



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

ΔΙΠΜΣ: ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΗ ΠΡΟΤΥΠΟΠΟΙΗΣΗ ΣΤΙΣ ΣΥΓΧΡΟΝΕΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΚΑΙ  
ΤΗΝ ΟΙΚΟΝΟΜΙΑ

# Αποτίμηση Επενδύσεων μέσω Real Option: Ανάπτυξη και Εφαρμογή Μοντέλου σε Μελέτη Περίπτωσης

---

**Φωτεινή Α. Δάγκα**

**Επιβλέπον καθηγητής: Α Χριστόπουλος**

## **Abstract**

Η λήψη αποφάσεων στο εταιρικό πεδίο απαιτεί, οι εταιρίες να διαχειρίζονται τον κίνδυνο με τον πιο αποτελεσματικό τρόπο, ώστε να μεγιστοποιούν την εμπιστοσύνη όταν σχεδιάζουν τις μελλοντικές τους ενέργειες. Οι πραγματικές επενδύσεις, δηλαδή οι επενδύσεις σε ενυπόστατα και παραγωγικά στοιχεία του ενεργητικού, όπως εγκαταστάσεις, μηχανές, εργαλεία πληροφορικής τεχνολογίας και άλλα, αποκρύπτουν τις αβεβαιότητες και τους πολλαπλούς τύπους κινδύνου, τα οποία οι παραδοσιακές τεχνικές αποτίμησης, όπως η DCF ανάλυση, παραδοσιακά αγνοούν. Η προσέγγιση Real Option είναι μεταξύ των μεθοδολογιών που έχουν κερδίσει μεγάλο μέρος του ακαδημαϊκού και εταιρικού ενδιαφέροντος με τα χρόνια, και έχει αναγνωριστεί ως εργαλείο αποτίμησης της επένδυσης το οποίο μπορεί να συλλάβει τους αφανείς κινδύνους και τις ευκαιρίες ενός project αποτελεσματικά. Θα χρησιμοποιήσουμε ένα μοντέλο Real Option σε μια πραγματική μελέτη περίπτωσης που αφορά την ανάπτυξη και εμποριοποίηση ενός καινοτόμου Προϊόντος στην αγρο-επιχειρηματική βιομηχανία.

**Λέξεις κλειδιά:** Δυναμικό management-αξιολόγηση επένδυσης-λήψη αποφάσεων-Real investments-Real Options

Decision making in the corporate field requires companies to manage risk the most efficient way, in order to maximize their confidence when planning their future actions. Real investments, that is investments on tangible and productive assets, such as plant, machinery, information technology tools and others, conceal uncertainties and multiple types of risk, that traditional valuation techniques, such as the DCF analysis, typically ignore. The Real Option approach is among the methodologies that have gained a lot of academic and corporate interest through the years, and has been acknowledged as an investment valuation tool which can capture a project's implicit risks and opportunities effectively. We apply a Real Option model to a real case study concerning the development and commercialization of an innovative Product in the agribusiness industry. We use the GBM and Monte Carlo Simulation to value the option and conduct a sensitivity analysis with respect to the project's source of uncertainty, through which the high correlation between the value of the option and the growth rate of the investment is unraveled.

**Keywords:** Dynamic management – investment valuation – decision making- Real investments-Real Options

## Πίνακας Περιεχομένων

Abstract .....	1
Εισαγωγή .....	4
Η προσέγγιση των Real Options .....	5
Background .....	5
Τύποι Real Options σε πραγματικές επενδύσεις .....	8
Αποτίμηση μέσω Real Option .....	9
Περιορισμοί- πηγές λάθους .....	10
Το Real-NPV πλαίσιο.....	11
Real-NPV state of the art.....	11
Μελέτη Περίπτωσης.....	13
Βήμα 1: DCF ΑΝΑΛΥΣΗ.....	14
Ο χρονικός ορίζοντας .....	14
Εκροές έργου .....	14
Εισροές έργου.....	14
Ποσοστό επιτυχίας .....	15
Προεξοφλητικό Επιτόκιο .....	15
NPV .....	16
Βήμα 2: Ενσωμάτωση του Real Option .....	16
Αναγνώριση των ενσωματωμένων Real Options .....	17
Ανάλυση μέσω Δέντρου Απόφασης.....	17
Βήμα 3: Αποτίμηση του Real Option .....	20
Βήμα 4: Ανάλυση Ευαισθησίας .....	22
Ευρήματα- Συμπεράσματα .....	24
Παράρτημα .....	25
Βιβλιογραφία .....	27

## Εισαγωγή

Η λήψη αποφάσεων στο εταιρικό πεδίο απαιτεί οι εταιρείες να διαχειρίζονται τον κίνδυνο με το αποτελεσματικότερο τρόπο, ώστε να μεγιστοποιήσουν την εμπιστοσύνη τους όταν σχεδιάζουν τις μελλοντικές τους ενέργειες.

Οι Real investments, δηλαδή οι επενδύσεις σε υλικά και παραγωγικά στοιχεία του ενεργητικού, όπως εγκαταστάσεις, μηχανές, εργαλεία πληροφορικής τεχνολογίας και άλλα, αποκρύπτουν αβεβαιότητες και πολλαπλούς τύπους κινδύνου, τα οποία οι παραδοσιακές τεχνικές αξιολόγησης, όπως η ανάλυση DCF, αγνοούν. Για να καταπιαστεί με τα παραπάνω, η ακαδημαϊκή έρευνα έχει εστιάσει στον εμπλουτισμό των τεχνικών αξιολόγησης, ενώ οι επιχειρήσεις επιζητούν να εφαρμόσουν αυτές τις τεχνικές στα επενδυτικά τους προγράμματά, ώστε να παίρνουν αποφάσεις λιγότερο ριψοκίνδυνες και έτσι να εξασφαλίσουν την πλεονεκτική τους θέση στην αγορά.

Η προσέγγιση Real Option είναι μεταξύ των μεθοδολογιών που έχουν κερδίσει μεγάλο ακαδημαϊκό και εταιρικό ενδιαφέρον με τα χρόνια, και έχει αναγνωριστεί ως εργαλείο αξιολόγησης επενδύσεων το οποίο μπορεί να συλλάβει αποτελεσματικά τους υποκρυπτόμενους κινδύνους και τις ευκαιρίες.

Σ' αυτό το σημείο, ο σκοπός της διατριβής αυτής είναι να δώσει μια λεπτομερή περιγραφή της συμβολής του "Real Options" στην αξιολόγηση του Real Investment και την εταιρική λήψη αποφάσεων, εξερευνώντας τόσο τα πλεονεκτήματα όσο και τους περιορισμούς που αναφέρονται. Εστιάζουμε σε ένα δίκτυο αξιολόγησης που συντίθεται από την παραδοσιακή ανάλυση DCF, και την προσέγγιση Real Option που αναγνωρίζεται ότι συνιστά μια αποτελεσματική μεθοδολογία στρατηγικής αξιολόγησης στη βιομηχανία Real Investment.[1]

Κατ' αρχάς κάνουμε μια ανασκόπηση στο state of the art του δικτύου DCF-Real Option, το οποίο ακολούθως εφαρμόζουμε σε πραγματική μελέτη περίπτωσης που εξελίσσεται ήδη και αφορά την ανάπτυξη και εμποριοποίηση ενός καινοτόμου προϊόντος στη γραμμή με μια βιομηχανία Βιοτεχνολογίας.

Το υπόλοιπο της πτυχιακής οργανώνεται ως ακολούθως:

Το κεφάλαιο 1 συνιστά μια ολοκληρωμένη περιγραφή των Real Options ως εργαλεία εκτίμησης της επένδυσης, και διερευνά τα πλεονεκτήματα και τους περιορισμούς που ήδη έχουν αναφερθεί. Το επόμενο κεφάλαιο αντιπροσωπεύει ένα καλά δομημένο

δίκτυο, ταυτοποιημένο από τη βιβλιογραφία που ενσωματώνει τη NPV ανάλυση με την προσέγγιση Real Option-την ονομάζουμε Real-NPV-, ενώ παρέχει το state of the art γι' αυτή την τεχνική. Το κεφάλαιο 3 είναι μια πιο εξειδικευμένη παρουσίαση της Βιοτεχνολογικής βιομηχανίας σήμερα και παρέχει περιγραφή σε πιθανές πηγές κινδύνου και πως μπορούν να διευθετηθούν χρησιμοποιώντας το προαναφερθέν δίκτυο αξιολόγησης. Επιπλέον, το κεφάλαιο 4 αποτελεί μια πραγματική μελέτη περίπτωσης, όπου οι ταυτοποιημένες προηγούμενες πηγές κινδύνου στη βιομηχανία Βιοτεχνολογίας μετριοούνται και επεξεργάζονται με ένα μοντέλο Real Option, το οποίο κατόπιν αποτιμά την επένδυση των εταιρειών Βιολογικού Ελέγχου στα καινοτόμα προϊόντα που αναπτύσσουν. Τέλος, μια λεπτομερής περίληψη των ευρημάτων μας δίδεται στο κεφάλαιο 5.

