



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΩΣ

ΤΜΗΜΑ ΧΡΗΜΑΤΟΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗΣ & ΤΡΑΠΕΖΙΚΗΣ ΔΙΟΙΚΗΤΙΚΗΣ

Performance Evaluation of Hedging Strategies

Δρακούλης Σάββας ΜΧΑΝ 1205

Επιβλέπων Καθηγητής : Ανθρωπέλος Μ.

Επιτροπή : Αντζουλάτος Α. , Σταϊκούρας Π.

Μεταπτυχιακό Πρόγραμμα :

«Χρηματοοικονομική Ανάλυση για Στελέχη Επιχειρήσεων»

ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ 2014

Περίληψη

Ο στόχος της παρούσας εργασίας είναι να αξιολογήσει την αποδοτικότητα (αποτελεσματικότητα) των ευρύτατα διαδεδομένων μεθόδων αντιστάθμισης κινδύνου (του διωνυμικού μοντέλου και του υποδείγματος Black-Scholes-Merton) πάνω σε ευρωπαϊκού τύπου δικαιωμάτων αγοράς. Μέσα από την χρήση πραγματικών τιμών τόσο των δικαιωμάτων αγοράς όσο και του υποκείμενου τίτλου, εφαρμόζουμε και τις δύο στρατηγικές αντιστάθμισης κινδύνου που υποστηρίζουν τα θεωρητικά υποδείγματα και αξιολογούμε την απόδοσή τους. Ιδιαίτερη βαρύτητα δίδεται στον υπολογισμό της μεταβλητότητας (volatility) και για το λόγο αυτό εφαρμόζονται διάφορες τεχνικές υπολογισμού της.

Η αξιολόγηση των παραπάνω τεχνικών γίνεται υπό την υπόθεση πως εμείς ως αναλυτές παίρνουμε τη θέση ενός πωλητή δικαιωμάτων αγοράς και με εβδομαδιαία αναπροσαρμογή του χαρτοφυλακίου, υπολογίζουμε τα συσσωρευμένα κέρδη μέχρι και την λήξη του δικαιώματος.

Για το σκοπό αυτό έγινε κατασκευή και παρουσίαση ενός ολοκληρωμένου εργαλείου, το οποίο βοηθά τον εκάστοτε αναλυτή να πραγματοποιήσει τις προαναφερθείσες στρατηγικές με αυτοματοποιημένο τρόπο. Η εφαρμογή παρέχει ένα μεγάλο εύρος επιλογών και δυνατοτήτων κατάλληλα για πολλών ειδών αναλύσεις.

Λέξεις Κλειδιά

Binomial, Black Scholes Merton , Volatility Estimation ,Implied Volatility , Options, Hedging , Risk, Strategy Evaluation.

Περιεχόμενα

1. Εισαγωγή	5
1.1 Στόχος Εφαρμογής	5
1.2 Μέθοδος	6
1.3 Δομή Αξιοποίησης Δεδομένων	6
1.4 Περιγραφή Εργασίας	7
2. Στρατηγικές Αντιστάθμισης Κινδύνου (Hedging Strategies) και Παράγωγα	10
2.1 Παράγωγα-Αξιογράφα	10
2.2 Δικαιώματα Προαίρεσης (Options)	12
2.3 Αντιστάθμιση Κινδύνου με χρήση Δικαιωμάτων Προαίρεσης	13
2.4 Λίγα λόγια για το Delta Hedging	16
2.5 Το Διωνυμικό Δένδρο και το Διωνυμικό Μοντέλο Τιμολόγησης Δικαιωμάτων Προαίρεσης (Binomial Pricing Model)	18
2.5.1 Το Διωνυμικό Δένδρο Τιμών.....	18
2.5.2 Προσαρμόζοντας το Διωνυμικό Δένδρο	18
2.5.3 Διωνυμικό Μοντέλο Τιμολόγησης Δικαιωμάτων Προαίρεσης	23
2.5.4 Διωνυμικό Μοντέλο Μιας Περιόδου	24
2.5.5 Τιμολόγηση Νέων Αξιογράφων	25
2.5.6 Γενικότερα για την αντιστάθμιση κινδύνου στο Διωνυμικό Μοντέλο (Binomial Delta Hedging).....	26
2.5.7 Διωνυμικό Μοντέλο Δύο ή περισσότερων Περιόδων	27
2.6 Το Μοντέλο Τιμολόγησης Black-Scholes-Merton	31
2.6.1 Black – Scholes -Merton Formula	33
2.7 Η Μεταβλητότητα (Volatility)	35
2.7.1 Εκτιμώμενη Μεταβλητότητα (Estimated Volatility)	36
2.7.2 Τεκμαρτή Μεταβλητότητα (Implied Volatility)	37
2.7.3 Volatility Smile	

3. Υλοποίηση Εφαρμογής	39
3.1 Περιγραφή Περιβάλλοντος εργασίας	40
3.2 Δομή Εφαρμογής	41
3.3 Inputs και Outputs	41
3.4 Αλγοριθμική Λογική	45
3.5 Στρατηγική Αντιστάθμισης Κινδύνου με τη Χρήση του Διωνυμικού Μοντέλου , σταθερή Εκτιμώμενη Μεταβλητότητα και μεταβολή του Δέλτα	46
3.6 Στρατηγική Αντιστάθμισης Κινδύνου με τη Χρήση της Black Scholes Merton Formula , σταθερή Εκτιμώμενη Μεταβλητότητα και μεταβολή του Δέλτα	50
3.7 Στρατηγική Αντιστάθμισης Κινδύνου με τη Χρήση της Black Scholes Merton Formula , σταθερή Τεκμαρτή Μεταβλητότητα και μεταβολή του Δέλτα	53
3.8 Στρατηγική Αντιστάθμισης Κινδύνου με τη Χρήση του Διωνυμικού Μοντέλου , συνεχή Εκτιμώμενη Μεταβλητότητα και μεταβολή του Δέλτα	56
3.9 Στρατηγική Αντιστάθμισης Κινδύνου με τη Χρήση της Black Scholes Merton Formula, συνεχή Εκτιμώμενη Μεταβλητότητα και μεταβολή του Δέλτα.	59
3.10 Στρατηγική Αντιστάθμισης Κινδύνου με τη Χρήση της Black Scholes Merton Formula , σταθερή Τεκμαρτή Μεταβλητότητα και μεταβολή του Δέλτα	61
3.11 Παράδειγμα χρήσης της Εφαρμογής	64
4. Δεδομένα, μεθοδολογία και ανάλυση	87
4.1 Επιλογή Δεδομένων	87
4.2 Κριτήρια επιλογής δεδομένων	87
4.3 Μεθοδολογία	88
4.4 Ανάλυση και Συμπεράσματα	91
5. Παράρτημα	95
5.1 Πίνακες και διαγράμματα	95
6. Αναφορές	106

1. Εισαγωγή

Τα μοντέλα που χρησιμοποιούνται στην θεωρία για αντιστάθμιση του κινδύνου , έχει αποδειχθεί πως στην πράξη δεν καταφέρνουν να πετύχουν perfect hedge. Ο κυριότερος λόγος που προκαλεί αυτή τους την αναποτελεσματικότητα , είναι το γεγονός πως προϋποθέτουν χρήση σταθερής μεταβλητότητας.

Υπάρχει στρατηγική η οποία να εκμεταλλεύεται θετικά αυτή την ασυνέπιά τους ώστε εν τέλει να αποδίδει κέρδη στον επενδυτή?

Στην παρούσα εργασία γίνεται ανάπτυξη εφαρμογής με τη βοήθεια της οποίας θα γίνει μελέτη, ανάλυση και αξιολόγηση της αποδοτικότητας των δύο κυριότερων μεθόδων αντιστάθμισης κινδύνου σε παράγωγα χρηματοοικονομικών προϊόντων. Η συγκεκριμένη αξιολόγηση στοχεύει να επιτευχθεί σε διάφορες χρονικές περιόδους με τη χρήση ενός μεγάλου δείγματος δεδομένων καθώς και πλήθος διαγνωστικών tests .

1.1 Στόχος Εφαρμογής

Στόχος της παραχθείσας εφαρμογής είναι να προσφέρει και σε άλλους ερευνητές ένα εύχρηστο εργαλείο το οποίο διαχειρίζεται και επιλύει δυναμικά προβλήματα τιμολόγησης , ανάλυσης και υπολογισμού μεταβλητότητας με αυτοματοποιημένες διαδικασίες.

Η ανάπτυξη των σχετικών αλγορίθμων και των φύλλων εργασίας έχει πραγματοποιηθεί στην προγραμματιστική γλώσσα VBA στο περιβάλλον MICROSOFT EXCEL 2010 64-bit.

Η συλλογή των σχετικών δεδομένων έγινε με τη χρήση της εφαρμογής Option Metrics.

1.2 Μέθοδος

Η μέθοδος που ακολουθήθηκε είχε ως στόχο την προσομοίωση πραγματικών γεγονότων. Για το λόγο αυτό η τιμολόγηση των παραγώγων χρηματοοικονομικών προϊόντων γίνεται ανά χρονική μονάδα και όχι μόνο κατά την αρχή της στρατηγικής. Ποιο συγκεκριμένα για όλες τις στρατηγικές ως χρονική μονάδα επιλέχθηκε η μία εβδομάδα και ως χρηματοοικονομικό προϊόν το δικαίωμα αγοράς στον δείκτη S&P500.

1.3 Δομή Αξιοποίησης Δεδομένων

Η παραχθείσα εφαρμογή λαμβάνει υπόψη της ιστορικά δεδομένα καθώς και κάποια από αυτά ως μελλοντικά. Κινείται στο παρελθόν και προσομοιώνει τις προτεινόμενες κινήσεις (διορθώσεις) του επενδυτή βάσει των μοντέλων αντιστάθμισης κινδύνου που θα μπορούσε να ακολουθήσει με στόχο να ελαχιστοποιήσει τον κίνδυνο που έχει αναλάβει επενδύοντας σε διάφορα δικαιώματα αγοράς. Εφαρμόζονται οι βασικότερες μέθοδοι που ένας επενδυτής θα ακολουθούσε και συγκρίνονται τα παραγόμενα αποτελέσματα .

1.4 Περιγραφή Εργασίας

Ο κύριος κίνδυνος που αντιμετωπίζει ένας επενδυτής όταν πουλάει ένα παράγωγο είναι στην πραγματικότητα η κίνηση που κάνει ο υποκείμενος χρηματοοικονομικός τίτλος και πιο συγκεκριμένα το ενδεχόμενο το παράγωγο να έχει μεγάλη απόδοση (payoff). Ο κίνδυνος αυτός μπορεί να μειωθεί αν ο επενδυτής των παραγώγων ακολουθήσει μια στρατηγική αντιστάθμισης κινδύνου (hedging) που να έχει σκοπό να μιμηθεί (replicate) την αξία της υποχρέωσης που θα έχει ως πωλητής του παραγώγου. Σύμφωνα με τα δύο προαναφερθέντα υποδείγματα, που υποθέτουν πλήρη αγορά, υπάρχει μοναδικός τρόπος ένας επενδυτής να αντισταθμίσει ολοκληρωτικά την υποχρέωσή του πάνω στο παράγωγο (full hedging strategy). Αυτή η παραδοχή της πλήρους αγοράς στηρίζεται στην γενναία υπόθεση ότι η μεταβλητότητα του υποκείμενου τίτλου (volatility) παραμένει σταθερή μέχρι και την λήξη της ζωής του παραγώγου.

Στην παρούσα εργασία θεωρούμε πως είμαστε ο εκδότης ενός Ευρωπαϊκού τύπου δικαιώματος αγοράς γραμμένο πάνω σε κάποιο δείκτη και προσπαθούμε συνδυάζοντας τις δύο προαναφερθείσες τεχνικές καθώς και διαφορετικές προσεγγίσεις εκτίμησης της μεταβλητότητας να διαπιστώσουμε ποιος από αυτούς τους συνδυασμούς είναι καλύτερος.

