3 (option to stage)	79
Σχήμα 6.10: Διωνυμικό πλέγμα του οικονομικού μεγέθους του X_2 (option to stage).....	81
Σχήμα 6.11: Διωνυμικό πλέγμα αξιολόγησης του δικαιώματος του X_2 (option to stage)	81
Σχήμα 6.12: Διωνυμικό πλέγμα του οικονομικού μεγέθους του X_1 (option to stage).....	83
Σχήμα 6.13: Διωνυμικό πλέγμα αξιολόγησης του δικαιώματος του X_1 (option to stage)	83
Σχήμα 6.14: Διωνυμικό πλέγμα αξιολόγησης του δικαιώματος (option to stage).....	84

ΠΙΝΑΚΕΣ

Πίνακας 6.1: Δεδομένα για τη δημιουργία του διωνυμικού πλέγματος του οικονομικού μεγέθους (option to expand).....	68
Πίνακας 6.2: Δεδομένα για τη δημιουργία του διωνυμικού πλέγματος του οικονομικού μεγέθους (option to wait)	73
Πίνακας 6.3: Δεδομένα για τη δημιουργία του διωνυμικού πλέγματος του οικονομικού μεγέθους (option to stage)	78

1.ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Σε κάθε ιστορική περίοδο μέχρι και τις μέρες μας οι επενδυτικές αποφάσεις αποτελούν μια εξαιρετικά δύσκολη ενέργεια προκειμένου να επιτύχουμε το βέλτιστο αποτέλεσμα με το μικρότερο δυνατό κίνδυνο. Η βιομηχανική επανάσταση και οι γρήγοροι ρυθμοί ανάπτυξης άλλαξαν τα δεδομένα στις εγχώριες και παγκόσμιες αγορές. Σήμερα πλέον οι παγκόσμιες αγορές ενοποιούνται με το “πάτημα ενός κουμπιού”. Η ανάγκη για επενδύσεις απόδοσης με όσο το δυνατόν χαμηλότερο ρίσκο, οδήγησαν στη δημιουργία νέων επενδυτικών προϊόντων και εργαλείων αποτίμησης αυτών, όπως είναι η μέθοδος αποτίμησης με τα πραγματικά δικαιώματα (real options).

Ο όρος “Real Options” αποδόθηκε για πρώτη φορά από τον Stewart Myers το 1977, τρία χρόνια μετά την δημοσιοποίηση της μαθηματικής εξίσωσης των Fisher Black και Myron Scholes για την αποτίμηση των χρηματοοικονομικών δικαιωμάτων (Financial Options). Η εξίσωση των Black και Scholes έβαλε τα θεμέλια για τα χρηματοοικονομικά δικαιώματα που εφαρμόστηκαν και συνεχίζουν να εφαρμόζονται στις παγκόσμιες αγορές και αργότερα για την ανάλυση των πραγματικών χρηματοοικονομικών δικαιωμάτων (Black & Scholes, 1973).

Τα πραγματικά δικαιώματα (Real Options) αποτελούν σήμερα μία έμμεση και άκρως εξειδικευμένη οδό στην ανακάλυψη και ανάδειξη επιχειρηματικής αξίας μέσα στο διεθνοποιημένο και πολύπλοκο περιβάλλον των αγορών κεφαλαίου και χρήματος. Στην πραγματικότητα αποτελούν προϊόντα τα οποία εμπεριέχονται σε δεκάδες μετοχές εταιριών ανά τον κόσμο, αλλά πιθανώς δεν έχουν ακόμη εκτιμηθεί και αξιολογηθεί από τις αντίστοιχες εταιρίες που τα κατέχουν. Τα πραγματικά δικαιώματα (real options) είναι δικαιώματα προτίμησης που παρέχουν στον κάτοχό τους τη διακριτική ευχέρεια να αξιοποιήσει πραγματικές επενδυτικές ευκαιρίες σε αντίθεση με τα συνήθη - χρηματοοικονομικά- δικαιώματα προτίμησης (stock options ή financial options) που διαπραγματεύονται στα οργανωμένα χρηματιστήρια χρεογράφων. Αποτελούν με άλλα λόγια επενδυτικές ευκαιρίες που αφορούν υπαρκτά περιουσιακά στοιχεία τα οποία θα μπορούσαν να αξιοποιηθούν στο μέλλον και να διασφαλίσουν στον κάτοχο και επενδυτή τους μια σειρά από ετήσια έσοδα υπό τη μορφή ταμειακών ροών.

Είναι φανερό ότι εάν οι επιχειρήσεις αντιληφθούν τα πραγματικά δικαιώματα προτίμησης - real options - που κατέχουν και χρησιμοποιήσουν ανεπτυγμένες μεθοδολογίες και τεχνικές για να τα τιμολογήσουν, τότε η ίδια η αξία των επιχειρήσεων αυτών μπορεί να αποτιμηθεί

καλύτερα (με μεγαλύτερη διαφάνεια) ή και να βελτιωθεί. Με τον ίδιο τρόπο μπορεί να μετρηθεί αποτελεσματικότερα ο ίδιος ο επιχειρηματικός κίνδυνος και σε κάποιες ειδικές περιπτώσεις οι υποκείμενες επιχειρήσεις να αναχαιτίσουν εγκαίρως αυτούς τους κινδύνους τους.

Χαρακτηριστικά των πραγματικών δικαιωμάτων (Real Options):

- Ευέλικτοι μηχανισμοί αξιοποίησης επενδυτικών ευκαιριών στο μέλλον.
- Προσφέρουν τη δυνατότητα ανάπτυξης της κερδοφορίας μιας εταιρίας.
- Πολυπλοκότερα στην αποτίμησή τους σε σύγκριση με τα financial options.
- Εμπεριέχουν πολλά και διαφορετικά σενάρια ανάδειξης εταιρικής αξίας.

2.ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΑΜΕΙΑΚΩΝ ΡΟΩΝ – DCF

2.1 Ταμειακές Ροές - DCF (Discounted Cash Flows)

Η αξία ενός οικονομικού στοιχείου (έργο, επένδυση) ορίζεται ως ο αναγόμενος σε μια συγκεκριμένη χρονική στιγμή αριθμός, ο οποίος αντιπροσωπεύει τη μελλοντική καθαρή αποδοτικότητα του στοιχείου. Κάνοντας μια αναδρομή παρατηρούμε ότι η τιμή ενός οικονομικού στοιχείου στην αγορά μπορεί να μην είναι ίδια με την αξία του. Για παράδειγμα, όταν ένα τέτοιο στοιχείο πωλείται σε μια σημαντική τιμή ευκαιρίας, η τιμή του μπορεί να είναι μικρότερη της αξίας του και κάποιος θα μπορούσε να υποθέσει ότι ο αγοραστής έλαβε μια σημαντική ποσότητα αξίας. Η ιδέα της εκτίμησης της οικονομικής αξίας είναι να προσδιορίσουμε την τιμή που περισσότερο πλησιάζει την πραγματική αξία του στοιχείου.

2.1.1. Ορισμός και χαρακτηριστικά των ταμειακών ροών

Η μέθοδος των ταμειακών ροών χρησιμοποιείται για την εκτίμηση της αξίας ενός έργου ή επένδυσης. Κύριο χαρακτηριστικό της μεθόδου αυτής είναι ότι όλες οι μελλοντικές ταμειακές ροές ανάγονται στην παρούσα χρονική στιγμή για να ληφθεί έτσι μια παρούσα αξία. Το επιτόκιο αναγωγής που χρησιμοποιείται είναι προσαρμοσμένο ως προς τον κίνδυνο, κίνδυνος που αφορά την αβεβαιότητα των μελλοντικών ταμειακών ροών. Η μαθηματική διατύπωση του μοντέλου φαίνεται παρακάτω:

$$FV = PV \cdot (1 + e)^v \quad \text{ή} \quad PV = \frac{FV}{(1 + e)^v}$$

Όπου **FV** είναι η μελλοντική αξία (future value), **PV** είναι η παρούσα αξία (present value), **e** είναι το επιτόκιο αναγωγής και **v** ο αριθμός των χρονικών περιόδων ζωής του έργου ή της επένδυσης.

Τα δύο κυριότερα εργαλεία της μεθόδου των καθαρών ταμειακών ροών είναι η καθαρή παρούσα αξία (net present value) ή εν συντομία **ΚΠΑ (NPV)** και ο εσωτερικός βαθμός απόδοσης (internal rate of return) ή αλλιώς **EBA (IRR)**.

Α) Κ.Π.Α. (NPV):

Η Καθαρά Παρούσα Αξία (Κ.Π.Α.) εκφράζει την αξία που προκύπτει από την προεξόφληση όλων των ετήσιων καθαρών χρηματοροών που προβλέπονται σε ολόκληρο το χρονικό ορίζοντα της ζωής μιας επένδυσης (Δαμιγος,2006). Έτσι η Καθαρά Παρούσα Αξία μπορεί να υπολογιστεί από τον τύπο:

$$\text{Κ.Π.Α.} = F_0 + F_1 * (1+e)^{-1} + F_2 * (1+e)^{-2} + \dots + F_v * (1+e)^{-v}$$

Όπου, F: Ετήσιες Καθαρές Ταμειακές Ροές

ε: Επιτόκιο Προεξόφλησης

0,1,2,...,v: Έτη για τα οποία εκτιμάται η επένδυση

Στην πράξη, εφόσον έχει καταστρωθεί ο πίνακας των ταμειακών ροών, η Κ.Π.Α. υπολογίζεται ως η διαφορά των χρηματικών εισροών (καθαρών ταμειακών ροών μετά φόρων) μείον το κόστος των επενδύσεων, όπως, δίνεται από τον ακόλουθο τύπο:

$$NPV = -K_0 + \sum_{i=1}^v \frac{KTP_i}{(1+e)^i}$$

όπου, K₀: Κόστος Επένδυσης το Έτος = 0

Κ.Τ.Ρ.ι: Καθαρές Ταμειακές Ροές την περίοδο i

ε: Επιτόκιο Προεξόφλησης των Κ.Τ.Ρ.ι, i = 1,2,...,v

Η τεχνική αυτή μετατρέπει όλα τα κόστη (εκροές) και τα οφέλη (εισροές) της επένδυσης σε σημερινές αξίες, δηλαδή εκφράζει το καθαρό όφελος ή κόστος στη χρονική στιγμή που λαμβάνεται η απόφαση.

Κρίσιμη παράμετρος είναι η επιλογή του επιτοκίου προεξόφλησης. Το επιτόκιο προεξόφλησης είναι το επιτόκιο που χρησιμοποιείται για να υπολογιστεί η Καθαρά Παρούσα

Άξια μιας σειράς μελλοντικών εισροών ή εκροών. Το επιτόκιο προεξόφλησης καθορίζεται από τον επενδυτικό φορέα, στο πλαίσιο των κανόνων της αγοράς, αλλά με υποκειμενικά κατά βάση κριτήρια. Εκφράζει είτε το κόστος κεφαλαίου της (ήδη υπάρχουσας) επιχείρησης, είτε το ελάχιστο αποδεκτό επιτόκιο για τον αποφασίζοντα, προκειμένου να καλυφθεί ο κίνδυνος της εξεταζόμενης επένδυσης έναντι μιας πιο ασφαλούς τοποθέτησης (π.χ. κρατικά ομόλογα) (Δαμίγος κ.ά., 2004).

- Αν $K.P.A. > 0$, τότε η απόδοση της επένδυσης είναι μεγαλύτερη από το επιτόκιο προεξόφλησης και η επένδυση εγκρίνεται.
- Αν $K.P.A. < 0$, τότε η απόδοση της επένδυσης είναι μικρότερη από το επιτόκιο προεξόφλησης και η επένδυση απορρίπτεται.
- Αν $K.P.A. = 0$, τότε η απόδοση της επένδυσης είναι οριακή.

B) Εσωτερικός Βαθμός Απόδοσης :

Όταν το επιτόκιο προεξόφλησης για μια συγκεκριμένη χρηματοροή αυξάνει, η $K.P.A.$ αξία της χρηματοροής μειώνεται. Ο Εσωτερικός Βαθμός Απόδοσης (E.B.A.) ή Internal Rate of Return (I.R.R.) μπορεί να οριστεί ως το επιτόκιο προεξόφλησης που μηδενίζει τη χρηματοροή, δηλαδή εκείνο το επιτόκιο που εξισώνει την αρχική επένδυση με την αξία όλων των μελλοντικών ταμιακών ροών. Η διαφορά μεταξύ του επιτοκίου που δίνεται από τον E.B.A. και του επιτοκίου της προεξόφλησης έγκειται στο γεγονός ότι το πρώτο προσδιορίζεται από τα χαρακτηριστικά του πίνακα των ταμιακών ροών (για το λόγο αυτό καλείται και εσωτερική απόδοση) ενώ το επιτόκιο προεξόφλησης καθορίζεται εξωγενώς από τον επενδυτικό φορέα (Δαμίγος κ.ά., 2004).

Ο τύπος που δίνει τον E.B.A. είναι ο ακόλουθος:

$$0 = F_0 + F_1 * (1+e)^{-1} + F_2 * (1+e)^{-2} + \dots + F_v * (1+e)^{-v}$$

Ακόμη ο Εσωτερικός Βαθμός Απόδοσης μπορεί να υπολογιστεί και από τον τύπο:

$$-K_0 + \sum_{i=1}^v \frac{KTP_i}{(1+EBA)^i} = 0$$

Η απόφαση λαμβάνεται από τη σύγκριση του Εσωτερικού Βαθμού Απόδοσης με το αποδεκτό επιτόκιο προεξόφλησης im .

- Αν $E.B.A. > im$, τότε η απόδοση της επένδυσης είναι μεγαλύτερη από το επιτόκιο προεξόφλησης και η επένδυση εγκρίνεται.
- Αν $E.B.A. < im$, τότε η απόδοση της επένδυσης είναι μικρότερη από το επιτόκιο προεξόφλησης και η επένδυση απορρίπτεται.
- Αν $E.B.A. = im$, τότε η απόδοση της επένδυσης είναι οριακή.

2.2 Πλεονεκτήματα των Ταμειακών Ροών

Οι ταμειακές ροές προσφέρουν καθαρά και συνεπή κριτήρια απόφασης για όλα τα έργα. Τα αποτελέσματα με χρήση αυτής της μεθοδολογίας είναι τα ίδια ανεξάρτητα των προτιμήσεων των επενδυτών ως προς τον κίνδυνο. Ακόμη οι ταμειακές ροές παρέχουν ακρίβεια στα αποτελέσματα, η οποία είναι ποσοτικά επαρκής αλλά και οικονομικά ορθή. Τέλος, οι ταμειακές ροές είναι σχετικά απλές, διδάσκονται ευρέως και γενικά είναι αποδεκτές από όλους καθιστώντας τους με αυτόν τον τρόπο εύκολες να περιγραφούν στις διοικήσεις των εταιρειών που αναλαμβάνουν τα εκάστοτε έργα.

2.3 Μειονεκτήματα των Ταμειακών Ροών

Η παραδοσιακή μεθοδολογία για την εκτίμηση της αξίας ενός οικονομικού στοιχείου που βασίζεται στις ταμειακές ροές δεν μπορεί να περιγράψει μερικά από τα χαρακτηριστικά του στοιχείου αυτού ή ευκαιρίες επένδυσης που μπορεί να υπάρχουν. Οι παραδοσιακές μέθοδοι δέχονται μόνο δύο εκδοχές, δηλαδή ή ότι θα γίνει η επένδυση ή ότι δεν θα γίνει τίποτα. Έτσι δεν υπάρχει δυνατότητα επιχειρηματικής ευελιξίας τέτοια ώστε να μπορεί να αλλάξει την πορεία της επένδυσης όταν συγκεκριμένες πτυχές της αβεβαιότητας του έργου γίνουν γνωστές.

Υπάρχουν αρκετά προβλήματα στη χρήση της παραδοσιακής μεθόδου των καθαρών ταμειακών ροών, όπως η υποτίμηση της πραγματικής αξίας ενός έργου ή μιας επένδυσης όταν αυτά παράγουν μικρές ή καθόλου ταμειακές ροές, η μη σταθερότητα του $WACC$ ¹

¹ Το $WACC$ χρησιμοποιείται συχνά ως επιτόκιο αναγωγής και είναι η ελάχιστη απόδοση που πρέπει μια εταιρεία να έχει από τα υπάρχοντα οικονομικά της στοιχεία (επενδύσεις κτλ) έτσι ώστε να διατηρήσει την τιμή της μετοχής της σταθερή και να ικανοποιήσει τους πιστωτές και τους ιδιοκτήτες της.

(weighted average cost of capital) ως επιτόκιο αναγωγής, η ακριβής εκτίμηση της οικονομικής ζωής του έργου, πρόβλεψη σφαλμάτων στη δημιουργία των μελλοντικών ταμειακών ροών και ελλειπείς δοκιμές για την αληθοφάνεια των τελικών αποτελεσμάτων.

Στην πραγματικότητα υπάρχουν πολλά θέματα που πρέπει κανείς να προσέξει όταν χρησιμοποιεί τη μέθοδο των καθαρών ταμειακών ροών. Τα πιο σημαντικά θέματα αφορούν την επιχειρηματική πραγματικότητα, η οποία κατακλύζεται από κινδύνους και αβεβαιότητα, τις αποφάσεις που πρέπει να ληφθούν και το εάν οι διοικήσεις έχουν τη στρατηγική ευελιξία να πάρουν ή να αλλάξουν αποφάσεις όταν κάποιες αβεβαιότητες γίνονται γνωστές. Σε έναν τέτοιο στοχαστικό κόσμο, η χρησιμοποίηση ντετερμινιστικών μοντέλων όπως οι ταμειακές ροές μπορεί να υποεκτιμήσει σημαντικά την πραγματική αξία ενός συγκεκριμένου έργου.

Το ντετερμινιστικό μοντέλο των ταμειακών ροών θεωρεί ότι όλα τα μελλοντικά αποτελέσματα είναι καθορισμένα. Εάν πραγματικά συνέβαινε αυτό, τότε το μοντέλο των καθαρών ταμειακών ροών θα εφαρμοζόταν σωστά, αφού δεν θα υπήρχαν μεταβολές των επιχειρηματικών συνθηκών που θα άλλαζαν την αξία ενός συγκεκριμένου έργου. Ουσιαστικά τότε δεν θα υπήρχε αξία στην ευελιξία. Όμως, το πραγματικό επιχειρηματικό περιβάλλον είναι πολύ ρευστό, και αν οι διοικήσεις έχουν την ευελιξία να κάνουν κατάλληλες αλλαγές όταν οι συνθήκες αλλάζουν, τότε υπάρχει πράγματι αξία στην ευελιξία, μία αξία που θα υποεκτιμούταν σημαντικά με τη χρησιμοποίηση του μοντέλου των ταμειακών ροών.

Ένα πολύ σημαντικό θέμα που προκύπτει από τη χρησιμοποίηση του μοντέλου των ταμειακών ροών είναι η σωστή επιλογή του επιτοκίου αναγωγής. Γενικά ο προσδιορισμός του κατάλληλου επιτοκίου αναγωγής δεν είναι εύκολος ή προφανής και ταυτόχρονα η επιλογή του είναι στενά συνδεδεμένη με την κατανομή των κεφαλαίων. Ακόμη, η μόνο πρόβλεψη που μπορεί να γίνει για τον κίνδυνο που υπάρχει στις μελλοντικές ταμειακές ροές εμπεριέχεται μόνο στο επιτόκιο αναγωγής, καθιστώντας έτσι την εκτίμηση κινδύνου σταθερή και μη ευέλικτη κάτι που δεν συνάδει με την ρευστότητα και τη μεταβλητότητα του επιχειρηματικού περιβάλλοντος.

Οι διοικήσεις των περισσότερων εταιρειών θέλουν να γνωρίζουν το αναμενόμενο επιτόκιο της επένδυσης. Πιο συχνά για αυτό το σκοπό χρησιμοποιείται ο εσωτερικός βαθμός απόδοσης (EBA – IRR) της επένδυσης, κάτι όμως που μπορεί να οδηγήσει σε λαθεμένες επενδυτικές αποφάσεις. Το πρόβλημα με τον EBA είναι ότι δεν μετράει άμεσα το επιτόκιο της επένδυσης, αλλά μετράει το επιτόκιο αναγωγής στο οποίο η επένδυση θα ισοσκελιζόταν. Έτσι ο EBA δεν είναι ένα αντικειμενικό υποκατάστατο για το πραγματικό επιτόκιο της

επένδυσης. Μερικές επενδύσεις μπορούν να έχουν παραπάνω από ένα ΕΒΑ και στην περίπτωση αυτή ο ΕΒΑ χάνει το νόημά του.

3. REAL OPTIONS – ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΑ ΔΙΚΑΙΩΜΑΤΑ

3.1 Εισαγωγή Στη Θεωρία των Πραγματικών Δικαιωμάτων

Για να κατανοήσουμε το θεωρητικό υπόβαθρο των πραγματικών δικαιωμάτων (real options) θα κάνουμε μια ανάλυση της εξέλιξης τους, όπως αυτή διαμορφώθηκε ιστορικά και όπως οι μελετητές μέσα από έρευνα προσπάθησαν να δημιουργήσουν μια πιο ολοκληρωμένη μέθοδο αξιολόγησης των επενδύσεων. Ένα option απεικονίζει ελευθερία επιλογής μετά την εμφάνιση μιας πληροφορίας. Η λέξη option προέρχεται από τα γαλλικά του μεσαίωνα και έχει τις ρίζες της στη λατινική λέξη option, optare. Η λέξη σημαίνει να διαλέξω, να επιθυμήσω, να επιλέξω (Brach, 2003). Ένα real option είναι το δικαίωμα, όχι όμως και η υποχρέωση για μια μελλοντική ενέργεια (είτε αναβολής, καθυστέρησης, επέκτασης, συρρίκνωσης ενεργειών, ή εγκατάλειψης καθώς και άλλων εναλλακτικών επιλογών), σε ένα προκαθορισμένο κόστος που αναφέρεται ως τιμή εξάσκησης, για ένα συγκεκριμένο χρονικό διάστημα που είναι και η διάρκεια ενός option (Copeland and Antikarov, 2003). Ο όρος πραγματικά δικαιώματα (real options) αναφέρθηκε πρώτη φορά από τον Stewart C. Myers (Myers, 1977).

Η εφαρμογή των πραγματικών δικαιωμάτων βασίζεται στο μοντέλο χρηματοοικονομικών δικαιωμάτων (financial options) των Black and Scholes (1973) όπως αυτό τροποποιήθηκε από τον Merton (1973) και αργότερα από τον Myers (1987), με την παρατήρηση ότι θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί για να εκτιμηθούν οι επενδυτικές ευκαιρίες σε πραγματικές αγορές (αγορές για προϊόντα και υπηρεσίες). Αξίζει να σημειωθεί ότι το μοντέλο χρηματοοικονομικών δικαιωμάτων των Black, Scholes και Merton βραβεύτηκε το 1997 με το βραβείο Νόμπελ στα οικονομικά.

Για την πραγματοποίηση έξυπνων επενδυτικών επιλογών, οι επενδυτές χρειάζεται να διατηρούν την αξία των επιλογών τους ανοικτή. Η χρησιμοποίηση της μεθοδολογίας των πραγματικών δικαιωμάτων δίνει στους επενδυτές έναν καλύτερο χειρισμό της αβεβαιότητας. Επιπλέον οι επιχειρηματικές αποφάσεις αποτελούν πραγματικά δικαιώματα, τα οποία επιτρέπουν, αλλά δεν επιβάλλουν την ανάληψη μιας πρωτοβουλίας στο μέλλον.

Τα πραγματικά δικαιώματα αποτελούν ένα σύγχρονο και ενισχυμένο εργαλείο για την οικονομική ανάλυση των επενδυτικών σχεδίων, η εφαρμογή των οποίων θεωρείται σημαντικότερη όταν η αβεβαιότητα είναι σχετική και η ευελιξία εμπεριέχεται στην

επενδυτική ευκαιρία (Dixit and Pindyck 1994). Να σημειώσουμε ότι τα χρηματοοικονομικά δικαιώματα (options) είναι παράγωγα αξιόγραφα (derivatives securities) που διαπραγματεύονται σε οργανωμένες αγορές και εξαρτώνται από τις τιμές άλλων όπως υποκείμενων τίτλων, μετοχών, διαπραγματεύσιμες τιμές συναλλάγματος, χρυσού, πετρελαίου κλπ.

Η θεωρία των πραγματικών δικαιωμάτων ενσωματώνει στη διαδικασία αξιολόγησης μιας επένδυσης τις ευκαιρίες για ενέργειες στο μέλλον που δύναται να έχει μια εταιρεία, στηριζόμενη και ανταποκρινόμενη στη γνώση που αποκτά και στη μείωση της αβεβαιότητας που επιτυγχάνεται με την πάροδο του χρόνου. Επιπλέον η προσέγγιση αυτή έχει τη δυνατότητα να προσδιορίσει και να πολιτικοποιήσει την αξία που πηγάζει από την ενεργητική διαχείριση των επενδύσεων και από τις στρατηγικές αλληλεπιδράσεις μεταξύ των επενδύσεων (Trigeorgis, 1996).

Η αξιολόγηση επενδύσεων με την προσέγγιση real options analysis (ROA), ουσιαστικά διευρύνει τον ορίζοντα αξιολόγησης μιας επένδυσης αφού λαμβάνει υπόψη την ευελιξία της διοίκησης μιας επιχείρησης στη διαμόρφωση και εφαρμογή της στρατηγικής της. Οι περισσότερες στρατηγικές επενδύσεις δημιουργούν δυνατότητες για μελλοντικές ενέργειες, για αυτό μια τέτοια επένδυση μπορεί να θεωρηθεί σαν ένα σύνολο από πραγματικά δικαιώματα (Amram and Kulatilaka, 1999).

Επομένως με τη χρήση των πραγματικών δικαιωμάτων η συνολική αξία μιας επένδυσης δεν ισούται με την καθαρά παρούσα αξία των αναμενόμενων μελλοντικών ταμειακών ροών αλλά με μια διευρυμένη – στρατηγική ΚΠΑ (strategic – expanded NPV). Αυτή η διευρυμένη ΚΠΑ μας δηλώνει ότι στην αξιολόγηση των επενδύσεων δεν απορρίπτουμε τη στατική, παθητική παραδοσιακή ΚΠΑ, αλλά την επεκτείνουμε προσθέτοντας και την αξία των δικαιωμάτων που αντικατοπτρίζουν την ευελιξία της διοίκησης μιας επιχείρησης και την ενεργητική στρατηγική της στην αξιολόγηση μιας επένδυσης (Trigeorgis 1996).

Κατά συνέπεια ένα επενδυτικό σχέδιο καθίσταται ελκυστικό όταν:

Διευρυμένη/Στρατηγική ΚΠΑ = Στατική (παθητική) ΚΠΑ των ετήσιων καθαρών χρηματοροών που προβλέπονται σε ολόκληρο το χρονικό ορίζοντα της ζωής μιας επένδυσης + αξία των δικαιωμάτων της ενεργητικής στρατηγικής.

3.2. Ιστορικές Αναφορές

Φαίνεται, πως το εμπόριο των δικαιωμάτων είναι πιο παλιό από τις εμπορικές συναλλαγές με τα χρήματα. Αναφέρεται λοιπόν στο βιβλίο της Γένεσης, η ιστορία του Ιωσήφ ο οποίος συμβούλεψε τον Φαραώ να επενδύσει και να αγοράσει όλη την παραγωγή σιταριού, γιατί τα σημάδια των ονείρων του Φαραώ, έτσι όπως τα ερμήνευσε ο Ιωσήφ, προμήνυαν μεγάλο λιμό μετά από επτά χρόνια. Έτσι λοιπόν, ο Ιωσήφ πρότεινε να εξασκήσει ο Φαραώ το δικαίωμα (option), ούτως ώστε να αγοράσει για τις επόμενες επτά παραγωγικές χρονιές όλη την παραγωγή σιταριού. Το ρίσκο λοιπόν, που αντιμετώπιζαν οι άνθρωποι της εποχής του Ιωσήφ, ήταν να πεθάνουν από την πείνα μετά από επτά χρόνια που προμηνύονταν ο λοιμός. Επομένως, το πραγματικό δικαίωμα που είχαν διαθέσιμο, για να αντιμετωπίσουν τον κίνδυνο του λοιμού, ήταν να επενδύσουν σε σιτάρι. Ως τιμή εξάσκησης στην περίπτωση αυτή που θα έπρεπε να πληρωθεί, είναι η κατασκευή των κατάλληλων αποθηκευτικών χώρων για την αποθήκευση και συντήρηση του σιταριού (Brach, 2003).

Αξίζει να σημειωθεί, ότι αναφορές σε θέματα μελλοντικών συμβολαίων και δικαιωμάτων σε αξίες κυρίως παραγωγής σιταριού και μετάλλου, ανακαλύφθηκαν σε περίπου 20.000 αρχαίες επιγραφές κοντά στην περιοχή του ποταμού Ευφράτη. Η περιοχή αυτή βρίσκεται βόρεια στα σύνορα Συρίας και Ιράκ και χρονολογούνται ανάμεσα στο 1800-1500 π.Χ. Στην περιοχή Τοκαβάβα της Ιαπωνίας γύρω στο 1600 μ.Χ, υπάρχουν αναφορές ότι οι έμποροι της περιοχής αγόραζαν δικαιώματα (call options) για το ρύζι. Αγόραζαν δηλαδή δικαιώματα από τους ευγενείς μεγαλοκτήμονες της περιοχής, που αφορούσαν την ετήσια παραγωγή ρυζιού των χωραφιών τους. Τα δικαιώματα αυτά αναγράφονταν σε συγκεκριμένα κουπόνια και αν οι προβλέψεις της ζήτησης για ρύζι άλλαζαν, οι έμποροι ήταν ελεύθεροι να εμπορεύονται αυτά τα κουπόνια με τα δικαιώματα απόκτησης του ρυζιού, στην τοπική κεντρική αγορά.

Ένα άλλο παράδειγμα πρώιμης μορφής πραγματικών δικαιωμάτων (real options), ήταν το εμπόριο της τουλίπας στην Ολλανδία τον 17^ο αιώνα. Το φυτό της τουλίπας εισήχθη στην Ολλανδία από την Τουρκία και εξαιτίας της εξευγενισμένης και ξεχωριστής μορφής του εξελίχθηκε σε ένα σπάνιο και ακριβό φυτό, που κατέληξε να γίνει λόγω της υψηλής τιμής του, το φυτό των πλουσίων. Έτσι με τον καιρό η ζήτηση της τουλίπας λόγω της σπανιότητας της, αυξήθηκε κατακόρυφα. Επίσης την εποχή εκείνη, δεν υπήρχαν φάρμακα και θερμοκήπια και η παραγωγή της τουλίπας δεν μπορούσε να θεωρείται δεδομένη. Η αβεβαιότητα στην παραγωγή της τουλίπας και η συνεχόμενη αύξηση της ζήτησης της, δημιούργησε μια νέα δυναμική αγορά, την αγορά συμβολαίων τουλίπας.

Οι άνθρωποι προχωρούσαν σε συμβόλαια που τους έδιναν το δικαίωμα (option) να αγοράσουν σε μια συγκεκριμένη τιμή τουλίπες, πριν ακόμα φυτευτούν οι βολβοί τουλίπας. Αν η συγκομιδή τουλίπας ήταν χαμηλή, τότε λόγω της δεδομένης αυξανόμενης ζήτησης η τιμή της τουλίπας θα ήταν υψηλή. Αυτό θα είχε ως συνέπεια, οι κάτοχοι των δικαιωμάτων να κερδίζουν από την διαφορά που είχε η τιμή πώλησης με την τιμή αγοράς, που ήταν προκαθορισμένη στα συμβόλαια δικαιωμάτων. Η διαφορά της τιμής πώλησης στην επικρατούσα αγορά και της προκαθορισμένης τιμής αγοράς του δικαιώματος είναι και η απόδοση της επένδυσης (Brach, 2003).

3.3. Το Παράδειγμα του Θαλή του Μιλήσιου

Για να γίνει περισσότερο κατανοητή η θεωρία των πραγματικών δικαιωμάτων, αξίζει να αναφερθεί ένα από τα παλαιότερα καταγεγραμμένα παραδείγματα εφαρμογής τους, το παράδειγμα του Θαλή του Μιλήσιου (643 – 548 πχ). Ως γνωστόν ο Θαλής υπήρξε ένας από τους μεγαλύτερους φιλοσόφους καθώς επίσης και μεγάλος ερευνητής και μαθηματικός. Στα κείμενα του Αριστοτέλη αναφέρεται και η ιστορία μιας ευρηματικής επένδυσης του Θαλή. Φαίνεται, λοιπόν, πως οι ξεχωριστές ικανότητες και η ευφυΐα του φιλοσόφου των οδήγησαν να ερμηνεύσει μέσω των γνώσεων του για την μετεωρολογία, τις καιρικές συνθήκες που θα επικρατήσουν κατά την συγκομιδή ελιών εκείνη την συγκεκριμένη εποχή. Επίσης εξετάζοντας τα φύλλα του τσαγιού και συνδυάζοντας τον καιρό, προέβλεψε ότι θα υπάρξει μεγάλη παραγωγή ελιάς για εκείνη τη χρονιά.

Η εκτίμηση του Θαλή θεωρήθηκε από τον ίδιο τόσο ευνοϊκή, που έσπευσε να συγκεντρώσει όλες του τις οικονομίες για να διαπραγματευτεί με τους ιδιοκτήτες των ελαιοτριβείων της Μιλήτου, την παραχώρηση εκ μέρους τους, του δικαιώματος (option) να του τα νοικιάσουν για την εποχή της συγκομιδής της ελιάς σε μια προκαθορισμένη τιμή. Πράγματι, οι προβλέψεις του Θαλή για την παραγωγή ελιάς επαληθεύτηκαν και με το παραπάνω. Έτσι, όλοι οι παραγωγοί ελιάς της Μιλήτου άρχισαν να αναζητούν ελαιοτριβείο για να βγάλουν λάδι. Όμως όλα τα ελαιοτριβεία είχαν ενοικιαστεί από τον φιλόσοφο Θαλή, ο οποίος και είχε επιβάλει μια μονοπωλιακή κατάσταση στην περιοχή. Εξαιτίας της αυξημένης ζήτησης για ελαιοτριβείο από τους παραγωγούς, ο Θαλής αύξησε το κόστος για τη χρήση τους και έτσι αποκόμισε υψηλό κέρδος μιας και ο ίδιος θα απέδιδε στους ιδιοκτήτες των ελαιοτριβείων μόνο το προσυμφωνηθέν τίμημα ενοικίασης που προβλεπόταν στο συμβόλαιο (Copeland and Antikarov, 2003).

Στο παράδειγμα με τον Θαλή, παρατηρήθηκε ότι η τιμή του ενοικίου που θα πλήρωναν οι ελαιοπαραγωγοί για τα ελαιοτριβεία την περίοδο συγκομιδής της ελιάς, αποτελεί το “υποκείμενο αγαθό ρίσκου” (underlying risky asset), το οποίο ανάλογα με την προσφορά και τη ζήτηση θα είχε και διαφορετική τιμή. Η αβεβαιότητα και η μεταβλητότητα των καιρικών συνθηκών και της συγκομιδής που υπολόγιζε ο Θαλής, αποτελεί την κύρια αιτία διαμόρφωσης της μελλοντικής τιμής ενοικίασης των ελαιοτριβείων στους παραγωγούς. Σημειώνεται εδώ, ότι η επένδυση στα ελαιοτριβεία είναι μια επένδυση σε κάτι που έχει υλική, πραγματική υπόσταση (real asset), κάτι το οποίο δεν συμβαίνει με τα πραγματικά δικαιώματα. Το προσυμφωνηθέν ενοίκιο (ασφάλιστρο, “premium” κινδύνου για την άσκηση του δικαιώματος) που είχε υπογράψει στο συμβόλαιο ο Θαλής με τους ιδιοκτήτες των ελαιοτριβείων αποτελεί την “τιμή εξάσκησης” (exercise price).

Ωστόσο, ο Θαλής, αν ήταν σε μια πιο οργανωμένη αγορά, θα μπορούσε να επενδύσει τα χρήματά του με ένα επιτόκιο απόδοσης απαλλαγμένο από κινδύνους (risk free rate), αντί να τα ρισκάρει στην επένδυση των ελαιοτριβείων, που έχει υψηλό κίνδυνο. Αναφέρεται το επιτόκιο χωρίς κίνδυνο, για να επισημανθεί ότι όσο η τιμή του αυξάνεται τότε και η τιμή του δικαιώματος αυξάνεται. Επιπλέον, η συμφωνία των δύο μερών ίσχυε για μια συγκεκριμένη χρονική περίοδο, που ονομάζεται “διάρκεια ζωής” (maturity time) του δικαιώματος. Τέλος, τα χρήματα που συγκέντρωσε ο Θαλής και πλήρωσε τους ιδιοκτήτες για την ενοικίαση των ελαιοτριβείων είναι η “τιμή του δικαιώματος” (value of option).