## Η προσέγγιση των Real Options

### Background

Τα Real options είναι options σε real assets, όπως γή, βιομηχανικός εξοπλισμός, τα οποία παίρνουν την τιμή τους από τις δυνατότητες που ενυπάρχουν στις επενδύσεις σε αυτά. Οι δυνατότητες μπορούν να περιλαμβάνουν ευκαιρίες και πηγές αβεβαιότητας που δεν αναγνωρίζονται σαφώς από τους managers και παρέχουν στις εταιρείες μια πληθώρα πιθανών ενεργειών όπως μεταβολή στο timing, κλίμακα ή οποιαδήποτε άλλη όψη της επένδυσης σε απάντηση στις δυνητικές μεταβολές των συνθηκών της αγοράς. Για να ταυτοποιήσει τις διαθέσιμες δυνατότητες, μια εταιρεία χρειάζεται να διεξάγει τόσο μια ποιοτική όσο και μια ποσοτική ανάλυση των Ευκαιριών και των Κινδύνων του project, και μετά να οικοδομήσει ένα εξειδικευμένο μοντέλο Real Option στόχο την ποσοτική αξιολόγηση του κεφαλαίου.

Η εμπιστοσύνη που κέρδισε η προσέγγιση Real Option με τα χρόνια στο real investment domain, απορρέει από την αναγνώριση ότι real investments υποκρύπτουν αβεβαιότητες οι οποίες δε μπορούν να πιαστούν τελείως χρησιμοποιώντας τις παραδοσιακές μεθοδολογίες αξιολόγησης. Αυτές οι αβεβαιότητες αφορούν δυνητικές μελλοντικές πηγές κινδύνου που μπορεί να επηρεάσουν σημαντικά τα μελλοντικά cash-flows ενός project.

Με βάση αυτές τις πηγές κινδύνου και αβεβαιότητας, υπάρχει ένας αριθμός πιθανών εκβάσεων που μπορεί μια επένδυση να αποκαλύψει στο μέλλον, και οι οποίες μπορεί να ποικίλουν ανάλογα με τις κοινωνικές, οικονομικές και περιβαλλοντικές συνθήκες

υπό τις οποίες μια επένδυση εκτελείται, όπως και σε περισσότερους παράγοντες που προσανατολίζονται στις επιχειρήσεις.

Η διαφορά μεταξύ του κινδύνου και της αβεβαιότητας έγκειται στην πρόβλεψη που κάποιος μπορεί να κάνει σχετικά με τις μελλοντικές καταστάσεις ενός έργου.

Επένδυση υπό συνθήκες κινδύνου: Οι μελλοντικές καταστάσεις στον επενδυτικό ορίζοντα είναι πιθανώς παρόμοιες με τα ιστορικά δεδομένα. Γνωρίζουμε τις μελλοντικές εκβάσεις της επένδυσης και τις αντίστοιχες πιθανότητες να συμβούν.

Κίνδυνος προέρχεται από το γεγονός ότι δεν γνωρίζουμε ποια από τις καταστάσεις θα συμβεί.

Επένδυση υπό συνθήκες αβεβαιότητας: η μελλοντική έκβαση στον ορίζοντα της επένδυσης είναι πιθανώς διαφορετική από την ιστορία. Η καινοτομία είναι σημαντική. Μπορούμε μόνο να προσπαθήσουμε να κατανοήσουμε τις δυνάμεις που οδηγούν το σύστημα και με βάση την προηγούμενη εμπειρία μας και τους θεμελιώδεις περιορισμούς να προσδιοριστεί η νέα κατάσταση που πρόκειται να οδηγηθεί η επένδυση. [2]

Σε αυτό το πλαίσιο οι Courtney και συν. [3] κατηγοριοποιούν τα είδη επενδύσεων βάσει του επιπέδου αβεβαιότητας που υποθάλπουν.

1. Ένα αρκετά σαφές μέλλον: Σε αυτή την κατηγορία, ανήκουν οι επενδύσεις η πρόβλεψη των οποίων είναι αρκετά ακριβής ώστε να καθοριστεί η σωστή στρατηγική. Παραδοσιακά εργαλεία, όπως η πρόβλεψη μέσω της NPV μεθόδου είναι επαρκή για να παρέχουν αρκετά ακριβείς υπολογισμούς.

2. Εναλλακτικά σενάρια: Σε αυτή την περίπτωση, κάποιες διακριτές παράμετροι που καθορίζουν το μέλλον είναι γνωστές, με ορισμένες μεταβλητές που εμπεριέχουν διαφορετικό βαθμό κινδύνου. Στις περισσότερες περιπτώσεις, οι κατανομές των πιθανοτήτων είναι επαρκείς για τη λήψη στρατηγικών αποφάσεων, αλλά είναι πιο περίπλοκες από ό, τι διεξάγοντας την απλή μέθοδο NPV. Προσομοιώσεις Monte Carlo, αποτίμηση Real Options, και οι προσεγγιστικές μέθοδοι της θεωρίας παιγνίων αποφάσεων θα επιτρέψουν στη διοίκηση να κινηθεί με την κατάλληλη αυτοπεποίθηση, αλλά το πραγματικό αποτέλεσμα δεν μπορεί να προβλεφθεί.

3. Μια πληθώρα μελλοντικών εκβάσεων: Σε αυτή την κατηγορία, μόνο μια σειρά πιθανών αποτελεσμάτων είναι γνωστά. Δεν υπάρχουν πιθανά σενάρια όπως αυτά που

βρέθηκαν στην κατηγορία I τα οποία να είναι εμφανή. Οι ποσοτικές απαιτήσεις για τη λήψη αποφάσεων είναι περίπλοκα και θα μπορούσαν να περιλαμβάνουν μια σειρά από Real Options, την έρευνα της ζήτησης, την αναζήτηση τεχνολογιών, και / ή το σχεδιασμό σεναρίων. Μια εταιρεία που εισέρχεται σε νέες αγορές ή την ανάπτυξη νέων τεχνολογιών ανήκει σε αυτή την κατηγορία.

4. Πραγματική ασάφεια: Σε αυτή την κατηγορία, δεν υπάρχει καμία βάση για την πρόβλεψη του μέλλοντος.

Παρέχοντας ένα νέο καταναλωτικό προϊόν ή τεχνολογία για το οποίο δεν είναι δυνατή η μέτρηση της αποδοχής από το αγοραστικό περιβάλλον, αποτελεί παράδειγμα αυτού του είδους της αβεβαιότητας. Με λίγα λόγια, η στρατηγική απόφαση πρέπει να ληφθεί με μηδενικές πληροφορίες. Προηγούμενες μελέτες περιπτώσεων για την εισαγωγή άγνωστων τεχνολογιών μπορούν να είναι δείκτες για την διεξαγωγή στρατηγικών αποφάσεων. Αλλιώς μια σειρά από λύσεις που θα μπορούσαν να βρεθούν από τη δημιουργία μη γραμμικών μοντέλων της συμπεριφοράς των καταναλωτών και ούτω καθεξής.

Οι παραπάνω κατηγορίες αποκαλύπτουν μια ποιοτική επισκόπηση των πιθανών περιπτώσεων επένδυσης, που απεικονίζουν την πολυπλοκότητα που αντιμετωπίζει μια εταιρεία κατά τη λήψη στρατηγικών αποφάσεων υπό συνθήκες κινδύνου και αβεβαιότητας. Μια σημαντική παρατήρηση επί των ανωτέρω που υποστηρίζεται από τη βιβλιογραφία είναι ότι μόνο το 50% των επενδυτικών σχεδίων εμπίπτουν στην πρώτη κατηγορία, στην οποία η αποτίμηση μέσω NPV θα μπορούσε να λειτουργήσει αποτελεσματικά. Το υπόλοιπο ποσοστό των έργων, εμπίπτει στις κατηγορίες II-IV, που περιέχουν διάφορους βαθμούς αβεβαιότητα για την έκβαση των αποτελεσμάτων τους, ενώ οι managers συνήθως αξιολογούν τα έργα τους σαν να εξέπιπταν στην κατηγορία I. Ως εκ τούτου, δεν λαμβάνουν υπόψη πλήρως τους ενυπάρχοντες κινδύνους και αβεβαιότητες κατά τη λήψη στρατηγικών αποφάσεων τους.

Από την άλλη πλευρά, η Real Option προσέγγιση λαμβάνει υπόψη τις παραπάνω αβεβαιότητες που ενυπάρχουν σε έργα που βρίσκονται στις κατηγορίες II-IV, ενώ παρέχει στους επενδυτές την ευελιξία να ενεργήσει αναλόγως, με μεγαλύτερη αυτοπεποίθηση.

Αυτή η ευελιξία προέρχεται από τις κύριες έννοιες πίσω από τη θεωρία των option, δηλαδή το δικαίωμα αλλά όχι την υποχρέωση ο επενδυτής να προβεί σε συγκεκριμένες ενέργειες. Ως εκ τούτου, η ευελιξία είναι ένα κρίσιμο στοιχείο στη διαδικασία λήψης αποφάσεων και συνδέεται με μια ποικιλία δράσεων, βάση της οποίας έχει πραγματοποιηθεί η αντίστοιχη κατηγοριοποίηση των real option που έχουν αναφερθεί έως τώρα στη βιβλιογραφία [4].

Ο παρακάτω πίνακας παρουσιάζει τις κυριότερες κατηγορίες έχουν προσδιοριστεί μέχρι τώρα στη βιβλιογραφία, μια σύντομη περιγραφή τους και τα χαρακτηριστικά των κλάδων στους οποίους κάθε τύπος real option αναμένεται να εφαρμοστεί αποτελεσματικά.