Οι εκτιμήσεις της μεταβλητότητας γίνονται είτε με απλή στατική Εκτιμώμενη (static estimated) και στατική τεκμαρτή (implied) καθώς και με δυναμική στον χρόνο αναθεώρηση της εκτίμησης (dynamic updating estimation) τόσο της εκτιμώμενης όσο και της τεκμαρτής μεταβλητότητας.

Να σημειωθεί πως η χρήση δεδομένων είτε παρελθοντικών είτε μελλοντικών είτε παραχθέντων αφορούν εβδομαδιαίες τιμές.

Πιο αναλυτικά και με σειρά παρουσίασης έχουμε τους ακόλουθους συνδυασμούς :

- a) Static Estimated Volatility in Binomial Model
- b) Static Estimated Volatility in B&S Model
- c) Static Implied Volatility in B&S Model
- d) Dynamic Updating Estimated Volatility in Binomial Model
- e) Dynamic Updating Estimated Volatility in B&S Model
- f) Dynamic Updating Implied Volatility in B&S Model

Η εκτίμηση της Εκτιμώμενης μεταβλητότητας γίνεται με χρήση παρελθοντικών εβδομαδιαίων τιμών δείκτη (π.χ. S&P500) και είναι ετησιοποιημένη . Αυτό μας δίνει μια εκτίμηση του πως κινήθηκε ο δείκτης στο παρελθοντικό διάστημα που τον εξετάζουμε και βάσει αυτής της εκτίμησης κινούμαστε και υπολογίζουμε μελλοντικές τιμές .

Όταν υπολογίζουμε καθημερινά την Εκτιμώμενη μεταβλητότητα αλλά κρατάμε τον ίδιο αριθμό τιμών αφαιρώντας την πρώτη (από το τέλος) παρατήρηση και προσθέτοντας κάθε φορά την νέα πραγματοποιηθείσα στη λίστα τιμών μας, τότε αναφερόμαστε σε συνεχή Εκτιμώμενη μεταβλητότητα.

Η τεκμαρτή μεταβλητότητα υπολογίζεται και χρησιμοποιείται μόνο στην φόρμουλα των Black and Scholes και δίνει μια εκτίμηση της μεταβλητότητας η οποία στην πραγματικότητα αντικατοπτρίζει την εκτίμηση της αγοράς για την κίνηση του δείκτη. Αυτό προκύπτει από τη σχέση της ημερήσιας τιμής του δείκτη και της τιμής του παραγώγου. Εάν αυτή η εκτίμηση γίνεται καθημερινά τότε έχουμε την συνεχή τεκμαρτή μεταβλητότητα , όταν γίνεται μόνο μια φορά και την χρησιμοποιήσουμε σταθερή σε μελλοντικούς υπολογισμούς, μιλάμε για στατική τεκμαρτή μεταβλητότητα.

Στόχος μας είναι να μελετήσουμε πως οι παραπάνω συνδυασμοί παρά τους περιορισμούς που επιβάλλουν τα μοντέλα ανταποκρίνονται καλά στις τιμές της αγοράς και κατά πόσο μπορούν να χρησιμοποιηθούν ώστε τελικά ο επενδυτής να μειώσει τον κίνδυνό του.

Για να το πετύχουμε αυτό εφαρμόζουμε τις τεχνικές αυτές σε παράγωγα με διαφορετικό Strike Price , ίδια ληκτότητα και γραμμένα πάνω στον ίδιο δείκτη. Το ίδιο εφαρμόζεται για διάφορες χρονικές στιγμές ώστε το δείγμα να είναι πληρέστερο.

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΩΣ

2. Στρατηγικές Αντιστάθμισης Κινδύνου (Hedging Strategies) και Παράγωγα

Οι στρατηγικές αντιστάθμισης κινδύνου αποτελούνται από μεθόδους αποφυγής των ανεπιθύμητων διακυμάνσεων των τιμών των στοιχείων των αγορών που επηρεάζουν το χαρτοφυλάκιο του εκάστοτε επενδυτή.

Στην αγορά υπάρχει ένα μεγάλο πλήθος επιλογών τις οποίες μπορεί να επιλέξει ο κάθε επενδυτής ώστε να μπορέσει να αντισταθμίσει τον κίνδυνο που έχει αναλάβει. Τα κυριότερα μέσα με τα οποία μπορεί να επιτευχθεί κάτι τέτοιο είναι με τη σωστή χρήση των επιλογών αυτών, οι οποίες αποτελούνται από πληθώρα options, forwards, futures, swaps και ασφαλίσεις.

Η χρήση των παραπάνω εργαλείων σε στρατηγικές αντιστάθμισης κινδύνου γνωρίζει τεράστια άνθιση τα τελευταία χρόνια και συναντάται σε πολύ μεγάλο βαθμό στις στρατηγικές που ακολουθούνται από hedge funds.

2.1 Παράγωγα-Αξιόγραφα

Η πρώτη ιστορική αναφορά που έχουμε για τη χρήση τέτοιων προϊόντων μας έρχεται από τα "Πολιτικά του Αριστοτέλη" (Βιβλίο Ι, κεφάλαιο 11) όπου ο Θαλής ο Μιλήσιος αναφέρεται να προβλέπει την αυξημένη σοδειά του επόμενου έτους και έτσι αποφάσισε την αγορά του δικαιώματος χρήσης των ελαιοτριβείων. Η πρώτη απόπειρα για οργανωμένη διαπραγμάτευση τέτοιων προϊόντων έγινε στο χρηματιστήριο του Άμστερνταμ (Amsterdam Bourse) το 1688 όταν ξεκίνησε η διαπραγμάτευση των πρώτων δικαιωμάτων προαίρεσης πάνω στο βολβό της τουλίπας.

Στις αρχές του 1973 στο Σικάγο να λειτουργεί για πρώτη φορά το πρώτο οργανωμένο χρηματιστήριο παραγώγων από το *Chicago Board of Trades* και το *Chicago Mercantile Exchange*. Στη συνέχεια ακολουθούν αυτή την

επαναστατική τάση και τα χρηματιστήρια της Νέας Υόρκης, του Μόντρεαλ, του Τόκιο κ.ά. Τα τελευταία 20 χρόνια οι αγορές παραγώγων σε ολόκληρο το κόσμο γιγαντώθηκαν.

Το 1999 ιδρύεται το Χρηματιστήριο Παραγώγων Αθηνών από το ελληνικό χρηματιστήριο και αποτελεί την πρώτη οργανωμένη αγορά παραγώγων στην Ελλάδα. Η διαπραγμάτευση των πρώτων προϊόντων ξεκίνησε τον Αύγουστο του ίδιου έτους. Με αυτόν τον τρόπο προσφέρεται στην Ελλάδα η ευκαιρία σε Έλληνες και ξένους επενδυτές να αντισταθμίσουν τον κίνδυνο των επενδύσεών τους χρησιμοποιώντας τυποποιημένα και διαφανή χρηματοοικονομικά εργαλεία.

Οι αγορές παραγώγων είναι αγορές συναλλαγής συμφωνιών σε μελλοντικές αγορές ή πωλήσεις, με κυρίαρχο χαρακτηριστικό την συναλλαγή ευκαιριών κέρδους ή πιθανοτήτων ζημίας πάνω σε έναν συγκεκριμένο τίτλο χωρίς ωστόσο αυτό να επιβάλλει την κτήση του.

Τα παράγωγα λειτουργούν ως προθεσμιακές συμβάσεις μεταξύ προσώπων που διαπραγματεύονται συνεχώς σε οργανωμένη αγορά. Για πολλούς αποτελούν μια απεικόνιση της μελλοντικής τους προσδοκίας για την αξία ενός υποκείμενου χρηματοοικονομικού προϊόντος.

Η τιμή ενός παράγωγου προϊόντος συνδέεται άμεσα με την εξέλιξη της τιμής άλλων, πρωτογενών προϊόντων (underlying assets). Έτσι, τα παράγωγα προϊόντα αναφέρονται σε μετοχές, δείκτες μετοχών, ομολογίες, συνάλλαγμα ή εμπορεύματα. Διεθνώς, τα πιο δημοφιλή παράγωγα προϊόντα που διαπραγματεύονται σε οργανωμένες αγορές είναι τα Συμβόλαια Μελλοντικής Εκπλήρωσης (Futures) και τα Δικαιώματα Προαίρεσης (Options).

Σύμφωνα με έκθεση της Ελληνικής αγοράς παραγώγων τα κίνητρα τα οποία διακρίνουν τους επενδυτές που δρουν σε τέτοιου είδους αγορές διακρίνονται σε τρεις κατηγορίες.

Ως κυριότερη κατηγορία ορίζεται αυτή των αντισταθμιστών κινδύνου (hedgers) οποίοι προσπαθούν με τοποθετήσεις τους σε διάφορα παράγωγα να αντισταθμίσουν θέσεις που έχουν λάβει στην κεφαλαιαγορά.

Ακολουθούν οι κερδοσκόποι οι οποίοι λαμβάνοντας αρκετά υψηλό κίνδυνο προσπαθούν να επωφεληθούν από ευκαιρίες που μπορεί να προκύπτουν στην αγορά ακολουθώντας κάποια στρατηγική.

Και τέλος υπάρχει και η κατηγορία των εξισορροπητικών κερδοσκόπων , οι οποίοι προσπαθούν να εντοπίσουν και να εκμεταλλευτούν διαφορές στις τιμές που προκύπτουν για το ίδιο προϊόν σε διαφορετικές αγορές κερδοσκοπώντας πάνω στο εύρος της απόκλισης τιμής που μπορεί να εμφανιστεί.

2.2 Δικαιώματα Προαίρεσης (Options)

Δικαίωμα προαίρεσης (Option) είναι ένα συμβόλαιο μεταξύ δύο αντισυμβαλλομένων το οποίο όμως έχει μια πιο σύνθετη μορφή από αυτή των Futures ή των Forwards. Σε κάθε συμφωνία τέτοιου είδους ο αγοραστής έχει το δικαίωμα, αλλά όχι την υποχρέωση, να αγοράσει ή να πουλήσει μια συγκεκριμένη ποσότητα του υποκείμενου τίτλου σε προκαθορισμένη τιμή και σε ορισμένη ημερομηνία . Ο πωλητής του δικαιώματος, αυτός δηλαδή που έχει θέση short στο δικαίωμα, σε αντίθεση με τον αγοραστή, είναι υποχρεωμένος να κατέχει στην ιδιοκτησία του τον υποκείμενο τίτλο κατά την ημερομηνία λήξης του δικαιώματος, ώστε να είναι σε θέση να τον μεταβιβάσει στον αγοραστή σε περίπτωση που εξασκηθεί το δικαίωμα. Για τον λόγο αυτό , για το γεγονός δηλαδή κατά το οποίο ο εκδότης ενός τέτοιου δικαιώματος αναλαμβάνει τον κίνδυνο να παραχωρήσει ένα τέτοιο δικαίωμα στον αγοραστή, προκαθορίζεται μια συγκεκριμένη τιμή πώλησης του δικαιώματος κατά την έκδοσή του , η οποία μάλιστα αλλάζει συνεχώς επηρεαζόμενη από τη μεταβλητότητα του υποκείμενου τίτλου.