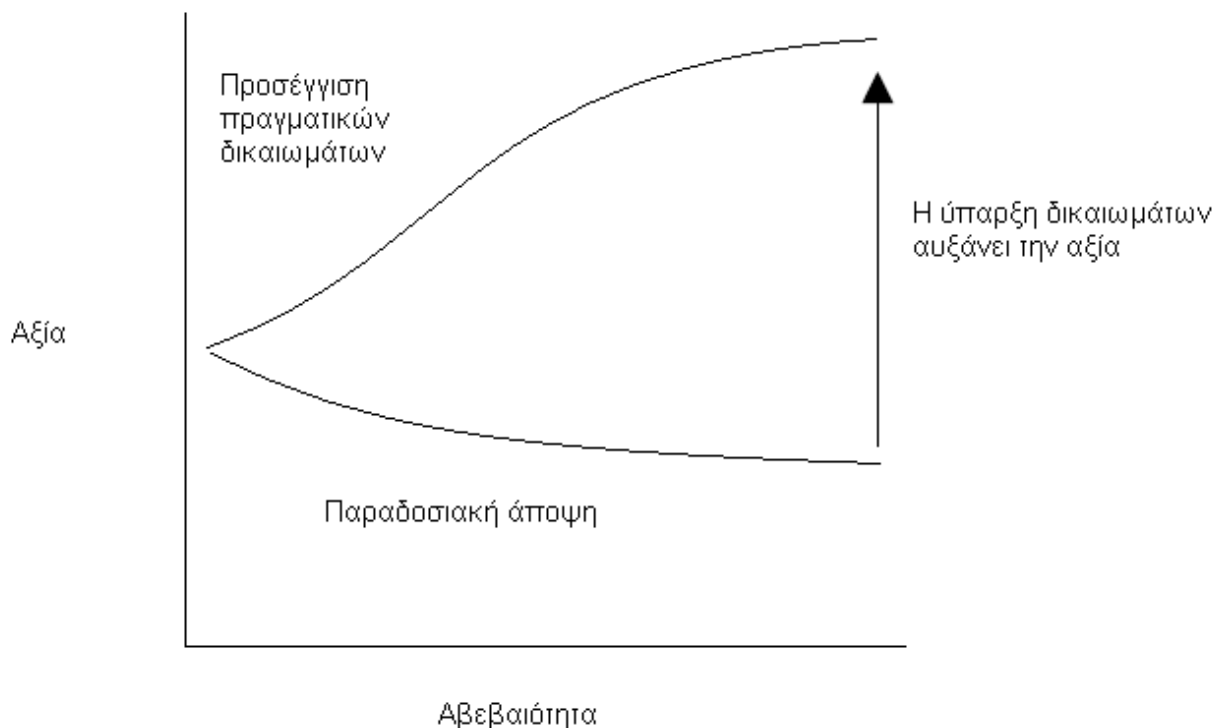
Το “υποκείμενο αγαθό” της παραπάνω επένδυσης παρόλο που ο Θαλής είχε εμπιστοσύνη στις γνώσεις του για τη μετεωρολογία και την εξέλιξη της παραγωγής, είχε υψηλό βαθμό μεταβλητότητας και αβεβαιότητας. Αν όμως η πρόβλεψη του Θαλή ήταν λανθασμένη, τότε πιθανότατα οι παραγωγοί θα είχαν λίγη σοδειά ελιάς και δεν θα πλήρωναν υψηλό ενοίκιο για τα ελαιοτριβεία, το οποίο μπορεί να ήταν και χαμηλότερο από την τιμή, που ο Θαλής είχε συμφωνήσει να πληρώσει στους ιδιοκτήτες. Στην περίπτωση αυτή, ο Θαλής δεν θα εξασκούσε το δικαίωμα του και θα έχανε την προκαταβολή που είχε δώσει. Με αυτόν τον τρόπο, η ζημιά που θα είχε προκληθεί θα ήταν πολύ μικρότερη σε αντίθεση με το αν ο Θαλής αποφάσιζε να κάνει την επένδυση ενοικιάζοντας για όλη τη χρονιά και όχι μόνο για την περίοδο συγκομιδής τα ελαιοτριβεία και καταβάλλοντας στους ιδιοκτήτες ολόκληρο το ποσό του ενοικίου (Copeland and Antikarov, 2003).

3.4 Θεωρητική Προσέγγιση των Πραγματικών Δικαιωμάτων

Η *ανάλυση πραγματικών δικαιωμάτων* (real options analysis) εντάσσεται στη γενικότερη στρατηγική φιλοσοφία και οργάνωση μιας επιχείρησης, ενώ παράλληλα προσπαθεί να δει την μεταβλητότητα και αβεβαιότητα σαν ένα πιθανό θετικό παράγοντα και να καταλογίσει τιμή σε αυτόν (Amram and Kulatilaka, 1999).

Η προσέγγιση με την μέθοδο των πραγματικών δικαιωμάτων, είναι ένας γενικότερος τρόπος σκέψης και παρόλο που έχει γίνει ανάλυση και μεγάλη μελέτη από τον ακαδημαϊκό κόσμο, δεν έχει αφομοιωθεί ακόμα σε μεγάλο βαθμό από τον κόσμο των επιχειρήσεων. Σταδιακά, μεγάλες και μικρές επιχειρήσεις προσπαθούν να ενσωματώσουν στην οργανωτική φιλοσοφία και στρατηγική τους την μέθοδο αυτή. Ενδεικτικά παραδείγματα είναι: η Airbus στην επένδυση παραγωγής και πώλησης αεροπλάνων, η Exxon στην εξόρυξη πετρελαίου, η Mobil στην ανάπτυξη του φυσικού αερίου, και τέλος η Hewlett – Packard που επενδύει στην ανάπτυξη νέων προϊόντων.

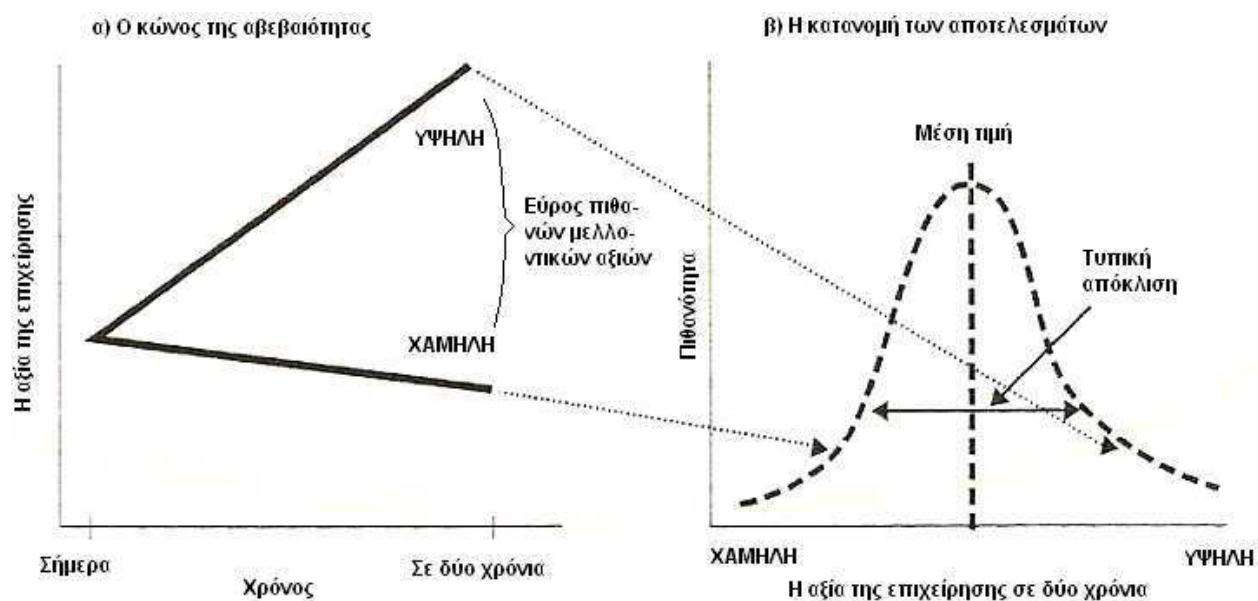
Ενώ, άλλες εταιρίες όπως η Apple, η Coca-Cola, η Microsoft, η Texaco κ.ά, χρησιμοποιούν για τα διαφορετικά αντικείμενα επένδυσης, διαφορετικές εκδοχές της μεθόδου των πραγματικών δικαιωμάτων (Copeland and Antikarov, 2003). Οι παραδοσιακές μέθοδοι αξιολόγησης θεωρούν ότι όσο μεγαλύτερη είναι η αβεβαιότητα μιας επένδυσης τόσο χαμηλότερη είναι η αξία αυτής, ενώ η προσέγγιση των πραγματικών δικαιωμάτων μπορεί να οδηγήσει σε μεγαλύτερη αξία αν αναγνωριστούν και χρησιμοποιηθούν τα δικαιώματα ώστε να ανταποκριθούν στα γεγονότα (σχήμα 3.1) (Amram and Kulatilaka, 1999).



Σχήμα 3.1: Η αβεβαιότητα αυξάνει την αξία

Συνεπώς, τα διοικητικά στελέχη πρέπει να εντοπίζουν τις πηγές αβεβαιότητας καθώς και τις τάσεις και την εξέλιξη που αυτή θα έχει. Πρέπει να καθορίζουν την έκθεση της επένδυσης στην αβεβαιότητα και να αντιδρούν κατάλληλα για να την εκμεταλλευτούν. Ακόμα η προσέγγιση των πραγματικών δικαιωμάτων, αντικατοπτρίζει το γεγονός ότι μια επενδυτική απόφαση αλλάζει το σύνολο των επενδύσεων που μπορούμε να κάνουμε στο μέλλον.

Ο χρόνος παίζει σημαντικό ρόλο στην αξία μιας επένδυσης και αυτό φαίνεται πολύ χαρακτηριστικά στο σχήμα 3.2, όπου απεικονίζεται ο κώνος της αβεβαιότητας (cone of uncertainty). Το αριστερό σημείο είναι η τωρινή αξία και όσο προχωράμε προς το μέλλον το εύρος των πιθανών αποτελεσμάτων αυξάνει. Βέβαια οι ακραίες τιμές είναι μάλλον απίθανες. Ως μέτρο της αβεβαιότητας χρησιμοποιούμε την τυπική απόκλιση (standard deviation) της αναμενόμενης απόδοσης της επένδυσης. Η ύπαρξη των πραγματικών δικαιωμάτων επιτρέπει στα στελέχη να μειώσουν την έκθεση στην αβεβαιότητα και ουσιαστικά περιστρέφει τον κώνο προς τα επάνω.



Σχήμα 3.2: Ο κώνος της αβεβαιότητας

3.5. Παραδείγματα Μοντελοποίησης Αποφάσεων ως Πραγματικά Δικαιώματα

3.5.1. Έρευνα και ανάπτυξη

Η έρευνα και η ανάπτυξη (E&A) των καινοτόμων τεχνολογιών απαιτεί σημαντικές επενδύσεις κεφαλαίου, όμως τα αποτελέσματα των E&A μπορούν να χρειαστούν έτη να φανούν, όπως και να φανεί το ύψος του οικονομικού κέρδους της επένδυσης. Ως εκ τούτου, η σωστή αξιολόγηση, επιλογή και διαχείριση των προγραμμάτων E&A είναι κρίσιμες, για τη μακροπρόθεσμη οικονομική υγεία των εταιρειών, και ειδικότερα για τις εταιρείες των οποίων, η επιβίωση εξαρτάται από την καινοτομία. Για τις εταιρείες αυτές, μια ρεαλιστική και ακριβής αξιολόγηση της επένδυσης, τις επιτρέπει να αξιοποιήσουν κατάλληλα τους περιορισμένους πόρους, καθώς επίσης και να δώσουν προτεραιότητα στα προγράμματα σύμφωνα με τις οικονομικές επιστροφές τους, οι οποίες στοχεύουν να μετριάσουν τις αβεβαιότητες και να μεγιστοποιήσουν το κέρδος.

Η αξιολόγηση μιας επένδυσης απαιτεί να αναχθούν οι παρούσες και οι προβλεπόμενες καθαρές ταμειακές ροές στο παρόν, έτσι ώστε οι καθαρές παρούσες τιμές όλων των προγραμμάτων (NPV) να συγκριθούν σε ίδια βάση. Εντούτοις, η πρόβλεψη των μελλοντικών ταμειακών ροών είναι ένα σημαντικό και δύσκολο εγχείρημα. Η οικονομική επιτυχία μιας

επιχείρησης E&A που ασχολείται με καινοτόμες τεχνολογίες επηρεάζεται από πολλούς αβέβαιους ενδογενείς και εξωγενείς παράγοντες, όπως την αξιοπιστία, την ασφάλεια, την απόδοση, την τιμή, την καταναλωτική προτίμηση, την γενική οικονομία, τον ανταγωνισμό, το χρόνο εισόδου στην αγορά και τις κυβερνητικές πολιτικές. Η αποδοτικότητα της επιχείρησης εξαρτάται από τον τρόπο με τον οποίο οι υπεύθυνοι διαχειρίζονται το πρόγραμμα αφότου έχει ξεκινήσει. Συνολικά, τα προγράμματα E&A είναι εγγενώς υπό κίνδυνο και απαιτούν προσεκτική αξιολόγηση και συνεχή διαχείριση αβεβαιότητας.

Η E&A των καινοτόμων προϊόντων, οργανώνεται συχνά για μια εκτεταμένη χρονική περίοδο, μεταξύ πέντε έως είκοσι ετών ή και παραπάνω. Τα διαφορετικά στάδια περιλαμβάνουν, την έρευνα και την ανάπτυξη, τη δοκιμή και την εμπορευματοποίηση, αλλά δεν περιορίζονται σε αυτά. Προφανώς, πρέπει να ληφθούν πολλές αποφάσεις κατά τη διάρκεια ζωής ενός προγράμματος, σύμφωνα με τις νέες πληροφορίες που λαμβάνονται ή τις πρόσφατες επιχειρησιακές δυναμικές που παρατηρούνται, έτσι ώστε τα πιθανά κέρδη να μπορούν να κεφαλαιοποιηθούν και οι απώλειες να ελαχιστοποιηθούν.

Οι παραδοσιακοί τρόποι αξιολόγησης μιας επένδυσης σε τέτοιες περιπτώσεις, όπως η DCF ανάλυση (Discounted Cash Flows), οδηγούν στην εκτίμηση μιας μικρής αξίας των προγραμμάτων κάτι που δεν συνάδει με την πιθανή επιτυχία του προγράμματος. Τα πραγματικά δικαιώματα, από την άλλη πλευρά προσφέρουν ευελιξία στην ανάλυση και διαφορετικά μονοπάτια κατά την διάρκεια του προγράμματος κάτι που οδηγεί και σε καλύτερη εκτίμηση της αξίας του.

3.5.1.1. Φαρμακευτικές εταιρίες

Η αξία ενός φαρμακευτικού προγράμματος, στα πρώτα στάδια βασίζεται κυρίως στην υπόσχεση ότι θα δημιουργηθεί ένα φάρμακο που θα πουλήσει αρκετά. Συγκεκριμένα στη βιομηχανία της βιοτεχνολογίας πολλές εταιρείες έχουν σημαντικές εκτιμήσεις πολύ καιρό πριν αποκομίσουν οποιαδήποτε κέρδη από την πώληση των προϊόντων τους. Τα τελευταία δέκα με δεκαπέντε χρόνια αρκετοί επένδυσαν σε μετοχές πολλών εταιρειών βιοτεχνολογίας και οι τιμές τους παρέμεναν υψηλές σε σχέση με τις εκτιμήσεις τους με βάση DCF μοντέλα. Αυτό το φαινόμενο ήταν εκπληκτικό για πολλούς παρατηρητές της αγοράς γιατί υποτίθεται ότι η φαρμακευτική έρευνα έχει καθαρή παρούσα αξία κοντά στο μηδέν.

Τα πραγματικά δικαιώματα μπορούν να βοηθήσουν να υπολογιστεί η αξία των εταιρειών βιοτεχνολογίας. Η αξία της εταιρείας προκύπτει από τα αναμενόμενα κέρδη από την πώληση

των προϊόντων και από την εν δυνάμει ανάπτυξη της εταιρείας σε μια με πολλά επικερδή φάρμακα. Οι μέθοδοι των πραγματικών δικαιωμάτων μπορούν να εφαρμοσθούν για να εκτιμήσουν την αξία μεμονωμένων προγραμμάτων, αλλά και να υπολογιστεί η αξία μιας εταιρείας όταν αντιμετωπίζεται ως ένα χαρτοφυλάκιο προγραμμάτων.

Η ανάπτυξη ενός νέου φαρμάκου, είναι μια διαδικασία που ενέχει κάποιον κίνδυνο. Από τα πολυάριθμα στοιχεία που μπορούν να έχουν κάποια φαρμακευτική επίδραση, οι εταιρείες φαρμάκων πρέπει να επιλέξουν προσεκτικά αυτά στα οποία θα επενδύσουν εκατομμύρια ευρώ που απαιτούνται για την ανάπτυξη πριν βγάλουν ένα νέο προϊόν στην αγορά. Η διαδικασία ανάπτυξης αποτελείται από αρκετά στάδια, κατά την διάρκεια των οποίων η εταιρεία συλλέγει αποδείξεις για να πείσει τους κρατικούς ρυθμιστές ότι αυτή μπορεί να κατασκευάσει με συνέπεια μία ασφαλή και αποτελεσματική μορφή του στοιχείου για την ιατρική περίπτωση που πρόκειται να θεραπεύσει. Στο τέλος κάθε σταδίου, η εταιρεία χρησιμοποιεί τις τεχνολογικές πληροφορίες αλλά και τις πληροφορίες από την αγορά που έχουν παρουσιαστεί ως εκείνη τη στιγμή για να αποφασίσει αν θα συνεχίσει ή όχι την ανάπτυξη του στοιχείου.

Οι υποθέσεις που πρέπει να γίνουν στα αρχικά στάδια του προγράμματος, όπως κατά τη διάρκεια ανακάλυψης του φαρμάκου, των προκλινικών δοκιμών ή ακόμη και των αρχικών σταδίων των κλινικών δοκιμών είναι αρκετές. Όμως, καθώς η ανάπτυξη του φαρμάκου περνάει στα επόμενα στάδια των κλινικών δοκιμών που αφορούν μεγαλύτερο αριθμό ανθρώπων, οι πληροφορίες για την επιτυχία ή όχι του φαρμάκου είναι περισσότερες και οι υποθέσεις που θα γίνονται θα είναι πιο ειδικές και έτσι η εκτίμηση για την αξία της εταιρείας θα είναι πιο ακριβής.

Όπως φαίνεται τα πραγματικά δικαιώματα, μπορούν να εκτιμήσουν καλύτερα την αξία ενός τέτοιου προγράμματος ή και να επιτρέψουν στην έρευνα να έχει περισσότερη ευελιξία στην περίπτωση που αποτύχει ή επιτύχει η ανάπτυξη του φαρμάκου. Στην περίπτωση της αποτυχίας μπορεί να χρησιμοποιηθεί ένα μοντέλο εγκατάλειψης του προγράμματος με ταυτόχρονη πώληση των πνευματικών δικαιωμάτων της έρευνας ως εκείνη τη χρονική στιγμή σε μια ανταγωνιστική εταιρεία και στην αντίθετη περίπτωση μπορεί να χρησιμοποιηθεί ένα μοντέλο επέκτασης του προγράμματος που θα καλυτερεύσει το προϊόν ή θα οδηγήσει στην ανάπτυξη ενός νέου φαρμάκου. Οι επιλογές μπορεί να είναι πάρα πολλές ανάλογα με την κατάσταση της έρευνας και τα πραγματικά δικαιώματα βοηθούν στη βελτιστοποίηση της απόφασης κάθε φορά.

3.5.1.2. Εταιρείες υψηλής τεχνολογίας

Παρόμοια με τις φαρμακευτικές εταιρείες, εταιρείες που κατασκευάζουν προϊόντα υψηλής τεχνολογίας, όπως εξαρτήματα ηλεκτρονικών υπολογιστών και άλλα παρόμοια προϊόντα μπορούν να χρησιμοποιήσουν τα πραγματικά δικαιώματα, για να εκτιμήσουν την αξία των προγραμμάτων τους. Όπως και πριν, η έρευνα αποτελείται από πολλά στάδια και η διαμόρφωση κάποιας στρατηγικής με βάση κάποια μοντέλα πραγματικών δικαιωμάτων στο τέλος κάθε σταδίου, δίνει ευελιξία και ακριβή εκτίμηση της αξίας του προγράμματος.

Για παράδειγμα, η ανάπτυξη ενός νέου σκληρού δίσκου με μεγαλύτερη χωρητικότητα από των σημερινών και με καλύτερα τεχνικά χαρακτηριστικά, μπορεί να είναι μια περίπτωση έρευνας και ανάπτυξης. Κατά την έναρξη της έρευνας πρέπει να γίνει γνωστό, αν μπορεί τεχνικά να κατασκευαστεί ένα τέτοιο προϊόν και αν όχι αν μπορούν να επενδύσουν στην ανάπτυξη μιας νέας τεχνολογίας που θα το επιτρέψει αυτό αλλά με πολύ μεγαλύτερο κόστος. Τα πραγματικά δικαιώματα μπορούν να βρουν την αποτελεσματικότερη απόφαση με βάση κάποιες υποθέσεις για την αβεβαιότητα που υπάρχει. Όσο προχωράει η έρευνα, δημιουργούνται περισσότερες επιλογές ανάλογα με την κατάσταση του προγράμματος και η εκτίμηση της αξίας του γίνεται πιο ακριβής.

3.5.1.3. Αυτοκινητοβιομηχανίες και αεροναυπηγικές εταιρίες

Τα πραγματικά δικαιώματα μπορούν να χρησιμοποιηθούν αποτελεσματικά ακόμη και σε μακροπρόθεσμα επενδυτικά προγράμματα όπως είναι, η ανάπτυξη ενός νέου μοντέλου αυτοκινήτου με ενδεχομένως νέα εξελιγμένη τεχνολογία ή την ανάπτυξη ενός νέου επιβατικού αεροπλάνου που μπορεί να επιφέρει μεγάλα κέρδη στις αεροναυπηγικές εταιρείες.

Στην περίπτωση των αυτοκινητοβιομηχανιών, σημαντικό ρόλο στην ανάπτυξη ενός νέου μοντέλου αυτοκινήτου παίζει ο ανταγωνισμός. Η ανάπτυξη ενός νέου μοντέλου, μπορεί να επιφέρει περισσότερα κέρδη πριν τον ανταγωνισμό, ένα στοιχείο το οποίο μπορεί να συμπεριληφθεί στην ανάλυση με πραγματικά δικαιώματα. Επίσης, η έρευνα μπορεί να αφορά ένα νέο μοντέλο που θα αυξάνει τη χρησιμότητα του από τους οδηγούς ή ένα μοντέλο που θα είναι φιλικότερο προς το περιβάλλον. Στην πρώτη περίπτωση αυτή, τα πραγματικά δικαιώματα μπορούν να αναλύσουν αν το νέο μοντέλο θα είναι αρκετά πιο χρήσιμο από τα τωρινά και να αποφασίσουν αν η ανάπτυξή του θα είναι επικερδής και στην δεύτερη περίπτωση μπορούν να ελέγξουν αν η φιλικότητα προς το περιβάλλον είναι αρκετή για να

επιφέρει κέρδη σε σχέση με τα χαρακτηριστικά που χάνει το νέο μοντέλο αυτοκινήτου λόγω του συγκεκριμένου χαρακτηριστικού.

Σε ακόμη πιο μακροπρόθεσμα προγράμματα, όπως η ανάπτυξη ενός νέου αεροπλάνου, τα πραγματικά δικαιώματα μπορούν να αναλύσουν μια τέτοια περίπτωση με αρκετά λεπτομερή και ακριβή τρόπο. Θα πρέπει να συνυπολογιστεί επίσης, ο ανταγωνισμός και σε αυτήν την περίπτωση καθώς και το τι θα ακολουθηθεί εάν το πρόγραμμα δεν βρίσκεται σε καλή κατάσταση, όπως για παράδειγμα πώληση της έως τότε έρευνας και ανάπτυξης ως ένα είδος διπλώματος ευρεσιτεχνίας στον ανταγωνισμό. Επιπλέον, η ανταπόκριση από τις αεροπορικές εταιρείες θα πρέπει να εκτιμηθεί με μια έρευνα που μπορεί να γίνει αυξάνοντας το κόστος, προσφέροντας όμως περισσότερες πληροφορίες για το μέλλον και μειώνοντας την αβεβαιότητα.

3.5.2. Εξερεύνηση και παραγωγή

Η εξερεύνηση και η παραγωγή στον επιχειρησιακό τομέα αφορά ένα είδος επένδυσης που συνήθως αφορά πολύ μεγάλα κεφάλαια, αλλά και αβεβαιότητα. Τα πραγματικά δικαιώματα μπορούν να εφαρμοστούν επιτυχώς για την αξιολόγηση τέτοιων επενδύσεων και προσφέρουν στις επιχειρήσεις ευελιξία με πολλές στρατηγικές επιλογές.

3.5.2.1. Εξόρυξη πετρελαίου ή φυσικού αερίου

Οι εταιρείες που ασχολούνται στον τομέα εξερεύνηση και παραγωγή (E&P) είναι κυρίως εταιρείες εύρεσης και εξόρυξης κοιτασμάτων πετρελαίου ή φυσικού αερίου. Τα στάδια που περιλαμβάνονται σε μια μελέτη εύρεσης και εξόρυξης πετρελαίου ή φυσικού αερίου είναι κατάλληλα για μια ανάλυση με πραγματικά δικαιώματα. Η αξιολόγηση μιας επένδυσης για εξόρυξη πετρελαίου ή φυσικού αερίου με πραγματικά δικαιώματα δίνει ευελιξία αποφάσεων και στρατηγικών επιλογών κατά τη διάρκεια ζωής της επένδυσης, έτσι ώστε τα αποτελέσματα της αξιολόγησης να είναι πιο ακριβή από τα αντίστοιχα αποτελέσματα των παραδοσιακών μεθόδων. Ενώ, με την μέθοδο των πραγματικών δικαιωμάτων σε μια μελέτη E&P διακρίνονται τέσσερα στάδια.

Το πρώτο στάδιο αφορά την εξερεύνηση για κοιτάσματα πετρελαίου ή φυσικού αερίου. Η εφαρμογή ενός πραγματικού δικαιώματος σε αυτήν την περίπτωση αφορά, το δικαίωμα της E&P εταιρείας να προβεί στην εξερεύνηση μιας περιοχής για κοιτάσματα πετρελαίου βάσει κάποιων πιθανοτήτων για επιτυχή εύρεση και ενός αναμενόμενου μεγέθους αποθεμάτων. Το εν λόγω δικαίωμα περιλαμβάνει την επιλογή της εταιρείας να προβεί σε εξερεύνηση μιας

περιοχής ή όχι μέσα σε ένα συγκεκριμένο χρονικό διάστημα. Επίσης, το δικαίωμα αυτό ενέχει την επιλογή για καθυστέρηση της εξερεύνησης εν αναμονή ενδεχομένως περισσότερων οικονομικών κινήτρων (τιμές πετρελαίου ή φυσικού αερίου στην αγορά, κόστος επένδυσης) ή περισσότερων πληροφοριών σε σχέση με την ύπαρξη πολλών, λίγο ή και καθόλου πετρελαίου ή φυσικού αερίου στην περιοχή (γεωλογικές πληροφορίες για την επιτυχή εξόρυξη ή το μέγεθος των αποθεμάτων). Ακόμη, κάποια άλλη επιχείρηση μπορεί να θέλει να αγοράσει τα δικαιώματα της περιοχής και επομένως πρέπει να εξεταστεί πόσο συμφέρει το ενδεχόμενο αυτό, δηλαδή να πουληθεί η περιοχή κάπου αλλού.

Το επόμενο στάδιο ακολουθεί της επιτυχούς εύρεσης πετρελαίου ή φυσικού αερίου στην περιοχή και αφορά τη σκιαγράφηση της περιοχής σε κοιτάσματα και της αξιολόγησης της. Επομένως μπορούμε να πούμε ότι το πραγματικό δικαίωμα σε αυτήν την περίπτωση είναι το δικαίωμα της εταιρείας να προβεί σε κάτι τέτοιο με αβεβαιότητα που αφορά τεχνολογικά θέματα. Με βάση στοιχεία τεχνολογικής αβεβαιότητας, η επιχείρηση μπορεί να συνεχίσει στη σκιαγράφηση της περιοχής ή όχι μέσα σε ένα συγκεκριμένο χρονικό διάστημα.

Εάν γίνει τελικά η σκιαγράφηση της περιοχής ακολουθεί το επόμενο στάδιο που είναι η παραγωγή, δηλαδή η εξόρυξη των αποθεμάτων πετρελαίου ή φυσικού αερίου. Το πραγματικό δικαίωμα σε αυτήν την περίπτωση, είναι το δικαίωμα της εταιρείας να προβεί στην εξόρυξη ή όχι μέσα σε ένα χρονικό διάστημα. Η επιχείρηση δηλαδή μπορεί να περιμένει μέσα στο χρονικό αυτό διάστημα για ίσως καλύτερες συνθήκες εξόρυξης.

Τέλος, μπορούμε να εφαρμόσουμε και άλλα πραγματικά δικαιώματα στο τελευταίο στάδιο στο οποίο ήδη γίνεται παραγωγή πετρελαίου ή φυσικού αερίου. Οι επιλογές αυτές, συνίστανται στο δικαίωμα για επέκταση της παραγωγής σε περίπτωση ευνοϊκών πληροφοριών και συνθηκών ή διακοπής της σε αντίθετη περίπτωση. Επίσης η εταιρεία μπορεί να εφαρμόσει ένα πραγματικό δικαίωμα που έχει να κάνει με το δικαίωμα αυτής να διακόψει προσωρινά την παραγωγή λόγω πιθανής χαμηλής τιμής του πετρελαίου ή του φυσικού αερίου στην αγορά.

3.5.2.2. Υλοτομικές επιχειρήσεις

Μια άλλη περίπτωση επιχείρησης που μπορούμε να εντάξουμε μερικώς, επειδή δεν είναι καθαρή περίπτωση Ε&Π, είναι οι υλοτομικές επιχειρήσεις. Τα στάδια και τα δικαιώματα είναι αντίστοιχα με αυτά της εξόρυξης πετρελαίου. Έτσι μπορούμε να πούμε ότι κάποια υλοτομική επιχείρηση μπορεί να αποκτήσει το δικαίωμα να αρχίσει την κοπή δέντρων σε μια

συγκεκριμένη περιοχή μέσα σε ένα χρονικό διάστημα ή να κάνει κάτι άλλο, όπως πώληση της περιοχής, ή να αναμένει για ίσως καλύτερης τιμής του ξύλου στην αγορά ή καλύτερων καιρικών συνθηκών. Επίσης μια υλοτομική επιχείρηση μπορεί να αποκτήσει το δικαίωμα επέκτασης της υλοτομικής της δραστηριότητας με ενδεχόμενη αύξηση της παραγωγής και των κερδών της. Όπως φαίνεται παραπάνω και από τις δύο εξεταζόμενες περιπτώσεις η εφαρμογή των πραγματικών δικαιωμάτων σε μια επένδυση Ε&Π προσφέρει ευελιξία στις στρατηγικές των επιχειρήσεων και βελτιστοποίηση της αποδοτικότητας των κερδών τους.

3.5.3. Επενδύσεις τεχνολογίας πληροφοριών

Οι επενδύσεις τεχνολογίας πληροφοριών (information technology – IT) και επομένως η παγκόσμια αγορά τεχνολογίας πληροφοριών (υλικό, λογισμικό και υπηρεσίες υπολογιστών) έχουν σημειώσει μια πρωτοφανή αύξηση τις τελευταίες δύο δεκαετίες. Παραδοσιακά εργαλεία για την αξιολόγηση προγραμμάτων, όπως η NPV, είναι ανεπαρκείς για την αντιμετώπιση της υψηλής αβεβαιότητας που χαρακτηρίζει τα περισσότερα προγράμματα IT. Οφέλη όπως, η βελτιωμένη ποιότητα ή η εξυπηρέτηση είναι δύσκολο να εκτιμηθούν επειδή η υλοποίησή τους εξαρτάται όχι μόνο από την τεχνολογία, αλλά και από τους πολλαπλούς οργανωτικούς παράγοντες. Οι δαπάνες είναι επίσης ιδιαίτερα αβέβαιες, λόγω των γρήγορων αλλαγών στις αρχικές δαπάνες που προκαλούνται από την εμφάνιση των νέων τεχνολογιών, που αντικαθιστούν τις υπάρχουσες, και την περιορισμένη χρήση των κατάλληλων μονάδων μετρήσεως για την εκτίμηση των επιδόσεων του προγράμματος.

Ο υπολογισμός της αξίας ενός προγράμματος επένδυσης IT είναι ένα ιδιαίτερα δύσκολο εγχείρημα επειδή υπάρχουν πολλοί παράγοντες που επηρεάζουν τα κέρδη και τα κόστη του προγράμματος. Τα προγράμματα IT, περιλαμβάνουν συνήθως την απόκτηση ή την ανάπτυξη πολλαπλών μεγεθών διαφορετικής φύσης. Μερικά από αυτά τα μεγέθη σχετίζονται με την υποδομή των IT αυτή καθ' εαυτή (π.χ. τμήματα υλικού) ενώ άλλα περιλαμβάνουν τα προγράμματα εφαρμογών που υποστηρίζουν συγκεκριμένες επιχειρησιακές διαδικασίες. Ένα συγκεκριμένο μέγεθος μπορεί να έχει καθόλου ή λίγη αξία εκτός αν άλλα μεγέθη είναι παρόντα ή μπορεί να έχει μια αξία λόγω της υποστήριξης που παρέχει σε άλλα στοιχεία IT. Για παράδειγμα, μια γλώσσα προγραμματισμού δεν είναι γενικά πολύτιμη εκτός αν χρησιμοποιείται για να αναπτύξει ή να ερμηνεύσει ένα πρόγραμμα εφαρμογής. Επίσης, η αγορά ενός πακέτου λογισμικού μπορεί να υπονοήσει την αναβάθμιση του κεντρικού υπολογιστή, που επίσης χρησιμοποιείται για να τρέξει μια άλλη εφαρμογή, και αυτό θα είχε

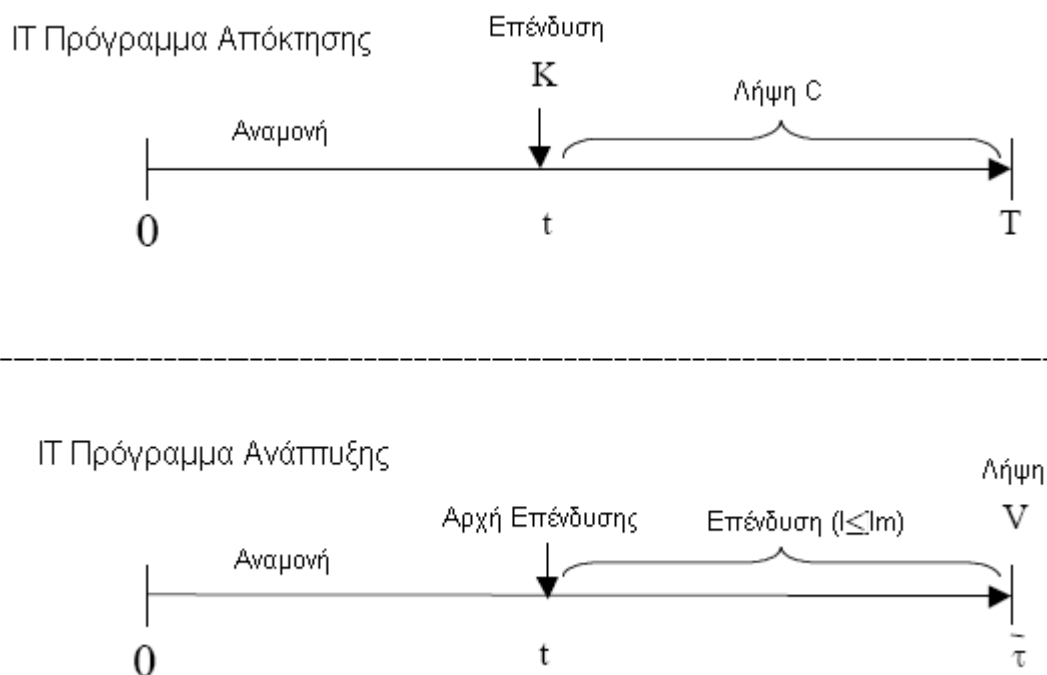
μερικά δευτερεύοντα οφέλη ακόμα κι αν η πράξη της εφαρμογής του πακέτου λογισμικού διακοπεί αφότου έχει αρχίσει το πρόγραμμα.