Σημειώνεται ότι τα αναφερόμενα real option δεν αλληλο-αποκλείονται σε όλες τις περιπτώσεις, αλλά μπορεί να ενυπάρχουν και αλληλοεξαρτώνται ανάλογα με πιο ειδικές πτυχές της επένδυσης και το σχετικό τομέα επενδύσεων που εφαρμόζονται .

#### Τύποι Real Options σε πραγματικές επενδύσεις

Type	Description	Business specifics
<b>Timing Options</b>	The most important option of this category refers to the delay of an investment. It is available prior to any capital investment decision and is valuable when the existing uncertainties are expected to be resolved to a degree in the future.	This specific type of RO is most valuable in investments that include barriers before entering the market place, such as proprietary technology, patents, licences and other challenges that may affect their entry. Furthermore, the option to delay an investment is useful when market demand is uncertain or during periods of volatile interest rates.
<b>Growth Options</b>	This type of option allows a company to grow if market conditions are better than expected. This may occur by: <ul style="list-style-type: none"> <li>Increasing the capacity of an existing product line</li> <li>Expanding into new geographic markets</li> <li>Adding new products into an existing product line</li> </ul>	Growth options typically arise from another action, e.g. from the exercise of another option, in which case the value of the exercised option increases in value since a number of other options revealed through its exercise.
<b>Defer Options</b>	These options provide a company with the flexibility to alter operations according to changes of the market demand during the lifecycle of project. Deferring an investment may occur at the input or output level.	For example at an output level a company is able to produce customizable products, like BMW. Furthermore, a company may switch from a production resource to another, for example switch from oil to gas, if this is at their financial benefit.



<b>Abandonment Options</b>	<p>This type of option derives its value from the fact that DCF analysis typically assumes that the assets will be used over a specified economic life, whereas market conditions might deteriorate and cause lower than expected cash-flows. The abandonment may refer to:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Full abandonment of the project</li> <li>• Reducing the extent of development</li> <li>• Temporarily suspend operations</li> </ul>	<p>Suspending operations of a project may be valuable to investments associated with the natural resource industry, such as mining, oil, timber extraction.</p>
<b>Learning Options</b>	<p>Learning options arise from making a small number of investments to test the market resonance before proceeding with a much larger investment</p> <p>Note also that the learning option can also give rise to either a growth option if the small investment in market research indicates profitability or an exit option if the learning option indicates poor market conditions.</p>	<p>Learning options hold of high value especially in investments where new products and early stage innovations are going to be launched in the market, such as Biotechnology and Research investments</p> <p>The learning option can also give rise to either a growth option if the small investment in market research indicates profitability or an abandonment option if the learning option indicates poor market conditions.</p>

Table 1: Types of Real Options

### Αποτίμηση μέσω Real Option

Τα real options συνδυάζουν τη χρήση των δέντρων απόφασης με τη θεωρία και τη διορατικότητα που αναπτύχθηκε για την αποτίμηση των χρηματοοικονομικών options. Οι έννοιες που χρησιμοποιούνται στο δέντρο απόφασης ενσωματώνονται στην ανάπτυξη του πλαισίου ανάλυσης του real option. Δεν αντικαθιστούν τη DCF μεθοδολογία αλλά περισσότερο προσθέτουν σε αυτή ένα στρώμα πολυπλοκότητας που προσπαθεί να προσδώσει μια αντικειμενική αξία στην ευελιξία που οι managers αισθάνονται συχνά πως υπάρχει στο πλαίσιο των έργων τους.

Το μεγαλύτερο μέρος αυτής της αξίας μπορεί να εξηγηθεί από τις μελλοντικές προσδοκίες ενός επενδυτή. Όπως αναφέρθηκε προηγουμένως, οι παραδοσιακές μέθοδοι αποτίμησης μπορεί να θεωρηθούν ακατάλληλες ειδικά αν χρησιμοποιηθεί σαν stand-alone εργαλεία αποτίμησης. Για παράδειγμα, εάν κάποιος προσπαθεί να αξιολογήσει στο πρώιμο στάδιο του R&D μιας επένδυσης με την DCF, είναι πιθανό να καταλήξει στο συμπέρασμα ότι το σχέδιο εμφανίζει αρνητική στατική NPV και ως εκ τούτου η επένδυση δεν θα πρέπει να γίνει.

Το κίνητρο για τη χρήση μια επιλογή που βασίζεται προσέγγιση προκύπτει από τις δυνατότητές της να συλλάβουμε και να ποσοτικοποιήσει το τίμημα του δικαιώματος

ή συστατικό ευελιξία της αξίας, που αγνοούν άλλες μεθοδολογίες. Ως εκ τούτου πραγματική ανάλυση επιλογές προσπαθεί να απαντήσει πόσο εκείνοι επιλογή αξίζει.

Μια επιλογή δημιουργεί αξία από τη δημιουργία μελλοντικών δικαιωμάτων απόφασης. Η θεωρία των πραγματικών δικαιωμάτων προαίρεσης, όπου το υποκείμενο είναι ένα πραγματικό περιουσιακό στοιχείο-προέρχεται από τις θεωρίες που αναπτύχθηκαν αρχικά για τη χρηματοδότηση των παθητικών μέσων, όπως τα αποθέματα.

Η έρευνα και ανάπτυξη απαιτεί την καταβολή επενδυτικών κεφαλαίων, τα οποία βυθίζεται και μη αναστρέψιμη πολλά χρόνια πριν από ένα αναλώσιμο προϊόν είναι έτοιμο. Κανονιστική έγκριση, εμπορικά σήματα, και στη συνέχεια ακολουθήστε τη διανομή αυτή με διάφορους βαθμούς αβεβαιότητας. Τα στοιχεία μέχρι σήμερα είναι ότι χρησιμοποιώντας ένα πραγματικό παράδειγμα επιλογές μπορεί να σώσει τις επιχειρήσεις να κάνουν μεγάλο εφάπαξ κόστος των επενδύσεων, ενώ ταυτόχρονα αυξάνεται σταθερή αξία. Όπως Copeland και Keenan προτείνουν [1, 5], αναγνωρίζοντας πραγματικές επιλογές μπορεί να βοηθήσει τους managers στην εκτίμηση της αποδοτικότητας των νέων έργων και να τους παρέχει την ευελιξία να αποφασίσουν εάν και πότε πρέπει να προχωρήσει με νέα και μετέπειτα φάσεις των έργων.

#### Περιορισμοί- πηγές λάθους

Ενώ τα Real Options έχουν αναγνωριστεί ως ένας ελκυστικός τρόπο να συλλάβουν τις δυνατότητες ευελιξίας-optionality που είναι ενσωματωμένα στις πραγματικές επενδύσεις, η εφαρμογή τους παρουσιάζει μια σειρά από πρακτικούς περιορισμούς.

Σύμφωνα με την επισκόπηση της βιβλιογραφίας [6], οι managers διστάζουν να υιοθετήσουν την τεχνική RO στη διαδικασία λήψης αποφάσεων για τις επενδύσεις τους υποστηρίζοντας ότι έχουν αναπτυχθεί για σαφώς καθορισμένα χρηματοοικονομικά μέσα και, συνεπώς, δεν μπορούν να συλλάβουν τις πολύπλευρες μεταβλητές που βασίζονται σε διαφορετικές συνθήκες της αγοράς. Ως εκ τούτου, μέσω της αποτίμησης των options, η αξιολόγηση του έργου βασίζεται περισσότερο σε υποθέσεις και όχι σε ακριβείς αριθμούς και μπορεί να οδηγήσει σε λάθος εκτιμήσεις.

Οι παραπάνω περιορισμοί που αναδεικνύονται όταν οι δύο αυτές προσεγγίσεις αποτίμησης χρησιμοποιούνται ξεχωριστά, οδήγησαν στην άνθηση του Real-NPV

πλαίσιου, το οποίο συγκεντρώνει τα χαρακτηριστικά και των δύο μεθόδων, που μπορούν να προσφέρουν περισσότερες γνώσεις σχετικά με τον τρόπο ένα σχέδιο επένδυσης θα μπορούσε να εξελιχθεί [1].

### **To Real-NPV πλαίσιο**

Το προτεινόμενο μοντέλο αποτίμησης είναι μια διττή προσέγγιση στη διαδικασία λήψης αποφάσεων, δεδομένου ότι απαιτεί τόσο την ποιοτική και ποσοτική αξιολόγηση της επένδυσης και των προσδοκιών για το μέλλον της. Ως εκ τούτου, η Real Option- DCF τεχνική απαιτεί τη συμβολή περισσότερων του ενός τομέων δραστηριότητας, που είναι η εταιρική χρηματοδότηση και η εταιρική στρατηγική, που εδώ και πολύ καιρό να είναι ανεξάρτητες σε επιχειρήσεις [7].

Το προτεινόμενο μοντέλο συνδυάζει τις γνώσεις που παρέχονται από την ανάλυση DCF με τις πρακτικές που χρησιμοποιούνται στη θεωρία και την τιμολόγηση των options. Ως εκ τούτου, αποτελεί μια πιο δυναμική προσέγγιση προς την εταιρική διαχείριση επενδύσεων [2], αφού μπορεί αξιολογήσει μια επένδυση σε διάφορα επίπεδα της ζωής της, ενώ ενημερώνει τις αναμενόμενα cashflows της με βάση την ανάλυση των αρχικά υπαρχόντων αβεβαιοτήτων της αγοράς.