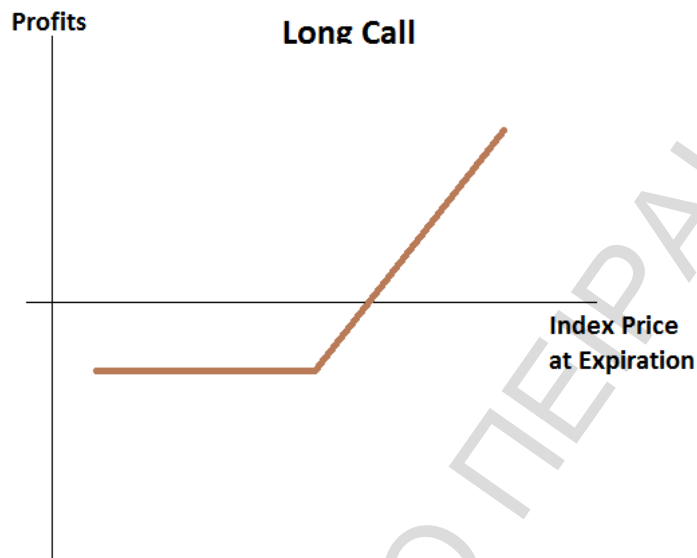
2.3 Αντιστάθμιση Κινδύνου με χρήση Δικαιωμάτων Προαίρεσης

Όπως αναφέρθηκε και νωρίτερα η χρήση των δικαιωμάτων προαίρεσης αποτελεί ένα από τα κυριότερα εργαλεία των επενδυτών για να αντισταθμίσουν τον κίνδυνο των χρηματοοικονομικών τους επενδύσεων. Αυτό επιτυγχάνεται από τη ίδια τη φύση του δικαιώματος προαίρεσης το οποίο όπως δηλώνει και το όνομά του δίνει το δικαίωμα και δεν υποχρεώνει τον επενδυτή να το εξασκήσει εφόσον κρίνει πως δεν τον εξυπηρετεί. Το κόστος κτήσης ενός τέτοιου δικαιώματος δηλώνει στην πραγματικότητα την εσωτερική του αξία ως χρηματοοικονομικό προϊόν. Η εσωτερική αξία ενός τέτοιου δικαιώματος διαμορφώνεται από την διαφορά μεταξύ της τιμής εξάσκησης και της τιμής αγοράς του υποκείμενου περιουσιακού στοιχείου. Επίσης η τιμή ενός δικαιώματος διαμορφώνεται και καθ' όλη τη διάρκεια της ζωής του. Αυτό σημαίνει πως όσο πλησιάζει στην ημερομηνία λήξης-εξάσκησης του η τιμή του θα αυξάνει ή θα μειώνεται αναλόγως με το αν πρόκειται να εξασκηθεί ή όχι.

Όπως ακριβώς συμβαίνει και με τα futures (συμβόλαια μελλοντικής εκπλήρωσης) ο επενδυτής μπορεί να πάρει δύο θέσεις long ή short.

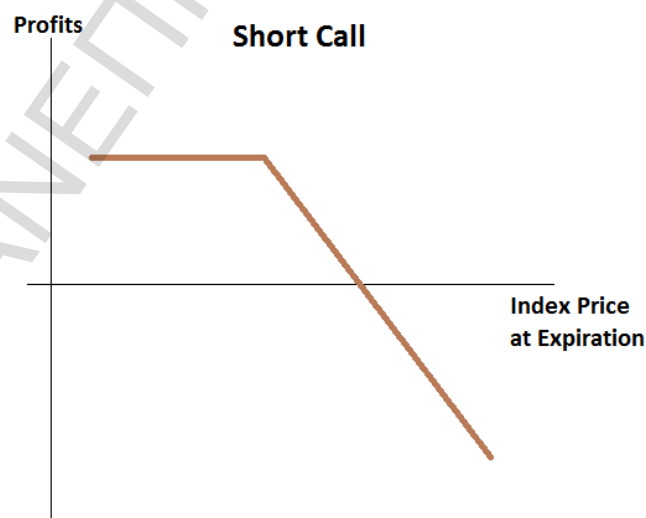
Υπάρχουν τέσσερις βασικές θέσεις στην αγορά δικαιωμάτων. Μέσα από αυτές μπορεί κάποιος να φτιάξει πολύ περισσότερες και πιο σύνθετες. Οι βασικές θέσεις είναι οι εξής:

1. **Long call** όπου κάποιος αγοράζει το δικαίωμα να αγοράσει ένα πλήθος τίτλων ή μία προκαθορισμένη ποσότητα ενός αγαθού, σε μία προκαθορισμένη ημερομηνία στο μέλλον, σε μία προκαθορισμένη τιμή συναλλαγής,



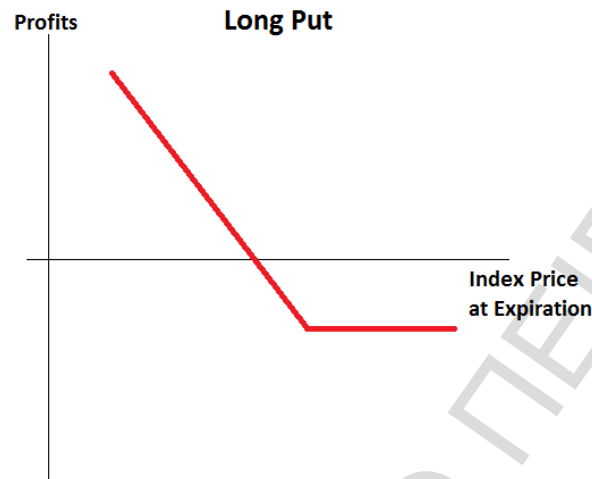
2.1 Γραφική Αναπαράσταση Απόδοσης Αγοράς ενός Call Option

2. **short call** όπου κάποιος πωλεί το δικαίωμα αγοράς. Σε αυτή τη θέση ο επενδυτής είναι υποχρεωμένος να πωλήσει ένα πλήθος τίτλων ή μια προκαθορισμένη ποσότητα ενός αγαθού, σε μία προκαθορισμένη ημερομηνία στο μέλλον, σε μία προκαθορισμένη τιμή συναλλαγής,



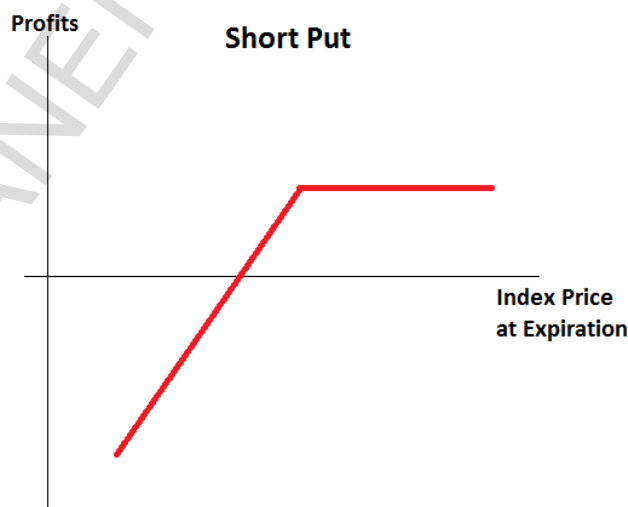
2.2 Γραφική Αναπαράσταση Απόδοσης Πώλησης ενός Call Option

3. **long put**, όπου κάποιος αγοράζει το δικαίωμα να πωλήσει ένα πλήθος τίτλων ή μία προκαθορισμένη ποσότητα ενός αγαθού, σε μία προκαθορισμένη ημερομηνία στο μέλλον, σε μία προκαθορισμένη τιμή συναλλαγής



2.3 Γραφική Αναπαράσταση Απόδοσης Αγοράς ενός Put Option

4. **short put**, όπου κάποιος πουλάει το δικαίωμα να πωλήσει ένα πλήθος τίτλων ή μία προκαθορισμένη ποσότητα ενός αγαθού, σε μία προκαθορισμένη ημερομηνία στο μέλλον, σε μία προκαθορισμένη τιμή συναλλαγής. Σε αυτή τη θέση ο επενδυτής είναι υποχρεωμένος να αγοράσει τη προκαθορισμένη ποσότητα του αγαθού σύμφωνα με τους όρους του συμβολαίου.



2.4 Γραφική Αναπαράσταση Απόδοσης Πώλησης ενός Put Option

Τα δικαιώματα προαίρεσης διακρίνονται σε δύο τύπους. Σε αυτά που μπορούν να εξασκηθούν ανά πάσα στιγμή και σε αυτά τα οποία η ημερομηνία λήξης τους ορίζεται και ως η μοναδική ημερομηνία εξάσκησης τους. Ο πρώτος τύπος ονομάζεται Δικαίωμα Αμερικάνικου τύπου και ο δεύτερος Δικαίωμα Ευρωπαϊκού τύπου.

Στην παρούσα εργασία εξετάζουμε μόνο με δικαιώματα Ευρωπαϊκού τύπου.

2.4 Λίγα λόγια για το Delta Hedging

Όταν ένας επενδυτής πουλάει ένα παράγωγο, αναλαμβάνει τον κίνδυνο το παράγωγο να εξασκηθεί και να αναγκαστεί να το πληρώσει.

Αν για παράδειγμα ένας επενδυτής πουλήσει ένα δικαίωμα αγοράς σήμερα, πέραν του ότι θα λάβει ένα χρηματικό αντίτιμο για αυτή την πώληση (την αξία του αξιογράφου σήμερα), σε περίπτωση που το συγκεκριμένο αξιόγραφο εξασκηθεί τη χρονική στιγμή T (χρόνος λήξης αξιογράφου) θα είναι υποχρεωμένος να πληρώσει την τιμή του υποκείμενου χρηματοοικονομικού προϊόντος μείων το Strike Price του αξιογράφου ($\max\{S(T)-K, 0\}$).

Όπως βλέπουμε λοιπόν η σχέση ενός αξιογράφου και του υποκείμενου χρηματοοικονομικού προϊόντος είναι άρρηκτη. Το γεγονός αυτό γεννά και την ιδέα πως η χρήση του υποκείμενου χρηματοοικονομικού προϊόντος (underlying asset) μπορεί να αποτελέσει και το κυριότερο μέσο αντιστάθμισης του κινδύνου στον οποίο εκτίθεται ο εκδότης του παραγώγου.

Η γνωστότερη τεχνική αντιστάθμισης τέτοιου είδους κινδύνου ονομάζεται Delta Hedging από το Ελληνικό γράμμα Δ και σύμφωνα με την οποία ο επενδυτής πρέπει να αγοράσει (long) ή να πουλήσει (short) ένα μέρος του υποκείμενου χρηματοοικονομικού προϊόντος. Ο τύπος που εκφράζει το D είναι ο ακόλουθος:

$$\Delta = \frac{\partial P}{\partial S} \quad (1)$$

Όπως φαίνεται λοιπόν και από τον παραπάνω τύπο το Δ ισούται με το πηλίκο της μερικής παραγώγου της τιμής του δικαιώματος προς τη μερική παράγωγο της τιμής του υποκείμενου χρηματοοικονομικού προϊόντος τη δεδομένη χρονική στιγμή, ή αλλιώς δηλώνει το ρυθμό μεταβολής των προαναφερθέντων παραγόντων.

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΩΣ

2.5 Το Διωνυμικό Δένδρο και το Διωνυμικό Μοντέλο Τιμολόγησης Δικαιωμάτων Προαίρεσης (Binomial Pricing Model)

2.5.1 Το Διωνυμικό Δένδρο Τιμών

Το διωνυμικό δένδρο τιμών αποτελεί μία διαγραμματική αναπαράσταση των πιθανών κινήσεων του εξεταζόμενου αντικειμένου. Στο συγκεκριμένο μοντέλο το πλήθος των κινήσεων μπορεί να είναι δύο ανά χρονική μονάδα και η κάθε κίνηση συμβαίνει με μία προκαθορισμένη πιθανότητα.

2.5.2 Προσαρμόζοντας το Διωνυμικό Δένδρο

Το αντικείμενο μελέτης της παρούσας εργασίας αφορά τα παράγωγα χρηματοοικονομικών προϊόντων και επομένως τα διωνυμικά δένδρα που θα χρησιμοποιηθούν αφορούν την αναπαράσταση τιμών μετοχών ή δεικτών.