Ακόμα και όταν τα οφέλη ενός συγκεκριμένου μεγέθους ΙΤ μπορούν να απομονωθούν από άλλες αποφάσεις που λαμβάνονται σε σχέση με την υποδομή ΙΤ, τα κέρδη και οι δαπάνες μιας μελέτης στην τεχνολογία πληροφοριών έχουν έναν υψηλό βαθμό αβεβαιότητας επειδή η πραγματοποίησή τους επηρεάζεται από πολλά οργανωτικά στοιχεία. Επιπλέον, υπάρχουν πολλές εναλλακτικές λύσεις για την ανάπτυξη των συστημάτων πληροφοριών που υπονοούν διαφορετικές φάσεις προγράμματος και σχέδια δαπανών. Το παραδοσιακό μοντέλο κύκλου της ζωής που διαιρεί ένα ΙΤ πρόγραμμα στις φάσεις ανάλυσης, σχεδίου, ανάπτυξης, εφαρμογής, δοκιμής και συντήρησης είναι μόνο μια από τις μεθοδολογίες που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τη ανάπτυξη λογισμικού. Η διαμόρφωση πρωτοτύπου, η γρήγορη ανάπτυξη εφαρμογής, η προσαρμογή πακέτου και η μεταφορά είναι τώρα μερικές από τις άλλες επιλογές που ένας οργανισμός πρέπει να αξιολογήσει για να εφαρμόσει ένα πρόγραμμα ΙΤ. Η επιλογή μεταξύ αυτών των εναλλακτικών λύσεων έχει τις επιπτώσεις στις επιλογές, που είναι διαθέσιμες για το διευθυντή προγράμματος μόλις αρχίσει το πρόγραμμα.

Τα προγράμματα επένδυσης ΙΤ ταξινομούνται στα έργα ανάπτυξης και στα έργα απόκτησης ανάλογα με το χρόνο που χρειάζεται το ΙΤ μέγεθος να αρχίσει να ωφελεί μόλις ληφθεί η απόφαση για επένδυση.

- Σε ένα πρόγραμμα απόκτησης ΙΤ, ο οργανισμός έχει την επιλογή να ξοδέψει ένα χρηματικό ποσό (K) για να αποκτήσει ένα μέγεθος ΙΤ. Σε οποιοδήποτε χρονική στιγμή (t) κατά τη διάρκεια ενός συγκεκριμένου χρονικού διαστήματος (T), το ποσό αυτό είναι γνωστό με βεβαιότητα, εντούτοις οι μελλοντικές αλλαγές στο ποσό αυτό είναι αβέβαιες. Αφότου έχει αποκτηθεί το μέγεθος, ο οργανισμός αρχίζει να λαμβάνει ένα σύνολο ταμειακών ροών (C) που αντιπροσωπεύουν τα διαφορεικά οφέλη που απορρέουν από την απόκτηση του μεγέθους ΙΤ. Δεδομένου ότι και το κόστος και τα κέρδη είναι αβέβαια, μπορεί να είναι καλύτερα να περιμένει πριν κάνει την επένδυση. Επιπλέον, εάν το κόστος ενός συγκεκριμένου μεγέθους ΙΤ μειώνεται με την πάροδο του χρόνου, υπάρχει ένα πρόσθετο κίνητρο για την αναμονή πριν την απόκτηση του μεγέθους. Όμως, τα οφέλη μειώνονται επίσης με το χρόνο επειδή η αναμονή θα μειώσει το μήκος της περιόδου στην οποία ο οργανισμός θα είναι σε θέση να λάβει τις ταμειακές ροές που συνδέονται με την επένδυση. Επομένως, και τα δύο στοιχεία πρέπει να ληφθούν υπόψη για τη λήψη μιας βέλτιστης απόφασης.

- Σε μια μελέτη ανάπτυξης ΙΤ, το μέγεθος δεν αποκτιέται στιγμιαία, αλλά είναι το αποτέλεσμα μιας μελέτης ανάπτυξης που έχει μια αβέβαιη διάρκεια (τ) στην οποία η εταιρία συνεχίζει να επενδύει με ένα ρυθμό που είναι μικρότερος ή ίσος προς ένα μέγιστο ρυθμό επένδυσης (I_m). Μόνο όταν το πρόγραμμα ολοκληρωθεί και το υπόλοιπο κόστος είναι μηδέν, η εταιρεία λαμβάνει το οικονομικό μέγεθος (V).



Σχήμα 3.3: Πρόγραμμα απόκτησης και ανάπτυξης ΙΤ

3.5.4. Αγορά ηλεκτρικής ενέργειας

Με την απελευθέρωση της αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας και την εισαγωγή των ανταλλαγών, ο στόχος των εταιρειών που παράγουν ηλεκτρική ενέργεια έχει αλλάξει δραστικά. Στο παραδοσιακό περιβάλλον οι επιχειρήσεις ηλεκτρισμού έπρεπε να παρέχουν ηλεκτρική ενέργεια σε πελάτες μιας ορισμένης περιοχής (στην οποία η επιχείρηση ηλεκτρισμού είχε συνήθως το μονοπώλιο) με συγκεκριμένη χρέωση. Η μόνη αβεβαιότητα ήταν η πραγματική ζήτηση για ηλεκτρική ενέργεια και η πιθανότητα τεχνικών σφαλμάτων. Οι παραγωγοί ηλεκτρικής ενέργειας ήταν υποχρεωμένοι να ικανοποιήσουν αυτήν τη ζήτηση από μόνοι τους και ο στόχος τους ήταν να το κάνουν αυτό με το ελάχιστο κόστος. Οι ικανότητες που απαιτούνται για αυτόν το σκοπό από τη μια μεριά προβλέπουν τη ζήτηση όσο

το δυνατόν ακριβέστερα και από την άλλη βρίσκουν τον πιο οικονομικό τρόπο να χρησιμοποιηθούν τα μεγέθη παραγωγής (και επίσης μακροπρόθεσμες συμβάσεις με άλλους προμηθευτές) προκειμένου να ικανοποιηθεί αυτή η ζήτηση. Η κατανόηση του κινδύνου ήταν εξ ολοκλήρου για το λειτουργικό κίνδυνο που μπορεί να οδηγήσει στη μείωση της παρεχόμενης ηλεκτρικής ενέργειας κάτω από τη ζήτηση.

Στο πλαίσιο των απελευθερωμένων αγορών, ο κίνδυνος δεν αφορά μόνο φυσικά προβλήματα που οδηγούν τελικά σε έλλειψη ηλεκτρικής ενέργειας αλλά επίσης αφορά τον κίνδυνο τιμών και επομένως οικονομικό κίνδυνο. Προφανώς σε αυτήν την περίπτωση υπάρχει μια ευμετάβλητη τιμή αγοράς αντί ενός σταθερού ποσού στο οποίο παρέχεται η ηλεκτρική ενέργεια. Όλο και περισσότερο επίσης απελευθερώνονται οι αγορές των προϊόντων που χρειάζονται για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας όπως ο άνθρακας ή το φυσικό αέριο, με αποτέλεσμα οι τιμές των καυσίμων να γίνονται επίσης ευμετάβλητες. Καταρχήν, αυτό σημαίνει ότι οι παραγωγοί αντιμετωπίζουν πολύ περισσότερη αβεβαιότητα απ' ό, τι κάτω από το παλαιό καθεστώς. Αλλά το νέο περιβάλλον προσφέρει επίσης οφέλη στον παραγωγό.

Ένα από τα σημαντικότερα είναι ότι οι παραγωγοί έχουν τη δυνατότητα να μην παράγουν: Μια ρευστή αγορά ηλεκτρικής ενέργειας έχει το χαρακτηριστικό ότι ο παραγωγός ηλεκτρικής ενέργειας έχει πάντα την επιλογή να σταματήσει την παραγωγή του και να αγοράσει την απαραίτητη ηλεκτρική ενέργεια από τη συγκεκριμένη αγορά. Επομένως η ποσότητα ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται δεν καθορίζεται από μια εξωγενή ζήτηση, αλλά η εταιρεία μπορεί να αποφασίσει ποιο ποσό ηλεκτρικής ενέργειας να παράγει και ποιο ποσό να αγοράσει από την αγορά. Το πρόβλημα του πότε να αρχίσει ή να σταματήσει η παραγωγή σε απόκριση ενός τυχαίου σήματος τιμών με έναν τρόπο που μεγιστοποιεί το κέρδος, είναι το πραγματικό δικαίωμα σε αυτήν την περίπτωση. Συνεπώς, έχουν χρησιμοποιηθεί μοντέλα πραγματικών δικαιωμάτων για να λύσουν το πρόβλημα κάτω από στοχαστικές τιμές.

Μια άλλη αλλαγή στο περιβάλλον των παραγωγών ηλεκτρικής ενέργειας είναι ότι ανταλλάσσονται όλο και περισσότερες παράγωγες συμβάσεις στην ηλεκτρική ενέργεια. Αυτά τα νέα προϊόντα μπορούν να χρησιμοποιηθούν είτε για να μετριάσουν τον οικονομικό κίνδυνο είτε για να δημιουργήσουν πρόσθετα κέρδη. Και για τους δύο σκοπούς η φυσική ερώτηση που προκύπτει είναι το πώς να διαμορφωθεί βέλτιστα το χαρτοφυλάκιο του παραγωγού ηλεκτρικής ενέργειας. Για αυτό πρέπει να ληφθεί υπόψη ότι η εταιρεία έχει ήδη

μια ορισμένη θέση κινδύνου, η οποία καθορίζεται από τα οικονομικά μεγέθη της παραγωγής της. Η ερώτηση είναι πώς να εμπορευτούν οικονομικά μεγέθη κατά τέτοιο τρόπο ώστε το προφίλ κινδύνου της επιχείρησης να συμφωνεί με τους εταιρικούς στόχους της. Εντούτοις, προκειμένου να απαντηθεί αυτή η ερώτηση, είναι καταρχήν απαραίτητο να υπάρξουν υγιή οικονομικά μοντέλα των μεγεθών παραγωγής. Αυτό είναι ένας τομέας εφαρμογής των πραγματικών δικαιωμάτων.

Στο πλαίσιο των εταιρειών που παράγουν ηλεκτρική ενέργεια, η θεωρία των πραγματικών δικαιωμάτων μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως μια μέθοδος ταυτοποίησης και ποσοτικοποίησης των ενδεχόμενων αποφάσεων που ενσωματώνονται στην ιδιοκτησία των οικονομικών μεγεθών παραγωγής. Οι εφαρμογές της προσέγγισης με πραγματικά δικαιώματα εμπίπτουν σε δύο ευρείες κατηγορίες: Λειτουργικές και αποφάσεις επενδύσεων κεφαλαίου. Οι λειτουργικές αποφάσεις που μπορούν να υποστηριχθούν από τα πραγματικά δικαιώματα είναι μεταξύ άλλων: το πρόβλημα υποχρέωσης μονάδων, δυνατότητες αλλαγής καυσίμων, η ως προς την τοποθεσία οικονομική πρόκριση συναλλαγής στις τιμές της περιοχής, η οικονομική πρόκριση συναλλαγής μεταξύ αγορών ενέργειας και βοηθητικών υπηρεσιών. Οι αποφάσεις επενδύσεων κεφαλαίου αφορούν την απόκτηση νέων εγκαταστάσεων ή την επέκταση των τρεχουσών εγκαταστάσεων.

3.5.5. Έργα υποδομής

Οι απαιτήσεις για επέκταση, εκσυγχρονισμό και συντήρηση των εγκαταστάσεων υποδομής στη μέση δυναμικών αλλαγών και περιορισμών κεφαλαίων παγκοσμίως είναι καλά γνωστές, και αυτές οι συνθήκες έχουν αναγκάσει τους ιδιοκτήτες δημόσιας υποδομής να υιοθετήσουν καινοτόμες μεθόδους για να παρέχουν εγκαταστάσεις και υπηρεσίες απαραίτητες για την υποστήριξη της οικονομικής παραγωγικότητας και της κοινωνικής πρόνοιας. Η ανάλυση οικονομικής δυνατότητας πραγματοποίησης δεν είναι παραδοσιακά μια ικανότητα που είναι γνωστή ευρέως στους δημόσιους ηγέτες ή τους επαγγελματίες μηχανικούς. Επιπλέον, πολλές επενδύσεις υποδομής κατέχουν χαρακτηριστικά επιλογής όπως η αναβολή ή η σταδιακή επένδυση που οι παραδοσιακές μέθοδοι αξιολόγησης δεν μπορούν να αντιπροσωπεύσουν. Έτσι η χρηματική αποτίμηση της αξίας τέτοιων επιλογών μπορεί να είναι αρκετά σημαντική στο συγχρονισμό των επενδύσεων.

Ένα παράδειγμα που μπορούμε να αναφέρουμε είναι η κατασκευή ενός οδικού άξονα. Με έναν παραδοσιακό τρόπο ανάλυσης συνήθως το αποτέλεσμα είναι η μη πρόκριση του εγχειρήματος. Η αβεβαιότητα αφορά τον αριθμό των αυτοκινήτων που θα διέρχονται από

εκεί και τη σχέση του προγράμματος με γενικές οικονομικές συνθήκες. Με τη χρήση των πραγματικών δικαιωμάτων, οι υπεύθυνοι ανάπτυξης του προγράμματος θα είχαν την επιλογή της αναβολής. Με την αναβολή θα επιτρεπόταν η λήψη περισσότερων πληροφοριών και η παρατήρηση μιας ενδεχόμενης οικονομικής ανάπτυξης στην γύρω περιοχή.

Στην κατασκευή ενός εργοστασίου ηλεκτρικής ενέργειας μπορεί να παρουσιαστούν πολλά είδη πραγματικών δικαιωμάτων, όταν μάλιστα εμπλέκονται και πολλές διαφορετικές εταιρείες. Μια επιλογή θα ήταν να γίνει το έργο σε δύο φάσεις και να έχουμε έτσι ένα δικαίωμα επέκτασης με τιμή άσκησης το κόστος κεφαλαίου της δεύτερης φάσης. Ένα άλλο δικαίωμα είναι η πώληση περισσευούμενης ηλεκτρικής ενέργειας σε άλλα κράτη με τιμή άσκησης το κόστος κεφαλαίου των πρόσθετων εγκαταστάσεων διανομής. Επίσης ένα άλλο δικαίωμα που μπορεί να υπάρξει είναι η αλλαγή πρώτης ύλης για την παραγωγή ηλεκτρικής αν γίνεται αυτό και με τιμή άσκησης το κόστος αλλαγής εάν υπάρχει. Ακόμη μπορεί να υπάρξει ένα δικαίωμα εγκατάλειψης με πώληση των οικονομικών μεγεθών του προγράμματος.

Οι ρυθμίσεις χρηματοδότησης ενός προγράμματος περιέχουν συχνά διάφορες ευελιξίες και μέτρα μετριασμού του κινδύνου. Οι τεχνικές που χρησιμοποιούνται επεξηγούν τους περιορισμούς να εκτιμηθούν τα προγράμματα παραδοσιακά και την υπεροχή της ανάπτυξης ενός μοντέλου πραγματικού δικαιώματος για να εκτιμηθεί η ευελιξία που ενσωματώνεται σε ένα έργο υποδομής. Οι τεχνικές των πραγματικών δικαιωμάτων μπορούν να βοηθήσουν στην ανάλυση της δυνατότητας χρηματοδότησης ενός προγράμματος, το συγχρονισμό των επενδύσεων και έτσι να διευκολύνουν τη λήψη καλύτερων αποφάσεων.

Η μεθοδολογία αποτίμησης έργων, επενδύσεων και προγραμμάτων με πραγματικά δικαιώματα βρίσκει εφαρμογή σε πολλούς τύπους εταιρειών και σε πάρα πολλές πτυχές του σύγχρονου επιχειρηματικού περιβάλλοντος. Κυρίως σε περιπτώσεις όπου η παραδοσιακή μέθοδος αξιολόγησης DCF αποτυγχάνει να δώσει ένα σωστό αποτέλεσμα, τα πραγματικά δικαιώματα έρχονται να λύσουν τη στατικότητα και να προσφέρουν μια δυναμική διαδικασία ευελιξίας. Μακροπρόθεσμες επενδύσεις και οικονομικά μεγέθη με μικρές ταμειακές ροές και σχεδόν μηδενική καθαρή παρούσα αξία ωφελούνται πολύ από τη χρησιμοποίηση της μεθοδολογίας των πραγματικών δικαιωμάτων. Η ανάγκη μελέτης των χαρακτηριστικών των πραγματικών δικαιωμάτων και των διάφορων τύπων αυτών βοηθά στην κατανόηση της ευελιξίας που προσφέρουν και των παραδειγμάτων πάνω στα οποία εφαρμόζονται, σε σχέση με τα διάφορα μοντέλα real options που υπάρχουν.

3.6. Σύγκριση Πραγματικών Δικαιωμάτων με τις Παραδοσιακές Μεθόδους

Ήδη από την περιγραφή των πραγματικών δικαιωμάτων, διακρίνονται σημαντικές διαφορές από την παραδοσιακή αξιολόγηση των επενδύσεων ή των προγραμμάτων με τις ταμειακές ροές. Ένα σημαντικό σημείο είναι ότι η παραδοσιακή προσέγγιση των ταμειακών ροών υποθέτει μια απλή διαδρομή απόφασης με συγκεκριμένα αποτελέσματα, και όλες οι αποφάσεις λαμβάνονται στην αρχή χωρίς τη δυνατότητα να αλλάξουν και να αναπτυχθούν με την πάροδο του χρόνου. Η προσέγγιση με πραγματικά δικαιώματα, θεωρεί ότι υπάρχουν πολλαπλές διαδρομές απόφασης, ως συνέπεια της υψηλής αβεβαιότητας που συνδέεται με τη διοικητική ευελιξία στην επιλογή των βέλτιστων στρατηγικών ή επιλογών όταν νέες πληροφορίες διατίθενται. Δηλαδή η διοίκηση έχει την ευελιξία να κάνει διορθώσεις στρατηγικής όταν υπάρχει αβεβαιότητα στο μέλλον. Καθώς νέες πληροφορίες διατίθενται και καθώς η αβεβαιότητα επιλύεται, η διοίκηση μπορεί να επιλέξει τις καλύτερες στρατηγικές για να τις εφαρμόσει. Η παραδοσιακή μέθοδος DCF υποθέτει μια απλή στατική απόφαση, ενώ τα πραγματικά δικαιώματα υποθέτουν μια πολυδιάστατη δυναμική σειρά αποφάσεων, όπου η διοίκηση έχει την ευελιξία να προσαρμοστεί δεδομένης μιας αλλαγής στο επιχειρησιακό περιβάλλον.

Ένας άλλος τρόπος που μπορούμε να δούμε το πρόβλημα είναι ότι υπάρχουν δύο σημεία που πρέπει να εξεταστούν, ένα, η αρχική επένδυση όπου στρατηγικές αποφάσεις επένδυσης πρέπει να ληφθούν και δύο, ο τελικός σκοπός, η βέλτιστη απόφαση που πρέπει να ληφθεί ώστε να μεγιστοποιηθεί το κέρδος της εταιρείας από την επένδυση και των μετόχων της εταιρείας. Στην παραδοσιακή προσέγγιση με ταμειακές ροές, αν ενώσουμε αυτά τα δύο σημεία θα πάρουμε μια ευθεία γραμμή, ενώ η προσέγγιση με πραγματικά δικαιώματα μοιάζει με έναν χάρτη με πολλαπλές διαδρομές για να φτάσει στο τελικό σκοπό, όπου κάθε διαδρομή διασταυρώνεται με άλλες. Η παραδοσιακή μέθοδος περιλαμβάνει μια διαδικασία λήψης αποφάσεων που γίνεται μόνο μια φορά, ενώ τα πραγματικά δικαιώματα, χαρακτηρίζονται από μια δυναμική διαδικασία λήψης αποφάσεων, όπου ο επενδυτής μαθαίνει με την πάροδο του χρόνου και λαμβάνει διαφορετικές αναπροσαρμοσμένες αποφάσεις, καθώς ο χρόνος κυλά και νέα δεδομένα γίνονται γνωστά.

Οι παραδοσιακές μέθοδοι για την εκτίμηση και αξιολόγηση των έργων που συνδέονται με την αξία μιας εταιρείας, συμπεριλαμβανομένων οποιωνδήποτε στρατηγικών επιλογών που η εταιρεία κατέχει, ή ευέλικτες διοικητικές αποφάσεις που είναι δυναμικές και έχουν την ικανότητα να αλλάξουν με την πάροδο του χρόνου, είναι εσφαλμένες από διάφορες απόψεις.

Τα έργα που εκτιμήθηκαν και αξιολογήθηκαν με τη χρησιμοποίηση του παραδοσιακού προτύπου ταμειακών ροών παρέχουν συχνά μια αξία που υποεκτιμά συνολικά την πραγματική αξία στην αγορά. Αυτό γίνεται επειδή τα έργα μπορούν να παρέχουν χαμηλές ή και καθόλου ταμειακές ροές στο κοντινό μέλλον αλλά εν τούτοις είναι χρήσιμα στην εταιρεία.

Επιπλέον, τα έργα μπορούν να αντιμετωπισθούν από την άποψη της ιδιοκτησίας της επιλογής να εκτελεσθούν τα δικαιώματα - όχι όμως ότι υπάρχει πραγματική ιδιοκτησία αυτών - επειδή ο ιδιοκτήτης μπορεί να εκτελέσει το δικαίωμα (option) ή να το επιτρέψει να λήξει εάν το κόστος ευκαιρίας αντισταθμίσει τα οφέλη της εκτέλεσης. Η συνιστώμενη προσέγγιση με πραγματικά δικαιώματα λαμβάνει υπόψη αυτήν την επιλογή για άσκηση του option και την τιμολογεί αναλόγως. Έναντι των παραδοσιακών προσεγγίσεων, τα πραγματικά δικαιώματα παρέχουν πρόσθετα στοιχεία ευρωστίας στην ανάλυση. Τα εισαγωγικά στοιχεία της ανάλυσης στο πρότυπο option-τιμολόγηση μπορούν να κατασκευαστούν μέσω πολλαπλών εναλλακτικών τρόπων, παρέχοντας έτσι μια μέθοδο δοκιμής αντοχής ή δοκιμής ευαισθησίας των τελικών αποτελεσμάτων. Η ανάλυση του πορίσματος που προκύπτει από τα πραγματικά δικαιώματα παρέχει επίσης έτοιμα μέσα για επανέλεγχο χωρίς να πρέπει να εκτελεσθεί ολόκληρη ανάλυση πάλι από την αρχή χρησιμοποιώντας διαφορετικές υποθέσεις.

Συμπερασματικά η παραδοσιακή μέθοδος αποτίμησης επενδύσεων (DCF), προγραμμάτων ή έργων δεν είναι ικανή να δώσει σωστά αποτελέσματα και δεν μπορεί να επεμβαίνει δυναμικά κατά την εξέλιξη των εκάστοτε επενδύσεων. Η DCF ανάλυση είναι μια στατική μέθοδος αξιολόγησης και για αυτό το λόγο κρίνεται βέβαιη η χρησιμοποίηση μιας άλλης μεθόδου, που να χαρακτηρίζεται από ευελιξία και δυναμικότητα. Αυτή είναι η μέθοδος αποτίμησης με πραγματικά δικαιώματα, που προσφέρει πολλά εργαλεία για την αξιολόγηση των οικονομικών μεγεθών. Η αβεβαιότητα που χαρακτηρίζει το σημερινό επιχειρηματικό περιβάλλον δεν μπορεί να προβλεφθεί με ακρίβεια αλλά μπορεί να αντιμετωπιστεί με μια σειρά εναλλακτικών δράσεων κατά την εξέλιξη μιας επένδυσης, ενός προγράμματος ή ενός έργου. Επομένως είναι σημαντικό να εξετάσουμε που μπορεί αυτή η ευέλικτη μεθοδολογία αποτίμησης να χρησιμοποιηθεί και τι προσφέρει σε συγκεκριμένους τύπους εταιρειών και οργανισμών.

4. ΠΛΑΙΣΙΟ ΕΚΤΙΜΗΣΗΣ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ ΤΩΝ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΩΝ ΔΙΚΑΙΩΜΑΤΩΝ

Είναι προφανές ότι η εφαρμογή της θεωρίας των πραγματικών δικαιωμάτων στην αποτίμηση επενδυτικών σχεδίων, προϋποθέτει την ύπαρξη συγκεκριμένων συνθηκών, ώστε τα αποτελέσματά της να είναι αξιόπιστα και να διαφοροποιούνται σημαντικά από τις υπόλοιπες παραδοσιακές μεθόδους αποτίμησης. Η εφαρμογή ενός δομημένου πλαισίου ανάλυσης των πραγματικών δικαιωμάτων κάνει πιο προσιτή και κατανοητή τη μεθοδολογία στους υπευθύνους λήψης επενδυτικών αποφάσεων (Copeland and Antikarov, 2003).

Η μέθοδος των πραγματικών δικαιωμάτων είναι πιο αντιπροσωπευτική από τις παραδοσιακές μεθόδους αξιολόγησης όταν:

- α) υπάρχει η δυνατότητα και ευχέρεια από μέρους της διοίκησης της επιχείρησης να προσαρμόσει τις ενέργειές της στα νέα δεδομένα που δημιουργεί η συνεχής έλευση νέων πληροφοριών.
- β) η αβεβαιότητα για τα μελλοντικά δεδομένα είναι μεγάλη και η πιθανότητα καινούριων πληροφοριών θα αυξάνεται σε όλη τη διάρκεια της επένδυσης.
- γ) τα αποτελέσματα που μας δίνει η ΚΠΑ είναι κοντά στο μηδέν και έτσι δεν υπάρχει ξεκάθαρη κατάσταση αν η επένδυση θα είναι επικερδής ή όχι (Gilbert, 2004).

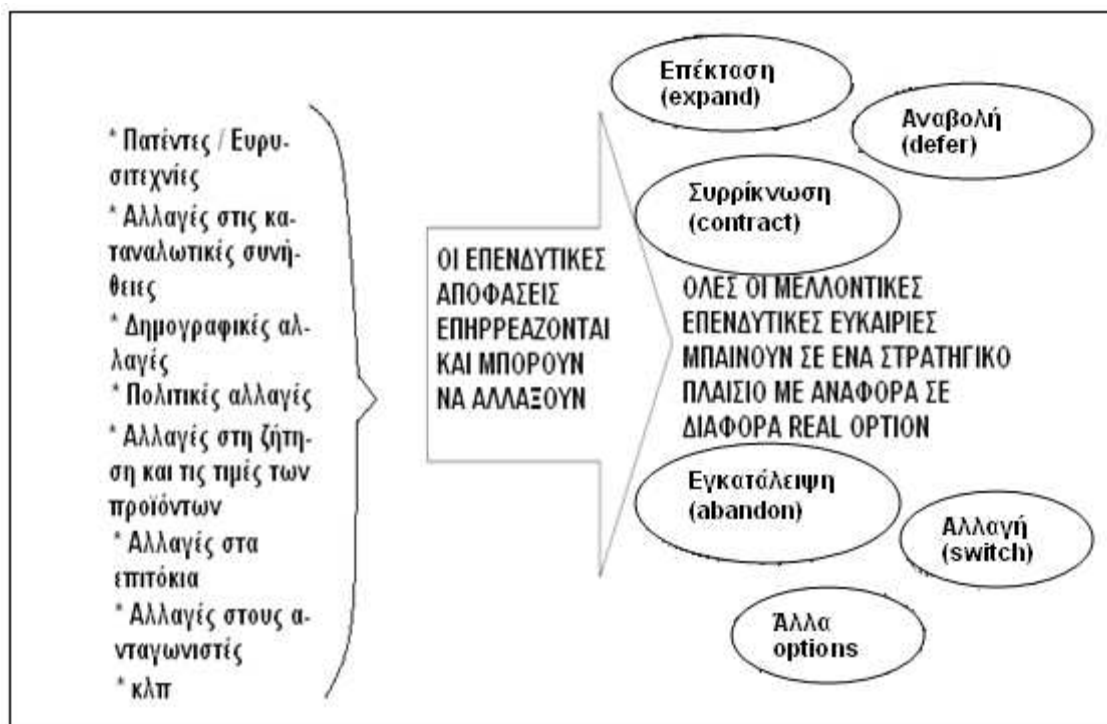
4.1. Πλαίσιο Εκτίμησης των Πραγματικών Δικαιωμάτων - Real Options

Οι υπεύθυνοι λήψης επενδυτικών αποφάσεων θα πρέπει να διαμορφώσουν ένα πλαίσιο, όσο γίνεται πιο απλοποιημένο όταν μελετούν ένα επενδυτικό σχέδιο. Τους κινδύνους μιας επένδυσης μπορούν πολλές φορές να τους παρατηρήσουν από αγαθά τα οποία είναι εμπορεύσιμα σε οργανωμένες αγορές και φαίνεται η διακύμανσή τους. Επίσης από στατιστικές αναφορές επίσημων συνδέσμων και φορέων μπορούν να δουν την πορεία επιχειρηματικών κλάδων (Amram and Kulatilaka, 1999). Για παράδειγμα, αν ένας αναλυτής θέλει να εξετάσει την περίπτωση ίδρυσης μιας νέας εταιρείας που θέλει να προμηθεύει τα προϊόντα της σε εταιρίες που δραστηριοποιούνται μόνο μέσω διαδικτύου, θα επισημάνει διάφορες πηγές κινδύνου και ευκαιρίες ανάπτυξης. Στην τελική απόφαση θα πρέπει να εκτιμηθεί η προοπτική χρήσης του διαδικτύου, η ανάπτυξη της εμπορευσιμότητας των προϊόντων μέσω αυτού, καθώς και τεχνικά εμπόδια στην τελειοποίηση από μέρους των

προϊόντων της. Σαφώς και διάφορες άλλες πηγές κινδύνου θα μπορούσαν να εντοπιστούν, όμως για την κατανόηση της ανάλυσης θα ήταν προτιμότερο να εστιάσει ο αξιολογητής της επένδυσης στον ιδιωτικό κίνδυνο που αφορά την ίδια την επιχείρηση και στον κίνδυνο της αγοράς ο οποίος θα μπορούσε να προσδιοριστεί από την πορεία άλλων επιχειρήσεων.

Η πορεία αυτή φαίνεται, και από δείκτες οικονομικών οργανισμών. Από τα δεδομένα των δεικτών παρουσιάζεται η μεταβλητότητα των τιμών και υπολογίζεται η εκτίμηση αυτής με το στατιστικό μέτρο της τυπικής απόκλισης. Περαιτέρω η αξιολόγηση μιας επένδυσης υπό το πρίσμα της μεθόδου των πραγματικών δικαιωμάτων, στοχεύει στην αναγνώριση των δικαιωμάτων (options) αυτής. Η αναγνώριση των δικαιωμάτων μιας επένδυσης δεν θα πρέπει να σταματάει μόνο στο πρώτο δικαίωμα (option) που τυχόν γίνει αντιληπτό, αλλά ίσως και σε συνδυασμό ή αλληλεπίδραση περισσότερων (compound or switch options) (Dixit and Pindyck, 1994). Στο σημείο αυτό να αναφέρουμε πόσο σημαντικό είναι να μελετούμε τις επενδύσεις σε βάθος χρόνου και όχι μόνο μεσοπρόθεσμα ή βραχυπρόθεσμα. Η μακροχρόνια ανάλυση των επενδύσεων δημιουργεί συνθήκες για συνδυαστικά options ευκαιριών (multiple interacting options) που αυξάνουν σε βάθος χρόνου τη συνολική αξία της επιχείρησης (Trigeorgis, 1999).

Οι μελετητές της μεθόδου των πραγματικών δικαιωμάτων, επισημαίνουν ότι οι νέοι χρήστες αυτής της προσέγγισης των επενδυτικών σχεδίων συχνά καταπιάνονται λεπτομερώς με αριθμητικά στοιχεία, ανάλυση των δεδομένων μεταβλητότητας και επεκτείνονται πολύ. Οι λεπτομέρειες που αφορούν μια επένδυση είναι σημαντικές για αυτή, αλλά μεγαλύτερη σημασία έχει το πλαίσιο σχεδιασμού της μεθόδου των πραγματικών δικαιωμάτων (Leslie, 1997). Η προσέγγιση των πραγματικών δικαιωμάτων είναι σε μεγάλο βαθμό ένας τρόπος σκέψης, για αυτό όταν το πλαίσιο εφαρμογής γίνει πολύπλοκο χάνεται ένα μεγάλο μέρος από τα πλεονεκτήματα της μεθόδου (Amram and Kulatilaka, 1999). Το παρακάτω σχήμα 4.1. αναπαριστά την δημιουργία μιας στρατηγικής (Botteron, 2001).



Σχήμα 4.1: Το χτίσιμο μιας στρατηγικής διαχείρισης ευελιξίας

4.2. Μέθοδοι για την Αξιολόγηση των Πραγματικών Δικαιωμάτων

Στην μέθοδο των πραγματικών δικαιωμάτων υπάρχουν αρκετές μεθοδολογίες και προσεγγίσεις που χρησιμοποιούνται για να υπολογίσουν την αξία ενός δικαιώματος. Αυτές μπορεί να είναι η χρησιμοποίηση εξισώσεων κλειστής μορφής όπως το μοντέλο Black-Scholes και των τροποποιήσεων του, μέθοδοι προσομοίωσης Monte Carlo, των πλεγμάτων (για παράδειγμα, binomial, trinomial, quadrinomial και multinomial δέντρα), η μείωση των μεταβλητών και άλλες αριθμητικές τεχνικές καθώς και η χρησιμοποίηση μερικών διαφορικών εξισώσεων. Εντούτοις, οι επικρατούσες μέθοδοι που χρησιμοποιούνται ευρύτατα είναι οι λύσεις κλειστής μορφής, οι μερικές διαφορικές εξισώσεις και τα binomial (διωνυμικά) δέντρα πλέγματος.

Οι λύσεις κλειστής μορφής είναι μοντέλα, όπως το μοντέλο Black-Scholes, όπου υπάρχουν εξισώσεις που μπορούν να λυθούν λαμβάνοντας υπόψη ένα σύνολο αρχικών υποθέσεων. Είναι ακριβείς, γρήγορες και εύκολες να εφαρμοστούν με τη βοήθεια κάποιας βασικής γνώσης προγραμματισμού αλλά είναι δύσκολο να εξηγηθούν επειδή τείνουν να χαρακτηρίζονται από δυσνόητους στοχαστικούς μαθηματικούς υπολογισμούς. Είναι επίσης πολύ συγκεκριμένες εκ φύσεως και με περιορισμένη ευελιξία στη μοντελοποίηση.

Τα διωνυμικά πλέγματα, αντίθετα, είναι εύκολο να εφαρμοστούν και εύκολο να εξηγηθούν. Είναι επίσης ιδιαίτερα ευέλικτα, αλλά απαιτούν σημαντική υπολογιστική δύναμη και χρονικά βήματα για να λάβει κανείς καλές προσεγγίσεις. Είναι σημαντικό να σημειώσουμε όμως, ότι τελικά τα αποτελέσματα που λαμβάνονται μέσω της χρήσης των διωνυμικών πλεγμάτων τείνουν να πλησιάσουν εκείνα που προέρχονται από τις λύσεις κλειστής μορφής και ως εκ τούτου πάντα συνιστάται να χρησιμοποιούνται και οι δύο προσεγγίσεις για να ελεγχθούν τα αποτελέσματα. Τα αποτελέσματα από τις λύσεις κλειστής μορφής μπορούν να χρησιμοποιηθούν μαζί με την προσέγγιση του διωνυμικού πλέγματος κατά την παρουσίαση στη διοίκηση μιας εταιρείας μιας πλήρους ανάλυσης πραγματικών δικαιωμάτων.

4.2.1 Διωνυμικά πλέγματα - Binomial lattices

Στο διωνυμικό κόσμο αξίζει να σημειωθούν αρκετές βασικές ομοιότητες. Ανεξάρτητα από τον τύπο των προβλημάτων των πραγματικών δικαιωμάτων που προσπαθούμε να επιλύσουμε, εάν χρησιμοποιείται η προσέγγιση του διωνυμικού πλέγματος, η λύση μπορεί να ληφθεί με έναν από δύο τρόπους. Ο πρώτος είναι η χρήση πιθανοτήτων, που είναι ουδέτερες ως προς τον κίνδυνο και ο δεύτερος είναι η χρήση χαρτοφυλακίων που αντιγράφουν την αγορά. Η χρήση ενός χαρτοφυλακίου αντιγραφής είναι δυσκολότερο να κατανοηθεί και να εφαρμοστεί, αλλά τα αποτελέσματα που επιτυγχάνονται από αυτή τη μέθοδο είναι ίδια με εκείνα που λαμβάνονται μέσω των ουδέτερων ως προς τον κίνδυνο πιθανοτήτων.