### **Real-NPV state of the art**

Ο προτεινόμενος αλγόριθμος για το Real-NPV πλαίσιο αποτελείται από 4 βήματα:

Το πρώτο βήμα απαιτεί τη διεξαγωγή των προεξοφλημένων ταμειακών ροών (DCF) αγνοώντας τυχόν ενσωματωμένα real options-υποθέτοντας ότι η αξία τους είναι μηδενική. Μέσω αυτής της ανάλυσης θα έχουμε ένα πρώτο δείκτη της αξίας της επένδυσης μέσω της Καθαρής παρούσας αξίας της.

Το δεύτερο βήμα απαιτεί την εκτέλεση μιας ποιοτικής ανάλυσης της επένδυσης, δηλαδή να εντοπιστούν οι τυχόν παράγοντες που μπορούν να τροποποιήσουν το αποτέλεσμα που δίνεται μέσα από την ανάλυση DCF και έτσι να επηρεάσουν τη μελλοντική έκβαση του έργου. Ορίζουμε αυτούς τους παράγοντες ως τις πηγές της αβεβαιότητας που κρύβει το έργο.

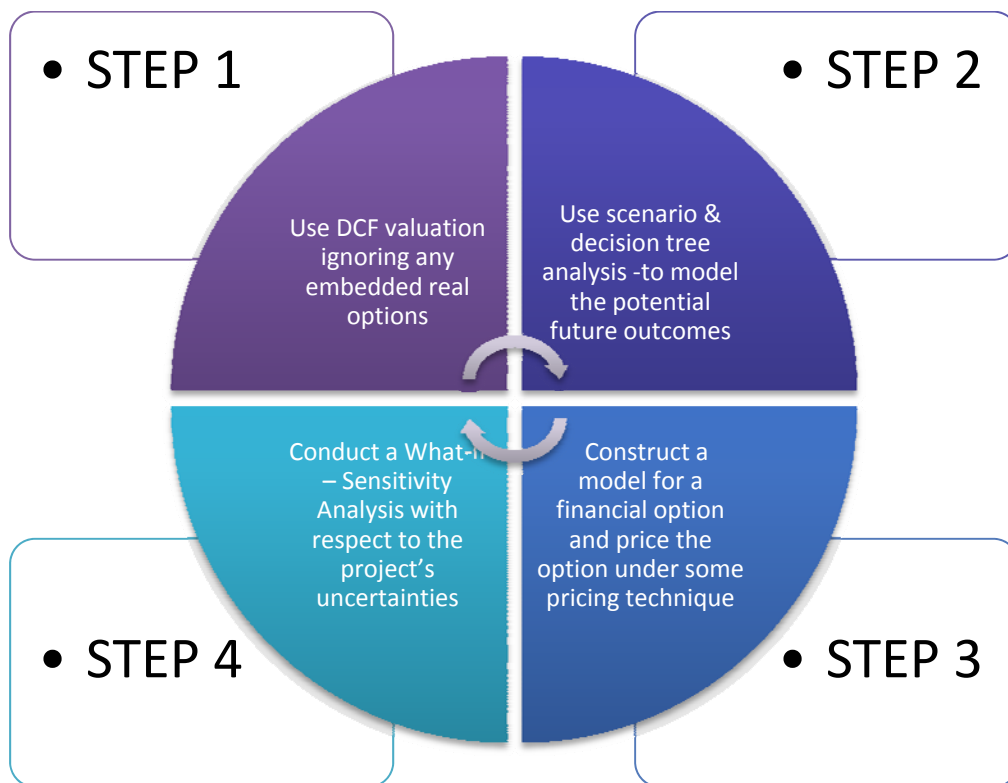
Για το σκοπό αυτό, έχουμε δημιουργήσει μια σειρά από περιπτώσεις-σενάρια, που απεικονίζουν με βάση τις μεταβολές αυτών των παραγόντων, τις πιθανές εκβάσεις του έργου. Με βάση τα μονοπάτια απεικονίζουμε ενδεχόμενες αλλαγές στα

μελλοντικά αποτελέσματα και εκτιμούμε αναλόγως το real option. Το βήμα δύο μπορεί να απεικονιστεί / μοντελοποιηθεί μέσω ενός n-nominal δέντρο, στο οποίο οι κόμβοι αντιπροσωπεύουν τις πιθανές καταστάσεις της επένδυσης, ενώ οι ακμές αντιπροσωπεύουν τις αντίστοιχες συνθήκες της αγοράς που έχουν οδηγήσει την επένδυση σε αυτές τις καταστάσεις.

Στο τρίτο βήμα, προσδιορίζονται οι πηγές της αβεβαιότητας του έργου και το έργο αποτιμάται στα διάφορα σενάρια. Το option υπολογίζεται για το σύνολο των διαφορετικών σεναρίων μέσω της προς τα πίσω επαγωγής από την τελευταία φάση του, παρέχοντας μια συνολική εικόνα της εξέλιξης του έργου σε αυτά τα σενάρια.

Το τελευταίο βήμα απαιτεί τη μοντελοποίηση της αξίας του έργου σε σχέση με τις αβεβαιότητες του έργου, το οποίο ονομάζεται Ανάλυση Ευαισθησίας.

Τα ανωτέρω στάδια του αλγορίθμου απεικονίζονται στο γράφημα που δίνεται παρακάτω:



Graph 1: Algorithm of the Real Option-DCF approach

## Μελέτη Περίπτωσης

Η περιπτώσιολογική μελέτη που δίνεται στις επόμενες ενότητες είναι σύμφωνη με μια οικονομική ανάλυση σκοπιμότητας που πραγματοποιήθηκε προκειμένου να αξιολογήσει ένα καινοτόμο βιολογικά ανεπτυγμένο προϊόν, το οποίο έχει εξαπολυθεί στην αγορά με σκοπό την αντικατάσταση των χημικών προϊόντων που χρησιμοποιούνται στη βιομηχανία μεταποίησης αγροτικών προϊόντων .

Η διαδικασία που ακολουθεί η εταιρεία πριν από την εξαπόλυση του προϊόντος στην αγορά είναι:

Πρώτα διεξάγεται η Έρευνα & Ανάπτυξη κατά τη διάρκεια της οποίας πραγματοποιείται η ανάπτυξη και οι δοκιμές του προϊόντος. Στη συνέχεια, εάν τα αποτελέσματα της ανωτέρω φάσης είναι επιτυχή, καταχωρούν το προϊόν τους στις τοπικές αρχές ρύθμισης, οι οποίες με τη σειρά τους διεξάγουν την απαιτούμενη ανάλυση, από την άποψη του περιβαλλοντικής και ανθρώπινης ασφάλειας του προϊόντος, μια μέθοδο η οποία είναι χρονοβόρα και δαπανηρή για την εταιρεία.

Μόνο σε περίπτωση που το προϊόν εγκριθεί από την παραπάνω κανονιστική αξιολόγηση, η εταιρεία είναι σε θέση να εμπορευέται το προϊόν της, να αποκτήσει μερίδιο στην αγορά και να δημιουργήσει τις κατάλληλες σχέσεις με τους πελάτες. Όπως αναφέρεται, οι επενδύσεις αυτές έχουν συνήθως αρνητικά κέρδη κατά τα αρχικά στάδια της ανάπτυξής τους και η εταιρεία αποτιμάται με εκτιμήσεις των μελλοντικών κερδών και των ταμειακών ροών σύμφωνα με τα διάφορα σενάρια αποφάσεων.

Πριν προχωρήσουμε με την οικονομική ανάλυση του έργου, θα πρέπει να τονιστούν ορισμένοι σημαντικοί παράγοντες που επηρεάζουν την ανάλυση που ακολουθεί.

- Η ισχύς της έγκρισης κανονισμού είναι περίπου 10 χρόνια, πράγμα που σημαίνει ότι μετά από αυτό το χρονικό διάστημα, η εταιρεία πρέπει να καταχωρήσει και πάλι το προϊόν της για την αξιολόγηση της ανανέωσης ισχύος του προϊόντος. Σε αυτό το πλαίσιο, θα διεξάγει την οικονομική ανάλυση για το χρονικό ορίζοντα των δέκα ετών.
- Εκτός από το γεγονός ότι το προϊόν είναι εμπορικά προστατευόμενο, η εταιρεία δεν θεωρείται μονοπωλιακή δεδομένου ότι τα προϊόντα χημικών ή άλλων με παρόμοια δομή και λειτουργικότητα, είναι δυνατόν να αναπαράγουν τη χρησιμότητα και τα αποτελέσματά του βιολογικού. Έτσι, ο ανταγωνισμός είναι μια υπάρχουσα πηγή κινδύνου σε αυτό το είδος των επενδύσεων.

## Βήμα 1: DCF ΑΝΑΛΥΣΗ

Για τη διεξαγωγή της ανάλυσης DCF του έργου, θα πρέπει πρώτα να προσδιορίσουμε τις αναμενόμενες εισροές και εκροές του έργου, καθώς και άλλες παραμέτρους που θα χρησιμοποιηθούν σύμφωνα με την επισκόπηση της βιβλιογραφίας και οικονομικών εκθέσεων σχετικά με παρόμοια έργα [8-10].

### Ο χρονικός ορίζοντας

Σύμφωνα με τις παραπάνω παρατηρήσεις, δηλαδή ότι η ισχύς του προϊόντος είναι για δέκα χρόνια, δημιουργήσαμε τις αναμενόμενες ταμειακές ροές του έργου για δέκα ορίζοντα χρόνια.