Το κάθε κλαδί του δένδρου αφορά ένα ισοπίθανο (με πιθανότητα 50%) ενδεχόμενο αύξησης ή μείωσης της τιμής του εξεταζόμενου χρηματοοικονομικού προϊόντος. Αυτό αφορά μια προσέγγιση της αλήθειας κάτι που σημαίνει πως όταν έρθει η επόμενη χρονική στιγμή και πραγματοποιηθεί η νέα τιμή του χρηματοοικονομικού προϊόντος το πιθανότερο είναι να μην είναι κάποια από τις δύο.

Το χρονικό διάστημα μετάβασης από τη μία κατάσταση στην επόμενη (βήμα δένδρου) ταυτίζεται με τις χρονικές μονάδες που εξετάζουμε στο μοντέλο μας (στην παρούσα μελέτη γίνεται χρήση εβδομαδιαίων δεδομένων).

Η ποσοστιαία άνοδος ή μείωση κάθε χρονική στιγμή στην επόμενη καθορίζεται από τον τρόπο που ο αναλυτής εκτιμά την μεταβλητότητα του underlying asset (στο παρακάτω παράδειγμα είναι σταθερή και ορίζεται από τον επενδυτή).

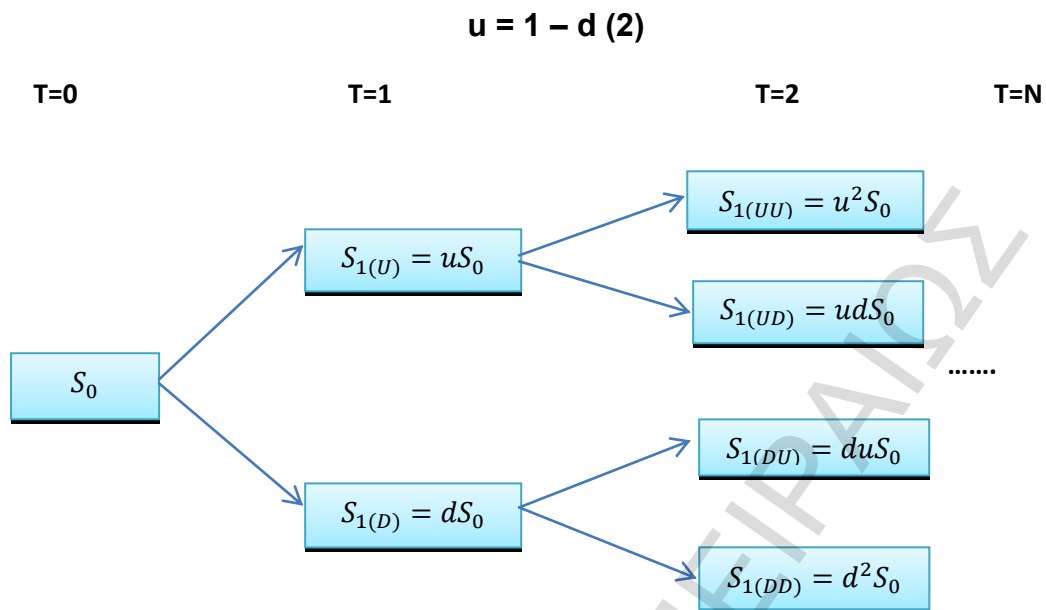
Το βάθος του δένδρου εξαρτάται από το χρόνο ωρίμανσης-λήξης του χρηματοοικονομικού παραγώγου που εξετάζουμε. Αν για παράδειγμα εξετάζουμε ένα derivative ωρίμανσης 9 εβδομάδων τότε το παραγόμενο διωνυμικό δένδρο θα έχει βάθος 9, $2^{10} - 1$ πιθανές τιμές (μαζί με την ρίζα του δένδρου) καθώς και 2^{10-1} πιθανές τιμές την τελευταία χρονική στιγμή.

Ο λόγος που το βάθος του δένδρου πρέπει να ταυτίζεται με το χρόνο ωρίμανσης του παραγώγου, είναι πως για να γίνει η σωστή τιμολόγηση του παραγώγου θα πρέπει να γίνει χρήση του διωνυμικού δένδρου του underlying asset του παραγώγου από τη χρονική στιγμή που λήγει το παράγωγο και διαδοχικά προς τα πίσω.

Σκοπός όμως αυτής της εργασίας όπως έχει αναφερθεί και νωρίτερα δεν είναι να γίνει μόνο η τιμολόγηση του παραγώγου αλλά να γίνει η αξιολόγηση των μεθόδων αντιστάθμισης κινδύνου αυτών των έτσι ώστε να μειωθεί στο μέγιστο ο κίνδυνος που αντιμετωπίζει ο επενδυτής. Κάτι τέτοιο σημαίνει πως εφαρμόζουμε τις τεχνικές σε γνωστά ιστορικά δεδομένα ώστε να γίνει σωστά η αξιολόγηση.

Πιο συγκεκριμένα το διωνυμικό δένδρο παρότι από την πρώτη χρονική στιγμή θα έχει παραχθεί με βάθος το χρόνο λήξης (T) του παραγώγου, την επόμενη χρονική στιγμή θα πρέπει να ξαναφτιαχτεί με αρχική τιμή πλέον την πραγματοποιηθείσα τιμή και βάθος (T-1). Η ίδια διαδικασία θα συνεχιστεί μέχρι την λήξη του παραγώγου.

Γενικότερα ισχύει η ακόλουθη δομή:



S_0 : Η τιμή του underlying asset τη χρονική στιγμή 0

u : Η τιμή της ποσοστιαίας αύξησης

d : Η τιμή της ποσοστιαίας μείωσης

2.5 Δομή Διωνυμικού Δένδρου

Στη συνέχεια αναφέρεται και ένα χαρακτηριστικό παράδειγμα ως εμπειρική επεξήγηση :

Παράδειγμα:

Έστω ένα παράγωγο σε έναν δείκτη το οποίο λήγει σε 3 εβδομάδες .

Έστω η τρέχουσα (σημερινή) τιμή του δείκτη 1138,35 ν.μ.

Έστω οι μελλοντικές τιμές που θα πραγματοποιηθούν 1156,57 ,
1171,06 , 1169,04.

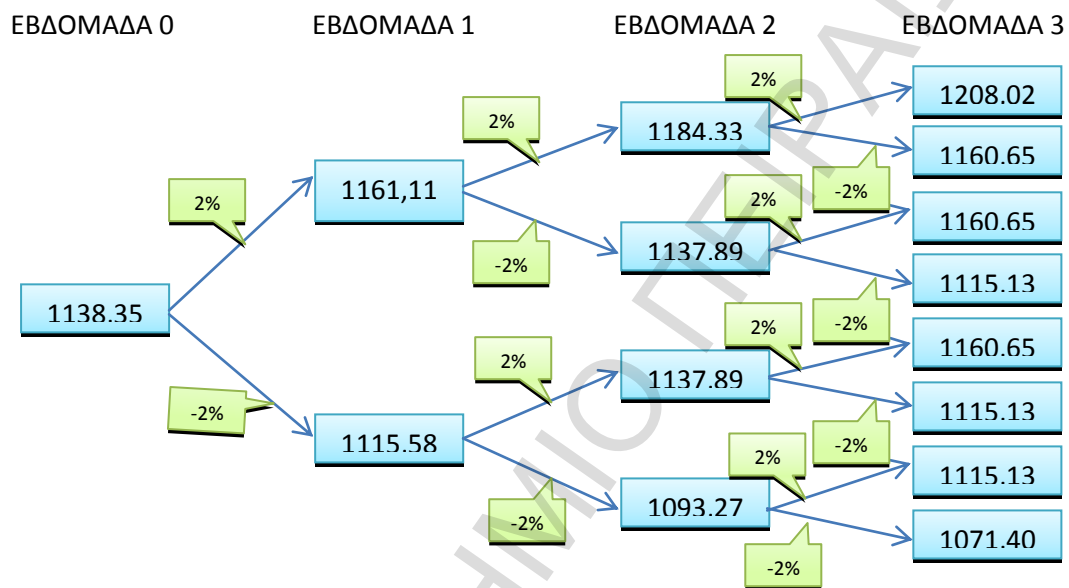
Το σύνολο των πιθανών τιμών που θα έχει το δένδρο θα είναι $2^4 - 1 = 15$ και το πλήθος των πιθανών τιμών του την τελευταία χρονική στιγμή $2^3 = 8$

Τα πλήθος των δένδρων που θα πρέπει να κατασκευαστεί θα πρέπει να είναι ίσο με το χρόνο ωρίμανσης του παραγώγου, δηλαδή 3

Ποσοστιαία μεταβολή της τιμής ανά χρονική στιγμή 2%

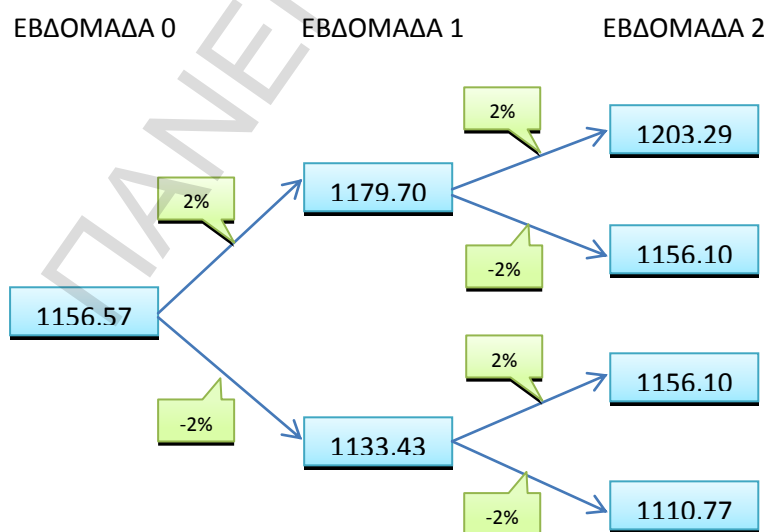
Υπολειπόμενες Εβδομάδες 3

Τρέχουσα τιμή 1138,35 ν.μ.



Υπολειπόμενες Εβδομάδες 2

Τρέχουσα τιμή 1156,57 ν.μ.

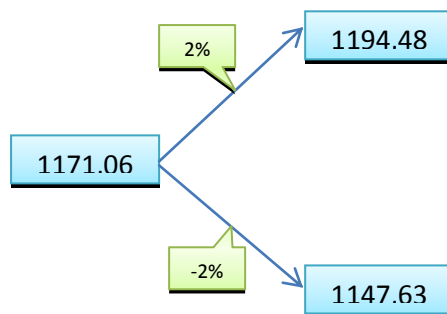


Υπολειπόμενες Εβδομάδες 1

Τρέχουσα τιμή 1171,06 ν.μ.

ΕΒΔΟΜΑΔΑ 0

ΕΒΔΟΜΑΔΑ 1

Υπολειπόμενες Εβδομάδες 0

Τρέχουσα τιμή 1169,04 ν.μ.

ΕΒΔΟΜΑΔΑ 0

1169.04

2.5.3. Το Διωνυμικό Μοντέλο Τιμολόγησης Δικαιωμάτων Προαίρεσης

Η χρήση του Διωνυμικού Υποδείγματος αποτελεί μία από τις απλούστερες μεθόδους τιμολόγησης παραγώγων. Η πρώτη παρουσίασή του γίνεται από τους Cox, Ross και Rubinstein το 1979 (Cox, J. C.; Ross, S. A.; Rubinstein, M. (1979). "Option pricing: A simplified approach". Journal of Financial Economics). Η λογική του είναι απλή αλλά στη βάση του στηρίζονται πολύ πιο σύνθετες πρακτικές τιμολόγησης και αντιστάθμισης κινδύνου σε πλήρεις αγορές, οι οποίες θα αναλυθούν και στη συνέχεια π.χ. Black Scholes κλπ.