Η μέθοδος με τις ουδέτερες ως προς τον κίνδυνο πιθανότητες είναι αυτή που χρησιμοποιείται περισσότερο. Αντί της χρησιμοποίησης ενός επικίνδυνου συνόλου ταμειακών ροών και αναγωγής τους με ένα επιτόκιο αναγωγής που είναι προσαρμοσμένο ως προς τον κίνδυνο, μπορεί κανείς αντί αυτού να προσαρμόσει ως προς τον κίνδυνο τις πιθανότητες συγκεκριμένων ταμειακών ροών που συμβαίνουν σε συγκεκριμένες χρονικές στιγμές. Κατά συνέπεια, χρησιμοποιώντας αυτές τις πιθανότητες που είναι προσαρμοσμένες ως προς τον κίνδυνο στις ταμειακές ροές, επιτρέπει στον αναλυτή να ανάγει αυτές τις ταμειακές ροές με ένα επιτόκιο αναγωγής που είναι ελεύθερο ως προς τον κίνδυνο. Αυτό είναι και η ουσία των διωνυμικών πλεγμάτων που χρησιμοποιούνται για την εκτίμηση των πραγματικών δικαιωμάτων.

Σε οποιοδήποτε μοντέλο των πραγματικών δικαιωμάτων, υπάρχει μια ελάχιστη απαίτηση τουλάχιστον δύο δικτυωτών πλεγμάτων. Το πρώτο δικτυωτό πλέγμα είναι πάντα το πλέγμα του οικονομικού μεγέθους ενώ το δεύτερο είναι το πλέγμα αξιολόγησης του πραγματικού

δικαιώματος. Ανεξάρτητα του ποιου μοντέλου πραγματικών δικαιωμάτων χρησιμοποιείται, η βασική δομή σχεδόν πάντα υπάρχει, λαμβάνοντας τη μορφή:

Μεταβλητές: S, X, σ, T, rf, b

$$u = e^{\sigma \sqrt{\delta t}} \quad \text{και} \quad d = e^{-\sigma \sqrt{\delta t}} = \frac{1}{u}$$

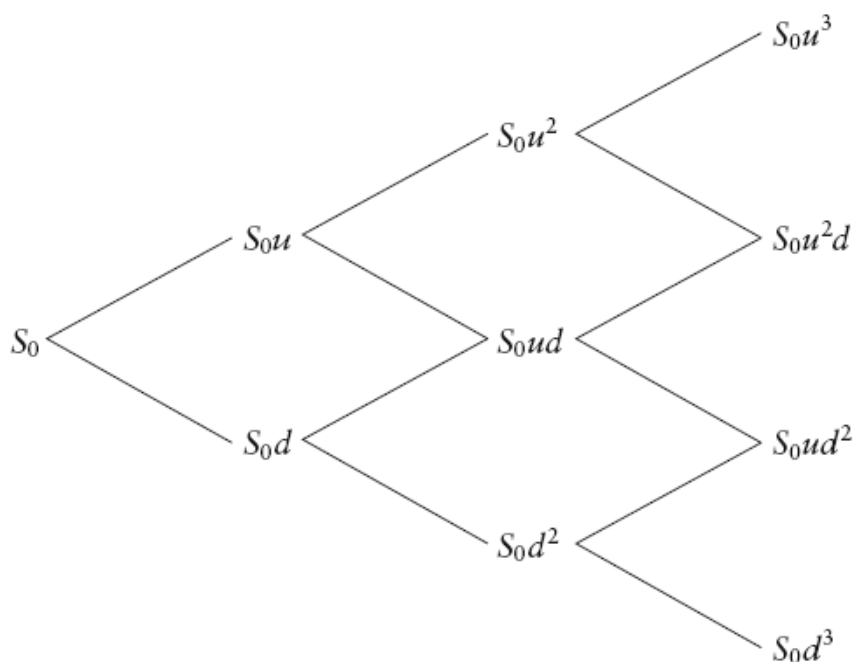
$$p = \frac{e^{(rf - b)(\delta t)} - d}{u - d}$$

Οι βασικές μεταβλητές είναι η παρούσα αξία του υποκείμενου οικονομικού μεγέθους (S), η παρούσα αξία του κόστους εφαρμογής του option (X), η αστάθεια του φυσικού λογαρίθμου των εσόδων από τις ταμειακές ροές σε ποσοστό (σ), ο χρόνος λήξης σε έτη (T), το επιτόκιο που είναι ελεύθερο ως προς τον κίνδυνο ή το ποσοστό επιστροφής σε ένα ακίνδυνο οικονομικό μέγεθος (rf), και τις συνεχείς εκροές μερισμάτων σε ποσοστό (b). Επιπλέον, η προσέγγιση με το διωνυμικό πλέγμα απαιτεί δύο πρόσθετα σύνολα υπολογισμών, των πάνω και κάτω παραγόντων (u και d) καθώς επίσης και ένα μέτρο της πιθανότητας που είναι ουδέτερη ως προς τον κίνδυνο (p). Βλέπουμε από τις παραπάνω εξισώσεις ότι ο πάνω παράγοντας είναι απλά η εκθετική συνάρτηση της αστάθειας της ταμειακής ροής πολλαπλασιασμένη με την τετραγωνική ρίζα του χρονικού βήματος (δt). Η αστάθειας είναι μια ετήσια τιμή και ο πολλαπλασιασμός της με την τετραγωνική ρίζα των χρονικών βημάτων τη μετατρέπει στην ισοδύναμη αστάθεια του χρονικού βήματος. Ο κάτω παράγοντας είναι απλά ο αντίστροφος του πάνω παράγοντα. Επιπλέον, όσο υψηλότερο είναι το μέτρο της αστάθειας, τόσο υψηλότεροι είναι οι πάνω και κάτω παράγοντες. Αυτό το αμοιβαίο μέγεθος εξασφαλίζει ότι τα δικτυωτά πλέγματα επανασυνδυάζονται επειδή τα πάνω και κάτω βήματα έχουν το ίδιο μέγεθος αλλά διαφορετικά πρόσημα.

Ο δεύτερος απαραίτητος υπολογισμός που πρέπει να γίνει είναι αυτός της ουδέτερης ως προς τον κίνδυνο πιθανότητας, που καθορίζεται απλά ως: ο λόγος της εκθετικής συνάρτησης της διαφοράς μεταξύ του ελεύθερου ως προς τον κίνδυνο επιτοκίου και του μερίσματος, πολλαπλασιασμένη με το χρονικό βήμα μείον τον κάτω παράγοντα, προς τη διαφορά μεταξύ των πάνω και κάτω παραγόντων. Αυτή η πιθανότητα που είναι ουδέτερη ως προς τον κίνδυνο είναι μια μαθηματική έννοια και από μόνη της δεν έχει καμία ιδιαίτερη σημασία. Ένα

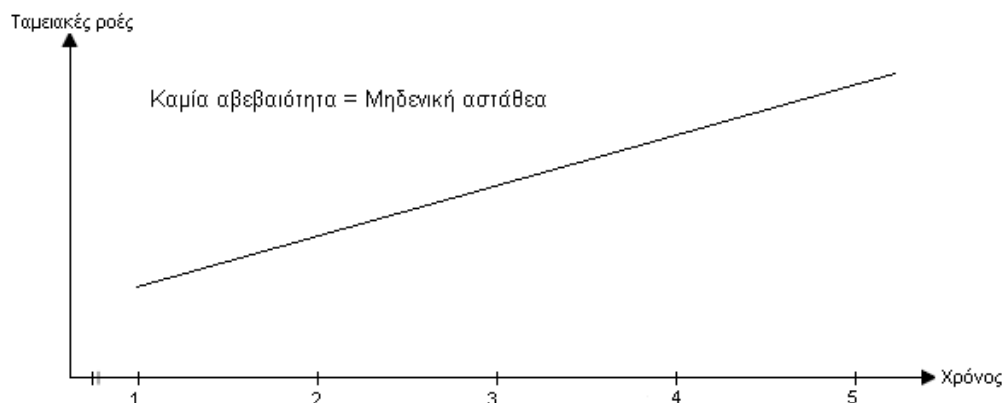
σημαντικό λάθος που κάνουν συχνά οι χρήστες των πραγματικών δικαιωμάτων είναι ότι υπολογίζουν κατά προσέγγιση αυτές τις πιθανότητες σαν να ήταν κάποιο είδος αντικειμενικών ή υποκειμενικών πιθανοτήτων που έχουν σχέση με κάποιο γεγονός που θα συμβεί. Δεν υπάρχει καμία οικονομική ή χρηματική έννοια που συνδέεται με αυτές τις ουδέτερες ως προς τον κίνδυνο πιθανότητες εκτός του ότι είναι ένα ενδιάμεσο βήμα σε μία σειρά υπολογισμών.

Αρχίζοντας με την παρούσα αξία του οικονομικού μεγέθους στο χρόνο μηδέν (S_0), την πολλαπλασιάζουμε με τους πάνω (u) και κάτω (d) παράγοντες όπως παρουσιάζεται στο σχήμα 4.2, για να δημιουργηθεί ένα διωνυμικό πλέγμα. Θυμίζουμε ότι υπάρχει μια διακλάδωση σε κάθε κόμβο, που δημιουργεί έναν πάνω και έναν κάτω κλάδο. Όλοι οι ενδιάμεσοι κλάδοι επανασυνδυάζονται μεταξύ τους. Αυτή η εξέλιξη του οικονομικού μεγέθους δείχνει ότι εάν η αστάθεια είναι μηδέν, σε ένα ντεντερμινιστικό κόσμο όπου δεν υπάρχουν αβεβαιότητες, το δικτυωτό πλέγμα θα ήταν μια ευθεία γραμμή, και τότε ένα μοντέλο ταμειακών ροών θα ήταν επαρκές επειδή η αξία του δικαιώματος (option) ή της ευελιξίας θα ήταν επίσης μηδέν. Με άλλα λόγια, εάν η αστάθεια (σ) είναι μηδέν, τότε ο πάνω παράγοντας u και ο κάτω d είναι ίσοι με τη μονάδα. Λόγω του ότι υπάρχουν κίνδυνοι και αβεβαιότητα, που μετρούνται από την αστάθεια, το δικτυωτό πλέγμα δεν είναι μια ευθεία οριζόντια γραμμή, αλλά οι κάτω και πάνω αβεβαιότητες είναι αυτές που δίνουν αξία στο option. Όσο μεγαλύτερη είναι η αστάθεια, δηλαδή όσο μεγαλύτεροι είναι οι πάνω και κάτω παράγοντες τόσο μεγαλύτερη είναι η πιθανή αξία ενός option καθώς υπάρχουν μεγαλύτερες αβεβαιότητες.



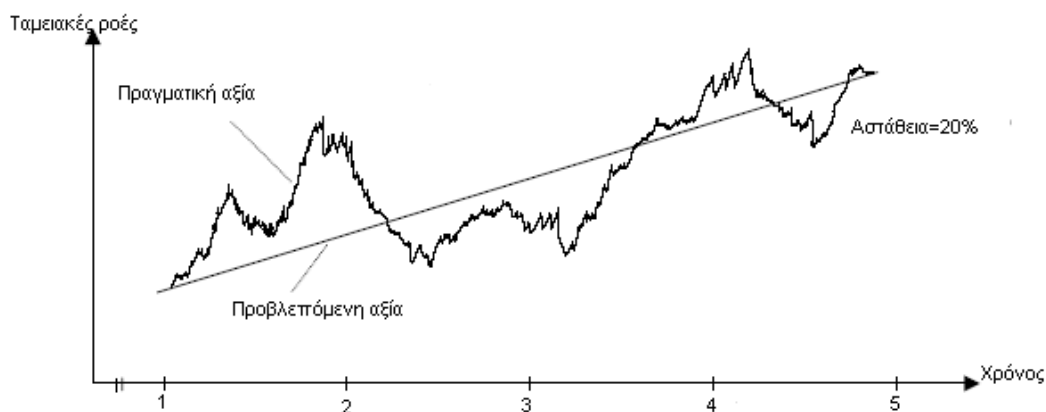
Σχήμα 4. 2: Το αρχικό στάδιο δημιουργίας ενός διωνυμικού πλέγματος

Στις περισσότερες οικονομικές αναλύσεις, το πρώτο βήμα είναι να δημιουργηθεί μια σειρά ελεύθερων ταμειακών ροών. Οι ταμειακές ροές είναι συνήθως προβλέψεις του άγνωστου μέλλοντος. Σε αυτό το παράδειγμα που φαίνεται στο σχήμα 4.3 οι ταμειακές ροές ακολουθούν μια ευθεία καμπύλη αύξησης. Παρόμοιες προβλέψεις μπορούν να κατασκευαστούν και από ιστορικά δεδομένα. Οποιαδήποτε και αν είναι η μέθοδος λήψης των προβλέψεων ή το σχήμα της καμπύλης αύξησης, αυτές είναι εκτιμήσεις σημείου του άγνωστου μέλλοντος. Η εκτέλεση μιας ανάλυσης ταμειακών ροών σε αυτές τις στατικές ροές παρέχει μια ακριβή αξία του προγράμματος, υποθέτοντας ότι όλες οι μελλοντικές ταμειακές ροές είναι γνωστές με βεβαιότητα.



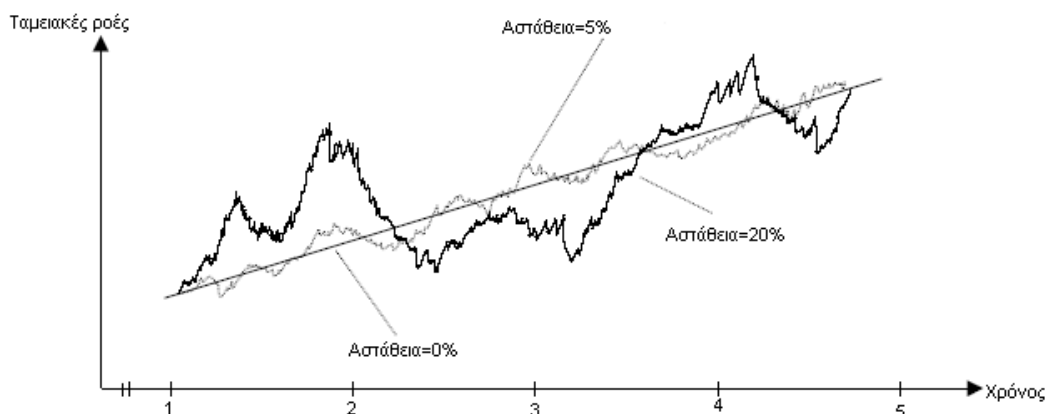
Σχήμα 4.3: Οι ταμειακές ροές ακολουθούν μια ευθεία καμπύλη αύξησης

Εντούτοις, στην πραγματικότητα, οι επιχειρησιακοί όροι είναι δύσκολο να προβλεφθούν. Η αβεβαιότητα υπάρχει, και τα πραγματικά επίπεδα των μελλοντικών ταμειακών ροών μπορούν να αναπαρασταθούν καλύτερα όπως στο σχήμα 4.4. Δηλαδή σε ορισμένες χρονικές περιόδους, οι πραγματικές ταμειακές ροές μπορεί να είναι στα επίπεδα πρόβλεψης ή πάνω και κάτω από αυτά.



Σχήμα 4.4: Τα πραγματικά επίπεδα των μελλοντικών ταμειακών ροών

Στο σχήμα 4.5 παρουσιάζεται το δείγμα δύο πραγματικών ταμειακών ροών γύρω από την ευθεία πρόβλεψης. Όσο μεγαλύτερη είναι η αβεβαιότητα γύρω από τα πραγματικά επίπεδα των ταμειακών ροών, τόσο μεγαλύτερη είναι η αστάθεια. Η σκοτεινότερη γραμμή με 20 τοις εκατό αστάθεια κυμαίνεται πιο πολύ γύρω από τις τιμές πρόβλεψης. Αυτές οι τιμές μπορούν να ποσολογηθούν χρησιμοποιώντας προσομοίωση Monte Carlo.



Σχήμα 4. 5: Δείγμα δύο πραγματικών ταμειακών ροών γύρω από την ευθεία πρόβλεψης

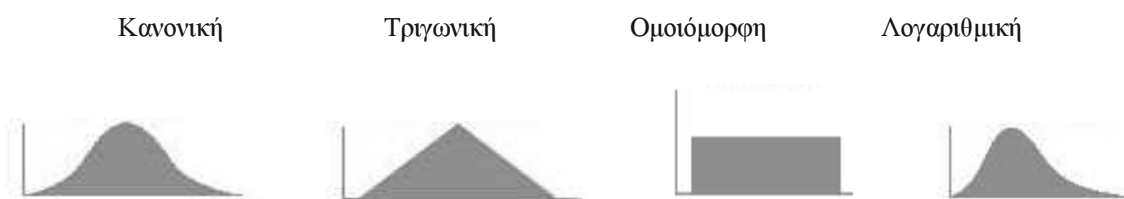
4.2.1.1 Monte Carlo προσομοίωση

Η προσομοίωση είναι οποιαδήποτε αναλυτική μέθοδος που προορίζεται να μιμηθεί ένα πραγματικό σύστημα, ειδικά όταν άλλες αναλύσεις είναι πάρα πολύ σύνθετες από μαθηματική άποψη ή πάρα πολύ δύσκολο να αναπαραχθούν. Η ανάλυση κινδύνου με τη βοήθεια υπολογισμών με λογιστικό φύλλο (spreadsheet) χρησιμοποιεί ένα spreadsheet μοντέλο καθώς και προσομοίωση για να αναλύσει την επίδραση των ποικίλων μεταβλητών βασισμένων στα αποτελέσματα του μοντελοποιημένου συστήματος. Ένας τύπος προσομοίωσης spreadsheet είναι η προσομοίωση Monte Carlo, η οποία παράγει τυχαία τιμές για τις αβέβαιες μεταβλητές επανειλημμένως για να μιμηθεί ένα πραγματικό μοντέλο.

Η προσομοίωση Monte Carlo πήρε το όνομά της από το Μόντε Κάρλο, του Μονακό, όπου ο κυριότερος πόλος έλξης είναι τα καζίνο όπου υπάρχουν τυχερά παιχνίδια. Τα τυχερά παιχνίδια όπως η ρουλέτα, τα ζάρια, και τα μηχανήματα τυχερών παιχνιδιών με κέρματα παρουσιάζουν τυχαία συμπεριφορά. Η τυχαία συμπεριφορά στα τυχερά παιχνίδια είναι παρόμοια με το πώς η προσομοίωση Monte Carlo επιλέγει τυχαία τιμές για τις μεταβλητές για να μιμηθεί ένα μοντέλο. Όταν ρίξουμε ένα ζάρι, γνωρίζουμε ότι θα εμφανιστούν το 1, 2,

3, 4, 5, ή 6, αλλά δεν γνωρίζουμε ποιο από όλα για κάθε δοκιμή. Είναι το ίδιο με τις μεταβλητές που έχουν μια γνωστή ή μια εκτιμώμενη περιοχή τιμών αλλά μια αβέβαιη αξία για οποιοδήποτε συγκεκριμένη χρονική στιγμή ή γεγονός (π.χ., επιτόκια, ανάγκες σε προσωπικό, εισοδήματα, τιμές μετοχών, επιτόκια αναγωγής).

Για κάθε μεταβλητή, καθορίζουμε τις πιθανές τιμές με μια κατανομή πιθανότητας. Ο τύπος της κατανομής που επιλέγουμε εξαρτάται από τους όρους που περιβάλλουν τη μεταβλητή. Για παράδειγμα, μερικοί κοινοί τύποι κατανομής πιθανότητας είναι εκείνοι που παρουσιάζονται στο σχήμα 4.6. Κατά τη διάρκεια μιας προσομοίωσης, η τιμή που χρησιμοποιούμε για κάθε μεταβλητή επιλέγεται τυχαία από τις καθορισμένες πιθανότητες.



Σχήμα 4.6: Μερικοί κοινοί τύποι κατανομής πιθανότητας

Μια προσομοίωση υπολογίζει πολυάριθμα σενάρια ενός μοντέλου με το να επιλέγει επανειλημμένα τιμές από την κατανομή πιθανότητας για τις αβέβαιες μεταβλητές. Καθώς όλα αυτά τα σενάρια παράγουν συσχετισμένα αποτελέσματα, κάθε σενάριο μπορεί να έχει μια πρόβλεψη. Οι προβλέψεις είναι γεγονότα (συνήθως με τύπους ή συναρτήσεις) που ορίζουμε ως σημαντικά αποτελέσματα του μοντέλου. Αυτά είναι συνήθως γεγονότα όπως τα έσοδα, το καθαρό κέρδος, ή οι ακαθάριστες δαπάνες.

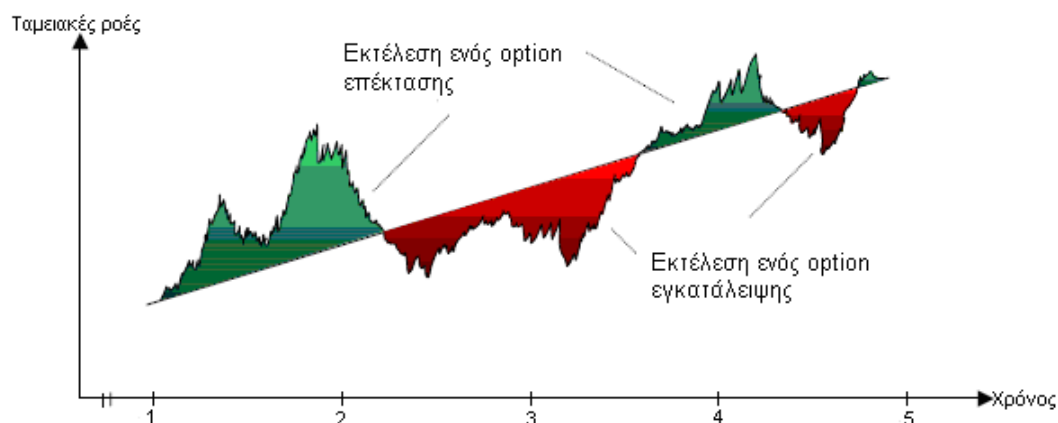
4.2.1.2 Αξία των πραγματικών δικαιωμάτων μπροστά στην αβεβαιότητα

Η προσομοίωση Monte Carlo μπορεί να εφαρμοστεί για να ποσοτικοποιήσει τα επίπεδα αβεβαιότητας στις ταμειακές ροές. Όμως, η προσομοίωση δεν εξετάζει τις στρατηγικές εναλλακτικές λύσεις που η διοίκηση μπορεί να έχει. Για παράδειγμα, η προσομοίωση αιτιολογεί το εύρος και την πιθανότητα των πραγματικών ταμειακών ροών να είναι πάνω ή κάτω από τα προβλεπόμενα επίπεδα αλλά δεν εξετάζει τι μπορεί να κάνει η διοίκηση εάν εμφανιστούν τέτοιες συνθήκες.

Στο σχήμα 4.7 η περιοχή πάνω από τα προβλεπόμενα επίπεδα, υποθέτοντας ότι η διοίκηση έχει μία στρατηγική επιλογή να επεκταθεί σε διαφορετικές αγορές ή προϊόντα, ή να

αναπτύξει μία νέα τεχνολογία, σημαίνει ότι εκτελώντας ένα τέτοιο δικαίωμα (option) θα επιφέρει σημαντική αξία. Αντιθέτως, εάν η διοίκηση έχει την επιλογή να εγκαταλείψει μια συγκεκριμένη τεχνολογία, αγορά, ή ανάπτυξη όταν επιδεινώνονται οι λειτουργικές συνθήκες, η κατοχή και η εκτέλεση μιας τέτοιας εγκατάλειψης ή αλλαγής στρατηγικής μπορεί να είναι χρήσιμη. Αυτό υποθέτει ότι η διοίκηση όχι μόνο έχει την ευελιξία να εκτελέσει αυτά τα options αλλά έχει και την προθυμία να ακολουθήσει κατευθείαν αυτές τις στρατηγικές την κατάλληλη χρονική στιγμή.

Συχνά, όταν βρίσκεται κανείς απέναντι από μια απόφαση εγκατάλειψης, ακόμα και όταν είναι σαφώς βέλτιστο να εγκαταλειφτεί ένα συγκεκριμένο πρόγραμμα, η διοίκηση μπορεί ακόμα να τείνει να κρατήσει το πρόγραμμα ζωντανό με την ελπίδα ότι οι συνθήκες θα αντιστραφούν και θα καταστήσουν το πρόγραμμα κερδοφόρο και πάλι. Ακόμη, η ψυχολογία της διοίκησης και η σχέση των προγραμμάτων μεταξύ τους μπορούν να επηρεάσουν με τη σειρά τους. Όταν μια επιτυχής εκτέλεση ενός έργου είναι συνδεδεμένη με μια οικονομική ανταμοιβή ή φήμη, η εγκατάλειψη του έργου μπορεί να είναι δύσκολη ακόμα και όταν είναι σαφώς η βέλτιστη απόφαση.



Σχήμα 4.7: Το εύρος και την πιθανότητα των πραγματικών ταμειακών ροών να είναι πάνω ή κάτω από τα προβλεπόμενα επίπεδα

Η αξία των πραγματικών δικαιωμάτων ενός έργου απαιτεί διάφορες υποθέσεις. Κατ' αρχάς, λειτουργικοί, τεχνολογικοί και παράγοντες της αγοράς υπόκεινται στην αβεβαιότητα και την αλλαγή. Αυτές οι αβεβαιότητες πρέπει να οδηγήσουν την αξία ενός έργου. Επιπλέον, υπάρχουν η διευθυντική ευελιξία ή οι στρατηγικές επιλογές που η διοίκηση μπορεί να εκτελέσει καθώς αυτές οι αβεβαιότητες γίνονται γνωστές με την πάροδο του χρόνου. Τέλος, η διοίκηση πρέπει όχι μόνο να είναι σε θέση αλλά και να είναι πρόθυμη να εκτελέσει αυτές τις επιλογές όταν το αποτέλεσμα θα είναι βέλτιστο. Δηλαδή πρέπει να υποθέσεις, ότι η

διοίκηση δρα λογικά και εκτελεί τις στρατηγικές όταν η πρόσθετη αξία που παράγεται είναι τουλάχιστον ισόμετρη με τους κινδύνους που αναλαμβάνονται. Η αγνόηση μιας τέτοιας στρατηγικής αξίας θα υποτιμήσει συνολικά την αξία ενός έργου. Τα πραγματικά δικαιώματα, όχι μόνο παρέχουν έναν ακριβή υπολογισμό αυτής της αξίας ευελιξίας αλλά και δείχνουν τις συνθήκες κάτω από τις οποίες η εκτέλεση ορισμένων στρατηγικών γίνεται βέλτιστη.

Τα έργα που έχουν στατικές καθαρές παρούσες αξίες, που είναι αρνητικές ή κοντά στο μηδέν, είναι τα πιο ωφελημένα από την εφαρμογή των πραγματικών δικαιωμάτων. Επειδή η αμέθοδος των πραγματικών δικαιωμάτων λαμβάνει υπόψη τη στρατηγική αξία που ειδήλλως αγνοείται στις παραδοσιακές αναλύσεις, η πρόσθετη αξία που λαμβάνεται μπορεί να είναι επαρκής για να δικαιολογήσει έργα που είναι μόλις κερδοφόρα.

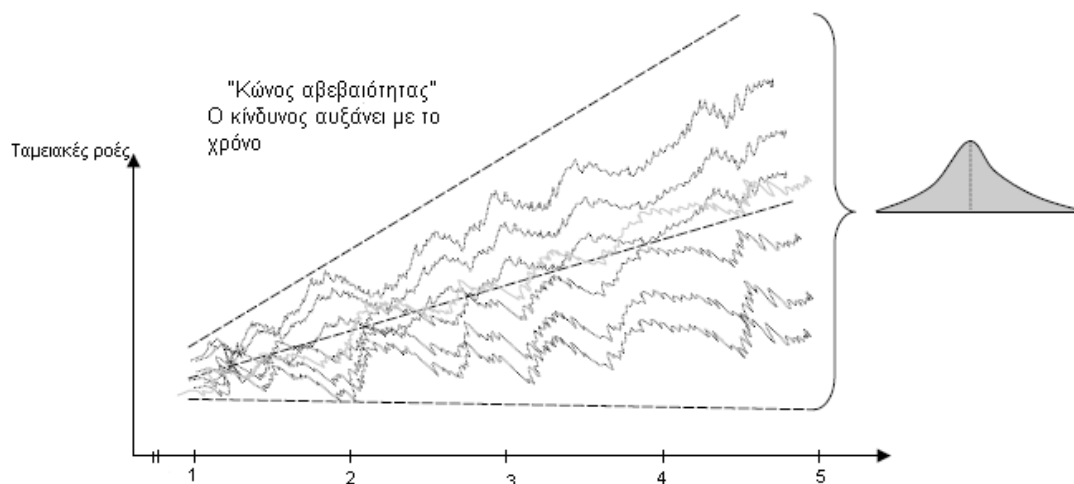
4.2.1.3 Διωνιμικά πλέγματα: Μια διακριτή προσομοίωση αβεβαιότητας

Στο σχήμα 4.8 παρουσιάζεται ο «κώνος της αβεβαιότητας», όπου μπορούμε να απεικονίσουμε την αβεβαιότητα να αυξάνεται με την πάροδο του χρόνου. Σημειώνουμε ότι ο κίνδυνος μπορεί ή δεν μπορεί να αυξηθεί με την πάροδο του χρόνου, αλλά η αβεβαιότητα αυξάνεται με την πάροδο του χρόνου. Για παράδειγμα, είναι συνήθως πολύ εύκολο να προβλεφθούν οι επιχειρησιακές συνθήκες μερικούς μήνες εκ των προτέρων, αλλά γίνεται όλο και περισσότερο δύσκολο όταν πηγαίνει κανείς στο απώτερο μέλλον, ακόμα και όταν οι επιχειρησιακοί κίνδυνοι παραμένουν αμετάβλητοι. Αυτό είναι και η φύση του κώνου της αβεβαιότητας. Εάν επρόκειτο να προσπαθήσουμε να προβλέψουμε τις μελλοντικές ταμειακές ροές ενώ προσπαθούμε να ποσολογήσουμε την αβεβαιότητα χρησιμοποιώντας προσομοίωση, μία καλά περιγραφόμενη μέθοδος είναι να προσομοιώσουμε χιλιάδες σειρές ταμειακών ροών με την πάροδο του χρόνου, όπως στο σχήμα 4.8. Με βάση όλες τις προσομοιωμένες σειρές μπορεί να κατασκευαστεί μια κατανομή πιθανότητας σε κάθε χρονική περίοδο. Οι προσομοιωμένες σειρές παράχθηκαν χρησιμοποιώντας μια διαδικασία Geometric Brownian Motion με συγκεκριμένη αστάθεια. Μια διαδικασία Geometric Brownian Motion μπορεί να αναπαρασταθεί με την παρακάτω σχέση:

$$\frac{\delta S}{S} = \mu(\delta t) + \sigma \varepsilon \sqrt{\delta t}$$

όπου μια ποσοστιαία μεταβολή της μεταβλητής S είναι ένας συνδυασμός ενός ντεντερμινιστικού μέρους ($\mu(\delta t)$) και ενός στοχαστικού μέρους ($\sigma \varepsilon \sqrt{\delta t}$). Το μ είναι

μα αυξητική παράμετρος που αυξάνει με παράγοντα το χρονικό βήμα Δt , ενώ το σ είναι η παράμετρος αστάθειας που αυξάνεται με ρυθμό ίσο με τη τετραγωνική ρίζα του χρονικού βήματος, και το ε είναι μια προσομοιωμένη μεταβλητή, που συνήθως ακολουθεί μια κανονική κατανομή με μέση τιμή μηδέν και διασπορά μονάδα.

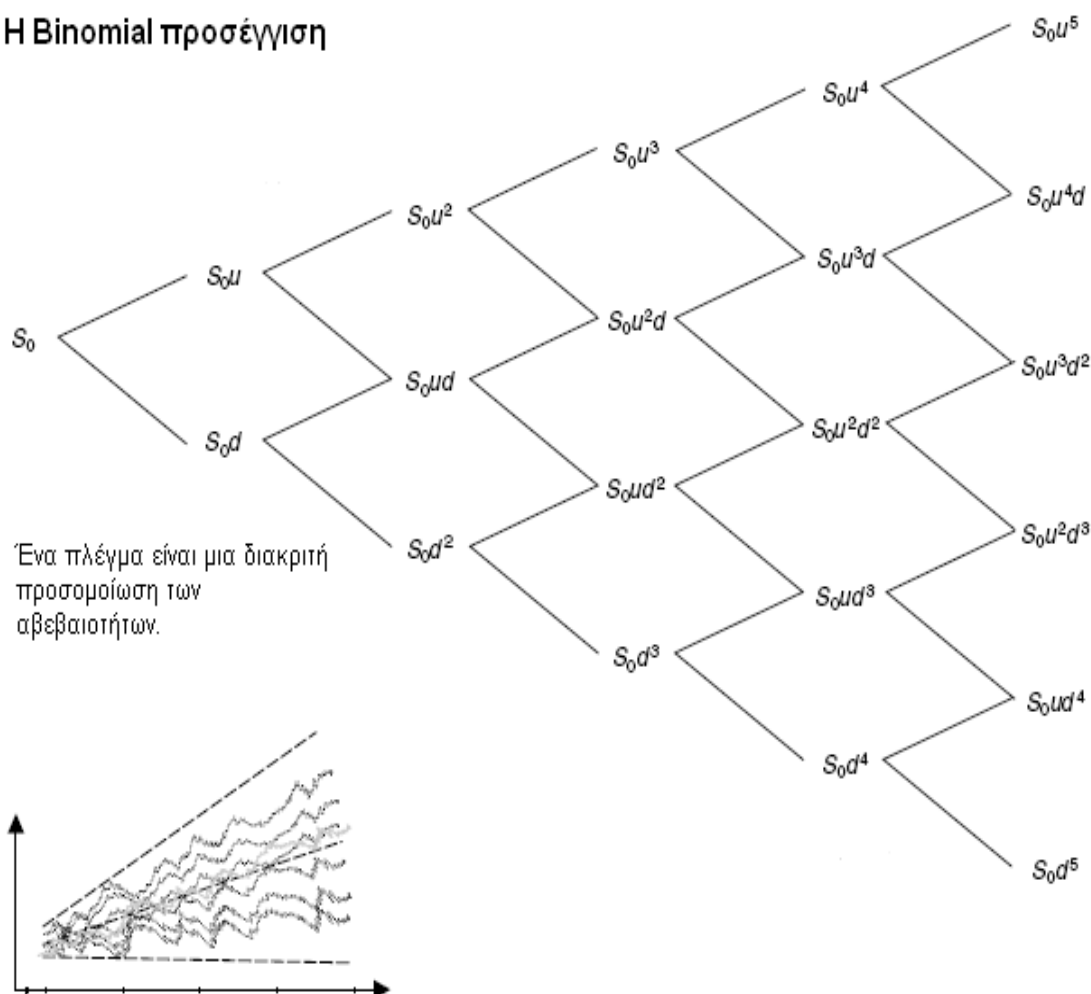


Σχήμα 4.8: Ο «κώνος της αβεβαιότητας»

Σημειώνουμε ότι η αστάθεια (σ) παραμένει σταθερή σε όλες τις προσομοιώσεις. Μόνο η προσομοιωμένη μεταβλητή (ε) αλλάζει κάθε φορά. Αν και ο κίνδυνος ή το μέτρο της αστάθειας (σ) παραμένει σταθερό σε αυτό το παράδειγμα με την πάροδο του χρόνου, το επίπεδο της αβεβαιότητας αυξάνεται με την πάροδο του χρόνου με έναν παράγοντα ($\sigma \sqrt{\Delta t}$). Δηλαδή το επίπεδο αβεβαιότητας αυξάνεται με ρυθμό την τετραγωνική ρίζα του χρόνου και καθώς ο χρόνος μεγαλώνει, τόσο πιο δύσκολο είναι να προβλεφθεί το μέλλον. Αυτό φαίνεται και στον κώνο αβεβαιότητας, όπου το πλάτος του κώνου αυξάνεται με την πάροδο του χρόνου.