### Εκροές έργου

Το κόστος του έργου καθορίζεται στον κατωτέρω πίνακα. Πιο συγκεκριμένα, τα κόστη καθορίζονται με βάση παρόμοια έργα στη βιομηχανία [8, 9]. Αυτά περιλαμβάνουν τις δαπάνες για την έρευνα και την ανάπτυξη του προϊόντος, τις αμοιβές της ρυθμιστικής αρχής που η εταιρεία πρέπει να πληρώσει για να είναι σε θέση να εξαπολύσει το προϊόν στην αγορά και το κόστος εμπορίας των προϊόντων αφού έχει εγκριθεί το προϊόν από τις ρυθμιστικές αρχές.

Project Costs	R&D	140,000,000
	Regulation Authorities fees and approval	500,000
	Commercialization	10,000,000
	Operating Costs	23,500,000

Table 2: Project Outflows in Total by Category – in €

Κατά τη διάρκεια του έργου, το κόστος λειτουργίας θεωρείται σταθερό και ίσο με 23,5 εκατομμύρια, όπως φαίνεται στον πίνακα 2.

### Εισροές έργου

Οι εισροές του έργου αποτελούνται από τα έσοδα που προκύπτουν κάθε χρόνο από τις πωλήσεις του προϊόντος που έχει η εταιρεία.

Το 2012 η αξία της αγοράς των επενδύσεων σε βιολογικά CropScience φαίνεται να είναι περίπου 1,3 δισεκατομμύρια δολάρια, δηλαδή 1 δισ. ευρώ, συνάγοντας το ρυθμό ανάπτυξης του 16%. [9], [11]

Ο τύπος που δίνεται παρακάτω [12, 13] χρησιμοποιείται για την ανάλυση DCF, προκειμένου να υπολογιστούν τα έσοδα του έργου για κάθε έτος της διάρκειας ζωής των 10 ετών

$$Revenues(i) = Revenues * (1 + \mu)^i$$

Όπου για τους σκοπούς της παρούσας πτυχιακής χρησιμοποιούμε ένα ενδιάμεσο ποσοστό αύξησης  $\mu=10\%$ .

### Ποσοστό επιτυχίας

Ένας άλλος σημαντικός παράγοντας για την απόκτηση αξία του έργου είναι η πιθανότητα αυτών των αναμενόμενων ταμειακών ροών να συμβεί, που είναι η πιθανότητα το προϊόν να εγκριθεί από τις ρυθμιστικές αρχές, το οποίο θα επιτρέψει στην εταιρεία να εμπορευματοποιήσει το προϊόν και να λαμβάνουν τα παραπάνω εισροές. Αν το προϊόν δεν την παραπάνω διαδικασία, τότε διοίκηση της εταιρείας θα πρέπει να καταλήξει σε ένα διαφορετικό στρατηγικό σχέδιο, όπως να υποβάλει εκ νέου αίτηση για μια δεύτερη εκτίμηση, την ανάληψη των ρυθμιστικών τελών για δεύτερη δίκη ή ακόμα και να εγκαταλείψει εντελώς το έργο.

Σε αυτό το πλαίσιο, για τους σκοπούς της παρούσας ανάλυσης, NPV βασίζεται στην παραδοχή ότι το έργο θα αποκτήσουν αξία μόνο εάν το προϊόν θα γίνονται δεκτές από τις ρυθμιστικές αρχές, με πιθανότητα  $P_{auth} = 25\%$ .

Σύμφωνα με την παραπάνω υπόθεση, ΚΠΑ του έργου δίνεται από τον τύπο:

$$ENPV = \sum_{i=1}^n \rho_i DCF_i = \sum_{i=1}^n \rho_i \frac{CF_{it}}{(1+r_d)^t} = 0,25 \sum_{i=1}^n \frac{CF_{it}}{(1+r_d)^t}$$

### Προεξοφλητικό Επιτόκιο

Το προεξοφλητικό επιτόκιο που θα χρησιμοποιηθεί για την ανάλυση αυτή είναι ειδικό για το έργο και έχει συναχθεί από οικονομικές αναλύσεις που έχουν πραγματοποιηθεί

για παρόμοια έργα στον τομέα της βιοτεχνολογίας [10]. Σύμφωνα με την ανασκόπηση της βιβλιογραφίας, αυτοί οι τύποι των έργων περιέχουν μεγάλες ποσότητες από κινδύνους και αβεβαιότητα και ως εκ τούτου θα πρέπει να αξιολογούνται με υψηλότερο κόστος κεφαλαίου, δηλαδή μεταξύ 15-20%. Στη συγκεκριμένη ανάλυση χρησιμοποιούμε ποσοστό κινδύνου = 17% [11].

### NPV

Με βάση τις παραπάνω παραδοχές, υπολογίζουμε την Καθαρά Παρούσα Αξία του έργου, χωρίς να λαμβάνονται υπόψη τυχόν ενσωματωμένα real options, για ένα χρονικό ορίζοντα 10 ετών. Ο συγκεκριμένος χρονικός ορίζοντας χρησιμοποιείται, δεδομένου ότι, όπως προαναφέρθηκε, η επικύρωση ενός βιολογικού προϊόντος από τις ρυθμιστικές αρχές, έχει ισχύ για 10 έτη, όπως αναφέρεται στην αντίστοιχη νομοθεσία σχετικά με τους Βιολογικούς παράγοντες ελέγχου [8]. Κατά συνέπεια, η αναμενόμενη ανάλυση DCF δείχνει την αξία του έργου να φτάνει € 396 εκατομμύρια.

Η λεπτομερής ανάλυση DCF παρέχεται στο Παράρτημα I, πίνακας 1.

### Βήμα 2: Ενσωμάτωση του Real Option

Από την παραπάνω ανάλυση DCF προκύπτει μια πρώτη εκτίμηση των μελλοντικών ταμειακών ροών, μη λαμβάνοντας υπόψη το real option. Γνωρίζουμε ότι η εκτίμηση δεν είναι ακριβής ως εκ τούτου θα πρέπει να χρησιμοποιηθεί ένα ασφάλιστρο κινδύνου για αυτή την αβεβαιότητα της εκτίμησης. Επιπλέον, κατά τους υπολογισμούς υποθέσαμε ότι οι ταμειακές ροές του έργου είναι σταθερές μη λαμβάνοντας υπόψη τη διακύμανση των παραμέτρων που μπορούν να αλλάξουν την έκβαση του έργου κατά τη διάρκεια του χρόνου. Φανταστείτε ότι ένα ανταγωνιστικό σχέδιο παρουσιάζει εξαιρετικά αποτελέσματα επιτυχίας. Αυτό θα μπορούσε να επηρεάσει τις εκτιμήσεις των πωλήσεων. Από την άλλη πλευρά, ίσως οι εκτιμήσεις των πωλήσεων να είναι χαμηλότερες του αναμενόμενου και δεν μπορούν να δικαιολογήσουν περαιτέρω επενδύσεις στο έργο. Έτσι, ακολουθείται αναπροσαρμογή της διαχείρισης του έργου, με την απόφαση εγκατάλειψης της επένδυσης λόγω της μη κερδοφορίας. Τέτοια σενάρια δεν θεωρούνται στο πλαίσιο DCF. Για να πάρουμε μια ρεαλιστική αξία του έργου είναι επομένως λογικό να διαμορφώσουμε την αβεβαιότητα των παραμέτρων που επηρεάζουν έργο και τις σχετικές επενδυτικές αποφάσεις.



Συγκεκριμένα θα πρέπει να διαμορφώσουμε τις οικονομικές δυνατότητες του έργου, δηλαδή τα εκτιμώμενα έσοδα (peak revenues). Το δυναμικό των εσόδων είναι πιο επιρρεπές στην αβεβαιότητα και έχει σημαντική επίπτωση στην κερδοφορία του έργου. Ως εκ τούτου, πρέπει να εκτιμηθούν, εκτός από τις παραμέτρους που χρησιμοποιούνται στους DCF υπολογισμούς, οι παράμετροι που επηρεάζουν τα έσοδα του έργου.

Για να μοντελοποιηθεί το Option θα πρέπει πρώτα να προσδιοριστούν οι πηγές αβεβαιότητας.

Οι αβεβαιότητες έργου αντανακλώνται ως μεταβλητότητα, δηλαδή πάνω και κάτω κινήσεις, στις αναμενόμενες πωλήσεις. Η μεταβλητότητα επηρεάζεται άμεσα από την αβεβαιότητα που σχετίζεται με τα προϊόντα, την απόδοση της εταιρείας, το προφίλ κινδύνου και τις συνθήκες της αγοράς. Σε τομείς όπως η βιοτεχνολογία, όπου ο κίνδυνος είναι υψηλός ενώ οι οικονομικές αποδόσεις λαμβάνονται μετά από μεγάλο χρονικό διάστημα στο μέλλον, η μεταβλητότητα αναμένεται να είναι υψηλή. Η μεταβλητότητα για τις επιχειρήσεις στον τομέα της βιοτεχνολογίας παίρνει τιμές μεταξύ 20% και 70% [14]. Για τις μικρές εταιρείες βιοτεχνολογίας, η αβεβαιότητα, με τη μορφή της διακύμανσης των εσόδων από τις πωλήσεις θα μπορούσε ακόμη και να ανέλθει σε 50% -60%. Στην παρούσα μελέτη, η οποία βασίζεται σε προηγούμενες μελέτες, η αστάθεια των πωλήσεων επιλέγεται ως 40%.