Παραδοχές και προϋποθέσεις

Η εφαρμογή του Διωνυμικού Μοντέλου γίνεται σε περιβάλλον ουδέτερου κινδύνου (risk neutral) και για να λειτουργήσει χρειάζεται να γίνει χρήση του διωνυμικού δένδρου όπως παρουσιάστηκε προηγουμένως.

Το μοντέλο επιβάλλει την ύπαρξη δύο αξιογράφων. Ενός ριψοκίνδυνου και ενός ακίνδυνου. Το ριψοκίνδυνο μπορεί να είναι ένα χρηματοοικονομικό προϊόν όπως για παράδειγμα μια μετοχή ή ένας χρηματιστηριακός δείκτης ενώ το ακίνδυνο αφορά τον δανεισμό του επενδυτή με κάποιο επιτόκιο r .

Μια ακόμη παραδοχή που πρέπει να κάνουμε είναι πως η αγορά στην οποία θα εφαρμόσουμε το συγκεκριμένο μοντέλο, επιτρέπει να γίνεται Short – selling (ανοιχτή πώληση) και μάλιστα χωρίς περιορισμούς μεγέθους.

Επιπλέον πρέπει να υποθέσουμε πως ο κάθε επενδυτής μπορεί να αγοράσει/πουλήσει ακόμη και δεκαδικό πλήθος χρηματοοικονομικών προϊόντων.

Και τέλος δεν λαμβάνονται υπόψη τα κόστη συναλλαγών (transactions costs) ή είναι ίσα με μηδέν.

2.5.4 Διωνυμικό Μοντέλο Μιας Περιόδου

Λαμβάνοντας λοιπόν υπόψη τα παραπάνω υποθέτουμε την ύπαρξη ενός επενδυτή ο οποίος σήμερα αγοράζει Δ_0 πλήθος αξιογράφων ενός χρηματοοικονομικού προϊόντος τρέχουσας αξίας S_0 και ταυτόχρονα δανείζεται B_0 ν.μ.

Αυτομάτως έχει δημιουργηθεί ένα χαρτοφυλάκιο αξίας:

$$x_0 = \Delta_0 S_0 + B_0 \quad (3)$$

Την επόμενη χρονική περίοδο ($T=1$) η αξία του χαρτοφυλακίου του επενδυτή έχει μεταβληθεί ως εξής:

$$x_1 = \Delta_0 S_1 + B_1$$

Κάνοντας χρήση του Διωνυμικού Δένδρου όπως αναφέρθηκε νωρίτερα το S_1 μπορεί να πάρει δύο πιθανές τιμές.

Σε περίπτωση ανόδου την τιμή:

$$S_1 = uS_0 \quad (4)$$

Και σε περίπτωση πτώσης την τιμή :

$$S_1 = dS_0 \quad (5)$$

Το ποσό δανεισμού:

$$B_1 = B_0(1 + r) \quad (6)$$

Επομένως ο επενδυτής τη χρονική στιγμή $T=1$ θα έχει ένα χαρτοφυλάκιο αξίας :

$$x_{1(UP)} = \Delta_0 uS_0 + B_0(1 + r) \quad (\text{περίπτωση ανόδου})$$

$$x_{1(DOWN)} = \Delta_0 dS_0 + B_0(1 + r) \quad (\text{περίπτωση πτώσης})$$

2.5.5 Τιμολόγηση Νέων Αξιογράφων

Προηγουμένως η τιμή S_0 του αξιογράφου ήταν τιμολογημένη από την ίδια την αγορά (προσφορά – ζήτηση). Ωστόσο η λογική του προηγούμενου μοντέλου βοηθάει στην τιμολόγηση αξιογράφων τα οποία τώρα εισάγονται στην αγορά και δεν έχουν ακόμη κάποια τιμή και τα μόνα γνωστά στοιχεία του είναι η απόδοσή του τη χρονική στιγμή $T=1$.

Έστω λοιπόν ότι το αναφερόμενο αξιόγραφο είναι ένα νεοεισερχόμενο call option το οποίο αναφέρεται σε έναν δείκτη τρέχουσας αξίας S_0 και η απόδοσής του τη χρονική στιγμή $T=1$ $V_1 = \max(0, S_1 - K)$ και K η τιμή εξάσκησης (strike price). Αναζητούμε να βρούμε την τιμή του V_0 . Την τιμή δηλαδή που θα πρέπει να έχει το αξιόγραφο σήμερα. Για να το υπολογίσουμε αυτό κάνουμε το εξής. Υποθέτουμε πως ο επενδυτής επιθυμεί να εξαλείψει πλήρως τον κίνδυνο που αντιμετωπίζει, τον κίνδυνο δηλαδή στη λήξη του αξιογράφου να βρεθεί με χρέος. Επομένως τον χρόνο $T=1$ θα έχει ένα χαρτοφυλάκιο αξίας $V_{1(UP)} = \Delta_0 u S_0 + B_0(1+r)$ ή $V_{1(DOWN)} = \Delta_0 d S_0 + B_0(1+r)$. Αυτό επιτυγχάνεται αν εξισώσουμε τα δύο πιθανά χαρτοφυλάκια που υπολογίσαμε νωρίτερα (ανόδου-πτώσης).

Λύνοντας λοιπόν το παρακάτω σύστημα έχουμε:

$$V_{1(UP)} = \Delta_0 u S_0 + B_0(1+r)$$

$$V_{1(DOWN)} = \Delta_0 d S_0 + B_0(1+r)$$

$$\Delta_0 = \frac{V_{1(UP)} - V_{1(DOWN)}}{u S_0 - d S_0}$$

Και

$$B_0 = \frac{u V_{1(DOWN)} - d V_{1(UP)}}{(u-d)(1+r)}$$

$$\Rightarrow V_0 = \frac{1}{1+r} \left(\frac{(1+r)-d}{u-d} V_{1(UP)} + \frac{u-(1+r)}{u-d} V_{1(DOWN)} \right) \quad (7)$$

2.5.6 Γενικότερα για την αντιστάθμιση κινδύνου στο Διωνυμικό Μοντέλο (Binomial Delta Hedging)

Η μέθοδος που χρησιμοποιείται στην αντιστάθμιση κινδύνου διωνυμικών υποδειγμάτων ακολουθεί μια απλουστευμένη λογική κατά την οποία οι καταστάσεις στις οποίες μπορεί να βρίσκεται η τιμή του underlying asset και κατ'επέκταση και του παραγώγου είναι μόνο δύο. Εφόσον λοιπόν για τη χρονική στιγμή t τα ενδεχόμενα είναι δύο, εάν υποθέσουμε πως βρισκόμαστε τη χρονική στιγμή $t-1$ θα μπορούσαμε να εξισώσουμε τις δύο μελλοντικές καταστάσεις ώστε να υπολογίσουμε σήμερα τι πρέπει να ισχύει ώστε αύριο να είναι το ίδιο για μας οποιοδήποτε ενδεχόμενο και αν πραγματοποιηθεί.

Αυτό θα μας διέγραφε πλήρως τον κίνδυνο της επένδυσής μας, έχοντας μόνο να λύσουμε ένα σύστημα δύο εξισώσεων. Το πρόβλημα είναι το πλήθος των αγνώστων. Θα ήταν πολύ βολικό αν οι άγνωστοι ήταν μόνο δύο. Σε αυτό βοηθάει η υιοθέτηση της επενδυτικής στρατηγικής να αγοράσουμε το underlying asset πάνω στο οποίο έχει γραφτεί το παράγωγο που πραγματευόμαστε. Με τον τρόπο αυτό καταφέρνουμε να περιορίσουμε τα άγνωστα στοιχεία της επένδυσής μας σε δύο, το πλήθος (Δ) των underlying assets που πρέπει να αγοράσουμε καθώς και το ποσό που θα πρέπει να δανειστούμε (B) ώστε να κάνουμε αυτή την αγορά.

Λύνοντας αυτό το σύστημα δύο εξισώσεων με δύο αγνώστους μπορούμε να ξέρουμε ανά πάσα στιγμή ποια θα πρέπει να είναι η θέση μας ώστε να εξαφανίσουμε πλήρως τον κίνδυνο της επένδυσής μας.

2.5.7 Διωνυμικό Μοντέλο Δύο ή περισσότερων Περιόδων

Η παραδοχή του διωνυμικού μοντέλου για μια περίοδο αποτελεί μια πολύ απλουστευμένη προσέγγιση του προβλήματος, της οποίας όμως η γενίκευση αποτελεί τη βάση για την επίλυση δυσκολότερων ενδεχομένων.

Στηριζόμενοι στο μοντέλο μιας περιόδου μπορούμε να προχωρήσουμε στην υλοποίηση μοντέλων δύο ή και περισσότερων περιόδων. Η εφαρμογή στο διωνυμικό δένδρο πολλών περιόδων έγινε νωρίτερα, επομένως αυτό που πρέπει να υπολογιστεί είναι η τιμολόγηση νέων χρηματοοικονομικών προϊόντων τα οποία εισάγονται στην αγορά, δεν έχουν τιμολογηθεί και ο χρόνος λήξης τους είναι μεγαλύτερος της 1 χρονικής μονάδας.

Πιο συγκεκριμένα η τιμολόγηση τέτοιων προϊόντων γίνεται διαδοχικά ξεκινώντας από την ημερομηνία λήξης τους έως και την τρέχουσα ημερομηνία με βήμα κάθε φορά μίας χρονικής μονάδας (backwards in time) και υπολογίζοντας κάθε χρονική στιγμή της αξία τους μέχρι να υπολογιστεί και η τρέχουσα αξία τους, οπότε και ολοκληρώνεται η διαδικασία.

Στην συνέχεια ακολουθεί ενδεικτικό παράδειγμα για καλύτερη κατανόηση της σχετικής διαδικασίας.