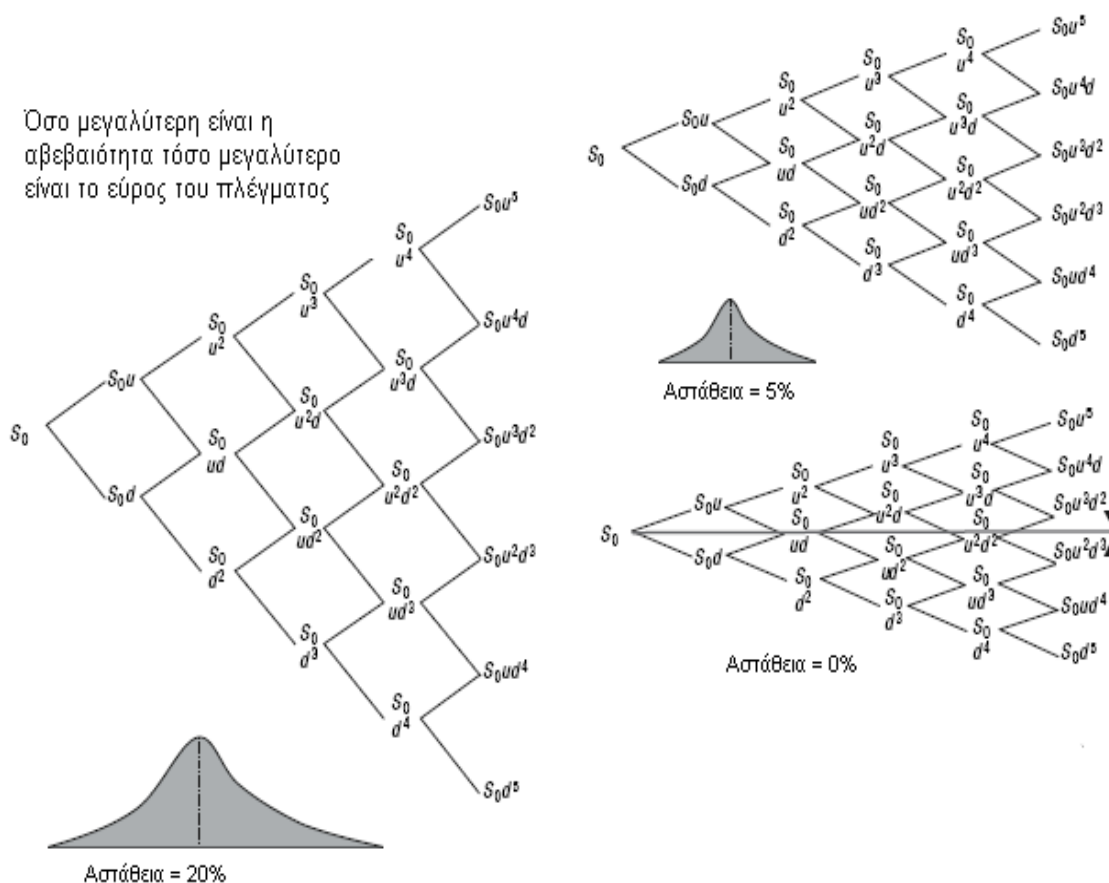
Με βάση τον κώνο της αβεβαιότητας, που απεικονίζει την αβεβαιότητα να αυξάνεται με την πάροδο του χρόνου, μπορούμε σαφώς να δούμε τις ομοιότητες στην τριγωνική μορφή μεταξύ ενός κώνου αβεβαιότητας και ενός διωνυμικού πλέγματος όπως φαίνεται στο σχήμα 4.9. Στην ουσία, ένα διωνυμικό πλέγμα είναι μια διακριτή προσομοίωση του κώνου της αβεβαιότητας. Ενώ η διαδικασία Brownian Motion είναι μια συνεχής στοχαστική διαδικασία προσομοίωσης, ένα διωνυμικό πλέγμα είναι μια διακριτή διαδικασία προσομοίωσης.

Η Binomial προσέγγιση



Σχήμα 4.9: Ομοιότητες στην τριγωνική μορφή μεταξύ ενός κώνου αβεβαιότητας και ενός διωνυμικού πλέγματος

Για να κατανοηθεί καλύτερα η φύση των διωνυμικών πλεγμάτων, στο σχήμα 4.10 παρουσιάζονται διαφορετικά διωνυμικά πλέγματα με διαφορετικές αστάθειες. Αυτό σημαίνει ότι όσο μεγαλύτερη είναι η αστάθεια, τόσο μεγαλύτερο είναι το εύρος των τιμών μεταξύ των ανώτερων και χαμηλότερων κλάδων κάθε κόμβου στο δικτυωτό πλέγμα. Επειδή τα διωνυμικά πλέγματα είναι διακριτές προσομοιώσεις, όσο μεγαλύτερη είναι η αστάθεια, τόσο ευρύτερη είναι η κατανομή. Αυτό φαίνεται στους τελικούς κόμβους, όπου η απόσταση μεταξύ των μεγαλύτερων και μικρότερων τιμών στους τελικούς κόμβους είναι μεγαλύτερη για μεγαλύτερες τιμές αστάθειας.



Σχήμα 4.10: Διαφορετικά διωνυμικά πλέγματα με διαφορετικές αστάθειες

Στην ακραία περίπτωση, δηλαδή όταν η τιμή της αστάθειας είναι μηδέν, το πλέγμα μετατρέπεται σε μια ευθεία γραμμή. Αυτή η ευθεία γραμμή είναι ίδια με την ευθεία γραμμή που χρησιμοποιείται στην DCF ανάλυση. Αυτό είναι σημαντικό γιατί αν δεν υπάρχει αβεβαιότητα και κίνδυνος, εννοώντας ότι όλες οι μελλοντικές ταμειακές ροές είναι γνωστές, τότε δεν υπάρχει στρατηγική αξία στα real options, και ένα μοντέλο DCF θα είναι αρκετό. Επομένως, το μοντέλο DCF μπορεί να θεωρηθεί ως μια ειδική περίπτωση των πραγματικών δικαιωμάτων, όταν η αβεβαιότητα είναι αμελητέα και η τιμή της αστάθειας πλησιάζει στο μηδέν. Ως εκ τούτου, το μοντέλο DCF δεν είναι απαραίτητα λάθος, αλλά απλώς υπονοεί ότι υπάρχει μηδενική αβεβαιότητα στη μελλοντική πρόβλεψη των ταμειακών ροών.

4.2.1.4 Εξέταση της πιθανότητας ουδέτερης ως προς τον κίνδυνο

Όπως είδαμε υπάρχουν δύο εξισώσεις – κλειδιά που πρέπει να ληφθούν υπόψη όταν υπολογίζουμε διωνυμικά πλέγματα. Αυτές οι εξισώσεις είναι:

$$u = e^{\sigma \sqrt{\delta t}} \quad \text{και} \quad d = e^{-\sigma \sqrt{\delta t}} = \frac{1}{u}$$

$$p = \frac{e^{(rf - b)(\delta t)} - d}{u - d}$$

Αυτές οι εξισώσεις αποτελούνται από μία πάνω/κάτω εξίσωση και από μια εξίσωση πιθανότητας ουδέτερης ως προς τον κίνδυνο. Αυτά τα δύο σύνολα εξισώσεων εφαρμόζονται συνέχεια σε μοντέλα real options με διωνυμικά πλέγματα ανεξάρτητα από το πόσο πολύπλοκα είναι αυτά.

Ας υποθέσουμε ότι έχουμε ένα παράδειγμα ρίψης ενός νομίσματος και ότι αν πετύχει γράμματα τότε κερδίζουμε 1€, ενώ αν πετύχει κορώνα αυτό πληρώνει 0€. Αν υποθέσουμε ότι ξεκινάμε με ένα δίκαιο νόμισμα, το αναμενόμενο κέρδος για αυτό το παιχνίδι θα είναι 0,50€ = 50%(1€) + 50%(0€). Δηλαδή το παιχνίδι έχει μια αξία ίση με 0,50€, όπου αν ήμασταν ουδέτεροι ως προς τον κίνδυνο, θα ήμασταν αδιάφοροι στο να ποντάρουμε 0,50€ στο παιχνίδι και θα αποχωρούσαμε. Αν ήμασταν θετικοί στον κίνδυνο, θα ήμασταν πρόθυμοι να ποντάρουμε παραπάνω από 0,50€ στο παιχνίδι, ενώ αν αποφεύγαμε τον κίνδυνο θα ποντάρουμε μόνο όταν το κόστος εισόδου στο παιχνίδι ήταν μικρότερο από το αναμενόμενο κέρδος. Η αναμενόμενη αξία του διωνυμικού δέντρου υπολογίζεται με τον ίδιο τρόπο που αναφέρεται παραπάνω, όπου η αναμενόμενη αξία του αρχικού σημείου είναι (p) πάνω + $(1-p)$ κάτω. Τώρα, αν προσθέσουμε μια χρονική γραμμή στην ανάλυση, δηλαδή εάν το παιχνίδι διαρκεί t χρόνο (για παράδειγμα ένα χρόνο) για να ολοκληρωθεί, τα κέρδη του παιχνιδιού θα πρέπει να αναχθούν με τη χρονική αξία του χρήματος. Εάν τα κέρδη δεν είναι εγγυημένες αξίες αλλά έχουν κάποιον κίνδυνο που σχετίζεται με τα επίπεδά τους, τότε θα πρέπει να αναχθούν με ένα επιτόκιο προσαρμοσμένο ως προς τον κίνδυνο. Δηλαδή, η αναμενόμενη αρχική καθαρή παρούσα αξία των κερδών θα είναι $[(p) \text{ πάνω} + (1-p) \text{ κάτω}] \exp(-\text{επιτόκιο αναγωγής})(\text{χρόνος})$. Αν ορίσουμε ως rf το επιτόκιο αναγωγής, t τον χρόνο διάρκειας του προβλήματος, u ως το κέρδος στην περίπτωση μιας πάνω συνθήκης και d ως το κέρδος στην

περίπτωση μιας κάτω συνθήκης στο διωνυμικό κλάδο, η αρχική παρούσα αξία του προβλήματος θα είναι $Start = [(p)u + (1-p)d]exp[-rf(t)]$.

Για απλότητα, αν υποθέσουμε ότι η αρχική αξία είναι μονάδα, μία βασική και αποδεκτή υπόθεση που χρησιμοποιείται σε option μοντέλα, τότε μπορούμε να ξαναγράψουμε την αρχική αξία ως $1 = [(p)u + (1-p)d]exp[-rf(t)]$. Αν πολλαπλασιάσουμε και τις δύο πλευρές με τον όρο $exp[rf(t)]$ τότε έχουμε $(p)u + (1-p)d = exp[rf(t)]$. Λύνοντας ως προς p παίρνουμε:

$$p = \frac{e^{rf(t)} - d}{u - d}.$$

Επειδή όμως όπως είπαμε η πιθανότητα αυτή αφορά ένα κόσμο ουδέτερο ως προς τον κίνδυνο, δηλαδή ο κίνδυνος έχει ήδη συνυπολογιστεί, το επιτόκιο αναγωγής είναι το επιτόκιο αναγωγής ελεύθερο ως προς τον κίνδυνο, rf . Αυτή η πιθανότητα που είναι ουδέτερη ως προς τον κίνδυνο είναι η λύση για τις πιθανότητες σε ένα διωνυμικό πλέγμα.

4.2.1.5 Κόσμος ουδέτερος ως προς τον κίνδυνο

Ένας κόσμος ουδέτερος ως προς τον κίνδυνο απλά σημαίνει ότι από μια ορισμένη μεταβλητή αφαιρούνται οι κίνδυνοί της. Στο παράδειγμά μας, η ορισμένη μεταβλητή είναι τα κέρδη των ταμειακών ροών. Από αυτά τα κέρδη μπορούμε να αφαιρέσουμε τους κινδύνους τους ή καλύτερα να αναχθούν με προσαρμογή ως προς τον κίνδυνο με δύο τρόπους. Η πρώτη μέθοδος είναι να ρυθμίσουμε τα ίδια τα κέρδη των ροών ως προς τον κίνδυνο. Αυτό υπονοεί τη χρήση μιας μεθόδου DCF, εφαρμόζοντας το κατάλληλο επιτόκιο αναγωγής που είναι προσαρμοσμένο ως προς τον κίνδυνο, το οποίο είναι τυπικά μεγαλύτερο από το επιτόκιο που είναι ελεύθερο ως προς τον κίνδυνο.

Η δεύτερη μέθοδος είναι να προσαρμοστούν οι πιθανότητες που οδηγούν στα κέρδη, χρησιμοποιώντας τις αρχικές ταμειακές ροές, να αναχθούν με το ελεύθερο ως προς τον κίνδυνο επιτόκιο, και όχι με ένα επιτόκιο προσαρμοσμένο ως προς τον κίνδυνο καθώς ο κίνδυνος έχει ήδη συνυπολογιστεί από τις προσαρμοσμένες πιθανότητες. Αυτό υπονοεί τη χρήση πιθανοτήτων που είναι ουδέτερες ως προς τον κίνδυνο στο διωνυμικό κόσμο. Και οι δύο προσεγγίσεις δίνουν τα ίδια αποτελέσματα αν εφαρμοστούν όπως πρέπει.

Η πρώτη προσέγγιση είναι διαδεδομένη και ευρέως χρησιμοποιούμενη στα μοντέλα DCF και η δεύτερη για την επίλυση διωνυμικών πλεγμάτων. Η δεύτερη μέθοδος προτιμάται για την ανάλυση των πραγματικών δικαιωμάτων καθώς αποφεύγει να πρέπει να υπολογιστούν

διαφορετικά επιτόκια σε διαφορετικούς κόμβους κατά μήκος του διωνυμικού πλέγματος ή μέσα στο πλαίσιο μιας ανάλυσης με δέντρα απόφασης.

Για παράδειγμα, εάν χρησιμοποιείται μια ανάλυση δέντρων απόφασης, τότε πρέπει να υπολογιστούν διαφορετικά επιτόκια αναγωγής σε κάθε κόμβο απόφασης στους διαφορετικούς χρόνους επειδή τα διαφορετικά έργα στους διαφορετικούς χρόνους έχουν διαφορετικές δομές κινδύνου. Τα λάθη εκτίμησης θα συντεθούν έπειτα σε μια μεγάλη ανάλυση δέντρων απόφασης. Τα διωνυμικά πλέγματα που χρησιμοποιούν τις ουδέτερες ως προς τον κίνδυνο πιθανότητες αποφεύγουν αυτό το λάθος.

Ένα σημαντικό συμπέρασμα που μπορεί να συναχθεί χρησιμοποιώντας τα διωνυμικά πλέγματα είναι ότι επειδή η προσαρμογή ως προς τον κίνδυνο των ταμειακών ροών παρέχει τα ίδια αποτελέσματα με το να προσαρμόσουμε τις πιθανότητες ως προς τον κίνδυνο που οδηγούν σε εκείνες τις ταμειακές ροές, τα αποτελέσματα που προέρχονται από μια ανάλυση DCF είναι ίδια με εκείνα που παράγονται χρησιμοποιώντας ένα διωνυμικό πλέγμα. Ο μόνος όρος που απαιτείται είναι ότι η αστάθεια των ταμειακών ροών πρέπει να είναι μηδέν-με άλλα λόγια, οι ταμειακές ροές υποτίθεται ότι είναι γνωστές με βεβαιότητα. Επειδή δεν υπάρχει αβεβαιότητα, υπάρχει μηδενική στρατηγική αξία του option, που σημαίνει ότι η καθαρή παρούσα αξία ενός προγράμματος είναι ίδια με την επεκταθείσα καθαρή παρούσα αξία της.

4.2.2 Χρηματοοικονομικά Δικαιώματα (financial options) – Εξίσωση Black - Scholes.

Όπως τονίστηκε και σε προηγούμενο κεφάλαιο τα πραγματικά δικαιώματα βασίζονται στο μοντέλο των χρηματοοικονομικών δικαιωμάτων των Black and Scholes. Πριν αναλύσουμε τις έννοιες των πραγματικών δικαιωμάτων είναι σκόπιμο να αναφερθούμε περιεκτικά στα χρηματοοικονομικά δικαιώματα. Ένα συμβόλαιο δικαιώματος προαίρεσης (option) είναι το δικαίωμα αγοράς ή πώλησης ενός καθορισμένου αγαθού ή προϊόντος (υποκείμενο προϊόν – υποκείμενη αξία) σε μια προκαθορισμένη τιμή (τιμή εξάσκησης) κατά τη διάρκεια μιας προκαθορισμένης χρονικής περιόδου ή σε μια συγκεκριμένη ημερομηνία (Kolb, 1995).

Το συμβόλαιο δικαιώματος δίνει στον αγοραστή το δικαίωμα και όχι την υποχρέωση να παραδώσει ή να απαιτήσει την παράδοση του καθορισμένου αγαθού ή προϊόντος στην προκαθορισμένη τιμή εντός μιας προκαθορισμένης χρονικής περιόδου. Ο αγοραστής ανάλογα με τις συνθήκες που επικρατούν στην αγορά, μπορεί να προβεί σε χρήση ή όχι του δικαιώματος. Για την απόκτηση του δικαιώματος αυτού, ο αγοραστής οφείλει να καταβάλλει στον πωλητή ένα συγκεκριμένο ποσό (premium). Ο κάτοχος του δικαιώματος έχει τη

δυνατότητα ή να αγοράσει την υποκείμενη αξία (call option), ή να πουλήσει την υποκείμενη αξία (put option). Ο άλλος εκ των δύο συμβαλλόμενων που είναι ο πωλητής έχει την υποχρέωση να παραδώσει ή να αγοράσει την υποκείμενη αξία εάν ο αγοραστής του δικαιώματος εξασκήσει το δικαίωμα. Να επισημάνουμε ότι υπάρχουν δύο κατηγορίες πραγματικών δικαιωμάτων: τα ευρωπαϊκού τύπου δικαιώματος (options) και τα αμερικάνικα options. Η διαφορά τους είναι ότι τα αμερικανικού τύπου επιτρέπουν στον κάτοχό τους να τα εξασκήσει οποιαδήποτε στιγμή πριν ή κατά την ημερομηνία λήξης τους, ενώ τα ευρωπαϊκού τύπου μπορούν να εξασκηθούν μόνο κατά την ημερομηνία λήξης τους (Copeland and Antikarov, 2003).

Το υπόδειγμα Black – Scholes επιτρέπει την αποτίμηση ευρωπαϊκών δικαιωμάτων αγοράς και πώλησης. Το υπόδειγμα υποστηρίζει ότι η τιμή ενός δικαιώματος αγοράς σε μετοχές, ισούται με την αναμενόμενη τιμή μιας επένδυσης (σε μετοχές) μείον την παρούσα τιμή του κόστους της επένδυσης, αν το δικαίωμα ασκηθεί (Black & Scholes, 1973). Η εξίσωση Black – Scholes αρχικά δημιουργήθηκε μόνο για δικαιώματα αγοράς (call option) ενώ αργότερα προσαρμόστηκε και στα δικαιώματα πώλησης (put option). Παρακάτω παρουσιάζουμε την εξίσωση στην αρχική της μορφή:

$$C = S \cdot N(d_1) - K \cdot e^{-r \cdot t} \cdot N(d_2)$$

με:

$$d_1 = \frac{\ln\left(\frac{S}{K}\right) + \left(r + \frac{\sigma^2}{2}\right)t}{\sigma\sqrt{t}}$$

και

$$d_2 = d_1 - \sigma\sqrt{t}$$

όπου:

C : η αξία του δικαιώματος αγοράς

S : η τρέχουσα τιμή του υποκείμενου τίτλου (μετοχής)

N (d₁) και N (d₂) : αθροιστική κανονική κατανομή πιθανοτήτων

K : η τιμή εξάσκησης του δικαιώματος

e : η βάση του φυσικού λογάριθμου (περίπου 2,711828)

r : βραχυπρόθεσμο μέσο επιτόκιο αγοράς χωρίς κίνδυνο

t : χρόνος μέχρι τη λήξη

σ : η αβεβαιότητα (μεταβλητότητα), εκφραζόμενη σε ετήσια βάση, με την τυπική απόκλιση της συνεχώς ανατοκίζόμενης απόδοσης του υποκείμενου τίτλου (μετοχής)

\ln : φυσικός λογάριθμος

Το κύριο πλεονέκτημα του μοντέλου Black – Scholes είναι η ταχύτητα του, αφού επιτρέπει στον επενδυτή να τιμολογήσει έναν πολύ μεγάλο αριθμό δικαιωμάτων σε πολύ σύντομο χρονικό διάστημα. Από την εξίσωση αποτίμησης του χρηματοοικονομικού δικαιώματος παρατηρείται ότι οι βασικότερες μεταβλητές που προσδιορίζουν την αξία του, είναι οι ακόλουθες:

- τιμή εξάσκησης (strike or exercise price) (K).
- τιμή του υποκείμενου τίτλου (asset) (S).
- αβεβαιότητα του υποκείμενου τίτλου (σ).
- χρόνος που απομένει μέχρι τη λήξη του δικαιώματος (t).
- επιτόκιο του αξιόγραφου μηδενικού κινδύνου (risk free interest rate) (Amram and Kulatilaka, 1999) (r).

Όπως βλέπουμε η φύση της εξίσωσης προϋποθέτει αρκετούς και πολύπλοκους υπολογισμούς, κάτι για το οποίο στις μέρες μας υπάρχουν ακόμα και υπολογιστές τσέπης καθώς και λογισμικές εφαρμογές που βοηθούν στον υπολογισμό της.

4.2.3 Monte Carlo Προσομοίωση

Η προσομοίωση Monte Carlo μπορεί εύκολα να προσαρμοστεί για χρήση επίλυσης προβλημάτων των πραγματικών δικαιωμάτων. Υπάρχουν γενικά πολλαπλές χρήσεις της Monte Carlo προσομοίωσης, όπως για παράδειγμα η ικανότητα να λαμβάνει μια εκτίμηση

της αστάθειας ως παράμετρο στα μοντέλα των πραγματικών δικαιωμάτων, η λήψη ενός εύρους πιθανών αποτελεσμάτων στην ανάλυση DCF και η προσομοίωση παραμέτρων που είναι σημαντικά αβέβαιες. Σε αυτό το κεφάλαιο επικεντρώνουμε σε δύο άλλες εφαρμογές της Monte Carlo προσομοίωσης, που είναι η λύση προβλημάτων πραγματικών δικαιωμάτων και η λήψη ενός εύρους τιμών πραγματικών δικαιωμάτων.

5.2.3.1 Εφαρμογή της Monte Carlo προσομοίωσης για την επίλυση πραγματικών δικαιωμάτων

Η Monte Carlo προσομοίωση μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την επίλυση ενός πραγματικού δικαιώματος προβλήματος δηλαδή, μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη λήψη αποτελέσματος ενός πραγματικού δικαιώματος. Επισημαίνεται, πως οι κύριες προσεγγίσεις για την επίλυση προβλημάτων real options είναι η διωνυμική προσέγγιση, οι εξισώσεις κλειστής μορφής, οι μερικές διαφορικές εξισώσεις και η προσομοίωση. Στην προσέγγιση με προσομοίωση δημιουργείται μια σειρά προβλεπόμενων τιμών του οικονομικού μεγέθους χρησιμοποιώντας το μοντέλο Geometric Brownian Motion, και ο υπολογισμός μεγιστοποίησης εφαρμόζεται στο τέλος, ο οποίος ανάγεται τελικά στην αρχική χρονική στιγμή με το επιτόκιο αναγωγής που είναι ελεύθερο ως προς τον κίνδυνο.

Δηλαδή, αρχίζοντας με μία τιμή του οικονομικού μεγέθους, προσομοιώνονται πολλαπλά μελλοντικά μονοπάτια χρησιμοποιώντας το μοντέλο Geometric Brownian Motion, όπου $\delta S_t = S_{t-1} (rf (\delta t) + \sigma \varepsilon \sqrt{\delta t})$. Δηλαδή, η αλλαγή της τιμής του οικονομικού μεγέθους δS_t στη χρονική στιγμή t είναι ίση με την τιμή του οικονομικού μεγέθους στην προηγούμενη χρονική στιγμή S_{t-1} πολλαπλασιασμένη με τη διαδικασία Brownian Motion. Θυμίζεται ότι rf είναι το ελεύθερο ως προς τον κίνδυνο επιτόκιο, δt είναι η διάρκεια των χρονικών βημάτων, σ είναι η αστάθεια και ε είναι η προσομοιωμένη τιμή από μια κανονική κατανομή πιθανότητας με μέση τιμή μηδέν και διασπορά μονάδα.

Το πρώτο βήμα στη Monte Carlo προσομοίωση είναι να αποφασιστεί ο αριθμός των βημάτων που θα προσομοιωθούν. Ξεκινώντας από την αρχική τιμή του οικονομικού μεγέθους S_0 η αλλαγή στην τιμή αυτή την πρώτη περίοδο θα είναι $\delta S_1 = S_0 (rf (\delta t) + \sigma \varepsilon \sqrt{\delta t})$. Άρα η τιμή του οικονομικού μεγέθους στο πρώτο χρονικό βήμα είναι ίση με $S_1 = S_0 + \delta S_1$. Η τιμή του οικονομικού μεγέθους στο δεύτερο χρονικό βήμα είναι ίση με $S_2 = S_1 + \delta S_2$, όπου $\delta S_2 = S_1 (rf (\delta t) + \sigma \varepsilon \sqrt{\delta t})$. Το ίδιο εφαρμόζεται ως το τελικό χρονικό βήμα που έχει οριστεί και στο τέλος του τελευταίου

βήματος εφαρμόζεται στη διαδικασία μεγιστοποίησης. Εάν το κόστος εφαρμογής του δικαιώματος είναι ίσο με X τότε η συνάρτηση μεγιστοποίησης είναι ίση με $C_{fin,i} = \text{Max}[S_{fin,i} - X, 0]$. Αυτή η τιμή $C_{fin,i}$ είναι η αξία του δικαιώματος για την τελική χρονική στιγμή και για την i -οστή δοκιμή προσομοίωσης. Έπειτα ανάγεται η τιμή αυτή στη χρονική στιγμή μηδέν χρησιμοποιώντας το ελεύθερο ως προς τον κίνδυνο επιτόκιο και παίρνουμε την τιμή $C_{0,i} = C_{fin,i} \exp[-rf(T)]$. Αυτή είναι μια μόνο εκτίμηση τιμής για ένα μόνο προσομοιωμένο μονοπάτι. Αφού εφαρμοστεί Monte Carlo προσομοίωση για 1000 δοκιμές λαμβάνεται η μέση τιμή των C_0 που είναι και η λύση του προβλήματος. Όσα περισσότερα χρονικά βήματα χρησιμοποιηθούν τόσο περισσότερο το αποτέλεσμα είναι ακριβές.

Από την άλλη, η Monte Carlo προσομοίωση μπορεί να εφαρμοστεί για τη λήψη ενός εύρους τιμών των πραγματικών δικαιωμάτων. Για παράδειγμα, μπορείς να προσομοιώσεις τις τιμές του ελεύθερου ως προς τον κίνδυνο επιτοκίου ή της αστάθειας θέτοντας σε αυτές κάποια κατανομή πιθανότητας. Τα αποτελέσματα που θα ληφθούν με τη διωνυμική μέθοδο θα είναι ένα εύρος τιμών των πραγματικών δικαιωμάτων ή καλύτερα μια κατανομή τιμών.

Εδώ αναφέρεται όμως ότι χρησιμοποιείται προσομοίωση για να εκτιμηθούν οι τιμές των μεταβλητών του συστήματος και όχι για να λυθεί το πρόβλημα. Η προσομοίωση μπορεί να χρησιμοποιηθεί και για τις δύο διαδικασίες αλλά πρέπει να προσεχθούν ορισμένα πράγματα. Η αστάθεια είναι μια μεταβλητή στην ανάλυση των πραγματικών δικαιωμάτων που εκφράζει την αλλαγή της τιμής του οικονομικού μεγέθους μέσα στο χρόνο και γι' αυτό η προσομοίωση αυτής μπορεί να οδηγήσει στο να υπολογίσει διπλά την πραγματική μεταβλητότητα του πραγματικού δικαιώματος.

4.3 Μέθοδοι Τεχνητής Νοημοσύνης για τη Τιμολόγηση των Πραγματικών Δικαιωμάτων

Ο σημαντικότερος παράγοντας που η μέθοδος των πραγματικών δικαιωμάτων σταδιακά αφομοιώνεται από τις επιχειρήσεις στην γενικότερη φιλοσοφία και οργανωτική δομή τους, είναι η εξέλιξη της τεχνολογίας των υπολογιστών και των δυναμικών λογισμικών προγραμμάτων. Η έρευνα για την ανάπτυξη των πραγματικών δικαιωμάτων έχει οδηγήσει στις μέρες μας στην δημιουργία εφαρμογών που στηρίζονται σε τεχνικές της τεχνητής νοημοσύνης (artificial intelligence). Έτσι οι προσομοιώσεις του πραγματικού χρηματοοικονομικού περιβάλλοντος των επενδύσεων, μπορούν να υπολογίζουν ακόμα περισσότερα δεδομένα αβεβαιότητας με μεγαλύτερη ακρίβεια. Για παράδειγμα η διαδικασία

προσομοίωσης στηρίζεται σε γενετικούς αλγόριθμους για την εύρεση της βέλτιστης λύσης (simulation and optimization) (Yuan, 2009).

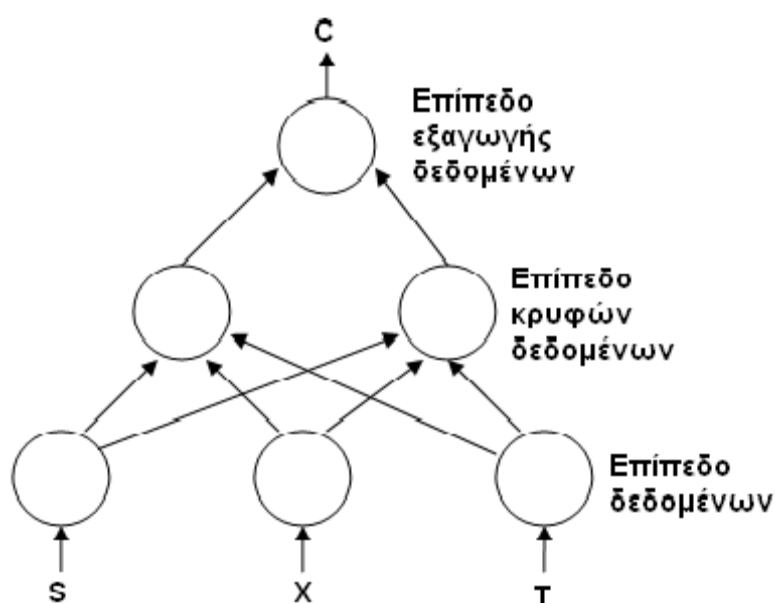
4.3.1 Νευρωνικά δίκτυα

Όπως σημειώσαμε και παραπάνω η ευρεία διάδοση των νευρωνικών δικτύων (neural networks) σε ένα ευρύ πεδίο εφαρμογών, έχει τα τελευταία χρόνια διαδοθεί από τους ερευνητές και στην αξιολόγηση των πραγματικών δικαιωμάτων. Η ικανότητα προσαρμογής τους και η μη γραμμική συμπεριφορά τους αποτελούν δύο από τα σπουδαιότερα χαρακτηριστικά τους. Η πρώτη συνεπάγεται ότι μπορεί το νευρωνικό δίκτυο να προσεγγίσει κάποια εξίσωση ακόμα και αν αυτή είναι άγνωστη, αρκεί να υπάρχει ικανός αριθμός δειγμάτων που να αναφέρονται στο υπό εξέταση πρόβλημα. Τα τεχνητά νευρωνικά δίκτυα ή απλώς νευρωνικά δίκτυα ή νευρωνικά συστήματα, αντλούν τις καταβολές τους από τα βιολογικά νευρωνικά δίκτυα. Τα τεχνητά νευρωνικά δίκτυα είναι υπολογιστικά υποδείγματα, των οποίων η δομή τους εμπνέεται από το πρότυπο του ανθρώπινου κεντρικού νευρικού συστήματος. Τα περισσότερα νευρωνικά δίκτυα έχουν κάποιον κανόνα “μάθησης” σύμφωνα με τον οποίο τα βάρη των συνδέσεων των νευρώνων αναπροσαρμόζονται στη βάση των δεδομένων εισόδου.

Με άλλα λόγια, τα τεχνητά νευρωνικά δίκτυα μαθαίνουν με την εξάσκηση και την εμπειρία, μέσα από παραδείγματα όπως ακριβώς και οι άνθρωποι. Αν εκπαιδευτούν προσεκτικά, τα νευρωνικά δίκτυα μπορούν να επιδείξουν κάποια ικανότητα γενίκευσης πέρα από τα δεδομένα εκπαίδευσης και να δώσουν ικανοποιητικά αποτελέσματα για παραδείγματα που εμφανίζονται στο νευρωνικό δίκτυο για πρώτη φορά (Brach, 2003)

Επειδή τα τεχνητά νευρωνικά δίκτυα έχουν τη δυνατότητα και την ευελιξία να προσεγγίζουν πολύπλοκες μη γραμμικές σχέσεις, μπορούμε εύκολα να υποθέσουμε ότι μπορούν να προσεγγίσουν τις εξισώσεις τιμολόγησης δικαιωμάτων των Black - Scholes. Έτσι αν οι τιμές των δικαιωμάτων καθορίζονται πραγματικά από αυτή τη μέθοδο, τότε τα νευρωνικά δίκτυα θα μπορούν να προσομοιώσουν αυτές τις εξισώσεις με ένα μεγάλο βαθμό αξιοπιστίας. Οι τεχνικές των νευρωνικών δικτύων όπως και η ασαφής λογική ή οι γενετικοί αλγόριθμοι βοηθούν στο γρηγορότερο και πιο αξιόπιστο υπολογισμό των προσομοιώσεων, αλλά και στη συνέχεια χρησιμοποιούν τα αποτελέσματα για να προσεγγίσουν τη βέλτιστη προτεινόμενη λύση (Lazo et al., 2007).

Για την προσέγγιση της λύσης από τα νευρωνικά δίκτυα απαιτείται η ύπαρξη μιας βάσης των δεδομένων για την εκπαίδευσή τους, κάτι που μπορεί να θεωρηθεί και ως ένας αρχικός περιορισμός της εφαρμογής τους. Αν όμως υπάρχουν οι βάσεις δεδομένων για στοιχεία που αφορούν την επένδυση, όπως για παράδειγμα οι πωλήσεις κάποιου προϊόντος ή ακόμα και ομοειδών αυτού, τότε μπορούμε να πετύχουμε την παραμετροποίηση των νευρωνικών δικτύων και τον έλεγχο αξιοπιστίας αυτών (για παράδειγμα εβδομαδιαία δείγματα τιμών προϊόντων και πωλήσεων μπορούμε να βρούμε από βάσεις δεδομένων εταιρειών που καταγράφουν στατιστικές έρευνες, όπως η εταιρεία AC Nielsen Corporation) (Taudes et al., 1998).



Σχήμα 4.11: Νευρωνικό δίκτυο ενός κρυφού επιπέδου

Στο παραπάνω σχήμα 4.11 απεικονίζεται ένα νευρωνικό δίκτυο με ένα επίπεδο κρυφών δεδομένων. Τα νευρωνικά δίκτυα μπορούν στη θεωρία να εξομοιώσουν οποιοδήποτε δείγμα, αρκεί πρωτίστως να εκπαιδευθούν. Για αυτό όταν τα εφαρμόζουμε ως εργαλείο πρόβλεψης πρέπει να τα εκπαιδεύσουμε. Κατά τη διαδικασία εκπαίδευσης τα νευρωνικά δίκτυα θα μάθουν από την εμπειρία η οποία βασίζεται στις υποθέσεις μας. Όπως για παράδειγμα υποθέτουμε ότι έχουμε ένα τεράστιο σετ δεδομένων αποτελούμενο από τρεις στήλες a, b και c. Το νευρωνικό δίκτυο λοιπόν μπορεί να εκπαιδευθεί από αυτά τα δεδομένα, όπου ως δεδομένα εισαγωγής (inputs) είναι τα a και b και δεδομένο εξαγωγής το c. Η υπόθεση για την εκπαίδευση του νευρωνικού δικτύου είναι ότι θεωρούμε πως το c εξαρτάται από το a και b. Μετά από πολλές παρουσιάσεις των δεδομένων, το νευρωνικό δίκτυο που αναπαριστά τη σχέση μεταξύ των δεδομένων εισαγωγής a και b και του δεδομένου εξαγωγής c, μπορεί

σταδιακά να χτιστεί. Κατά αυτό τον τρόπο λοιπόν το νευρωνικό δίκτυο μπορεί να εξελιχθεί ως εργαλείο προβλέψεων για το c στηριζόμενο στο a και b . Ομοίως το νευρωνικό δίκτυο του σχήματος 5.11 προβλέπει για το C βασιζόμενο στα S , X και T (Yao et al., 2000).

Οι μελετητές σε ακαδημαϊκό επίπεδο κατά ένα παρόμοιο τρόπο με τα παραπάνω, δοκιμάζουν εφαρμογές των νευρωνικών δικτύων για την εξίσωση Black – Scholes. Η εξίσωση Black – Scholes αν υποθέσουμε ότι μπορεί να αποδοθεί με την εξής απλή μορφή, Τιμή δικαιώματος (Option) = BS (K, S, t, σ^2, r) (6.5.1.1) τότε ενώ οι μεταβλητές της K, S, t, r μπορούν να βρεθούν από τις αγορές, το σ^2 δηλαδή η αβεβαιότητα είναι ο άγνωστος παράγοντας. Επομένως το ζητούμενο στην εύρεση αξίας του option με τα νευρωνικά δίκτυα είναι η εκτίμηση της μεταβλητής σ^2 . Επίσης να σημειώσουμε ότι η μεγάλη μεταβλητότητα των αγορών έχει τέτοια δυναμική, που οι μελετητές καταλήγουν στο συμπέρασμα ότι η εξίσωση Black – Scholes αδυνατεί να την εκτιμήσει ενώ τα νευρωνικά δίκτυα μπορούν να δώσουν καλύτερα αποτελέσματα. Τέλος ένα σημαντικό πλεονέκτημα των νευρωνικών δικτύων είναι ότι μπορούν να τιμολογήσουν options αμερικάνικου τύπου, κάτι που αδυνατεί η εξίσωση Black – Scholes (Yao et al, 2000).