### **Αναγνώριση των ενσωματωμένων Real Options**

Προκειμένου να εντοπιστούν πιθανές επιλογές δίνονται στους managers κατά τη διάρκεια της ζωής του έργου, πρέπει πρώτα να μοντελοποιηθούν τα διάφορα σενάρια που αναμένονται για την επένδυση και να εντοπιστούν τα σημεία όπου οι αποφάσεις σχετικά με την εξέλιξη του έργου τείνουν να αλλάξουν την πορεία του.

### **Ανάλυση μέσω Δέντρου Απόφασης**

Για να απεικονίζονται τα διάφορα σενάρια που αναφέρονται παραπάνω χρησιμοποιούμε ένα δέντρο απόφασης.

Το Δέντρο Απόφασης είναι μια μέθοδος μοντελοποίησης καταστάσεων-αποφάσεων που χαρακτηρίζονται από μια σειρά από μεταγενέστερες αποφάσεις και αβεβαιότητες. Αυτή η μέθοδος είναι χαρακτηριστική για μακροχρόνια σχέδια E & A που αποτελούνται από πολλαπλά στάδια με ορισμένες πιθανότητες επιτυχίας που

απαιτούν λήψη αποφάσεων που πρέπει να γίνουν σε ορισμένα χρονικά διαστήματα κατά τη διάρκεια ζωής του έργου.

Στο πλαίσιο αυτό, η προσέγγιση του δέντρου απόφασης είναι ουσιαστικά η χρήση της DCF, σε συνδυασμό με πιθανότητες επιτυχίας. Εκτός από την εισαγωγή της έννοιας της ευελιξίας στο οικονομικό μοντέλο παρέχεται επίσης μια εικόνα για το πώς η διαδικασία ανάπτυξης μπορεί να καταφέρει να ελαχιστοποιήσει τον κίνδυνο σε επόμενα βήματα.

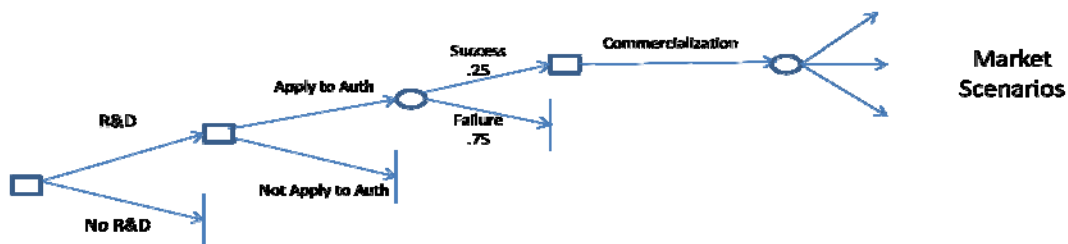
Μια απόφαση αυτή επιτρέπει εναλλακτικές διαδρομές αποφάσεων να ξετυλιχθεί συμπεριλαμβανομένων των δεδομένων σχετικά με το κόστος τους και τις πιθανές εκβάσεις του έργου.

Υπάρχουν τρία είδη κόμβων στο δέντρο απόφασης:

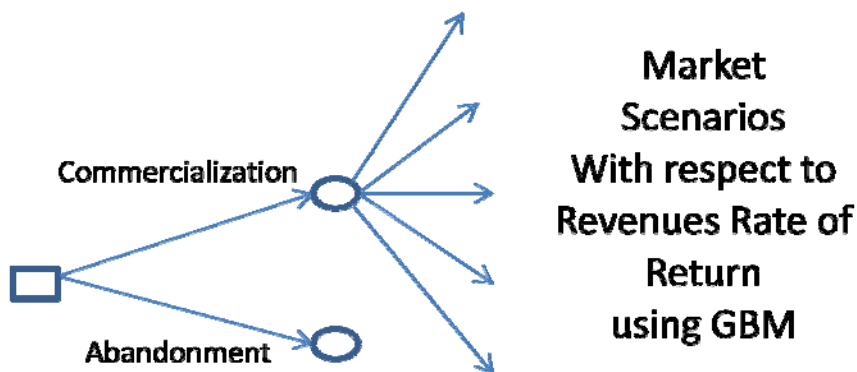
1. Κάθε κόμβος απόφασης αντιπροσωπεύεται από ένα τετράγωνο. Κλαδιά που προέρχονται από έναν κόμβο αποφάσεων απεικονίζουν ενέργειες που μπορούν να γίνουν.
2. Κάθε κόμβος επιτυχίας αντιπροσωπεύεται από έναν κύκλο. Κάθε κλάδος αντιπροσωπεύει μια μεμονωμένη κατάσταση του έργου.
3. Ο τελικός κόμβος είναι όπου το έργο διακόπτεται.

Αρχίζοντας από την αριστερή πλευρά του δέντρου το πρώτο πράγμα που πρέπει να συμβεί είναι συνήθως μια απόφαση που ακολουθείται από άλλες αποφάσεις ή τυχαία γεγονότα σε χρονολογική σειρά. Σε κάθε κόμβο του δέντρου, μπορούν να συνδεθούν ορισμένες επιλογές. Οι επιλογές που εκπροσωπούνται από κλαδιά που συνδέονται σε έναν κόμβο απόφασης, πρέπει να είναι τέτοια ώστε ο επενδυτής να μπορεί να επιλέξει μόνο μία επιλογή. Έτσι το δέντρο απεικονίζει τις πιθανές μελλοντικές ταμειακές ροές που προέρχονται από τα σημεία λήψης αποφάσεων, ή ως κόμβοι σε ένα δέντρο αποφάσεων, όπου οι πιθανότητες της επιτυχίας και της αποτυχίας πολλαπλασιάζονται με τις ταμειακές ροές που σχετίζονται με τη συγκεκριμένη απόφαση. Πιο συγκεκριμένα, σε αυτό το έργο ως πρώτος κόμβος απόφαση είναι η E & A φάση του έργου. Η E & A είναι μια δαπανηρή διαδικασία που απαιτεί περίπου 120 εκατομμύρια.

Ο δεύτερος κόμβος της διαδρομής περιλαμβάνει την πιθανότητα ότι το βιολογικό προϊόν θα πάρει έγκριση από τις ρυθμιστικές αρχές. Η υποβολή ενός προϊόντος απαιτεί την κατάθεση ενός σημαντικού ποσού ως τέλος αίτησης, το οποίο στην καλύτερη περίπτωση φτάνει Ευρώ 500.000. Ακόμη περισσότερο η εξέταση του κύρους του προϊόντος από την άποψη περιβάλλοντος και υγείας είναι μια χρονοβόρα διαδικασία. Σύμφωνα με σχετική ανάλυση που πραγματοποιήθηκε, η πιθανότητα έγκρισης ενός καινοτόμου προϊόντος από τις ρυθμιστικές αρχές είναι  $P_{auth} = .25$ , ενώ η αντίστοιχη αποτυχία είναι  $1 - P_{auth} = 0,75$ <sup>1</sup>.



**Figure 1: Decision Tree of the Bio-product lifecycle before commercialization**



**Figure 2: Decision Tree of the Bio-product lifecycle after commercialization**

<sup>1 1</sup> It should be noted here that the above probabilities correspond in the case where the new product contains ingredients that are not already registered in the ANNEX-I listing of European active ingredients

### Βήμα 3: Αποτίμηση του Real Option

Το Real Option που αντιστοιχεί σε αυτή την επένδυση είναι path-independent, δηλαδή η απόδοσή του δεν εξαρτάται από προηγούμενες απολαβές του στα διάφορα διαδοχικά στάδια.

Στο πλαίσιο αυτό, το real option που χρησιμοποιούμε σε αυτό το έργο είναι European Call Option με λήξη στα δέκα έτη. Το European option μπορεί να ασκηθεί κατά τη λήξη, δηλαδή στο τέλος του κύκλου ζωής του έργου.