Παράδειγμα:

ΓΕΝΙΚΟΣ ΔΕΙΚΤΗΣ ΤΙΜΕΣ

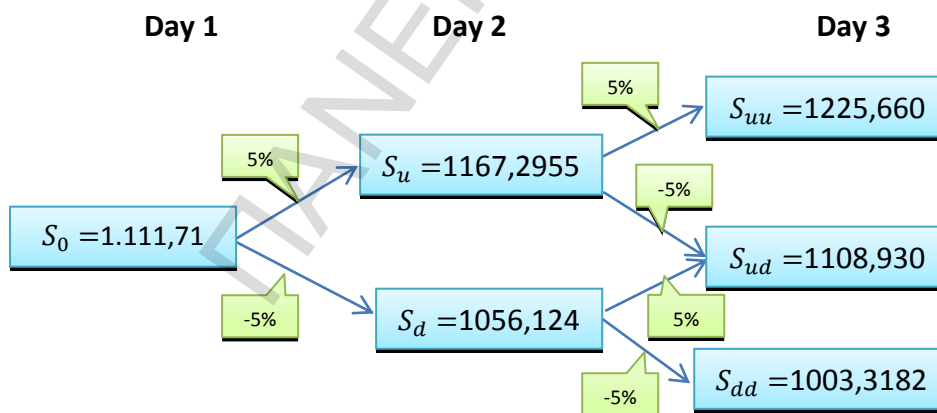
DATE	PRICE
09/10/2013	1.111,71
10/10/2013	1.124,28
11/10/2013	1.109,20

$u=0.05$, $d=0.05$, r ημερήσιο = 0,0075, $V_t = \max(0, S_t - K)$ απόδοση , Short a call Option , K strike Price =1.115 (αυθαίρετη τιμή)

Όπου Δ πλήθος μετοχών και B ο δανεισμός , S οι τιμές του δείκτη και X οι τιμές του αξιόγραφου

DAYS LEFT 3

Calculated Underlying Asset Prices



$$\Leftrightarrow B_u = -1043,4467617866004962779156327543$$

$$X_u = \Delta_u S_u + B_{11} = 0,94800566780219747270506911060653 * 1167,2955 - 1043,4467617866004962779156327543 = 1106,60275 - 1043,4467617866004962779156327543 = 63,1559882134 \text{ (day 2)}$$

Και

$$X_d = \Delta_u S_u + B_d = 0$$

$$X_u = \Delta_0 S_u + B_0(1+r) = \Delta_0 1167,2955 + B_0(1+0,0075) = 63,1559882134$$

Και

$$X_d = \Delta_0 S_d + B_0(1+r) = \Delta_0 1056,1245 + B_0(1+0,0075) = 0$$

$$\Leftrightarrow \Delta_0 1167,2955 - \Delta_0 1056,1245 + B_0(1+0,0075) - B_0(1+0,0075) = 63,1559882134$$

$$\Leftrightarrow \Delta_0 111,171 = 63,1559882134$$

$$\Leftrightarrow \Delta_0 = 0,56809768926608557987244875012368$$

$$\Leftrightarrow \Delta_0 1056,1245 + B_0(1+0,0075) = 0 \Rightarrow$$

$$\Leftrightarrow 0,56809768926608557987244875012368 * 1056,1245 + B_0(1+0,0075) = 0$$

$$\Leftrightarrow B_0 1,0075 = -599,9818880273$$

$$\Leftrightarrow B_0 = -595,51552161518610421836228287841$$

$$\Delta_0 S_0 + B_0 = V_0$$

$$X_0 = 0,56809768926608557987244875012368 * 1.111,71 -$$

$$595,51552161518610421836228287841 = 631,559882134 -$$

$$595,51552161518610421836228287841 = 36,044360518813895781637717121586$$

2.6 Το Μοντέλο Τιμολόγησης Black-Scholes-Merton

Ένα από τα γνωστότερα μοντέλα αποτίμησης δικαιωμάτων προαίρεσης είναι το υπόδειγμα που ανέπτυξαν αρχικά οι Black και Scholes και επέκτεινε στην συνέχεια ο Merton ("The Pricing of Options and Corporate Liabilities", published in the Journal of Political Economy 1973) . Για τη συγκεκριμένη τους εργασία οι Merton και Scholes κέρδισαν το 1997 το βραβείο Νόμπελ στα Οικονομικά.

Από τότε έχουν αναπτυχθεί και άλλα μοντέλα που επιχειρούν να επιτύχουν μια ακριβέστερη αποτίμηση των δικαιωμάτων προαίρεσης , αλλά μπορούμε να διαπιστώσουμε πως τα περισσότερα από αυτά αποτελούν μια επέκταση του ήδη γνωστού μοντέλου των Black, Scholes και Merton.

Η κεντρική ιδέα πίσω από την αποτίμηση ενός δικαιώματος προαίρεσης σύμφωνα με την Black-Scholes-Merton formula είναι πως η τιμή του εξαρτάται έμμεσα από την τιμή του υποκείμενου χρηματοοικονομικού προϊόντος (underlying asset) . Στηριζόμενη στο φαινόμενο του τυχαίου περιπάτου (random walk) , το συγκεκριμένο υπόδειγμα υποστηρίζει πως η κίνηση των χρηματοοικονομικών προϊόντων ακολουθεί μια στοχαστική διαδικασία, κατά συνέπεια η τιμή την χρονική στιγμή T δεν εξαρτάται από την τιμή τη χρονική στιγμή $T-1$.

Πρέπει να σημειωθεί πως παρά το γεγονός το μοντέλο αναφέρεται συνεχώς σε call options , μπορεί να εφαρμοστεί με την ίδια επιτυχία και σε put options αν και μπορούν πολύ εύκολα να υπολογιστούν μέσω του put call parity εφόσον έχει ήδη υπολογιστεί το call option.

Παραδοχές και προϋποθέσεις

Η Black-Scholes-Merton formula θέτει κάποιους περιορισμούς οι οποίοι δυσκολεύουν τη χρήση της σε πραγματικά δεδομένα.

Η υπόθεση της σταθερής διακύμανσης αποτελεί τον κυριότερο προβληματισμό που τίθεται κατά τη χρήση της συγκεκριμένης μεθόδου. Κάτι τέτοιο μπορεί να προκαλέσει λανθασμένες εκτιμήσεις και εσφαλμένα αποτελέσματα.

Για το λόγο αυτό επιλέχθηκε στην παρούσα εργασία να γίνει χρήση της μεθόδου Black , Sholes , Merton με χρήση διαφόρων προσεγγίσεων της μεταβλητότητας ώστε να διαπιστωθεί ποια είναι αποδοτικότερη.

Άλλοι περιορισμοί που θέτει το μοντέλο είναι:

- -το αναφερόμενο επιτόκιο είναι το risk free rate
- -μπορεί να εφαρμοστεί μόνο στο παράγωγα Ευρωπαϊκού τύπου
- -δεν πληρώνεται κάποιο μέρισμα κατά τη διάρκεια ζωής του αναφερόμενου χρηματοοικονομικού προϊόντος.
- -δεν μπορούν να προκύψουν ευκαιρίες arbitrage στην αγορά που συναλλάσσεται το τιμολογούμενο προϊόν (efficient market)
- -υπάρχει η δυνατότητα δανεισμού και δανειοδότησης οποιουδήποτε ποσού με σταθερό επιτόκιο το risk free rate
- -προϋποθέτει τη δυνατότητα αγορά και πώλησης χρηματοοικονομικών προϊόντων σε οποιοδήποτε μέγεθος ακόμη και αν πρόκειται για δεκαδικό αριθμό
- -και τέλος δεν λαμβάνονται υπόψη τα κόστη συναλλαγών.

2.6.1 Black – Scholes -Merton Formula

Η Black, Sholes, Merton formula αποτελείται από τρία μέρη. Την κύρια εξίσωση και δύο τύπους για τον υπολογισμό των παραμέτρων d_1 και d_2 .

Η κεντρική εξίσωση περιγράφει πως η τιμή ενός Ευρωπαϊκού τύπου δικαιώματος αγοράς (call option) με χρόνο λήξης T και με τιμή υποκείμενου χρηματοοικονομικού προϊόντος S ισούται με τη διαφορά του γινομένου της κανονικής κατανομής της προαναφερθείσας παραμέτρου d_1 με την τιμή S και της κανονικής κατανομής της προαναφερθείσας παραμέτρου d_2 με την τιμή άσκησης του δικαιώματος και διαιρούμενο με το e υψωμένο στο γινόμενο του επιτοκίου με το τον εναπομείναν χρόνο ληκτότητας.

Η τιμολόγηση ενός call option :

$$c(S,t) = N(d_1) S - N(d_2)Ke^{-r(T-t)} \quad (8)$$

Και

Η τιμολόγηση ενός put option :

$$p(S,t) = N(-d_2)Ke^{-r(T-t)} - N(-d_1) S \quad (9)$$

Οι παράμετροι d_1 και d_2 περιγράφονται από τις ακόλουθες μαθηματικές εξισώσεις:

$$d_1 = \frac{\ln\left(\frac{S(t)}{K}\right) + \left(r + \frac{\sigma^2}{2}\right)(T-t)}{\sigma\sqrt{T-t}} \quad (10)$$

και

$$d_2 = \frac{\ln\left(\frac{S(t)}{K}\right) + \left(r + \frac{\sigma^2}{2}\right)(T-t)}{\sigma\sqrt{T-t}} = d_1 - \sigma\sqrt{T-t} \quad (11)$$

Παράδειγμα:

Έστω $S(0) = 9.3$, $K = 10$, $r = 1\%$, $\sigma = 35.32\%$ και $T-t = 90$ ημέρες

$$d_1 = \frac{\ln\left(\frac{9.3}{10}\right) + \left(0.01 + \frac{0.3532^2}{2}\right)(90/252)}{0.353\sqrt{90/252}} = -0,223$$

και

$$d_2 = d_1 - 0,3532\sqrt{\frac{90}{252}} = -0,434$$

και με τη χρήση της πρώτης εξίσωσης της φόρμουλας βρίσκουμε την τιμή του call option σήμερα:

$$c(0) = 9,3 \cdot 0,412 - 10 \cdot 0,332 \cdot e^{-0.01 \cdot (90/252)} = 0.52$$

2.7 Η Μεταβλητότητα (Volatility)

Ως μεταβλητότητα (volatility) ενός χρηματοοικονομικού προϊόντος ορίζουμε την παράμετρο εκείνη που μετράει το πόσο σημαντικές είναι οι διακυμάνσεις στην τιμή του για κάθε χρονική μονάδα, ανεξαρτήτως της κατεύθυνσης στην οποία αυτή κινείται.

Υψηλή-μεγάλη μεταβλητότητα σημαίνει πως πως οι τιμές που μπορεί να λάβει το υπό εξέταση χρηματοοικονομικό προϊόν (μετχές, δείκτες, κλπ) παρουσιάζουν έντονες μεταβολές και κινούνται μακριά από τη μέση τιμή του.

Χαμηλή-μικρή μεταβλητότητα σημαίνει πως οι διακυμάνσεις γύρω από το μέσο του υποκείμενου χρηματοοικονομικού προϊόντος είναι μικρές.

Γενικότερα παρατηρούμε ότι :

Όσο μεγαλύτερη η μεταβλητότητα, τόσο ακριβότερο πρέπει να είναι ένα Δικαίωμα αγοράς ή Πώλησης. Αυτό, συμβαίνει, διότι εάν η μετοχή/δείκτης έχει μεγάλη μεταβλητότητα, τότε φτάνει πιο εύκολα στην τιμή στόχο του συμβολαίου. Άρα δίνει μεγαλύτερη πιθανότητα κέρδους στον αγοραστή του συμβολαίου (και αντίστοιχα μεγαλύτερο ρίσκο στον πωλητή). Για το λόγο αυτό το premium που πρέπει να πληρώσει ο αγοραστής στον πωλητή πρέπει να είναι μεγαλύτερο.

Ο αγοραστής ενός συμβολαίου (είτε Δικαίωμα Αγοράς είτε Δικαίωμα Πώλησης) ευνοείται από αύξηση της μεταβλητότητας στο μέλλον. Αυτό γιατί εάν η μεταβλητότητα αυξηθεί, τότε η αξία του συμβολαίου αυξάνεται. Άρα ο αγοραστής ευνοείται. Αντίστοιχα ο πωλητής βλάπτεται.

Ο πωλητής ενός συμβολαίου (είτε Δικαίωμα Αγοράς είτε Δικαίωμα Πώλησης) ευνοείται από μείωση της μεταβλητότητας. Εάν η μεταβλητότητα μειωθεί τότε η αξία του συμβολαίου μειώνεται. Επομένως ο αγοραστής βλάπτεται και ο πωλητής ευνοείται.

2.7.1 Εκτιμώμενη Μεταβλητότητα (Estimated Volatility)

Μια από τις γνωστότερες μεθόδους υπολογισμού της μεταβλητότητας είναι αυτή της Εκτιμώμενης μεταβλητότητας. Σύμφωνα με αυτή τη μέθοδο υπολογίζουμε τη μεταβλητότητα που παρουσίασε το χρηματοοικονομικό προϊόν που εξετάζουμε στο παρελθόν με την χρήση ιστορικών δεδομένων και υποθέτουμε πως και μελλοντικά θα συνεχίσει να ακολουθεί την ίδια.

Η Εκτιμώμενη μεταβλητότητα ορίζεται ως η τυπική απόκλιση των λογαριθμικών μεταβολών των τιμών μετρημένες σε διακριτά τακτά χρονικά διαστήματα.