4.3.2 Γενετικοί αλγόριθμοι

Η ανάλυση και εκτίμηση των επενδύσεων με τα πραγματικά δικαιώματα, χαρακτηρίζεται από την δυσκολία των πολλαπλών διαστάσεων του ζητήματος (multiple dimensionality), όπου οι πηγές αβεβαιότητας είναι πολλές όπως και τα πιθανά options. Κατά συνέπεια κάθε επένδυση χαρακτηρίζεται από τη δική της μοντελοποίηση και επιδίωξη της βέλτιστης στρατηγικής. Όπως είδαμε η προσομοίωση Monte Carlo είναι ένα ισχυρό εργαλείο εκτίμησης του κινδύνου και εξαγωγής τιμών των options. Τα τελευταία χρόνια τα εμπορικά λογισμικά προσομοίωσης Monte Carlo υποστηρίζονται από γενετικούς αλγόριθμους στην διεργασία βελτιστοποίησης του αποτελέσματος (simulation – optimization) (Dias, 2000).

Οι γενετικοί αλγόριθμοι είναι μια ικανή μέθοδος (heuristic method) για την προσέγγιση της βέλτιστης λύσης. Την ονομασία γενετικοί, την πήραν από τον John Holland το 1970 καθηγητή του πανεπιστημίου Michigan, όταν παρατήρησε ότι πολλά χαρακτηριστικά της φυσικής εξέλιξης, μπορούν να βοηθήσουν στην επίλυση δύσκολων προβλημάτων βελτιστοποίησης. Εξ ου και η προέλευση της ορολογίας γενετικοί, από τη βιολογία (Winston, 2001). Όπως δηλαδή η 'δαρβινική θεωρία μιλάει για την εξέλιξη των ειδών και την επικράτηση των ισχυρότερων, έτσι και οι γενετικοί αλγόριθμοι δημιουργούν ένα περιβάλλον

όπου χιλιάδες πιθανές λύσεις σε ένα πρόβλημα, μπορούν να ανταγωνιστούν μεταξύ τους και να επικρατήσει η “δυνατότερη”.

Έπειτα, κατά αντιπαράβολή με την βιολογική έννοια της φυσικής εξέλιξης, κάθε λύση περνά στις επόμενες “γενιές” (“genes”) διαμέσου των “απογόνων” (“απογόνων”) λύσεων, έτσι ώστε όλος ο πληθυσμός των λύσεων που έχουν βρεθεί να συνεχίσουν να παράγουν καλύτερες λύσεις. Παρατηρούμε λοιπόν ότι η φυσική εξέλιξη των ειδών ενέπνευσε για την ανάπτυξη των γενετικών αλγόριθμων και για αυτό και η ορολογία που χρησιμοποιούν είναι αντίστοιχη της ορολογίας της βιολογίας. Για παράδειγμα έχουμε εξισώσεις “διασταυρώσεων” (“crossover” functions) οι οποίες μας βοηθάν να εστιάσουμε λύσεις, όπως και μεταλλαγμένους δείκτες (“mutation” rates).

Ο τρόπος με τον οποίο οι γενετικοί αλγόριθμοι ψάχνουν τη λύση των διαφόρων προβλημάτων βοηθάει στην αξιολόγηση των επενδύσεων με την μέθοδο των πραγματικών δικαιωμάτων. Σε θέματα επέκτασης ή αλλαγής της γραμμής παραγωγής ενός εργοστασίου, μπορούν να μας βοηθήσουν να βρουν την αξία μιας τέτοιας απόφασης και το χρονικό σημείο που αυτή θα πραγματοποιηθεί, λαμβάνοντας υπόψη μελλοντικές αβέβαιες μεταβλητές. Αυτές υπολογίζονται με την προσομοίωση Monte Carlo και στη συνέχεια ο γενετικός αλγόριθμος χρησιμοποιείται για την υπόδειξη της βέλτιστης λύσης. Ο γενετικός αλγόριθμος έχει το πλεονέκτημα ότι μπορεί να κάνει πάρα πολλούς υπολογισμούς σε μικρότερο χρονικό διάστημα. Επίσης μπορούμε, όπως και με τα νευρωνικά δίκτυα να αξιολογήσουμε και δικαιώματα αμερικάνικου τύπου (Yuan, 2009).

4.3.3 Ασαφής λογική

Επίσης η εύρεση της αξίας των πραγματικών δικαιωμάτων, χρησιμοποιώντας την προσομοίωση Monte Carlo και τους γενετικούς αλγόριθμους, έχει βοηθήσει σε μελέτες επένδυσης που αφορούν την εξόρυξη πετρελαίου σε μια περιοχή. Η απόφαση και αξία είχε να κάνει με την άμεση επένδυση στην εξόρυξη ή την προσωρινή αναβολή της, ανάλογα με τις οικονομικές συνθήκες της αγοράς καθώς και το μέγεθος και την ποιότητα του πετρελαίου (Lazo, 2007). Κλείνοντας το κεφάλαιο με τις νέες μεθόδους τεχνητής νοημοσύνης για την αξιολόγηση των πραγματικών δικαιωμάτων θα αναφερθεί και μια άλλη μέθοδο, αυτή της ασαφούς λογικής (fuzzy logic).

Η μέθοδος της ασαφούς λογικής χρησιμοποιείται τα τελευταία χρόνια με διάφορες παραλλαγές της και στην αποτίμηση των πραγματικών δικαιωμάτων. Η ασαφής λογική

θεωρείται ιδανικό εργαλείο στη λήψη διοικητικών αποφάσεων, γιατί αντιμετωπίζει την ασάφεια και την αβεβαιότητα με έναν τρόπο που δίνει νόημα για τον άνθρωπο. Το πλεονέκτημα της μεθόδου είναι ότι μπορεί να αναλύει πολύπλοκα προβλήματα.

Η ασαφής λογική υποστηρίζει έμπειρα συστήματα (fuzzy expert systems), τα οποία χρησιμοποιούν γνώση και λογικά συμπεράσματα για την εξεύρεση λύσης σε δύσκολα προβλήματα. Η γνώση αποτελείται από γεγονότα (facts) και κρίσεις (heuristic), όπου τα μεν πρώτα είναι αντικειμενικά αποδεκτές γνώσεις μιας γνωστικής περιοχής, ενώ τα δεύτερα είναι υποκειμενικοί κανόνες και κρίσεις. Έτσι ένα έμπειρο σύστημα χρησιμοποιεί την ασαφή λογική για να προσεγγίσει την λύση μέσα από ένα σύνολο ασαφών δεδομένων. Στην πραγματικότητα ένα έμπειρο σύστημα μας παρέχει όλες τις πιθανές λύσεις των οποίων η αλήθεια είναι πάνω από ένα κατώφλι (threshold) αληθείας και ο χρήστης ή η λογισμική εφαρμογή μπορεί να διαλέξει την κατάλληλη λύση ανάλογα με το υπό εξέταση ζήτημα. Αυτό κάνει επομένως και το σύστημα ευέλικτο και αποδοτικό (Magni et al., 2001).

Η μέθοδος της ασαφούς λογικής έχει εφαρμοσθεί στην αξιολόγηση της αξίας των πραγματικών δικαιωμάτων τόσο με διωνυμικά μοντέλα όσο και με την Black – Scholes εξίσωση. Η έρευνα στον τομέα των πραγματικών δικαιωμάτων και της τεχνικής fuzzy logic είναι πολύ μεγάλη και έχει οδηγήσει σε συνδυασμό διαφόρων μεθόδων στατιστικής των πιθανοτήτων και της εν λόγω μεθόδου.

Στην βιβλιογραφία συναντάμε και νέα ορολογία όπως fuzzy real option valuation, fuzzy pay-off method for real option κ.α (Collan et al., 2009). Η ανάδειξη στο προσκήνιο των μεθόδων της τεχνητής νοημοσύνης σε ακαδημαϊκό πρωτίστως επίπεδο, επέφερε σταδιακά τη δημιουργία εμπορικών λογισμικών πακέτων και διανομή από εταιρείες, που ενσωματώνουν τις παραπάνω τεχνικές. Η έρευνα και η εφαρμογή των μεθόδων τεχνητής νοημοσύνης έδωσε νέα οπτική γωνία στην θεωρία των πραγματικών δικαιωμάτων. Τώρα πλέον οι εφαρμογές αυτές προσφέρουν στην επιστήμη της χρηματοοικονομικής διοίκησης νέα εργαλεία, που αντιμετωπίζουν το αβέβαιο και δυναμικό περιβάλλον αυτών, λειτουργώντας και αυτά ως υποκείμενες επιλογές πραγματικών δικαιωμάτων.

5. ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΩΝ ΔΙΚΑΙΩΜΑΤΩΝ

Ανάλογα με την περίπτωση του έργου, της επένδυσης ή του προγράμματος που κάποια εταιρεία μπορεί να αναλάβει, μπορούν να χρησιμοποιηθούν διάφορα μοντέλα real options. Οι πιο κοινοί τύποι πραγματικών δικαιωμάτων είναι:

- ❖ Δικαίωμα για εγκατάλειψη
- ❖ Δικαίωμα για επέκταση
- ❖ Δικαίωμα για αναβολή
- ❖ Δικαίωμα περιορισμού – συρρίκνωση
- ❖ Δικαίωμα επιλογής – αλλαγής χρήσης

5.1. Δικαίωμα για Εγκατάλειψη

Το δικαίωμα εγκατάλειψης ενός επενδυτικού σχεδίου έχει να κάνει με την ευχέρεια της διοίκησης να σταματήσει εντελώς τις ενέργειές της. Όταν οι συνθήκες της αγοράς καταστήσουν την επένδυση ασύμφορη, τότε είναι προτιμότερο για την επιχείρηση να διακόψει την επένδυσή της και να πουλήσει τον κεφαλαιουχικό ή οποιοδήποτε άλλο εξοπλισμό στην υπολειμματική του αξία (Brach, 2003). Το δικαίωμα εγκατάλειψης μπορεί να αποτιμηθεί ως ένα δικαίωμα πώλησης αμερικάνικου τύπου. Η τιμή εξάσκησης ισούται με την αξία μεταπώλησης ή ρευστοποίησης των περιουσιακών στοιχείων ενώ ο υποκείμενος τίτλος είναι η ακαθάριστη παρούσα αξία των ταμειακών ροών. Τέτοια δικαιώματα συναντώνται συνήθως σε επιχειρήσεις εντάσεως κεφαλαίου, όπως οι αερομεταφορές ή οι σιδηρόδρομοι, καθώς και σε επενδυτικές κινήσεις εισαγωγών νέων προϊόντων σε αβέβαιες αγορές, σε χρηματοοικονομικές υπηρεσίες και σε εταιρείες έρευνας (πχ φαρμακευτικές). Να σημειωθεί ότι το δικαίωμα εγκατάλειψης δεν θα πρέπει να εξασκηθεί αν υπάρχει ενδεχόμενο να οδηγήσει σε απώλεια πολύτιμων τεχνικών, οργανωτικών ή άλλων πληροφοριών που έχει η επιχείρηση. Οι πληροφορίες αυτές μπορούν να χρησιμοποιηθούν από τους ανταγωνιστές ή και από την ίδια την επιχείρηση σε άλλες δικές της δραστηριότητες.

5.2. Δικαίωμα για Επέκταση

Το δικαίωμα επέκτασης της επένδυσης αφορά στην περαιτέρω ανάπτυξη μιας δρομολογημένης επένδυσης ή υφιστάμενης επιχείρησης. Αν οι συνθήκες της αγοράς είναι ευνοϊκές και υπάρχει αυξανόμενη ζήτηση, τότε μπορεί να αυξηθεί η παραγωγή του προϊόντος κατά ένα ποσοστό. Η αύξηση φυσικά της παραγωγής σημαίνει και ένα επιπρόσθετο κόστος επένδυσης και λειτουργίας. Είναι ένα αμερικάνικο δικαίωμα αγοράς πάνω στην αξία της επιπρόσθετης παραγωγικής δυναμικότητας με υποκείμενο τίτλο την παρούσα αξία των προσδοκώμενων χρηματικών ροών και τιμή εξάσκησης ίση με το κόστος που απαιτείται για την αύξηση της παραγωγικής δυναμικότητας. Η τιμή εξάσκησης συχνά εξαρτάται από την έκταση της αρχικής επένδυσης. Αν δηλαδή η διοίκηση της εταιρείας επιλέξει από την αρχή μια υψηλή παραγωγική δυναμικότητα, μεγαλύτερη από το αναμενόμενο επίπεδο παραγωγής, η τιμή εξάσκησης θα είναι χαμηλή (Lee et al, 2000).

Τα δικαιώματα επέκτασης χρησιμοποιούνται κυρίως στις εταιρίες υψηλής τεχνολογίας όπου νέα προϊόντα ανακαλύπτονται και έχουν μεγάλη ζήτηση. Επίσης σε εταιρίες με έντονο το ερευνητικό χαρακτήρα, όπως τις φαρμακευτικές και εταιρείες εκμετάλλευσης φυσικών πόρων. Μια περίπτωση δικαιώματος ανάπτυξης αφορά μια εταιρεία καλλυντικών, η οποία έχει ως στρατηγική πώλησης να πουλά τα προϊόντα της μέσω ανεξάρτητων καταστημάτων. Η εταιρεία αυτή θέλοντας να εισέλθει στην μεγάλη αγορά της Κίνας προβληματίστηκε αν η επένδυση της θα μπορέσει να είναι επικερδής.

Η ανάλυση της επένδυσης με την μέθοδο της ΚΠΑ έδειξε ότι τα έξοδα για μια τέτοια επένδυση είναι πολύ περισσότερα από τα προβλεπόμενα έσοδα και η επένδυση κρίνεται ασύμφορη. Η real options ανάλυση όμως έδειξε ότι η επένδυση πρέπει να γίνει, γιατί στην πορεία θα δημιουργήσει δικαιώματα περαιτέρω ανάπτυξης που θα αρχίσουν να αποδίδουν όφελος και θα προλάβουν τους νέους ανταγωνιστές (Amram and Kulatilaka, 1999). Στην περίπτωση της εταιρείας καλλυντικών η τιμή εξάσκησης (K) του δικαιώματος είναι το κόστος της αρχικής επένδυσης, η υποκείμενη αξία (S) είναι η παρούσα αξία των αναμενόμενων μελλοντικών κερδών (Lee et al, 2000).

5.3. Δικαίωμα Αναβολής

Το δικαίωμα αναβολής μιας επένδυσης είναι ένα δικαίωμα που δίνει στην επιχείρηση που διερευνά την υλοποίηση μιας επένδυσης να την αναβάλλει για ένα χρονικό διάστημα, ούτως ώστε να εξεταστούν αναλυτικότερα τα δεδομένα ή να ξεκαθαρίσουν οι συνθήκες στην αγορά. Έτσι η επιχείρηση μπορεί να ασκήσει το δικαίωμα συνέχισης της επένδυσης στο μέλλον όταν οι συνθήκες θα είναι πιο κατάλληλες ή στην αντίθετη περίπτωση, όπου οι συνθήκες είναι δύσκολες, να μην ασκήσει το δικαίωμά της και να περιορίσει τις ζημιές της μόνο στο αρχικό κόστος. Το δικαίωμα αναβολής γίνεται πιο ελκυστικό και αποκτά μεγαλύτερη αξία όταν η αβεβαιότητα είναι μεγάλη και οι προβλεπόμενες ταμιακές ροές, των οποίων η είσπραξη αναβάλλεται λόγω της καθυστέρησης πραγματοποίησης της επένδυσης, είναι σχετικά μικρές (Bhagat, 1999).

Το δικαίωμα αναβολής έχει εφαρμογή κυρίως σε επενδύσεις που αφορούν την εξόρυξη και εκμετάλλευση φυσικών πρώτων υλών όπως πετρέλαιο, φυσικό αέριο κ.ά. Επίσης, εφαρμόζεται όταν εξετάζεται η εισαγωγή ενός νέου προϊόντος στην αγορά ή η αντικατάσταση μιας χρησιμοποιούμενης διαδικασίας. Σημαντική εφαρμογή έχει και σε επενδύσεις ακίνητης περιουσίας (real estate). Στις επενδύσεις αυτές συνήθως υπάρχει μεγάλος ορίζοντας για την υλοποίηση τους, οι τιμές των παραγόμενων προϊόντων έχουν σημαντική διακύμανση καθώς και κόστος υλοποίησης.

Για παράδειγμα, έστω ότι οι υγειονομικές αρχές μιας χώρας κάνουν μια έρευνα και μπορεί να αποδείξουν ότι τα light παγωτά είναι επικίνδυνα για την υγεία. Μια μεγάλη εταιρεία ενώ έχει σημαντικές πωλήσεις τέτοιας κατηγορίας παγωτών, δεν μπορεί να είναι σίγουρη για τον εάν αυτές θα συνεχίσουν να κινούνται ανοδικά λόγω του κλίματος που έχει διαμορφωθεί στους καταναλωτές. Στην απόφαση της εταιρείας για επέκταση της παραγωγής βάσει των επικρατούντων δεδομένων, οι παραδοσιακές μέθοδοι αξιολόγησης κρίνουν ότι θα έχει σίγουρη απόδοση η επένδυση επέκτασης. Η μέθοδος πραγματικών δικαιωμάτων προσπαθεί να εκτιμήσει της επίδραση της αβεβαιότητας που υπάρχει για το μέλλον των πωλήσεων, για αυτό συγκρίνει τα οφέλη από την αύξηση των εσόδων από μια άμεση επένδυση και τα έξοδα που θα αποφευχθούν από την αναβολή της επένδυσης, μέχρι να λυθεί η αβεβαιότητα. Μια τέτοια ανάλυση δείχνει ότι η αξία της αναβολής της επένδυσης υπερέρχει της αξίας από μια άμεση επένδυση (Amram and Kulatilaka, 1999).

5.4. Δικαίωμα Συρρίκνωσης

Το δικαίωμα συρρίκνωσης αναφέρεται στη μείωση της κλίμακας παραγωγής. Αν τα δεδομένα της αγοράς εξελίσσονται διαφορετικά από ότι είχαν εκτιμηθεί, μπορεί η επιχείρηση να λειτουργήσει σε χαμηλότερα επίπεδα συνολικής παραγωγής. Μπορεί επίσης να μειώσει το αρχικό μέγεθος της επένδυσής της και να εξοικονομήσει πόρους κατά αυτόν τον τρόπο. Είναι ένα αμερικάνικο δικαίωμα πώλησης (put option) πάνω στη μειωμένη αξία της αρχικής επένδυσης, λόγω της αλλαγής στρατηγικού σχεδίου. Η τιμή εξάσκησης ισούται με την παρούσα αξία των μελλοντικών εξόδων που εξοικονομούνται, όπως το μέγεθος αυτών προβλέπεται τη χρονική στιγμή εξάσκησης του εν λόγω δικαιώματος (Trigeorgis, 1996).

Το δικαίωμα συρρίκνωσης είναι χρήσιμο όταν εξετάζονται περιπτώσεις εισαγωγής νέων προϊόντων σε αβέβαιες αγορές, όπως προϊόντα ένδυσης που έχουν άμεση σχέση με την μόδα και γενικότερα καταναλωτικά προϊόντα. Επίσης όταν διερευνώνται εναλλακτικά σενάρια μεταξύ διαφόρων τεχνολογικών εγκαταστάσεων για ένα εργοστάσιο. Αυτό σημαίνει ότι με το δικαίωμα συρρίκνωσης δίνεται η ευελιξία να κατασκευαστεί ένα εργοστάσιο με χαμηλό κόστος που θα είχε υψηλότερο κόστος συντήρησης. Έτσι όταν επικρατούν αβέβαιες συνθήκες στην αγορά θα μειώνεται το λειτουργικό κόστος και θα εξοικονομούνται χρήματα, καθώς τα πάγια έξοδα, λόγω του μικρού μεγέθους των εγκαταστάσεων, θα είναι μειωμένα.

5.5. Δικαίωμα Επιλογής – Αλλαγής Χρήσης

Με γνώμονα τις μεταβολές της τιμής και ζήτησης στην αγορά, η διοίκηση μπορεί να μεταβάλλει το μείγμα προϊόντων (ευελιξία προϊόντος) της, προσαρμόζοντας το στις νέες συνθήκες. Μπορεί ακόμα να μεταβάλλει την παραγωγική διαδικασία (ευελιξία παραγωγής) για την παραγωγή των προϊόντων της. Με τον τρόπο αυτό, η επιχείρηση μπορεί να μειώσει το κόστος της παραγωγής και το κόστος των εισροών ή να δημιουργήσει προϊόντα που θα ανταποκρίνονται στη νέα ζήτηση και θα είναι κερδοφόρα (Copeland and Antikarov, 2003). Τα δικαιώματα αλλαγής χρήσης χρησιμοποιούνται όσον αφορά στην ευελιξία αλλαγής των προϊόντων σε επιχειρήσεις παραγωγής αυτοκινήτων, στις φαρμακοβιομηχανίες, στις βιομηχανίες παραγωγής παιδικών παιχνιδιών, ηλεκτρικών ειδών κ.α. Στο ζήτημα της ευελιξίας παραγωγής χρησιμοποιούνται σε επιχειρήσεις χημικών, παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας κ.α (Trigeorgis, 1996).

5.6. Περαιτέρω Ταξινόμησης των Δικαιωμάτων στη Βιβλιογραφία

Στο σημείο αυτό πρέπει να επισημανθεί ότι η κατηγοριοποίηση και ταξινόμηση των πραγματικών δικαιωμάτων έχει επεκταθεί και διαχωριστεί σε ακόμα πιο λεπτομερείς κατηγορίες έπειτα από την αποκτηθείσα εμπειρία στην εφαρμογή τους. Έτσι, οι διάφοροι ερευνητές επισημάνουν και άλλες κατηγορίες πραγματικών δικαιωμάτων, τις οποίες και θα αναφέρουμε περιληπτικά.

Πολλές από τις κατηγορίες των πραγματικών δικαιωμάτων που αναφέρθηκαν, έχουν περίπου την ίδια μορφή και εξειδικεύονται ανάλογα με την περίπτωση της επένδυσης. Υπάρχει, για παράδειγμα, δικαίωμα παράτασης της ωφέλιμης ζωής της επένδυσης (option to extend), το οποίο είναι ένα ευρωπαϊκό δικαίωμα αγοράς επί της μελλοντικής αξίας ενός περιουσιακού στοιχείου πληρώνοντας ως τιμή εξάσκησης ένα προκαθορισμένο ποσό για την αγορά του. Επίσης, το δικαίωμα σταδιακών επεκτάσεων της επένδυσης (time to build option) είναι ένα άλλο δικαίωμα που αναφέρεται από τους ερευνητές, σύμφωνα με το οποίο η επένδυση πραγματοποιείται σε στάδια ανάλογα με τις συνθήκες. Κάθε στάδιο μπορεί να αντιμετωπιστεί ως ένα δικαίωμα στην αξία του επόμενου σταδίου και έτσι δημιουργείται ένα σύνθετο δικαίωμα (compound option). Τέτοιου είδους δικαιώματα χρησιμοποιούνται από επιχειρήσεις έρευνας και ανάπτυξης καθώς επίσης και από μεγάλα επενδυτικά project, όπως οι κατασκευές μεγάλων εργοστασίων παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας (Trigeorgis, 1996).

Παρατηρείται λοιπόν ότι τα πραγματικά δικαιώματα των επενδυτικών προτάσεων και αποφάσεων ποικίλουν. Επιπλέον, υπάρχει και η κατηγορία των πολλαπλών αλληλεπιδρώντων δικαιωμάτων (multiple interacting options). Είναι δικαιώματα που αφορούν σε μια επένδυση και μπορεί να είναι πολλά και διαφορετικά μεταξύ τους. Η συνολική συνδυασμένη αξία τους μπορεί να διαφέρει από το άθροισμα της αξίας του καθενός δικαιώματος ξεχωριστά, λόγω των αλληλεπιδράσεων που πιθανόν να υπάρχουν μεταξύ τους. Η ποικιλία των δικαιωμάτων οδηγεί και σε γενικότερη αλλαγή φιλοσοφίας στη στρατηγική των επιχειρήσεων.

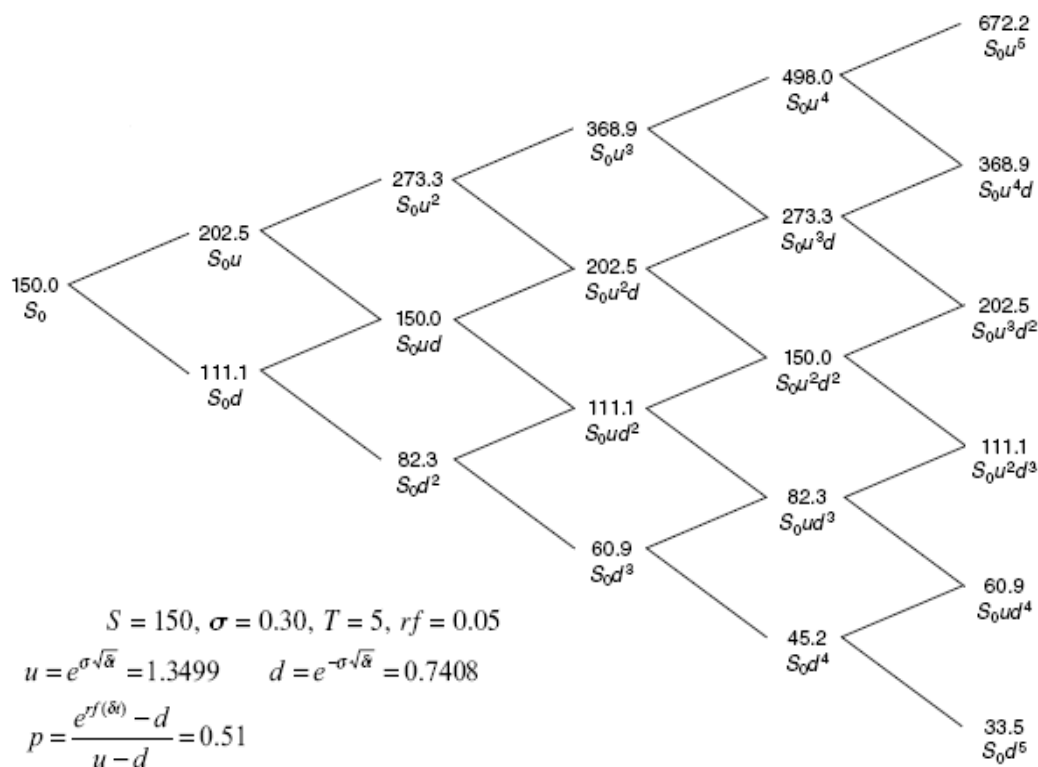
5.7. Παραδείγματα Εφαρμογής Πραγματικών Δικαιωμάτων

5.7.1 Δικαίωμα για εγκατάλειψη

Έστω ότι, μια φαρμακοβιομηχανία αναπτύσσει ένα νέο φάρμακο. Εντούτοις, λόγω της αβέβαιης φύσης της προόδου ανάπτυξης του φαρμάκου, της ζήτησης στην αγορά, της

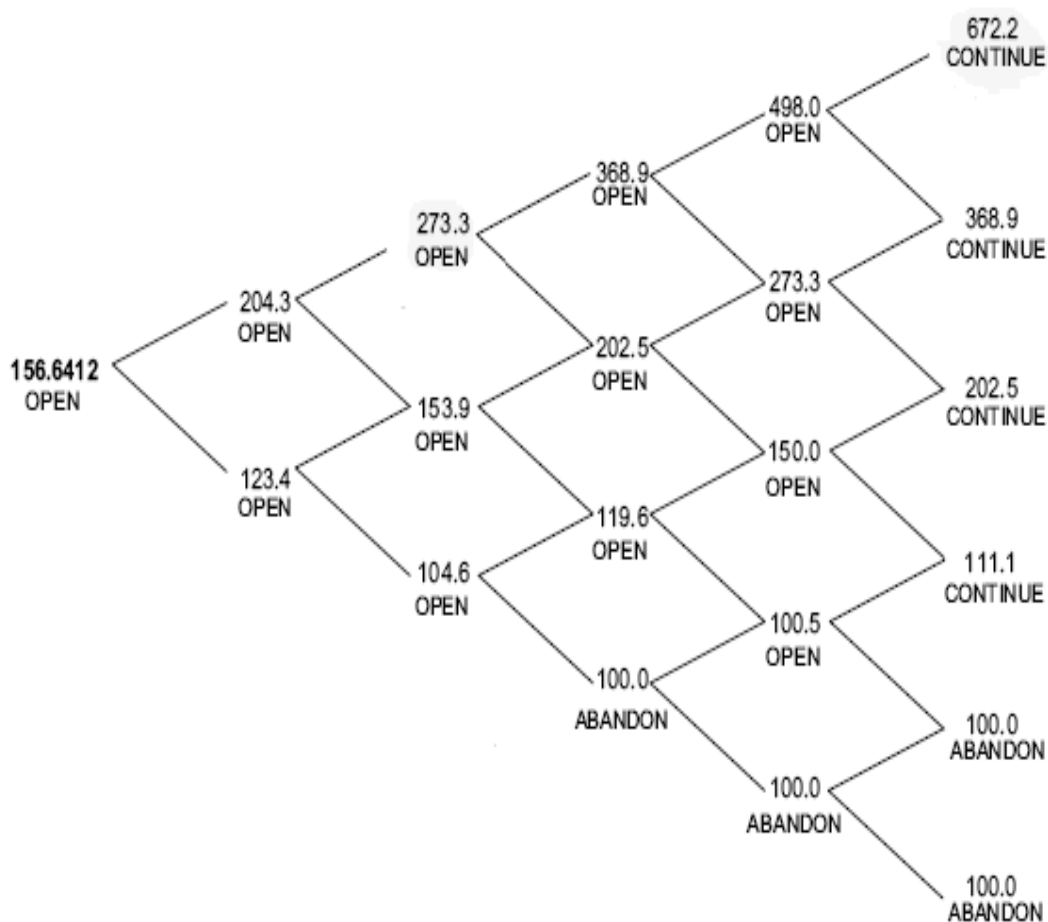
επιτυχίας στην των πειραμάτων σε πειραματόζωα και ανθρώπους και την αβεβαιότητα έγκρισης του αντίστοιχου οργανισμού ελέγχου φαρμάκων, η διοίκηση έχει αποφασίσει ότι θα δημιουργήσει μια στρατηγική επιλογή εγκατάλειψης. Δηλαδή, οποιαδήποτε στιγμή μέσα στα επόμενα πέντε έτη ανάπτυξης του φαρμάκου, η διοίκηση μπορεί να επιθεωρήσει την πρόοδο της έρευνας και της προσπάθειας ανάπτυξης και να αποφασίσει εάν θα τερματίσει το πρόγραμμα ανάπτυξης ή αν θα συνεχίσει. Μετά από πέντε έτη, η εταιρεία είτε θα έχει πετύχει είτε θα έχει αποτύχει εντελώς στην πρωτοβουλία ανάπτυξης του φαρμάκου και δεν υπάρχει καμία αξία πραγματικού δικαιώματος μετά από εκείνο το χρονικό διάστημα. Εάν το πρόγραμμα τερματιστεί, η εταιρεία μπορεί ενδεχομένως να πουλήσει τα δικαιώματα πνευματικής ιδιοκτησίας του εν λόγω φαρμάκου σε μια άλλη φαρμακευτική εταιρία με την οποία έχει μια συμφωνία. Αυτή η σύμβαση με την άλλη εταιρεία είναι εφαρμόσιμη οποιαδήποτε στιγμή εντός της περιόδου αυτής από την εταιρεία που είναι κύρια των διπλωμάτων ευρεσιτεχνίας.

Εάν δοθεί το παράδειγμα αριθμητικά φαίνεται καλύτερα η ανάλυση του πραγματικού δικαιώματος. Ας υποθέσουμε ότι εφαρμόζοντας μια παραδοσιακή DCF ανάλυση με ένα επιτόκιο αναγωγής προσαρμοσμένο ως προς τον κίνδυνο, η καθαρή παρούσα αξία του προγράμματος ανέρχεται σε 150 εκατομμύρια ευρώ. Χρησιμοποιώντας Monte Carlo προσομοίωση, προκύπτει ότι η αστάθεια των λογαριθμικών επιστροφών των μελλοντικών ταμειακών ροών είναι 30%. Επίσης, το επιτόκιο που είναι ελεύθερο ως προς τον κίνδυνο για αυτή την χρονική περίοδο εκτιμάται ότι είναι 5%. Τέλος, εάν η εταιρεία πουλήσει μέσα στα πέντε χρόνια το δίπλωμα ευρεσιτεχνίας του φαρμάκου, τότε η τιμή πώλησης θα είναι 100 εκατομμύρια ευρώ και για απλότητα θεωρούμε ότι η τιμή αυτή είναι σταθερή για τα πέντε χρόνια. Στόχος της ανάλυσης είναι να υπολογιστεί πόσο αξίζει το δικαίωμα εγκατάλειψης και πόσο αξίζει στην εταιρεία η ανάπτυξη του φαρμάκου ως σύνολο. Το διωνυμικό πλέγμα για μια περίοδο $T=5$ ετών φαίνεται στο σχήμα 5.1.



Σχήμα 5.1: Διωνιμικό πλέγμα εξέλιξης του οικονομικού μεγέθους του δικαιώματος εγκατάλειψης

Η δημιουργία του πλέγματος αξιολόγησης του option (Σχήμα 5.2) προχωρά σε δύο βήματα: την αξιολόγηση των τελικών κόμβων και την αξιολόγηση των ενδιάμεσων κόμβων χρησιμοποιώντας μια διαδικασία αποκαλούμενη προς τα πίσω επαγωγή. Από το πρώτο πλέγμα, οι τιμές δημιουργούνται προς τα εμπρός με πολλαπλασιασμό των πάνω και κάτω παραγόντων από αριστερά προς δεξιά. Για το δεύτερο πλέγμα, ο υπολογισμός προχωρά προς τα πίσω, που αρχίζει από τους τελικούς κόμβους. Δηλαδή οι κόμβοι στο τέλος του δικτυωτού πλέγματος εκτιμούνται πρώτα, πηγαίνοντας από δεξιά προς αριστερά.



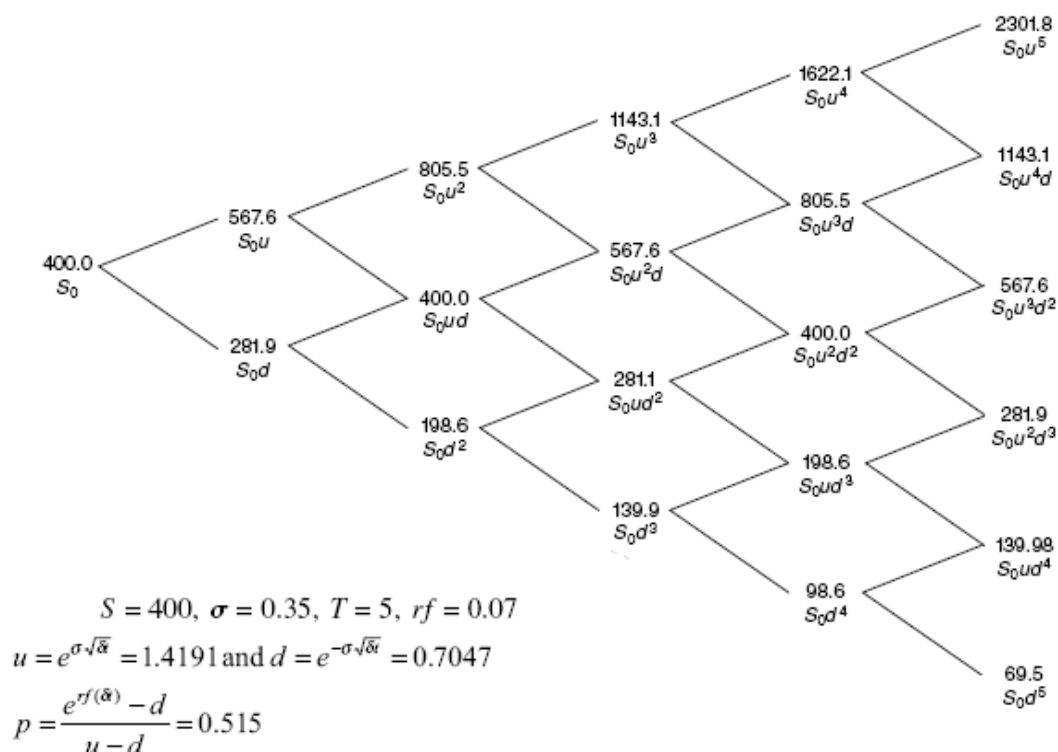
Σχήμα 5.2: Διωνυμικό πλέγμα αξιολόγησης του δικαιώματος εγκατάλειψης

Επειδή η προσαρμογή ως προς τον κίνδυνο γίνεται στις πιθανότητες των μελλοντικών ταμειακών ροών, η αναγωγή μπορεί να γίνει χρησιμοποιώντας το επιτόκιο αναγωγής που είναι ελεύθερο ως προς τον κίνδυνο. Έτσι για έναν ενδιάμεσο κόμβο ισχύει ότι $[(p)(€368,9) + (1-p)(€202,5)]\exp[(-rf)\delta t] = €273,3$ εκατομμύρια, όπου p είναι η πιθανότητα ουδέτερη ως προς τον κίνδυνο. Χρησιμοποιώντας αυτήν την προς τα πίσω τεχνική επαγωγής, το πλέγμα υπολογίζεται πίσω στην αφετηρία για να λάβει την αξία €156.6412 εκατομμυρίων. Επειδή η αξία που λαμβάνεται μέσω μιας DCF ανάλυσης είναι €150 εκατομμύρια, μπορούμε να πούμε ότι η διαφορά της πρόσθετης αξίας €6.6412 εκατομμυρίων οφείλεται στο δικαίωμα εγκατάλειψης.