Το RO που ορίζεται ανωτέρω, εκτιμάται χρησιμοποιώντας την τεχνική Monte Carlo Simulation, με την εξίσωση  $V = \max \{SK, 0\}$ , όπου S είναι η τιμή Spot του υποκείμενου, που είναι ο μέσος όρος των εσόδων που προσδιορίζονται για κάθε διαδρομή στο δέντρο απόφασης και η K είναι η τιμή εξάσκησης-στην περίπτωση μας η ΚΠΑ που λαμβάνεται από τη DCF ανάλυση - που είναι ο μέσος όρος των εσόδων που προσδιορίζονται για κάθε μονοπάτι. Αυτή η εξίσωση δείχνει ότι σε συγκεκριμένες περιόδους της ζωής του έργου, η αξία του δικαιώματος προαίρεσης θα πρέπει να υπερβαίνει το ΚΠΑ του έργου όπως προκύπτει μέσα από την ανάλυση DCF, ώστε ο επενδυτής να ασκήσει το δικαίωμα. Για να το κάνουμε αυτό πρέπει πρώτα να προσδιορίσουμε τα διάφορα σενάρια στην αγορά, σύμφωνα με την βασική πηγή της αβεβαιότητας, που είναι τα αναμενόμενα μελλοντικά του έσοδα. Τα έσοδα του έργου μοντελοποιούνται δυναμικά χρησιμοποιώντας τη στοχαστική διαφορική εξίσωση που περιγράφεται από τη διαδικασία Wiener ή Geometric Brownian Motion και δίνεται στον παρακάτω τύπο [15, 16].

$$\frac{dR_t}{R_t} = \mu_t dt + \sigma_t dz_t$$

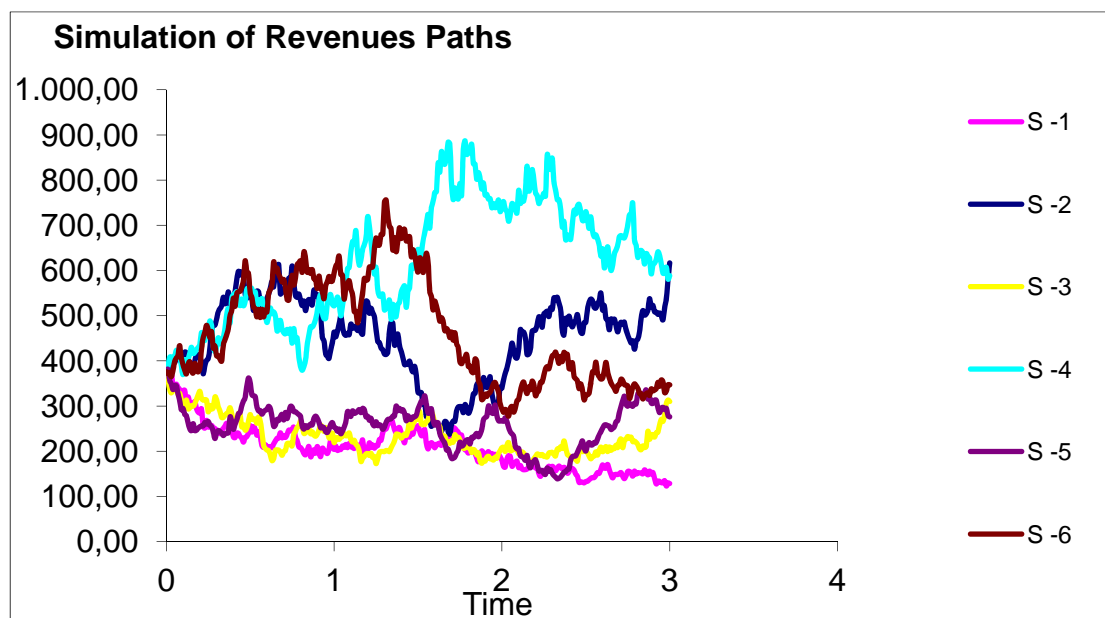
Where R=project Revenues

$\mu_t$ =growth rate

$\sigma_t$ =volatility of revenues

$z_t$ =Wiener increment-random variable that reflects the draw from a normal distribution  $\Phi(0,1)$

Αναθέτοντας ένα ενδιάμεσο ποσοστό αύξησης του  $\mu = 10\%$ ,  $\sigma = 40\%$ , όπως ορίζεται παραπάνω, παράγουμε 300 τυχαίες τιμές εσόδων για χρονικό ορίζοντα 10 ετών ( $\Delta t = 0,01$ ). Το παρακάτω γράφημα απεικονίζει 6 πιθανές διαδρομές των εσόδων που υπολογίστηκαν μέσω της ανωτέρω μεθόδου.



Προκειμένου να εκτιμηθεί το real option χρησιμοποιούμε την προσομοίωση Monte Carlo. Η ανωτέρω γενοποίηση των εσόδων του έργου χρησιμοποιείται ως παράμετρο στη διαδικασία Μόντε Κάρλο, η οποία απαιτεί τον υπολογισμό της εξόφλησης του real option για κάθε ευδιάκριτο μονοπάτι που παράγεται από τη Geometric Brownian Motion. Έπειτα λαμβάνεται η μέση εξόφληση όλων των 6 επιλογών<sup>2</sup>, χρησιμοποιώντας την εξίσωση του Call option που δίνεται από τον τύπο:

$V = \max \{R_i - K, 0\}$ , όπου  $R_i$  είναι ο μέσος όρος των εσόδων για το βήμα  $i$  και  $K$  είναι η τιμή άσκησης του option, όπου εδώ υποθέτουμε ότι είναι η καθαρή παρούσα αξία του έργου, όπως ανακτήθηκε μέσω της ανάλυσης DCF στο βήμα 1<sup>3</sup>. Η μέση πληρωμή προεξοφλείται στο risk free rate, δηλαδή στο 6%, για δέκα χρόνια.

	S-1	S-2	S-3	S-4	S-5	S-6
--	-----	-----	-----	-----	-----	-----

<sup>2</sup> Increasing the number of simulations generates more accurate results. For the purposes of this analysis we generate 6 simulation paths.

<sup>3</sup> Other strike prices can be used according to a company's requirements and expectations. For example, a company might decide to exercise the option if the value of the project is less than a proportion of their total revenues.

<b>Average revenues over each path</b>	860.76	952.66	503.35	286.17	367.18	607.37
Inflow over each path	837.24	929.14	479.83	262.65	343.66	583.85
Expected Cashflow at year 10 over each path	627.93	696.85	359.87	196.99	257.75	437.89
Payoff over each path (max {Ri-K,0})	231.14	300.06	-	-	-	41.10
MeanPayoff	95.38					
netPayoff	<b>15.77</b>					

**Table 2: Valuation of the RO for each scenario path – numbers in millions €**

#### **Βήμα 4: Ανάλυση Ευαισθησίας**

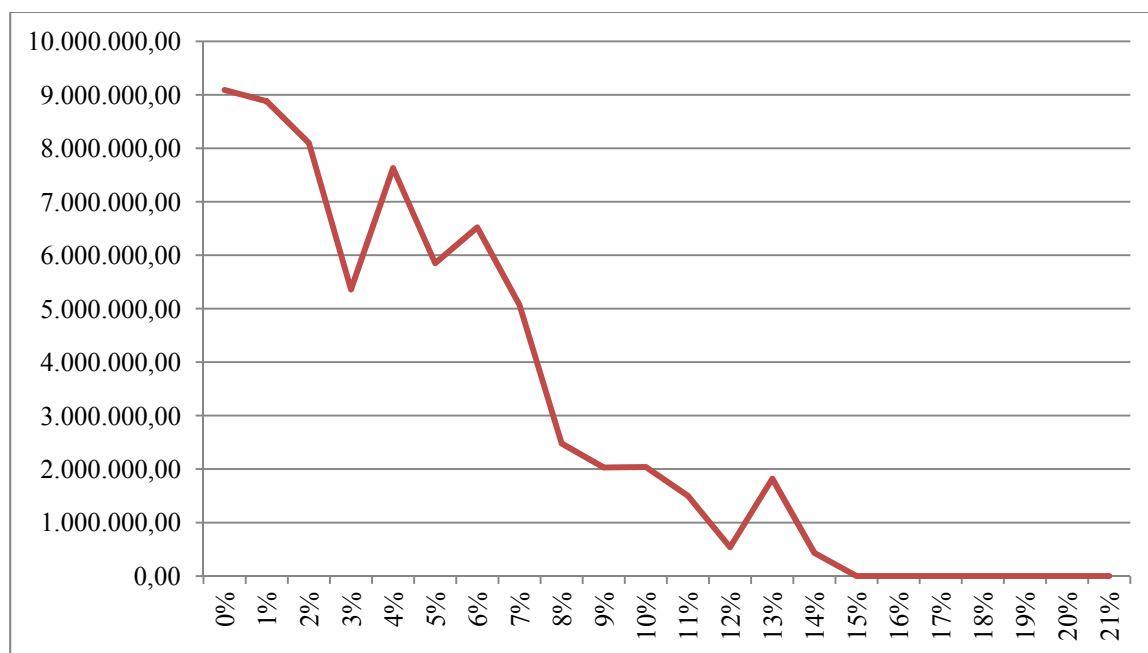
Εκτός από την παραπάνω μεθοδολογία, διεξάγουμε επίσης μια ανάλυση ευαισθησίας για την ΚΠΑ του έργου, όπως ανακτάται μέσω της DCF και του αναμενόμενο ποσοστού απόδοσης (rate of return). Η προσέγγιση αυτή θα παρέχει στον επενδυτή καλύτερες πληροφορίες σχετικά με την αξία του έργου του, και να τον οδηγήσει σε μια πιο αποτελεσματική απόφαση, αφού ληφθεί υπόψη η μεταβλητότητα του ρυθμού ανάπτυξης (growth rate volatility) που στο βήμα 1 θεωρείται σχετικά υψηλό (10%), σύμφωνα τη βιβλιογραφία και άλλες τεχνικές εκθέσεις.

Για το σκοπό αυτό, έχουμε υπολογίζουμε τις αλλαγές της ΚΠΑ του έργου για ρυθμό ανάπτυξης 0% -16%. Τα αποτελέσματα της παραπάνω ανάλυσης απεικονίζεται στον πίνακα και γράφημα που δίνονται παρακάτω.