Ο τύπου που περιγράφει την Εκτιμώμενη μεταβλητότητα είναι :

Εκτιμώμενη Μεταβλητότητα: $\hat{\sigma} = \frac{s}{\sqrt{\tau}}$ (12)

όπου

$$s = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (u_i - \bar{u})^2} \quad (13)$$

και

$$u_i = \ln\left(\frac{S_i}{S_{i-1}}\right), \text{ για } i = 1, 2, \dots, n. \quad (14)$$

Η Εκτιμώμενη μεταβλητότητα είναι ένα πολύ χρήσιμο μέτρο και γίνεται ιδιαίτερα εκτενής χρήση του στην παρούσα εργασία.

Όπως θα παρουσιαστεί και στη συνέχεια, η χρήση της Εκτιμώμενης μεταβλητότητας (estimated volatility) εφαρμόζεται και στις δύο μεθόδους

αντιστάθμισης κινδύνου όπου εφαρμόζονται (Binomial Hedging και Black-Scholes-Merton Hedging).

Να σημειωθεί πως η χρήση της μπορεί να γίνει είτε για μια συγκεκριμένη χρονική περίοδο του παρελθόντος είτε για συνεχές διάστημα του παρελθόντος. Το δεύτερο περιγράφει τη συνεχή Εκτιμώμενη μεταβλητότητα χρήση της οποίας γίνεται εξίσου εκτενώς στην παρούσα εργασία.

2.7.2 Τεκμαρτή Μεταβλητότητα (Implied Volatility)

Πέραν της Εκτιμώμενης μεταβλητότητας που αναφέρθηκε προηγουμένως ένα άλλο μέτρο που υπολογίζει τη μεταβλητότητα ενός χρηματοοικονομικού προϊόντος είναι η τεκμαρτή μεταβλητότητα (implied volatility)

Ο λόγος που την κάνει να ξεχωρίζει από την Εκτιμώμενη είναι το γεγονός πως δεν εξαρτάται από ιστορικά δεδομένα, αλλά με απλά λόγια εκφράζει τις προσδοκίες της αγοράς για την μελλοντική εξέλιξη της μεταβλητότητας του εξεταζόμενου προϊόντος.

Το γεγονός πως η τεκμαρτή μεταβλητότητα αντικατοπτρίζει τις μελλοντικές προσδοκίες της αγοράς την κάνει δυνατή να υπολογιστεί μέσω της χρήσης κάποιου παραγώγου (derivative) και πιο συγκεκριμένα με τη χρήση της μεθόδου Black-Scholes-Merton.

Η λύση των εξισώσεων της Black-Scholes-Merton φόρμουλας είναι αυτή που μας παρέχει την απάντηση στην τεκμαρτή μεταβλητότητα.

Επειδή η μαθηματική λύση κάποιες φορές είναι αρκετά σύνθετη, μπορούμε να έχουμε τη λύση των εξισώσεων αυτών με τη βοήθεια υπολογιστικών εφαρμογών όπως το solver ή το goal and seek.

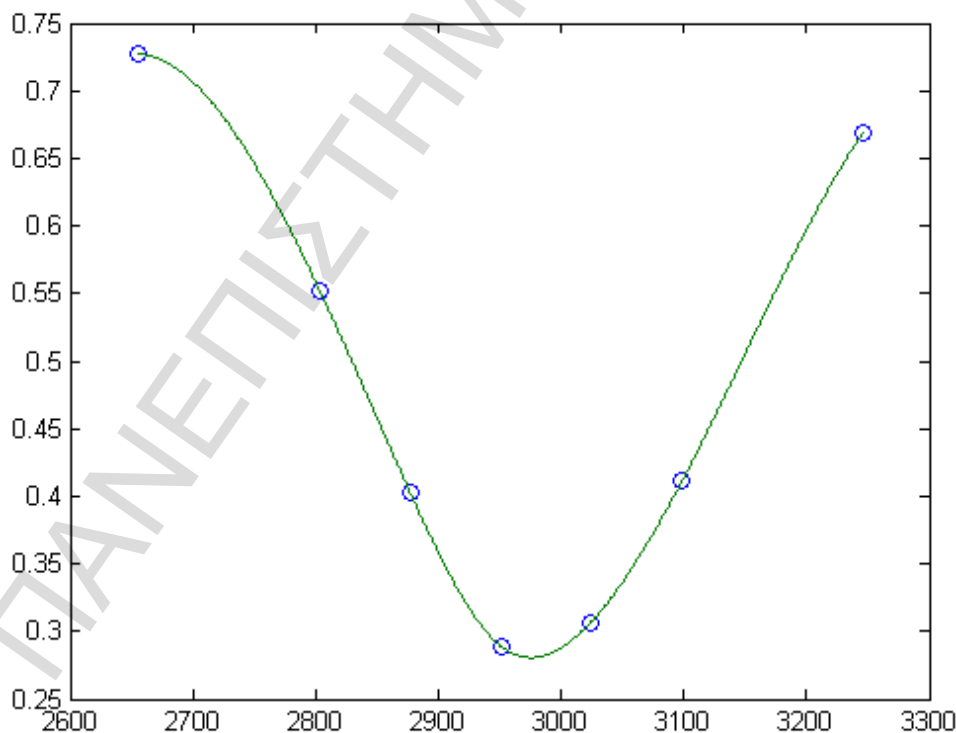
Τέτοιοι μέθοδοι περιγράφονται και στην συνέχεια κατά την υλοποίησή τους στην εφαρμογή που συνοδεύει την παρούσα εργασία.

2.7.3 Volatility Smile

Όταν ο υπολογισμός της τεκμαρτής μεταβλητότητας γίνεται για πολλά call ή put options ίδιας ληκτότητας, για την ίδια χρονική περίοδο και για διαφορετικά strike prices τότε κατά την γραφική τους αναπαράσταση παρατηρείται το φαινόμενο του λεγόμενου χαμόγελου της τεκμαρτής μεταβλητότητας.

Πιο συγκεκριμένα όσο το strike price είναι Out of the money (μιλώντας για call options) και κινείται προς την κατεύθυνση του at the money, τότε η τιμή της τεκμαρτής μεταβλητότητας μειώνεται, ενώ συμβαίνει το ακριβώς ανάποδο μόλις ξεπεράσει την περιοχή του at the money και κινείται στην περιοχή του In the money.

Ακολουθεί και η σχετική γραφική αναπαράσταση.



2.7 Γραφική απεικόνιση του Volatility Smile

3. Υλοποίηση Εφαρμογής

Η υλοποίηση της παρούσας εφαρμογής σκοπεύει να αυτοματοποιήσει τις μεθόδους Black-Scholes-Merton και Binomial αντιστάθμισης κινδύνου πραγματοποιώντας έξι κατά σειρά αναλύσεις και συγκρίνοντας τα αποτελέσματά τους.

Οι αναλύσεις απαιτούν μόνο την ύπαρξη ιστορικών τιμών (για τα διωνυμικά υποδείγματα) , το χρόνο ληκτότητας του παραγώγου , την τιμή εξάσκησης καθώς και τις πραγματοποιηθείσες τιμές του παραγώγου ώστε να αξιολογήσει τις προαναφερθείσες μεθόδους .

Η σειρά των έξι αναλύσεων πραγματοποιείται υπό την σύμβαση πως αναφερόμαστε πάντα σε ένα Ευρωπαϊκού Τύπου Call Option και υποθέτουμε πως έχουμε μπει short σε αυτό το δικαίωμα.

Η σειρά των αναλύσεων που έχουν υλοποιηθεί έχει ως εξής:

- Υλοποίηση Διωνυμικού Υποδείγματος με χρήση Εκτιμώμενης Μεταβλητότητας
- Υλοποίηση Black-Scholes-Merton με χρήση Εκτιμώμενης Μεταβλητότητας
- Υλοποίηση Black-Scholes-Merton με χρήση Τεκμαρτής Μεταβλητότητας
- Υλοποίηση Διωνυμικού Υποδείγματος με χρήση Συνεχούς Εκτιμώμενης Μεταβλητότητας
- Υλοποίηση Black-Scholes-Merton με χρήση Συνεχούς Εκτιμώμενης Μεταβλητότητας
- Υλοποίηση Black-Scholes-Merton με χρήση Συνεχούς Τεκμαρτής Μεταβλητότητας

Η εφαρμογή παρέχεται στο επισυναπτόμενο αρχείο με τίτλο “Evaluation of Hedging Strategies.xlsm”

3.1 Περιγραφή Περιβάλλοντος εργασίας

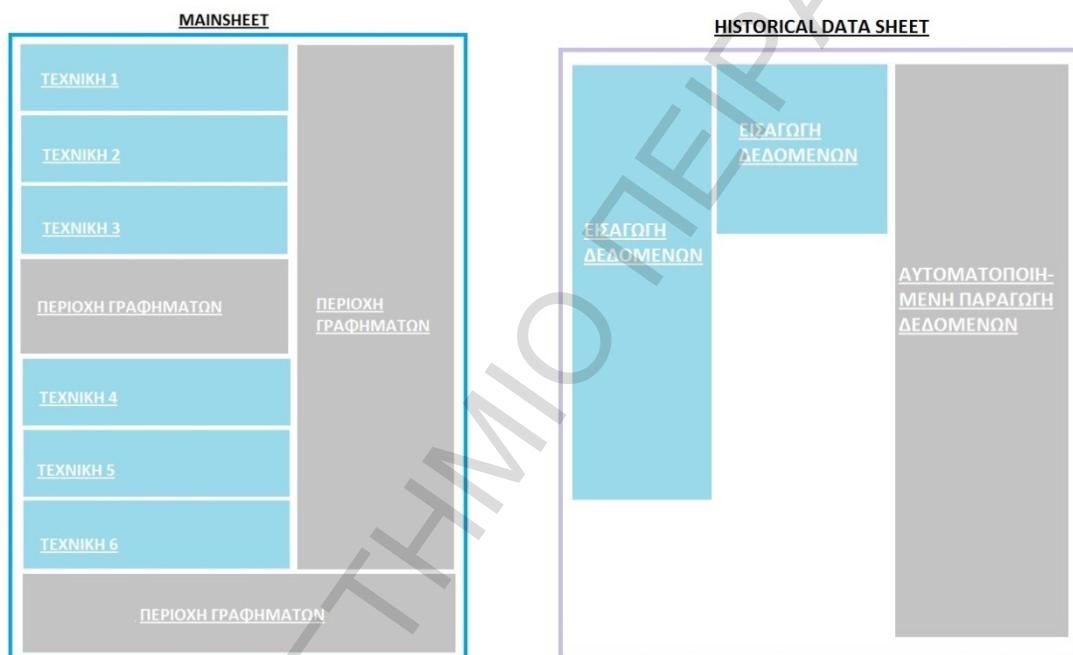
Η εφαρμογή όπως έχει αναφερθεί και νωρίτερα έχει υλοποιηθεί σε περιβάλλον Microsoft Office Excel 2010. Για την ορθή του λειτουργία ο χρήστης θα πρέπει να έχει ενεργοποιήσει τη δυνατότητα χρήσης μακροεντολών.

Οι βασικές καρτέλες εργασίας που απαρτίζουν την εφαρμογή είναι τρεις. Η κύρια καρτέλα έχει τον τίτλο “MainSheet” και η δευτερεύουσα τον τίτλο “HistoricalData”, υπάρχει και μια τρίτη καρτέλα με τίτλο “Garch” η οποία παρέχει τη δυνατότητα στο χρήστη να υπολογίσει το volatility με την καθιερωμένη μέθοδο Garch(1,1) με τη χρήση MLE αλλά δε θα γίνει περαιτέρω επέκτασή της στην παρούσα εργασία.