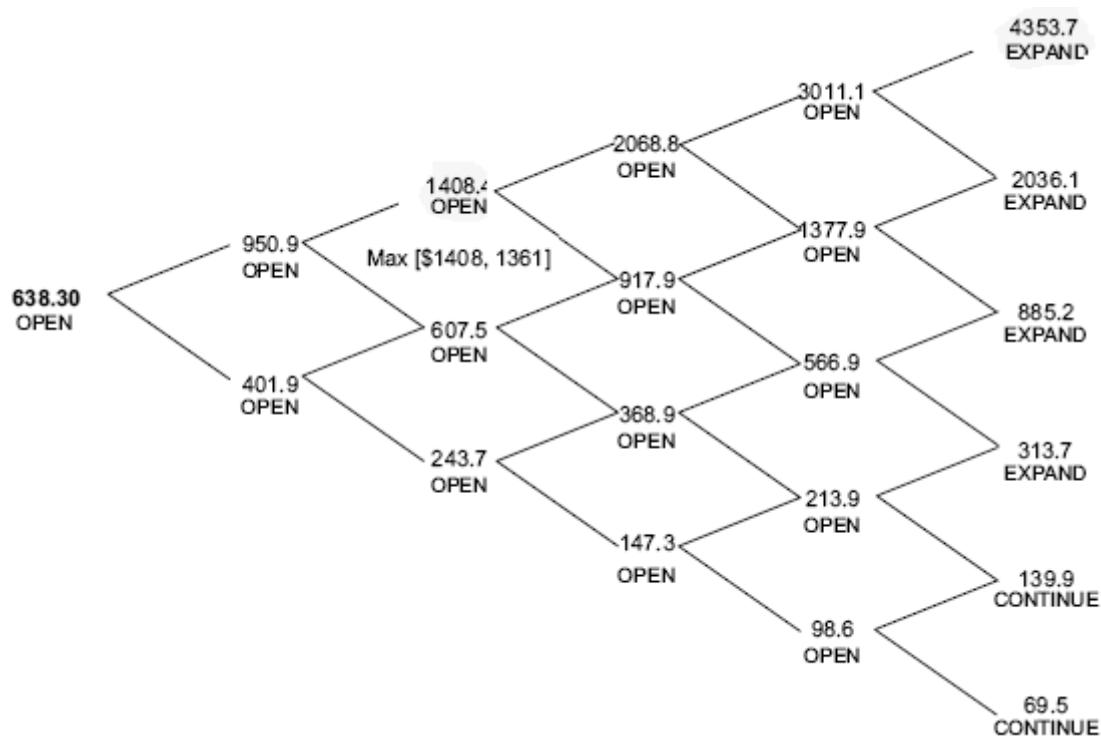
5.7.2 Δικαίωμα για επέκταση

Υποθέτουμε ότι μια εταιρεία με βάση μια DCF ανάλυση έχει καθαρή παρούσα αξία των μελλοντικών κερδών ίση με 400 εκατομμύρια ευρώ. Με χρήση Monte Carlo υπολογίζεται η

αστάθεια ίση με 35% και εκτιμούμε το ελεύθερο ως προς τον κίνδυνο επιτόκιο ίσο με 7%. Υποθέτουμε επίσης ότι οι εταιρεία έχει το δικαίωμα να επεκταθεί και να διπλασιάσει τις λειτουργίες της αγοράζοντας τον ανταγωνιστή της σε μια τιμή των 250 εκατομμυρίων ευρώ. Ο χρόνος εξέτασης είναι τα πέντε χρόνια και στα σχήματα 5.3 και 5.4 παρουσιάζονται το πλέγμα εξέλιξης του οικονομικού μεγέθους και το πλέγμα αξιολόγησης του δικαιώματος.



Σχήμα 5.3: Διωνυμικό πλέγμα εξέλιξης του οικονομικού μεγέθους του δικαιώματος επέκτασης



Σχήμα 5.4: Διωνυμικό πλέγμα αξιολόγησης του δικαιώματος επέκτασης

Παρατηρείται ότι στο τέλος του πέμπτου χρόνου η εταιρεία μπορεί να επεκταθεί ή να συνεχίσει όπως είναι ανάλογα με το τι είναι πιο αποδοτικό. Στο πλέγμα αξιολόγησης του δικαιώματος οι τελικοί κόμβοι υπολογίζονται ως εξής: (Τιμή του αντίστοιχου τελικού κόμβου από το πλέγμα εξέλιξης) x (παράγοντα επέκτασης) – (κόστος επέκτασης). Αν η τιμή που προκύπτει είναι αρνητική σημαίνει ότι δεν συμφέρει στην εταιρεία να επεκταθεί και ότι πρέπει να συνεχίσει ως έχει. Στους ενδιάμεσους κόμβους η εταιρεία έχει την επιλογή είτε να επεκταθεί είτε να περιμένει για ένα χρόνο μήπως η κατάσταση στην αγορά γίνει πιο ευνοϊκή για αυτήν. Ακολουθώντας την επαγωγική τεχνική προς τα πίσω η αφετηρία υπολογίζεται ίση με €638,3 εκατομμύρια. Η αξία αγοράς του ανταγωνιστή στην αρχή είναι ίση με $2 \times €400 - €250 = €550$ εκατομμύρια και επομένως η διαφορά $€638,3 - €550 = €88,3$ εκατομμύρια είναι η αξία του πραγματικού δικαιώματος.

6. ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΩΝ ΔΙΚΑΙΩΜΑΤΩΝ ΣΕ ΕΙΔΙΚΑ ΥΠΟΓΕΙΑ ΕΡΓΑ

Σε αυτό το κεφάλαιο εξετάζονται τρεις (3) εφαρμογές των πραγματικών δικαιωμάτων (real options) σε παραδείγματα που αφορούν σε ειδικά υπόγεια έργα. Στα παραδείγματα αυτά εφαρμόζεται η μέθοδος των πραγματικών δικαιωμάτων (real options) με διωνυμικά πλέγματα και Monte Carlo προσομοίωση.

6.1. Υπόγειος Αποθηκευτικός Χώρος – Δικαίωμα Επέκτασης (Option To Expand)

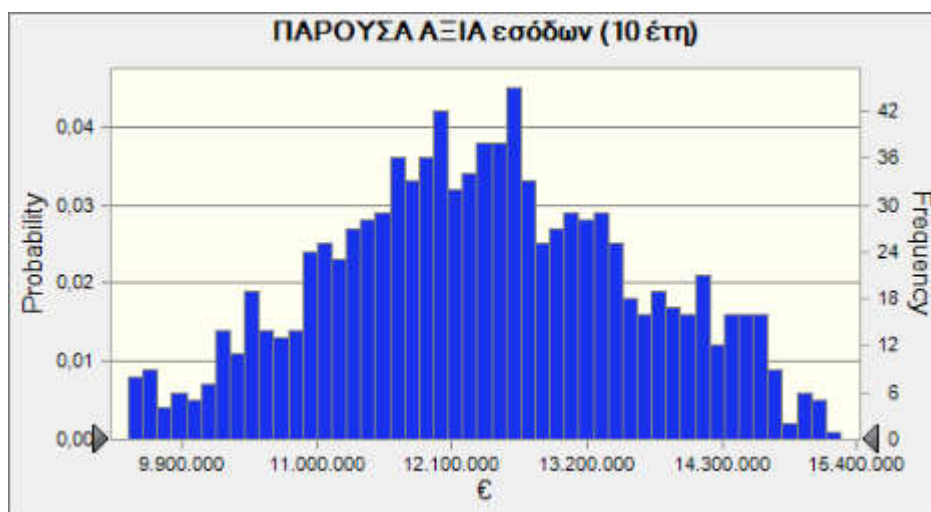
Έστω ότι μια εταιρεία διαθέτει ένα υπόγειο αποθηκευτικό κέντρο. Ο χώρος που νοικιάζεται έχει έκταση 50.000 m². Η τιμή ενοικίασης υπόγειας αποθήκης είναι 5 €/m² και μήνα και ο συντελεστής φορολόγησης είναι 25%. Τα ετήσια κόστη λειτουργίας και συντήρησης ανέρχονται σε 550.000 €. Χρησιμοποιώντας ένα επιτόκιο αναγωγής (r) προσαρμοσμένο ως προς τον κίνδυνο ίσος προς 9%, η Καθαρά Παρούσα Αξία του έργου υπολογίζεται 12.329.775 € στα επόμενα 10 χρόνια.

Η εταιρεία σκέφτεται να κάνει μια νέα επένδυση 6.500.000 € για να επεκτείνει τον υπόγειο χώρο με στόχο το διπλασιασμό της επιφάνειας ενοικίασης, δηλαδή στα 100.000 m². Η απόφαση πρέπει να ληφθεί μέσα στα επόμενα 3 χρόνια, με χρονικό βήμα 1 έτους, και αποφασίζει να χρησιμοποιήσει τη μέθοδο των πραγματικών δικαιωμάτων για να εξετάσει αν πρέπει και τότε να κάνει την επένδυση αυτή. Για την αξιολόγηση του δικαιώματος της επέκτασης θα χρησιμοποιηθεί ένα διωνυμικό πλέγμα.

Αρχικά, πρέπει να υπολογιστεί η αστάθεια (σ) των μελλοντικών ταμειακών ροών. Στην κατεύθυνση αυτή, χρησιμοποιείται η προσομοίωση Monte Carlo με τη βοήθεια του λογισμικού Crystal Ball, θεωρώντας ότι οι παράγοντες που μεταβάλλονται και επηρεάζουν την ΚΠΑ αφορούν στην τιμή ενοικίασης του χώρου, στο χώρο ενοικίασης και στα γενικά έξοδα συντήρησης. Ύστερα από τη διαδικασία αυτή υπολογίζεται η αστάθεια (σ) σε 25% από τον τύπο:

$$\sigma = [\text{Ποσοστιαία ΚΠΑ}(90\%) - \text{Μέση τιμή ΚΠΑ}] /$$

$$[\text{αντίστροφο της τυπικής κανονικής αθροιστικής κατανομής}(90\%)*\text{Μέση τιμή ΚΠΑ}] = 25\%.$$



Σχήμα 6.1: Η παρούσα αξία εσόδων στο Crystal Ball

Ακολουθώς, πρέπει να υπολογιστούν ο πάνω και κάτω παράγοντας και η ουδέτερη πιθανότητα ως προς τον κίνδυνο. Ο πάνω παράγοντας είναι $u = \exp(\sigma \cdot \delta t^{1/2}) = 1,28$ και ο κάτω $d = \exp[-(\sigma \cdot \delta t^{1/2})] = 0,77$. Η πιθανότητα που είναι ουδέτερη ως προς το κίνδυνο είναι ίση με $p = [\exp(r_f \cdot \delta t) - d] / (u - d) = 0,61$. Τα δεδομένα της αξιολόγησης δίνονται στον πίνακα 6.1 και το διωνυμικό πλέγμα απεικονίζεται στο σχήμα 6.2.

$S_0 = 12.329.775 \text{ €}, X = 6.500.500 \text{ €}$	$T = 3 \text{ χρόνια}$
$\sigma = 25\%$	Expand factor:2
$r_f = 8\%$	$\delta t = 1$
$u = 1.28 \quad d = 0.77$	$p = 0.61, 1-p=0,39$

Πίνακας 6. 1: Δεδομένα για τη δημιουργία του διωνυμικού πλέγματος του οικονομικού μεγέθους (option to expand)

Όπου, S_0 : η τρέχουσα αξία της επένδυσης

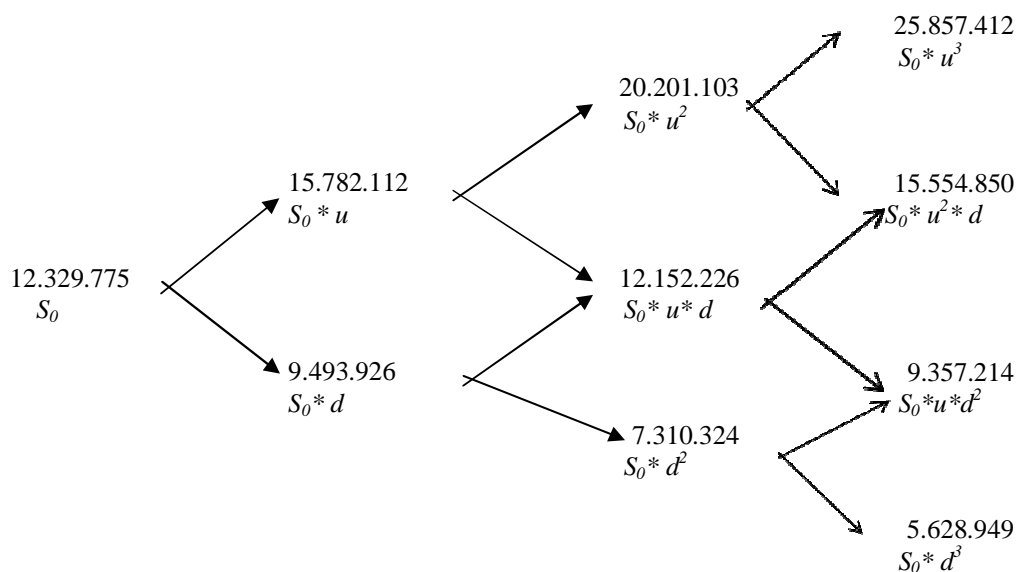
X : η τιμή άσκησης της επένδυσης (strike price)

σ : αστάθεια

r_f : επιτόκιο μηδενικού κινδύνου

T : διάρκεια του δικαιώματος

δt :το χρονικό βήμα



Σχήμα 6.2: Διωνυμικό πλέγμα του οικονομικού μεγέθους (option to expand)

Παρατηρείται ότι στο τέλος του τρίτου έτους, το έργο μπορεί να επεκταθεί ή να συνεχίσει όπως είναι, ανάλογα με το τι είναι πιο αποδοτικό. Στο πλέγμα αξιολόγησης του δικαιώματος (σχήμα 6.3) οι τελικοί κόμβοι υπολογίζονται ως εξής:

(Τιμή του αντίστοιχου τελικού κόμβου από το πλέγμα εξέλιξης * Παράγοντας επέκτασης) –
Κόστος επέκτασης

Έτσι για παράδειγμα, στον τελικό κόμβο $S_0 * u^3$ ισχύει:

$$(25.857.412 * 2) - 6.500.000 = 45.214.824.$$

Για τους ενδιάμεσους κόμβους χρησιμοποιείται ο ακόλουθος τύπος:

$$\{p * \text{πάνω κόμβος} + (1-p) * \text{κάτω κόμβος}\} \exp(-rf * \delta t)$$

Για παράδειγμα, ο ενδιάμεσος κόμβος $S_0 * u * d$ υπολογίζεται ως εξής:

$$\{24.609.698 * 0.61 + 12214428 * (1 - 0.61)\} * \exp(-0.08 * 1) = 18.255.127 \text{ €}$$

όπου $p = 0,61$, $r = 0,08$ και $\delta t = 1$

Αν η τιμή που προκύπτει είναι αρνητική, σημαίνει ότι δεν συμφέρει την εταιρεία να επεκταθεί και ότι πρέπει να συνεχίσει ως έχει, όπως φαίνεται και στο παρακάτω σχήμα 6.3 στον κόμβο $S_0 * d^3$ ($4.757.898 < 5.628.949$ €).

Στους ενδιάμεσους κόμβους η εταιρεία έχει την επιλογή είτε να επεκταθεί είτε να περιμένει για ένα χρόνο μήπως η κατάσταση στην αγορά γίνει πιο ελκυστική για αυτήν.

- Maximum μεταξύ Επέκτασης ή Συνέχισης:

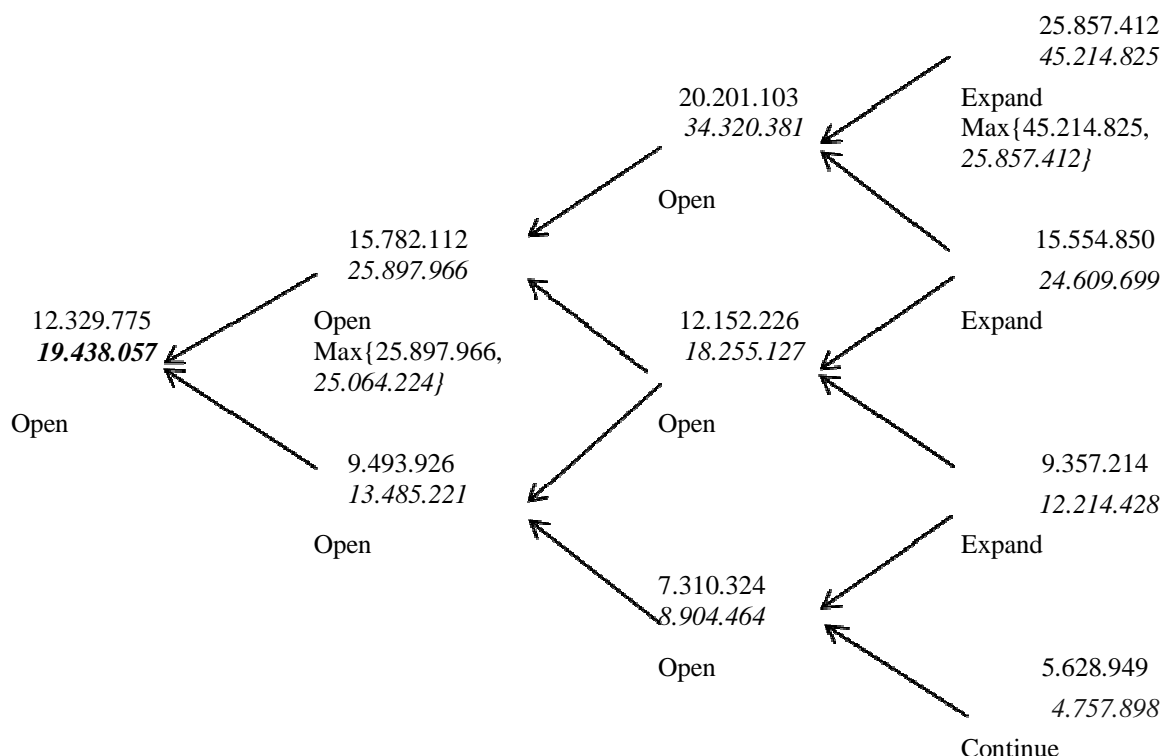
$$\text{Expansion} = (\text{expand}) * S_0 * u^3 - \text{investment} = 2 * (25.857.412) - 6.500.500 = 45.214.825$$

$$\text{Continuing} = S_0 * u^3 = 25.857.412$$

- Maximum μεταξύ Επέκτασης ή Ανοιχτού Δικαιώματος Αναμονής:

$$\text{Expansion} = (\text{expand}) * S_0 * u - \text{investment} = 2 * (15.782.112) - 6.500.500 = 25.064.224$$

$$\begin{aligned} \text{Keep Option Open} &= \{34.320.381 * 0.61 + 18.255.381 * (1-0.61)\} * \exp(-0.08 * 1) \\ &= 25.897.966 \end{aligned}$$



Σχήμα 6.3: Διωνυμικό πλέγμα αξιολόγησης του δικαιώματος (option to expand)

Ακολουθώντας την επαγωγική τεχνική προς τα πίσω, η αφετηρία υπολογίζεται ίση με 19.438.057 εκατομμύρια €. Κάθε φορά, για να ελεγχθεί η δυνατότητα και το αποτέλεσμα της επέκτασης πραγματοποιείται μια επαλήθευση, όπως φαίνεται ακολούθως.

Για παράδειγμα, αν η εταιρεία προχωρούσε σε επέκταση το δεύτερο χρόνο, τότε η αξία του σχεδίου θα ήταν:

$$2 \cdot 20.201.103 - 6.500.000 = 33.902.206 \text{€} < 34.320.381 \text{€}$$

Τέλος, η αξία αγοράς του έργου, αρχικά είναι ίση με $2 \cdot 12.329.775 - 6.500.000 = 18.159.550$ εκατομμύρια € ενώ με το διωνυμικό πλέγμα αξιολόγησης επένδυσης η εκτεταμένη ΚΠΑ υπολογίζεται σε 19.438.057 €. Επομένως η διαφορά $19.438.057 - 18.159.550 = 1.278.507$ € είναι η αξία του πραγματικού δικαιώματος (real option).

6.2 Υπόγειο Λατομείο – Δικαίωμα αναμονής (option to wait).

Ένας επενδυτής αξιολογεί ένα σχέδιο που αφορά στη δημιουργία ενός υπόγειου λατομείου αδρανών, από το οποίο θα εξορύσσει και θα διαθέτει στην τοπική αγορά 200.000 tn αδρανών κάθε χρόνο. Η τιμή πώλησης των αδρανών είναι 8,5 €/tn και ο συντελεστής φορολόγησης είναι 25%. Το κόστος εξόρυξης και επεξεργασίας των αδρανών εκτιμάται σε 7,7 ανά tn και τα συνολικά έξοδα ανέρχονται σε 1.598.462€ ανά έτος. Η αρχική επένδυση ανέρχεται σε 1.000.000 €.

Με βάση τα παραπάνω, η Καθαρή Παρούσα Αξία (με $r = 10\%$) της επένδυσης του υπόγειου λατομείου, σε περίοδο 10 χρόνων, είναι αρνητική (- 289.500 € περίπου) και σύμφωνα με το κριτήριο της ΚΠΑ, το επενδυτικό σχέδιο πρέπει να εγκαταλειφθεί, δεν είναι βιώσιμο.

Ωστόσο, η απόφαση αυτή ενδέχεται να μην είναι ορθή και για το λόγο αυτό το σχέδιο αξιολογείται με τη βοήθεια των πραγματικών δικαιωμάτων. Χρησιμοποιώντας το διωνυμικό πλέγμα ως μέθοδο αξιολόγησης του δικαιώματος αναμονής, θεωρείται ότι ο επενδυτής έχει το δικαίωμα να λάβει την απόφαση υλοποίησης της επένδυσης εντός των επόμενων πέντε (5) ετών, με χρονικό βήμα ενός έτους.

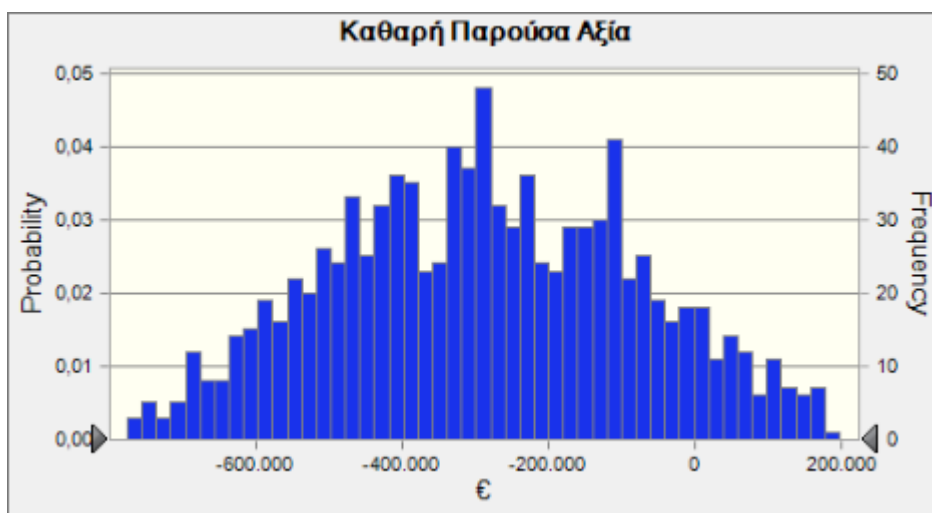
Αρχικά υπολογίζεται η αστάθεια των μελλοντικών ταμειακών ροών του έργου, η ΚΠΑ των οποίων ανέρχεται σε 710.462 € (σε αυτό δεν συμπεριλαμβάνεται το κόστος επένδυσης)

με προσομοίωση Monte Carlo μέσω του προγράμματος Crystal Ball. Ως κρίσιμες μεταβλητές λαμβάνονται η τιμή της πώλησης των αδρανών και η ποσότητα πώλησης αυτών. Από τη διαδικασία αυτή υπολογίζεται η συνάρτηση πυκνότητας – πιθανότητας της ΚΠΑ (Σχήμα 6.4) και με βάση τα αποτελέσματα τα αθροιστικής κατανομής η αστάθεια, η οποία είναι :

$$\sigma = [\text{Ποσοστιαία ΚΠΑ}(90\%) - \text{Μέση τιμή ΚΠΑ}] /$$

$$[\text{αντίστροφο της τυπικής κανονικής αθροιστικής κατανομής}(90\%)*\text{Μέση τιμή ΚΠΑ}] =$$

76,7%



Σχήμα 6.4: Η καθαρά παρούσα αξία στο Crystal Ball

Ακολούθως, υπολογίζεται ο πάνω και κάτω παράγοντας και η ουδέτερη πιθανότητα ως προς τον κίνδυνο. Ο πάνω παράγοντας είναι $u = \exp(\sigma \cdot \delta t^{1/2}) = 2,15$ και ο κάτω $d = \exp[-(\sigma \cdot \delta t^{1/2})] = 0,46$. Η πιθανότητα που είναι ουδέτερη ως προς το κίνδυνο είναι ίση με $p = [\exp(rf \cdot \delta t) - d] / (u - d) = 0,36$. Με τα δεδομένα αυτά (πίνακας 6.2) κατασκευάζουμε το διωνυμικό πλέγμα του οικονομικού μεγέθους που φαίνεται στο σχήμα 6.5.

$S_0 = 710.462 \text{ €}$ (δεν περιλαμβάνεται η αρχική επένδυση)	$T = 5 \text{ χρόνια}$
$X = 1.000.000 \text{ €}$	$\delta t = 1$
$\sigma = 76,7\%$	$r_f = 7\%$
$u = 2,15, \quad d = 0,46$	$p = 0,36, \quad 1 - p = 0,64$

Πίνακας 6.2: Δεδομένα για τη δημιουργία του διωνυμικού πλέγματος του οικονομικού μεγέθους (option to wait)

Όπου, S_0 : η τρέχουσα αξία της επένδυσης (δεν περιλαμβάνεται η αρχική επένδυση)

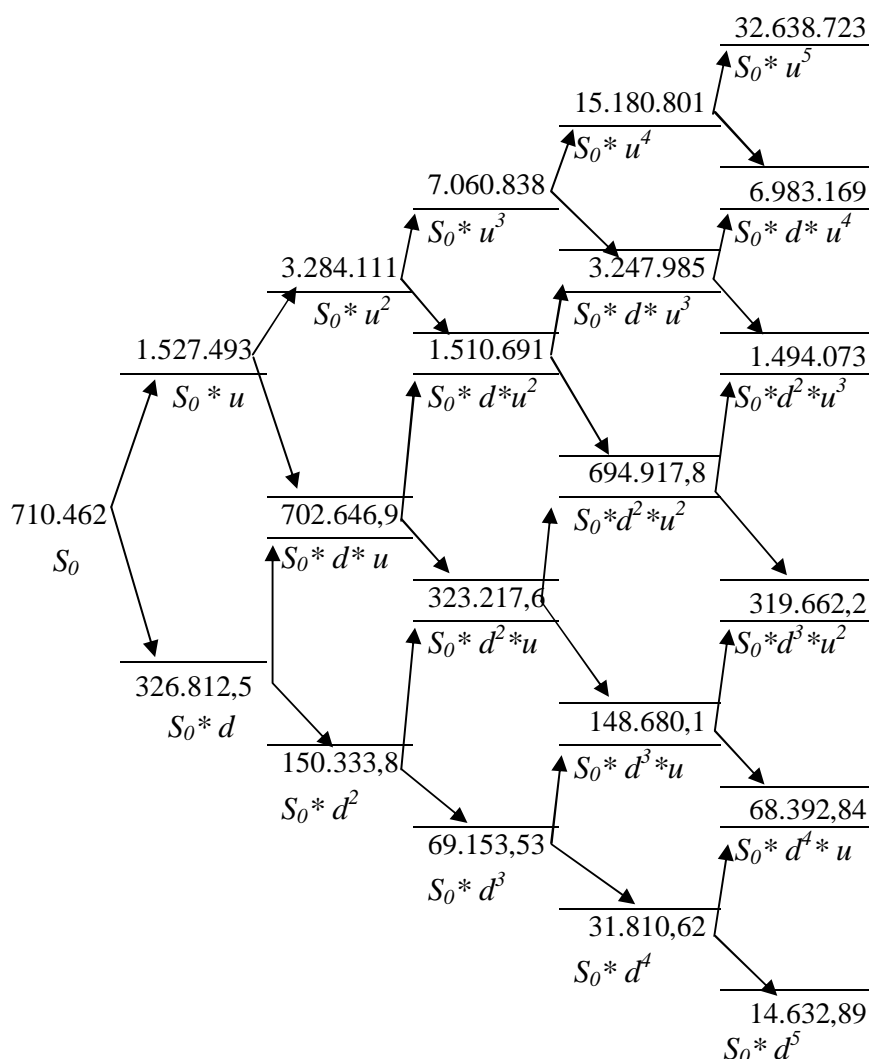
X : τιμή άσκησης της επένδυσης (strike price)

σ : αστάθεια

r_f : επιτόκιο μηδενικού κινδύνου

T : διάρκεια του δικαιώματος

δt : το χρονικό βήμα



Σχήμα 6.5: Διωνυμικό πλέγμα του οικονομικού μεγέθους (option to wait)

Στο πλέγμα αξιολόγησης του δικαιώματος (σχήμα 6.6), οι κόμβοι υπολογίζονται ως εξής:

Τιμή του αντίστοιχου τελικού κόμβου από το πλέγμα εξέλιξης – Κόστος αρχικής επένδυσης

Έτσι, για τον κόμβο $S_0 * u^5$ ισχύει:

$$32.638.723 - 1.000.000 = 31.638.723 \text{€}$$

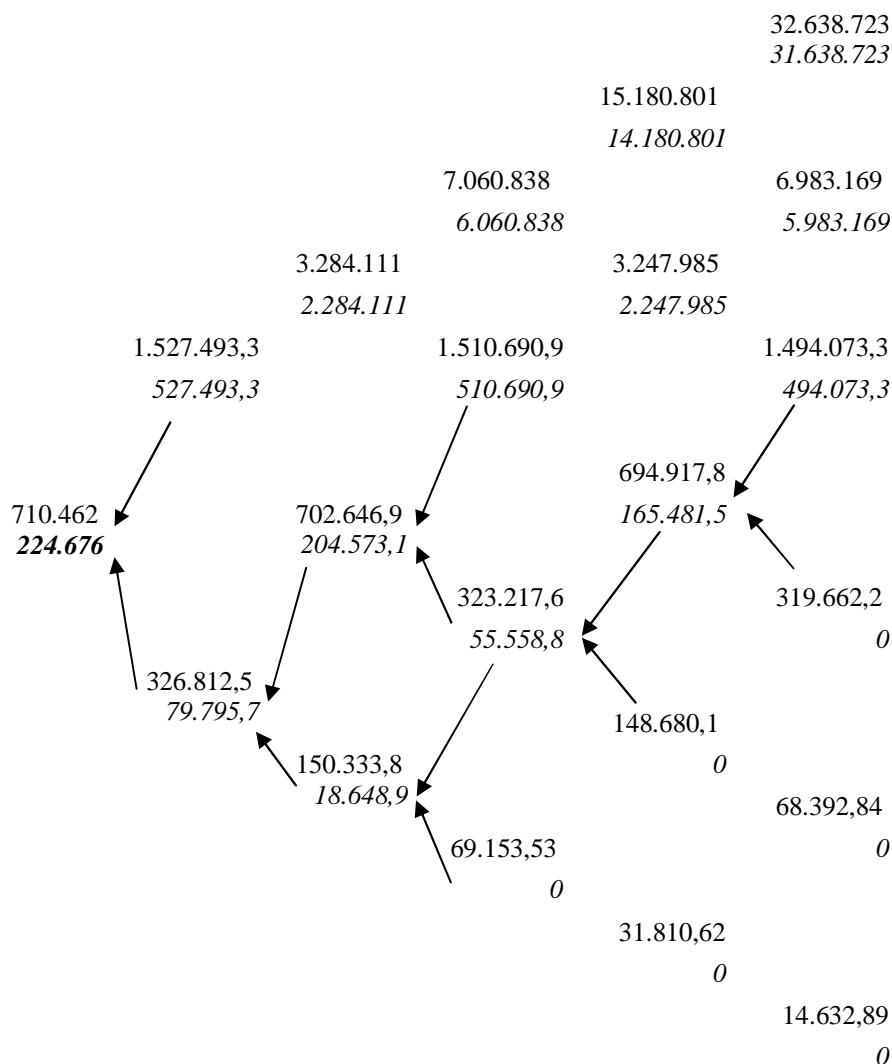
Οι ενδιάμεσοι κόμβοι υπολογίζονται με βάση τον παρακάτω τύπο:

$$\{p * \text{πάνω κόμβος} + (1-p) * \text{κάτω κόμβος}\} \exp(-r * \Delta t)$$

Για παράδειγμα, ο ενδιάμεσος κόμβος $S_0 * d^2 * u^2$ υπολογίζεται ως εξής:

$$\{494.073,3 * 0.36 + 0 * (1 - 0.36)\} * \exp(-0.07 * 1) = 165.481,5 \text{ €}$$

Αν η τιμή που προκύπτει είναι αρνητική (δηλ. $X - S < 0$) ο επενδυτής πρέπει να περιμένει, καθώς δεν τον συμφέρει να ασκήσει το δικαίωμα υλοποίησης της επένδυσης. Δυνατότητα να επενδύσουν στους κόμβους, όπου η τιμή της επιλογή δεν είναι μηδέν.



Σχήμα 6.6: Διωνυμικό πλέγμα αξιολόγησης του δικαιώματος (option to wait)

Η αξία του δικαιώματος είναι:

$$224.676 - (-289.538) = 514.214 \text{ €}$$

Αν και η μέθοδος των πραγματικών δικαιωμάτων δεν θα αναιρέσει την αρχική απόφαση της μη υλοποίησης του σχεδίου, δεδομένου ότι η ΚΠΑ είναι αρνητική, εντούτοις θα

βοηθήσει στη διαμόρφωση ενός πλαισίου στρατηγικής για πιθανή υλοποίηση της επένδυσης στο προσεχές μέλλον, σε συνάρτηση με τις συνθήκες της αγοράς.

6.3 Υπόγειος Αποθηκευτικός Χώρος Επικίνδυνων Αποβλήτων - option to stage

Έστω ότι ένας επενδυτής εξετάζει την κατασκευή ενός υπόγειου αποθηκευτικού χώρου επικίνδυνων αποβλήτων. Η Καθαρή Παρούσα Αξία των μελλοντικών ταμειακών ροών του αποθηκευτικού κέντρου, υπό την παραδοχή ότι λειτουργεί σήμερα, είναι 40.000.000 € περίπου (με επιτόκιο προεξόφλησης σταθμισμένο ως προς τον κίνδυνο ίσο με 8%). Τα αδρανή που εξορύσσονται κατά την κατασκευή πωλούνται σε τιμή 5,5 €/tn, ενώ το κόστος εξόρυξης με χρήση υπεργολάβου εκτιμάται σε 25 € ανά m³. Τα αναμενόμενα έσοδα των αποθηκευμένων αποβλήτων ανέρχονται σε 2.000 € ανά tn και πληρώνονται εφάπαξ. Το κόστος συντήρησης και εποπτείας του χώρου εκτιμάται σε 700.000 € ανά έτος. Τέλος, ο συντελεστής φορολόγησης είναι 25%.

Παρά το γεγονός ότι η ΚΠΑ των μελλοντικών ταμειακών ροών του σχεδίου είναι ελκυστική, λόγω της αβεβαιότητας και των κινδύνων του σχεδίου, ο επενδυτής αποφασίζει να διερευνήσει το σχέδιο σε διακριτά στάδια με τη βοήθεια της μεθόδου των πραγματικών δικαιωμάτων. Σε αυτή τη βάση, η επένδυση διακρίνεται σε τρεις φάσεις:

- τη γεωτεχνική έρευνα της περιοχής του έργου
- το σχεδιασμό του χώρου βάσει των αποτελεσμάτων της γεωτεχνικής έρευνας
- την κατασκευή του χώρου.