Growth Rate (%)	RO Value
0%	9.090.000,00
1%	8.880.000,00
2%	8.100.000,00
3%	5.360.000,00
4%	7.630.000,00
5%	5.850.000,00
6%	6.520.000,00
7%	5.070.000,00
8%	2.480.000,00

9%	2.030.000,00
10%	2.040.000,00
11%	1.500.000,00
12%	540.000,00
13%	1.820.000,00
14%	430.000,00
15%	0,00
16%	0,00
17%	0,00
18%	0,00
19%	0,00
20%	0,00
21%	0,00

**Table 3 : Sensitivity Analysis -Growth Rate and RO Value**



**Graph 2: Real Option value to changes of Growth Rate**

Εάν το option έχει αξία, τότε θα πρέπει να εξασκηθεί και ως εκ τούτου η εταιρεία θα πρέπει να εγκαταλείψει το σχέδιο στα πρώτα της στάδια.

## Ευρήματα- Συμπεράσματα

Στις παραπάνω ενότητες αξιολογείται ένα καινοτόμο πρόγραμμα βιοτεχνολογίας χρησιμοποιώντας το συνδυασμό της ανάλυσης DCF και της προσέγγιση των Real Options. Μπορούμε να δούμε ότι η ανάλυση DCF δεν είναι επαρκής για να εκτιμηθεί ένα νέο έργο, το οποίο στα πρώτα στάδιά του δεν παρέχει στην εταιρεία ταμειακές εισροές. Επιπλέον, η ΚΠΑ του έργου χρησιμοποιώντας τις παραπάνω συγκεκριμένες παραμέτρους είναι θετική, πράγμα που σημαίνει ότι η εταιρεία θα πρέπει να προχωρήσει στην επένδυση. Από την άλλη πλευρά, η real option τεχνική παρέχει έναν τρόπο για να ποσοτικοποιήσει τις πηγές του κινδύνου και να υπολογίσει την αξία της επένδυσης σε σχέση με αυτούς, που στην περίπτωση μας είναι τα έσοδα του έργου. Σύμφωνα με την ανασκόπηση της βιβλιογραφίας, τα έσοδα αυτών των επενδύσεων είναι ιδιαίτερα υψηλά, δίνοντας ένα ρυθμό ανάπτυξης για τέτοιου είδους επενδύσεις 16%. Για να λάβουμε την αβεβαιότητα που αφορά στα έσοδα του έργου, γενοποιούμε 6 σενάρια χρησιμοποιώντας τη γεωμετρική κίνηση Brown, όπου η στοχαστική μεταβλητή ακολουθεί τη διαδικασία Wiener. Με τον τρόπο αυτό, υπολογίζουμε το real option, χρησιμοποιώντας τον τύπο που δίνεται για το European Call. Στο πλαίσιο αυτό, το real option έχει αξία η οποία δείχνει ότι το option θα πρέπει να εξασκηθεί.

Για την ανάλυση DCF και την αποτίμηση μέσω δικαιωμάτων προαίρεσης χρησιμοποιούμε ένα ενδιάμεσο ποσοστό αύξησης 10%. Επιπλέον, έχουμε προβεί σε ανάλυση ευαισθησίας, όπου το ποσοστό της απόδοσης κυμαίνεται μεταξύ 0% - 20%. Θεωρούμε ότι η μεταβλητότητα του ρυθμού ανάπτυξης επηρεάζει σε μεγάλο βαθμό την πραγματική αξία του δικαιώματος προαίρεσης. Όπως φαίνεται στο παραπάνω γράφημα, για χαμηλούς ρυθμούς ανάπτυξης -0-6% -, το option έχει σχετικά υψηλές τιμές, γεγονός που δείχνει ότι θα πρέπει να ασκηθεί. Μεταξύ 6% και 7% παρατηρούμε την έντονη κλίση της καμπύλης, μειώνοντας την πραγματική αξία του δικαιώματος προαίρεσης, το οποίο στη συνέχεια σταθεροποιείται σε σχετικά χαμηλές τιμές, δίνοντας 0 για ρυθμούς ανάπτυξης πάνω από 13%. Ως εκ τούτου, ένα άλλο σημαντικό εύρημα είναι η συσχέτιση μεταξύ της αξίας του real option και της μεταβλητότητας του ποσοστού ανάπτυξης (growth rate volatility).



## Παράρτημα

	2012	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
R&D	(140,000)											
Approval	(500)											
Commercialization	(10,000)											
Revenues		376,000	413,600	454,960	500,456	550,501	605,551	666,106	732,717	805,989	886,588	975,247
Tax Rate(25%)		(94,000)	(103,400)	(113,740)	(125,114)	(137,625)	(151,388)	(166,526)	(183,179)	(201,497)	(221,647)	(243,811)
Operating Costs		(23,520)	(23,520)	(23,520)	(23,520)	(23,520)	(23,520)	(23,520)	(23,520)	(23,520)	(23,520)	(23,520)
ExpCashflow		258,480	286,680	317,700	351,822	389,356	430,644	476,060	526,018	580,972	641,421	707,915
Discount Factor(17%)			0.8547009	0.7305136	0.6243706	0.5336500	0.4561112	0.3898386	0.3331954	0.2847824	0.2434037	0.2080374
NetCashflow		258,480	245,026	232,084	219,667	207,780	196,421	185,587	175,267	165,451	156,124	147,273
rNPV	<b>396,790</b>											

Table 1: DCF Analysis, Expected Cash-flows ( in € 000) - Step 1

Period	Time	Random Numbers		S -1	S -2	S -3	S -4	S -5	S -6
		Uniform	Normal	S + $\sigma$ S	S + $\sigma$ S	S + $\sigma$ S	S + $\sigma$ S	S + $\sigma$ S	S + $\sigma$ S
0	0			\$ 376,00	\$ 376,00	\$ 376,00	\$ 376,00	\$ 376,00	\$ 376,00
1	0,01	0,376675	-0,31423	\$ 376,38	\$ 370,97	\$ 345,68	\$ 393,96	\$ 393,72	\$ 369,29
2	0,02	0,397932	-0,2587	\$ 372,86	\$ 395,28	\$ 334,63	\$ 388,20	\$ 382,59	\$ 377,69
3	0,03	0,38682	-0,28762	\$ 368,94	\$ 400,33	\$ 354,97	\$ 407,29	\$ 388,70	\$ 380,44
4	0,04	0,754645	0,689179	\$ 379,48	\$ 404,87	\$ 372,96	\$ 415,09	\$ 396,30	\$ 379,72
5	0,05	0,167976	-0,96219	\$ 365,25	\$ 407,32	\$ 409,35	\$ 458,85	\$ 380,34	\$ 394,75
6	0,06	0,887049	1,210982	\$ 383,31	\$ 400,01	\$ 441,63	\$ 464,25	\$ 375,94	\$ 366,89
7	0,07	0,840685	0,997278	\$ 398,99	\$ 375,97	\$ 406,74	\$ 466,06	\$ 374,90	\$ 388,50
8	0,08	0,193134	-0,86641	\$ 385,56	\$ 370,88	\$ 416,21	\$ 456,28	\$ 415,54	\$ 379,69
9	0,09	0,707501	0,5461	\$ 394,37	\$ 364,16	\$ 429,66	\$ 475,93	\$ 397,68	\$ 341,32
10	0,1	0,773138	0,749221	\$ 406,58	\$ 398,23	\$ 443,17	\$ 478,17	\$ 389,91	\$ 340,65

Table 2 : GBM for ten steps – revenue generation in line with the growth rate- Step 2

## Βιβλιογραφία

1. THOMAS E. COPELAND, P.T.K., *Making Real Options Real*, in *The McKinsey Quarterly*. 1998.
2. Bryan, L., *Dynamic Management: Better decisions in uncertain times*. McKinsey Quarterly, 2009.
3. Hugh Courtney, J.K., Patrick Viguerie, *Strategy under Uncertainty*, in *Harvard Business Review*. 1999, Harvard Business School Press: Cambridge.
4. Turvey, C.G., *Mycogen as a Case Study in Real Options*. *Review of Agricultural Economics*, 2001. **23**(1): p. 243-264.
5. Thomas E. Copeland , P.T.K., *How much is flexibility worth*. McKinsey Quarterly, 1998. **2**.
6. Bowman E., M.G., *Real Options Analysis and Strategic Decision Making*. *Organization Science*, 2001. **12** ( 6): p. 772-777.
7. L., S.H.T., *Strategic Investment:Real Options and Games*. 2008: Princeton University Press.
8. [http://europa.eu/legislation\\_summaries/food\\_safety/plant\\_health\\_checks/sa0016\\_en.htm](http://europa.eu/legislation_summaries/food_safety/plant_health_checks/sa0016_en.htm).
9. <http://www.marketsandmarkets.com/PressReleases/biopesticide.asp>.
10. Bayer, *Bayer Annual Report*. 2011.
11. G., M.P., *2007 Barriers to adoption of biological control agents and biological pesticides*. , in *CAB Reviews: perspectives in agriculture, veterinary science, nutrition and natural resources*. 2007, CABI Publishing: Wallingford, UK.
12. Hull, J., *Options, Futures, & Other Derivatives*. 2009: Prentice Hall.
13. Wilmott, P., *Paul Wilmott Introduces Quantitative Finance*. 2007: Wiley.
14. Bahar Celikkol Erbas, S.A.M., *An economic valuation of a biotechnology R&D project in a developing economy*. *Electronic Journal of Biotechnology*, 2012. **15**(3).
15. Schwartz, E.S. and M. Moon, *Rational Pricing of Internet Companies Revisited*. *Financial Review*, 2001. **36**(4): p. 7-26.
16. Ozorio, L.d.M., *The Choice of Stochastic Process in Real Option Valuation*