Η γεωτεχνική έρευνα θα ολοκληρωθεί σε 1 έτος και το κόστος της ανέρχεται σε 2.000.000 €. Η μελέτη κατασκευής θα χρειαστεί 1 έτος, επίσης, και το σχετικό κόστος εκτιμάται σε 500.000 €. Τέλος, η κατασκευή του χώρου θα πραγματοποιηθεί μέσα σε 3 έτη, με κόστος που ανέρχεται σε 30.000.000 €. Λαμβάνοντας υπόψη τα παραπάνω, ο επενδυτής θα κληθεί να λάβει την απόφαση υλοποίησης του σχεδίου μέσα στα επόμενα 5 έτη, με χρονικό βήμα 1 έτους, χρησιμοποιώντας τη μέθοδο του διωνυμικού πλέγματος.

Αρχικά πρέπει να υπολογιστεί η αστάθεια (σ). Για το σκοπό αυτό χρησιμοποιείται προσομοίωση Monte Carlo με τη βοήθεια του λογισμικού Crystal Ball, διερευνώντας την επίδραση της τιμής πώλησης των αδρανών, του κόστους συντήρησης, τον ωφέλιμο χώρο

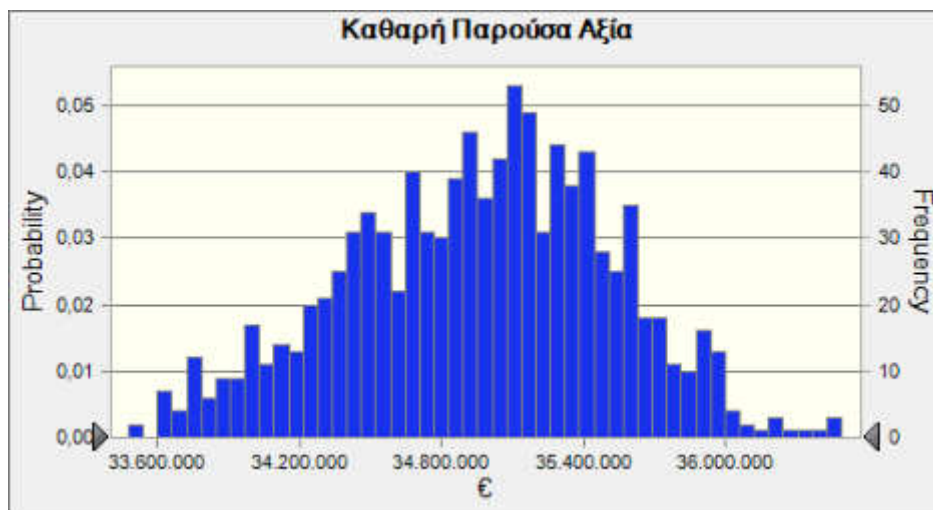
αποθήκευσης αποβλήτων και τη ποσότητα των αποβλήτων ως προς το πόσο μεταβάλλεται η ΚΠΑ (σχήμα 6.7).

Από τη διαδικασία αυτή η αστάθεια (σ) υπολογίζεται:

$$\sigma = [\text{Ποσοστιαία ΚΠΑ}(90\%) - \text{Μέση τιμή ΚΠΑ}] /$$

$$[\text{αντίστροφο της τυπικής κανονικής αθροιστικής κατανομής}(90\%) * \text{Μέση τιμή ΚΠΑ}]$$

$$= 12\%$$



Σχήμα 6.7: Η καθαρά παρούσα αξία στο Crystal Ball

Ακολούθως, υπολογίζονται ο πάνω και κάτω παράγοντας και η ουδέτερη πιθανότητα ως προς τον κίνδυνο, λαμβάνοντας επιτόκιο προεξόφλησης μηδενικού κινδύνου ίσο προς 6%. Ο πάνω παράγοντας είναι $u = \exp(\sigma * \delta t^{1/2}) = 1,12$ και ο κάτω $d = \exp[-(\sigma * \delta t^{1/2})] = 0,88$. Η πιθανότητα που είναι ουδέτερη ως προς το κίνδυνο είναι ίση με $p = [\exp(r * \delta t) - d] / (u - d) = 0,8$.

Τα δεδομένα του διωνυμικού πλέγματος συνοψίζονται στον ακόλουθο πίνακα (πίνακας 6.2).

$S_0 = 40.000.000$ (δεν περιλαμβάνεται η αρχική επένδυση)	$T_1 = 1$ έτος $T_2 = 2$ έτη $T_3 = 5$ έτη
$X_1 = 2.000.000$ €, $X_2 = 500.000$ €, $X_3 = 30.000.000$ €	$\delta t = 1$
$\sigma = 12\%$	$r_f = 6\%$
$u = 1,12$, $d = 0,88$	$p = 0,8$, $1 - p = 0,2$

Πίνακας 6.3: Δεδομένα για τη δημιουργία του διωνυμικού πλέγματος του οικονομικού μεγέθους (option to stage)

Όπου, S_0 : η τρέχουσα αξία της επένδυσης (περιλαμβάνεται η αρχική επένδυση)

X_1 : τιμή άσκησης της μελέτης της γεωτεχνικής έρευνας (strike price 1)

X_2 : τιμή άσκησης της γεωτεχνικής έρευνας (strike price 2)

X_3 : τιμή άσκησης της κατασκευής του έργου (strike price 3)

σ : αστάθεια

r_f : επιτόκιο μηδενικού κινδύνου

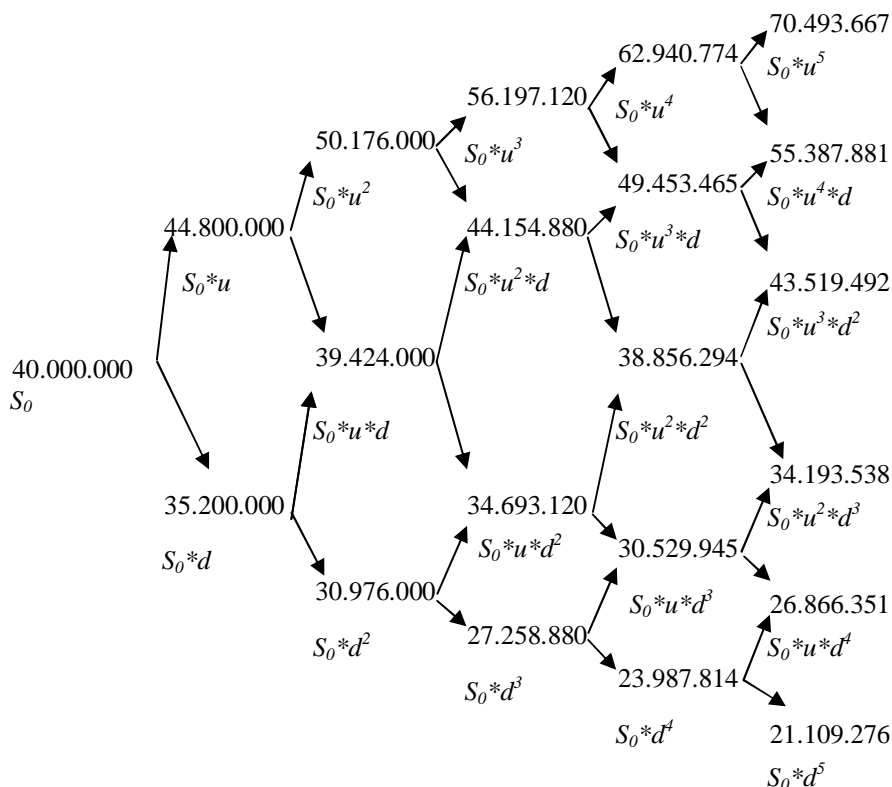
T_1 : διάρκεια του X_1

T_2 : αθροιστική διάρκεια του $X_1 + X_2$

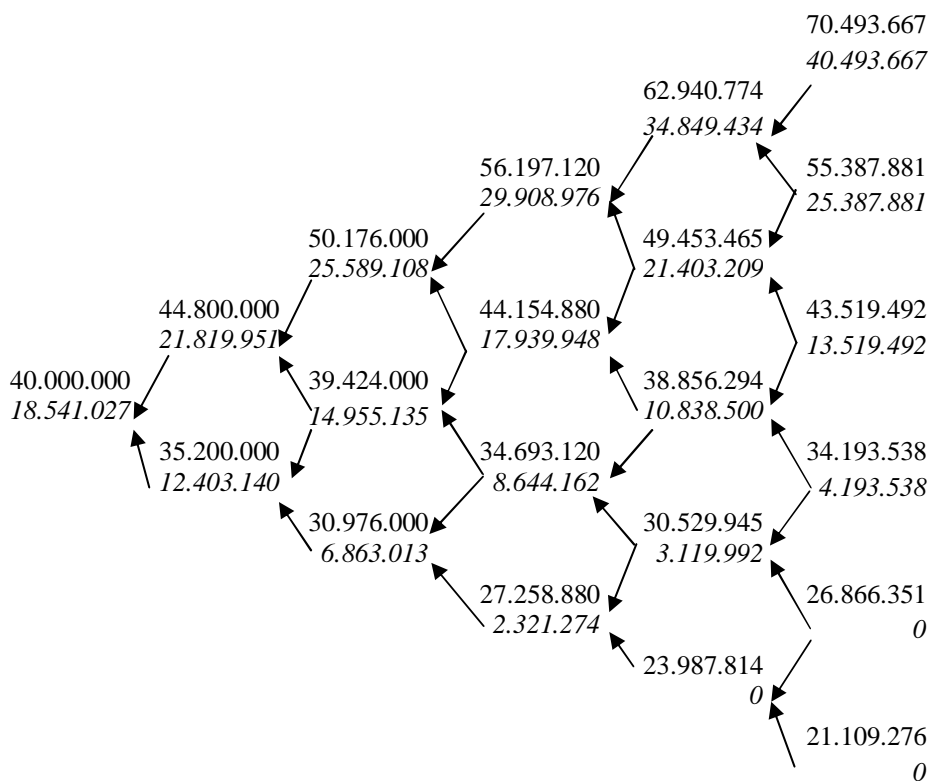
T_3 : αθροιστική διάρκεια του $X_1 + X_2 + X_3$

δt : το χρονικό βήμα

Το διωνυμικό πλέγμα απεικονίζεται στο σχήμα 6.8 και το πλέγμα αξιολόγησης του δικαιώματος στο σχήμα 6.9.



Σχήμα 6.8: Διωνυμικό πλέγμα του οικονομικού μεγέθους X_3 (option to stage)



Σχήμα 6.9: Διωνυμικό πλέγμα αξιολόγησης του δικαιώματος του X_3 (option to stage)

Κάθε τελικός κόμβος του διωνυμικού πλέγματος αντανακλά τη μέγιστη τιμή μεταξύ:

- της αξίας εξάσκησης του δικαιώματος μετά από την επένδυση 30.000.000 € για την κατασκευή του χώρου
- της λήξης του δικαιώματος.

Έτσι, στο πλέγμα αξιολόγησης του δικαιώματος οι τελικοί κόμβοι υπολογίζονται ως εξής:

$$\text{Τιμή του αντίστοιχου τελικού κόμβου από το πλέγμα εξέλιξη} - X_3$$

Στον κόμβο $S_0 * u^5$ για παράδειγμα ισχύει:

$$70.493.667 - 30.000.000 = 40.493.667 \text{ €}$$

Οι ενδιάμεσοι κόμβοι υπολογίζονται με βάση τον παρακάτω τύπο:

$$\{p * \text{πάνω κόμβος} + (1-p) * \text{κάτω κόμβος}\} \exp(-rf * \Delta t)$$

Για παράδειγμα, ο ενδιάμεσος κόμβος $S_0 * u^4$ υπολογίζεται ως εξής:

$$\{40.493.667 * 0,8 + 25.387.881 * (1 - 0,8)\} * \exp(-0,06 * 1) = 34.849.434 \text{ €}$$

Κάθε φορά, για να ελεγχθεί η δυνατότητα και το αποτέλεσμα της επέκτασης πραγματοποιείται μια επαλήθευση, όπως φαίνεται ακολούθως στον κόμβο $S_0 * u^4$:

Αν εξασκηθεί το δικαίωμα στον κόμβο $S_0 * u^4$, η αναμενόμενη αξία ανέρχεται σε:

$$62.940.774 - 30.000.000 (X_3) = 32.940.774 \text{ €}$$

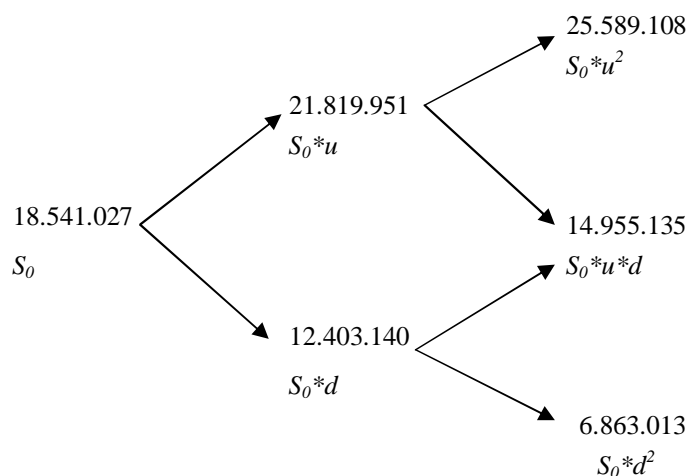
Δεδομένου ότι η αξία αυτή είναι μικρότερη από την αξία των 34.849.434 € που προκύπτει από εναλλακτική λύση της συνέχισης, προφανώς δεν θα εξασκηθεί το δικαίωμα υλοποίησης και η αξία του κόμβου θα τεθεί ίση με 34.849.434 €.

Αν η τιμή που προκύπτει είναι αρνητική (δηλ. $X - S < 0$), ο επενδυτής δεν πρέπει να ασκήσει το δικαίωμα υλοποίησης της επένδυσης, και η τιμή του δικαιώματος είναι μηδέν (για παράδειγμα στους κόμβους $S_0 * u * d^4$ και $S_0 * d^5$).

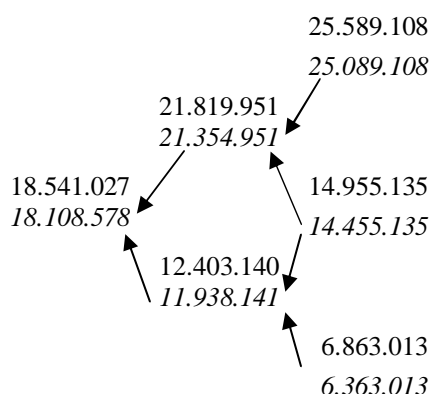
Ολοκληρώνοντας τη διαδικασία μέχρι το έτος 0, υπολογίζεται τελικά αξία 18.541.027 €

Ακολούθως, εξετάζονται οι αξίες των πραγματικών δικαιωμάτων για την αμέσως προηγούμενη φάση (δηλ. το σχεδιασμό του χώρου), για 2 έτη, δηλ. την αθροιστική διάρκεια ολοκλήρωσης του δεύτερου σταδίου).

Η εξάσκηση του δικαιώματος της υλοποίησης της μελέτης του έργου, δημιουργεί το δικαίωμα κατασκευής του χώρου. Για το λόγο αυτό, οι τιμές των πραγματικών δικαιωμάτων του διωνυμικού πλέγματος αξιολόγησης της φάσης της κατασκευής χρησιμοποιούνται ως βασικές αξίες του «περιουσιακού στοιχείου» της επιχείρησης, για τα έτη 0, 1 και 2. Συνεπώς, το διωνυμικό πλέγμα για το δικαίωμα του σχεδιασμού, έχει ως ακολούθως (σχήμα 6.10):



Σχήμα 6.10: Διωνυμικό πλέγμα του οικονομικού μεγέθους του X_2 (option to stage)



Σχήμα 6.11: Διωνυμικό πλέγμα αξιολόγησης του δικαιώματος του X_2 (option to stage)

Κάθε τελικός κόμβος του διωνυμικού πλέγματος αντανακλά τη μέγιστη τιμή μεταξύ:

- της αξίας εξάσκησης του δικαιώματος μετά από την επένδυση 500.000 € για το σχεδιασμό του χώρου
- της λήξης του δικαιώματος.

Έτσι, στο πλέγμα αξιολόγησης του δικαιώματος οι τελικοί κόμβοι υπολογίζονται ως εξής:

$$\text{Τιμή του αντίστοιχου τελικού κόμβου από το πλέγμα εξέλιξη} - X_2$$

Στον κόμβο $S_0 * u^2$ για παράδειγμα ισχύει:

$$25.589.108 - 500.000 = 25.089.108 \text{ €}$$

Οι ενδιάμεσοι κόμβοι υπολογίζονται με βάση τον παρακάτω τύπο:

$$\{p * \text{πάνω κόμβος} + (1-p) * \text{κάτω κόμβος}\} \exp(-rf * \Delta t)$$

Για παράδειγμα, ο ενδιάμεσος κόμβος $S_0 * u$ υπολογίζεται ως εξής:

$$\{25.089.108 * 0,8 + 14.455.135 * (1 - 0,8)\} * \exp(-0,07 * 1) = 21.354.951 \text{ €}$$

Κάθε φορά, για να ελεγχθεί η δυνατότητα και το αποτέλεσμα της επέκτασης πραγματοποιείται μια επαλήθευση, όπως φαίνεται ακολούθως στον κόμβο $S_0 * u$:

Αν εξασκηθεί το δικαίωμα στον κόμβο $S_0 * u$, η αναμενόμενη αξία ανέρχεται σε:

$$21.819.951 - 500.000 (X_2) = 21.319.951 \text{ €}$$

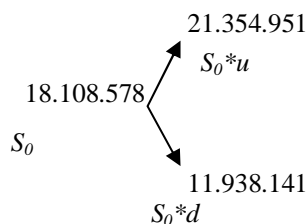
Δεδομένου ότι η αξία αυτή είναι μικρότερη από την αξία των 21.354.951 € που προκύπτει από εναλλακτική λύση της συνέχισης, προφανώς δεν θα εξασκηθεί το δικαίωμα υλοποίησης και η αξία του κόμβου θα τεθεί ίση με 21.354.951 €.

Ολοκληρώνοντας τη διαδικασία μέχρι το έτος 0, υπολογίζεται τελικά αξία 18.108.578 €

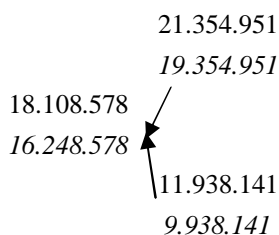
Ακολούθως, εξετάζονται οι αξίες των πραγματικών δικαιωμάτων για την αμέσως προηγούμενη φάση (δηλ. το γεωτεχνική μελέτη του χώρου), για 1 έτος, δηλ. την αθροιστική διάρκεια ολοκλήρωσης του πρώτου σταδίου).

Η εξάσκηση του δικαιώματος της υλοποίησης της γεωτεχνικής έρευνας του έργου, δημιουργεί το δικαίωμα του σχεδιασμού του έργου. Για το λόγο αυτό, οι τιμές των

πραγματικών δικαιωμάτων του διωνυμικού πλέγματος αξιολόγησης της φάσης του σχεδιασμού χρησιμοποιούνται ως βασικές αξίες του «περιουσιακού στοιχείου» της επιχείρησης, για τα έτη 0, 1. Συνεπώς, το διωνυμικό πλέγμα για το δικαίωμα της γεωτεχνικής έρευνας, έχει ως ακολούθως (σχήμα 6.12):



Σχήμα 6.12: Διωνυμικό πλέγμα του οικονομικού μεγέθους του X_1 (option to stage)



Σχήμα 6.13: Διωνυμικό πλέγμα αξιολόγησης του δικαιώματος του X_1 (option to stage)

Έτσι, στο πλέγμα αξιολόγησης του δικαιώματος οι τελικοί κόμβοι υπολογίζονται ως εξής:

Τιμή του αντίστοιχου τελικού κόμβου από το πλέγμα εξέλιξη) – X_1

Στον κόμβο $S_0^* u$ για παράδειγμα ισχύει:

$$21.354.951 - 2.000.000 = 19.354.951 \text{ €}$$

Ο ενδιάμεσος κόμβος υπολογίζονται με βάση τον παρακάτω τύπο:

$$\{p * \text{πάνω κόμβος} + (1-p) * \text{κάτω κόμβος}\} \exp(-rf * \delta t)$$

ο ενδιάμεσος κόμβος S_0 υπολογίζεται ως εξής:

$$\{19.354.951 * 0,8 + 9.938.141 * (1- 0,8)\} * \exp(-0,07 * 1) = 16.248.578 \text{ €}$$

Κάθε φορά, για να ελεγχθεί η δυνατότητα και το αποτέλεσμα της επέκτασης πραγματοποιείται μια επαλήθευση, όπως φαίνεται ακολούθως στον κόμβο S_0 :

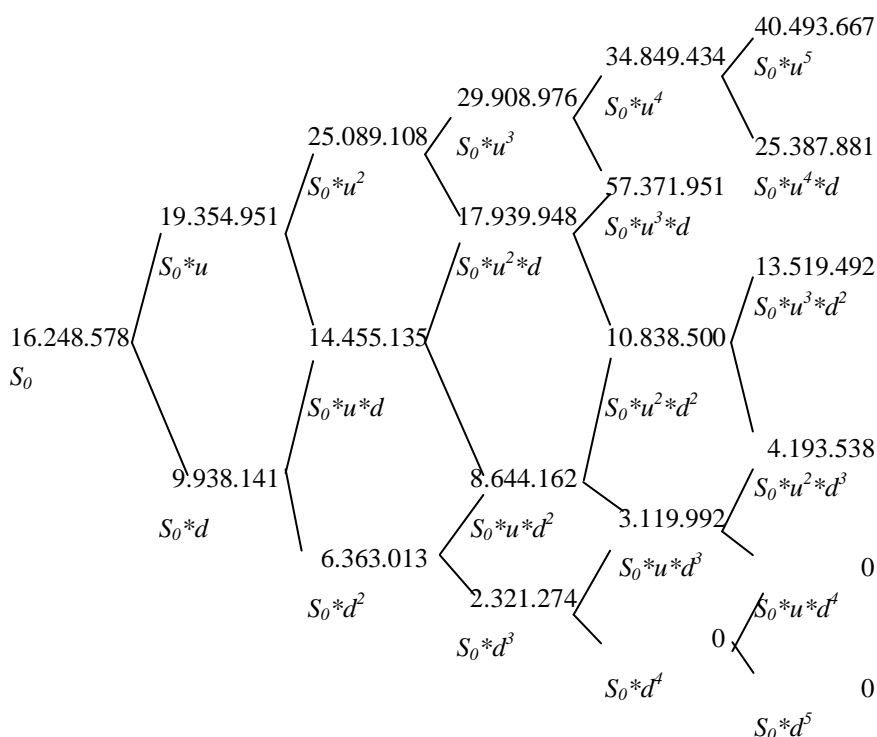
Αν εξασκηθεί το δικαίωμα στον κόμβο S_0 , η αναμενόμενη αξία ανέρχεται σε:

$$18.108.578 - 2.000.000 (X_1) = 16.108.578 \text{ €}$$

Δεδομένου ότι η αξία αυτή είναι μικρότερη από την αξία των 16.248.578 € που προκύπτει από εναλλακτική λύση της συνέχισης, προφανώς δεν θα εξασκηθεί το δικαίωμα υλοποίησης και η αξία του κόμβου θα τεθεί ίση με 16.248.578 €.

Ολοκληρώνοντας τη διαδικασία μέχρι το έτος 0, υπολογίζεται τελικά αξία 16.248.578 €

Οπότε το τελικό διωνυμικό πλέγμα που προκύπτει είναι το παρακάτω σχήμα 6.14.



Σχήμα 6.14: Διωνυμικό πλέγμα αξιολόγησης του δικαιώματος (option to stage)

Για να υπολογιστεί η ΚΠΑ του σχεδίου λαμβάνεται υπόψη το έτος κατά το οποίο πραγματοποιούνται οι διαδοχικές επενδύσεις. Έτσι:

- Το κόστος για τη γεωτεχνική έρευνα πραγματοποιείται το έτος 0 και συνεπώς η ΚΠΑ του ποσού αυτού είναι 2.000.000 €.

- Το κόστος της μελέτης του έργου καταβάλλεται 1 έτος μετά από το τέλος της γεωτεχνικής έρευνας (έτος 1). Συνεπώς, η ΚΠΑ του ποσού αυτού είναι:

$$\text{ΚΠΑ} = 500.000 / (1 + 0,08)^1 = 462.963 \text{ €περίπου}$$

- Το κόστος της κατασκευής πραγματοποιείται καταβάλλεται 3 έτος μετά από το τέλος της μελέτης (έτος 4). Συνεπώς, η ΚΠΑ του ποσού αυτού είναι:

$$\text{ΚΠΑ} = 30.000.000 / (1 + 0,8)^4 = 22.058.824 \text{ €περίπου}$$

Συνεπώς, η ΚΠΑ του σχεδίου ανέρχεται σε:

$$40.000.000 - (2.000.000 + 462.963 + 22.058.824) = 15.478.000 \text{ €}$$

Λαμβάνοντας υπόψη ότι αξία των πραγματικών δικαιωμάτων ανέρχεται σε 16.248.578 €, η επιπρόσθετη αξία που δημιουργεί η ανάλυση με τα πραγματικά δικαιώματα εκτιμάται σε 770.578 € (16.248.578 – 15.478.000).

7. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η ανάλυση πραγματικών δικαιωμάτων (Real Option Analysis) αποτελεί ένα σχετικά σύγχρονο εργαλείο στην αξιολόγηση επενδυτικών αποφάσεων. Πρέπει ωστόσο να καταστεί σαφές εξ αρχής ότι η ανάλυση πραγματικών δικαιωμάτων δεν αποτελεί μια εναλλακτική προσέγγιση αξιολόγησης επενδύσεων, αλλά μια συμπληρωματική μέθοδο, η οποία μπορεί να αναδείξει «κρυμμένες» αξίες του επενδυτικού σχεδίου. Όπως χαρακτηριστικά είχε αναφέρει σε μια ομιλία του ο Bill Gates, «...οι ξεχωριστές αξίες της εταιρείας μας, οι οποίες είναι τα λογισμικά μας και οι ικανότητες μας στον προγραμματισμό, δεν φαίνονται στον ισολογισμό και τις λογιστικές μας καταστάσεις...». Η δήλωση αυτή δείχνει με χαρακτηριστικό τρόπο ότι η εκτίμηση της αξίας μιας επιχείρησης ή μιας επένδυσης γενικότερα δεν μπορεί να μετρηθεί με έναν συγκεκριμένο και, κυρίως, στατικό τρόπο. Πρέπει να γίνει αντιληπτό ότι η φύση των επενδυτικών αποφάσεων είναι πολύπλευρη και συνεχώς μεταβαλλόμενη.

Σε αυτό το πλαίσιο, η ανάλυση πραγματικών δικαιωμάτων επεκτείνει την «κλασική» αξιολόγηση μιας επένδυσης με τη βοήθεια των προεξοφλημένων ταμειακών ροών (Discounted Cash Flow Analysis) και συμβάλλει στην καλύτερη διαχείριση του κινδύνου και της αβεβαιότητας, αναπόσπαστα στοιχεία κάθε επενδυτικού σχεδίου. Η μεγάλη διαφορά της ανάλυσης πραγματικών δικαιωμάτων συγκριτικά με άλλες τεχνικές διαχείρισης της αβεβαιότητας και του ρίσκου (π.χ. ανάλυση ευαισθησίας ή προσομοίωση με τη μέθοδο Monte Carlo) έγκειται στην ευελιξία που παρέχει στη λήψη των επενδυτικών αποφάσεων. Τα πραγματικά δικαιώματα, κατ' αναλογία με τα χρηματοοικονομικά δικαιώματα, προσφέρουν στον υποψήφιο επενδυτή την επιλογή να εξασκήσει ένα «δικαίωμα» (π.χ. υλοποίηση του σχεδίου, εγκατάλειψη του σχεδίου, επέκταση της επιχείρησης, κ.ά.), τώρα ή στο μέλλον, ανάλογα με τις εκάστοτε συνθήκες. Αντιθέτως, η μέθοδος των προεξοφλημένων ταμειακών ροών, με ή χωρίς τη χρήση τεχνικών προσομοίωσης για τη διαχείριση του ρίσκου, θα υποχρεώσει τον επενδυτή να λάβει άμεσα την απόφαση υλοποίησης ή μη της επένδυσης με βάση την εκτιμώμενη ντετερμινιστική ή πιθανοτική ΚΠΑ του σχεδίου.

Στο πλαίσιο της συγκεκριμένης εργασίας πραγματοποιήθηκε η πρώτη εφαρμογή της ανάλυσης πραγματικών δικαιωμάτων σε τρία επενδυτικά σχέδια που αφορούν σε ειδικά υπόγεια έργα, ήτοι ένα υπόγειο αποθηκευτικό κέντρο, ένα υπόγειο λατομείο και έναν υπόγειο χώρο αποθήκευσης επικίνδυνων αποβλήτων. Για λόγους παρουσίασης του πλαισίου των πραγματικών δικαιωμάτων, εξετάστηκαν τρία διαφορετικού τύπου δικαιώματα (επέκτασης, αναβολής και σταδιακής υλοποίησης). Σε όλες τις περιπτώσεις, η εκτιμώμενη ΚΠΑ του

σχεδίου με βάση τα πραγματικά δικαιώματα ήταν μεγαλύτερη από την ΚΠΑ του σχεδίου με βάση τη μέθοδο των προεξοφλημένων ταμειακών ροών, γεγονός που προσδίδει στην επένδυση (τουλάχιστον θεωρητικά) μια επιπρόσθετη αξία, η οποία προκύπτει από τη διαφορά των δύο οικονομικών αποτελεσμάτων ($KPA_{ROA} - KPA_{DCF}$). Το σημαντικότερο ωστόσο στοιχείο είναι η ευελιξία που φαίνεται να παρέχει στις επενδυτικές αποφάσεις, μειώνοντας την έκθεση της επιχείρησης στον κίνδυνο.

Δεν πρέπει πάντως να παραγνωρίζεται το γεγονός ότι η ανάλυση πραγματικών δικαιωμάτων, όπως όλες οι μέθοδοι, έχει ορισμένα μειονεκτήματα. Συχνά, οι μαθηματικές αναλύσεις που απαιτούνται είναι πολύπλοκες και δυσνόητες (αν και τα τελευταία χρόνια η ανάπτυξη εξειδικευμένων λογισμικών βοηθάει σημαντικά στην κατεύθυνση αυτή). Επίσης, σε ορισμένες επενδύσεις, η ευελιξία των αποφάσεων είναι πολύ χαμηλή, λόγω της φύσης της δραστηριότητας και το όφελος της ανάλυσης πραγματικών δικαιωμάτων αμφισβητείται.

Συμπερασματικά, η εφαρμογή των πραγματικών δικαιωμάτων προϋποθέτει την αλλαγή της νοοτροπίας των επιχειρήσεων, στον τρόπο με τον οποίο αντιμετωπίζουν την αξιολόγηση ενός επενδυτικού σχεδίου. Η αλλαγή αυτή δεν είναι εύκολη, καθώς πέρα από αλλαγές στη φιλοσοφία απαιτεί και νέες γνώσεις. Όπως επισημάνουν όμως και διάφοροι ερευνητές, το ίδιο είχε συμβεί αρχικά με την μέθοδο των προεξοφλημένων ταμειακών ροών, κατά τα πρώτα χρόνια ανάπτυξής της σε ακαδημαϊκό επίπεδο. Έτσι, εκτιμάται ότι, αν και οι παραδοσιακές μέθοδοι αξιολόγησης και κυρίως αυτή των προεξοφλημένων ταμειακών ροών «κυριάρχησαν» τον 20^ο αιώνα, η ανάλυση πραγματικών δικαιωμάτων θα αποτελέσει το «εργαλείο» αξιολόγησης επενδύσεων στον 21^ο αιώνα. Αυτό δεν σημαίνει ότι η «κλασική» ανάλυση στη βάση της ΚΠΑ της επένδυσης εγκαταλείπεται. Απλά επεκτείνεται και συνεπικουρείται για τη διαμόρφωση μιας διευρυμένης αντίληψης και στρατηγικής αντιμετώπισης των επενδυτικών σχεδίων. Για το λόγο αυτό πλέον, γίνεται αναφορά στη διευρυμένη ή στρατηγική ΚΠΑ.

8.ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Α.Ξενόγλωσση

- Amram, M. and Kulatilaka, N. *Real Options: Managing strategic investment in uncertain world*. Harvard Press, Boston, 1999.
- Ander, R. and Levinthal. D. What is not a Real Option: Considering Boundaries for the Application of Real Options to Business Strategy. *Academy of Management Review*, 2004, pp: 2-29.
- Andersen, N. and Brandstrup, J. Monte Carlo simulation in Crystal Ball 7.3. *Manual instructions*, Analysegruppen, School of Business, University of Aarhus, 2008.
- Bhagat, S. Real options application in the telecommunications industry. *The new investment Theory of Real Options and its Implication for Telecommunications Economics*, Alleman, J., Noam, E. editors, pp. 35-47, Kluwer Academic Publishers, Massachusetts, 1999.
- Black, F. and Scholes M. The pricing of Options and Corporate Liabilities. *Journal of Political Economy*, 3, 1973, pp. 637-654.
- Brach, A., M. *Real Options in practice*. Wiley Finance, New Jersey, 2003.
- Collan, M., Fuller, R. and Mezei, J. A fuzzy pay-off method for real option valuation. *Journal of applied mathematics and decision sciences*, 2009, pp: 1-14.
- Copeland, T. and Antikarov, V. *Real Options: A practitioner's guide*. Texere, New York, 2003.
- Dias, M. Real Options Evaluation: Optimization under Uncertainty with Genetic Algorithms and Monte Carlo Simulation. Working paper, Dept of Electrical Engineering, PUC-Rio, Brazil. 2000.
- Dixit, A., K. and Pindyck, R. S. *Investment under Uncertainty*. Princeton University Press, 1994.
- Gilbert, E. Investment basics XLIX. An introduction to real options. *Investment analysts journal*, 60, 2004, pp: 49-52.

Kodukula, Papadesu, *Project Valuation Using Options*.2006

Kolb, W., R. *Understading options*. John Wiley & Sons Inc., New York, 1995.

Lazo, J., Pacheco, M., Vellasco, M. Real Options and Genetic Algorithms to Approach of the Optimal Decision Rule for Oil Field Development Under Uncertainties. *Applied computational laboratory*, Dept. of Electrical Engineering, Rio de Janeiro University, 2007.

Lee, H., J., Lee, D., J. and Kim, T., Y. The real options approach to the R&D project portfolio. *Techno-Economics and Policy Program*. Seoul University, Korea, 2000.

Leslie, K., and Michaels, M. The real power of real options. *The McKinsey Quarterly*, 3, 1997, pp: 4-22.

Magni, C., Mastroleo, G., Facchinetti, G. A fuzzy expert system for solving real – option decision processes. *Fuzzy economic review*, 6(2), 2001, pp:51-73.

Mum. J. *Real options analysis course: Business cases and software applications*. John Wiley & Sons Inc., New Jersey, 2003.

Mun. J. *Real Options Analysis: Tools and Techniques for Valuing Strategic Investment and Decisions*.2002.

Myers, S. C. Finance theory and financial strategy. *Mindland Corporate Finance Journal*. Spring: 1977, pp 6-13.

Taudes, A., Natter, M., Trcka, M. Real option valuation with neural networks. *International journal of intelligent systems in accounting, Finance & Management*. 7, 1998, pp: 43-52.

Trigeorgis, L. *Real options: Managerial flexibility and strategy in resource allocation*. MIT Press, 1996.

Winston, W. *Financial models using simulation and optimization II: Investment valuation, options pricing, real options & product pricing models*. Palisade Cor., Newfield, New York, 2001.

Yao, J., Li, Y., and Tan, L., C. Option price forecasting using neural networks. *The international journal of management science, Omega*, 28, 2000, pp:455-466.

Yuan, F., C. Simulation – Optimization mechanism for expansion strategy using real option theory. *Science Direct*, 36, 2009, pp: 829-837.

B. Ελληνική

Δαμίγος Δ., Μαυρωτάς Γ., Παπαγιαννάκης Λ., «Τεχνολογία & Επιχειρηματικές Αποφάσεις, Ενότητα IV – Προσομοίωση Επενδυτικών & Επιχειρηματικών Αποφάσεων», 2004.

Δαμίγος Δ., Παρουσίαση μαθήματος «Μεταλλευτική Εκτιμητική και Στοιχεία Μεταλλευτικού και Λατομικού Δικαίου», 2006.

Λούγκας Δ. Εφαρμογή της μεθόδου των πραγματικών χρηματοοικονομικών δικαιωμάτων- Real Options, στη λήψη επενδυτικών αποφάσεων με αβεβαιότητα. Διπλωματική εργασία Μεταπτυχιακού Πανεπιστήμιο Μακεδονίας, 2008.

Μαργαριτόπουλος Θ. Ανασκόπηση Μεθόδων Αποτίμησης Ευελιξίας. Διπλωματική εργασία Σχολή Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Υπολογιστών ΕΜΠ, 2008.