3.2 Δομή Εφαρμογής

Η δομή της εφαρμογής είναι ακολουθιακή , κάτι που σημαίνει πως όλες οι τεχνικές είναι υλοποιημένες στην ίδια οθόνη και η μία διαδέχεται την επόμενη , χωρίς ωστόσο αυτό να προϋποθέτει την μεταξύ τους εξάρτηση.

Στη συνέχεια παρατίθεται σχετική γραφική απεικόνιση της εφαρμογής με τα κύρια χαρακτηριστικά της.



3.2.1 Δομή φύλλου εργασίας "Mainsheet"

3.2.2 Δομή φύλλου εργασίας "HistoricalData"

3.3 Inputs και Outputs

Ως **inputs** ορίζουμε όλα τα σημεία εκείνα στα οποία ο χρήστης πρέπει να εισάγει τιμές ώστε να μπορέσει να τρέξει τις αναλύσεις που επιθυμεί.

Πιο συγκεκριμένα για να είναι σαφές , έχουν χρωματιστεί με ιδιαίτερη απόχρωση τα σημεία των inputs.

Παραδείγματα inputs:

UNDERLYING ASSET REAL DATA	BINOMIAL DELTA HEDGING STRATEGY EVALUATION	
1168,9	Standard Deviation (σ):	0,23478
1197,79	Weekly Interest Rate :	0,00134
1151,66	K Strike Price (call option):	1170
1175,82		0
1180,77	Total Binomial Trees Calculated :	
1195,68	Total Binomial Nodes Created :	
1228,23	Total Pricing Trees Calculated :	
1220,98	Total Pricing Nodes Created :	
1211,77	Calculation of Binomial Trees took:	
1190,31	Calculation of Pricing took :	
1177,34	Expiry Time:	0
1182,93	Volatility (σ^2) :	0,055121648
1200,67	Estimated UP :	1,033093943
1196,98	Estimated DOWN :	0,967966182
1186,93		

INPUTS

2.9.1 Παράδειγμα χρήση των Inputs της εφαρμογής

Data B&S for 1st price used for Implied Volatility	
d1	0,054934405
d2	-0,064233467
N(d1)	0,521904639
N(d2)	0,474392165
Estimated Call Price	55,23000236
Real Call Price	55,23
Implied volatility	0,221878504
Implied Volatility Estimator	

INPUTS

2.9.2 Παράδειγμα χρήση των Inputs της εφαρμογής

Ως **outputs** θα μπορούσαμε να ορίσουμε όλα εκείνα τα σημεία στα οποία εμφανίζονται τα παραγόμενα αποτελέσματα κατά τη διάρκεια και την ολοκλήρωση κάθε ανάλυσης που πραγματοποιείται καθώς και τελικά συγκεντρωτικά διαγράμματα.

Στην παρούσα εφαρμογή το μεγαλύτερο μέρος των outputs δεδομένων εμφανίζονται σε περιοχές έχοντας λευκό χρώμα και συνήθως συνοδεύονται από κάποιο επεξηγηματικό τίτλο.

Παρακάτω παρουσιάζονται κάποια παραδείγματα :

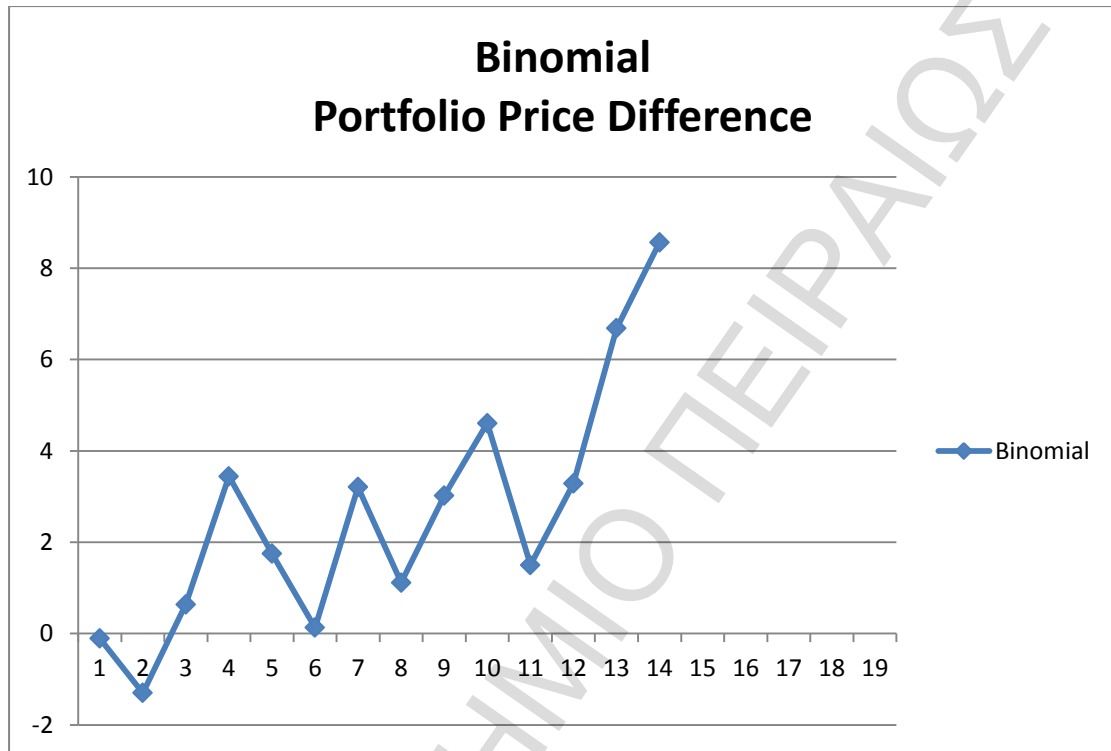
delta	B	Portfolio Price C(t)
0,520882629	552,7586637	56,10104114
0,604090263	652,3196372	71,25363833
0,467832433	494,0981907	44,68570963
0,540700758	580,4186647	55,34810112
0,555011465	600,7602065	54,5806805
0,610098564	668,3812895	61,10136118
0,719926771	803,4054512	80,83020673
0,707489868	791,428384	72,40259473
0,683257991	763,1824504	64,76908474
0,613451542	683,1145153	47,08299004
0,548678888	611,4624101	34,51919164
0,596100629	669,061226	36,08409118
0,707438372	806,0250485	43,37498195
0,854228696	988,41578	34,0788849
		16,93

2.10.1 Παράδειγμα εξαγωγής δεδομένων της εφαρμογής

Estimated Continuous Historical Volatility	UP	DOWN
0,23478	1,033093943	0,967966182
0,24063	1,03393238	0,967181239
0,24664	1,034794456	0,96637549
0,26182	1,036975083	0,964343325
0,26324	1,037179303	0,964153447
0,25375	1,035815246	0,965423133
0,25502	1,035997687	0,96525312
0,25723	1,03631524	0,964957343
0,25739	1,036338234	0,964935933
0,25739	1,036338234	0,964935933
0,26055	1,03679247	0,964513178
0,25945	1,036634327	0,964660318
0,25913	1,036588327	0,964703127
0,2604	1,036770904	0,964533241
0,2566		

2.10.2 Παράδειγμα εξαγωγής δεδομένων της εφαρμογής

Τα διαγραμματικά outputs έχουν την παρακάτω μορφή:



2.10.3 Παράδειγμα εξαγωγής δεδομένων με χρήση διαγράμματος από την εφαρμογή

3.4 Αλγοριθμική Λογική

Η ανάπτυξη της εφαρμογής απαιτεί γνώσεις προγραμματισμού σε γλώσσα VBA . Στη συνέχεια θα γίνει η ανάπτυξη της αλγοριθμικής λογικής που υλοποιήθηκε .

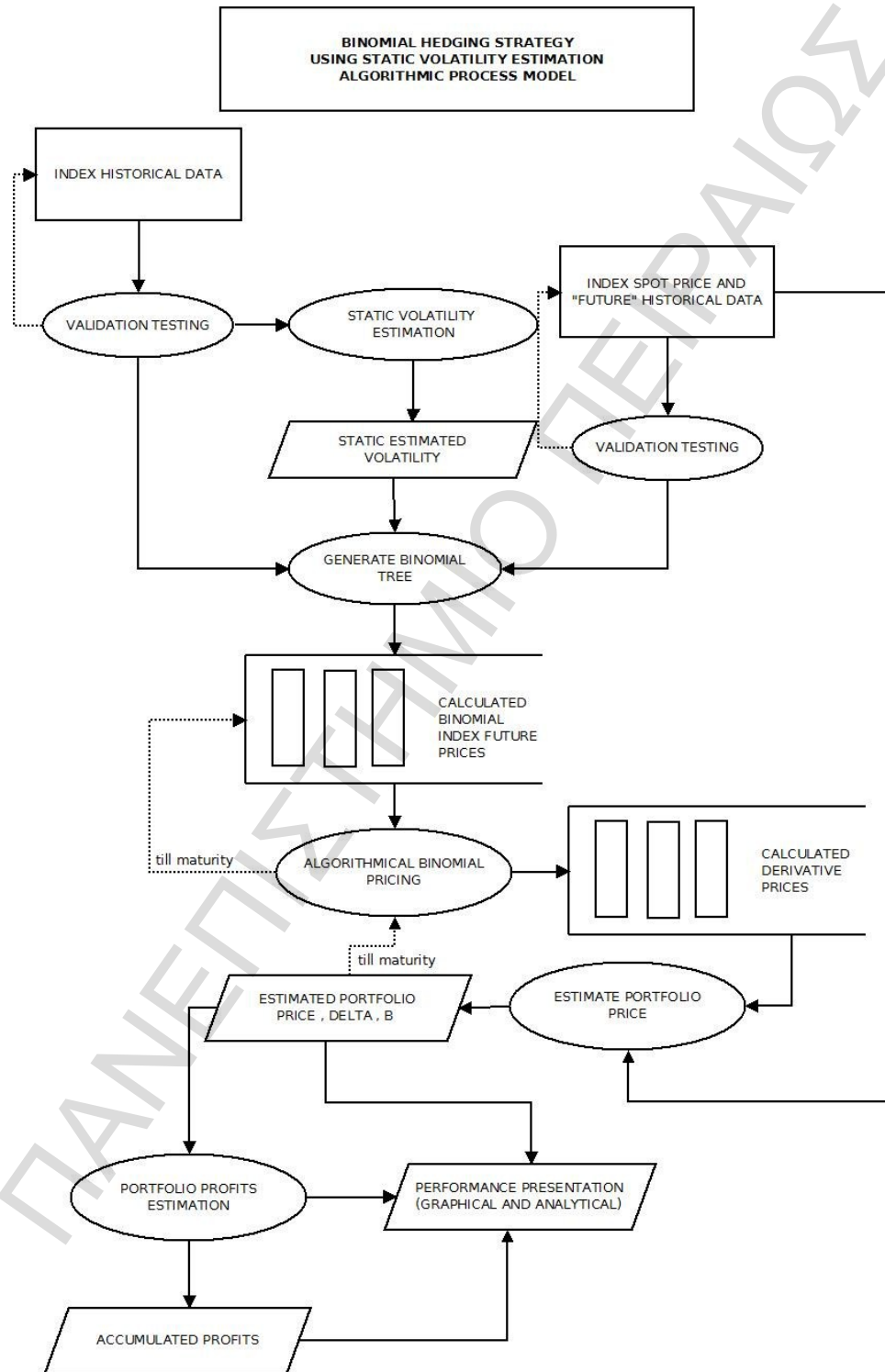
Πριν την επεξήγηση της διαδικασίας ανάπτυξης και υλοποίησης κάθεμίας από τις έξι αναλύσεις που υλοποιεί η εφαρμογή θα παρατίθεται με διαγραμματικό τρόπο η αλγοριθμική λειτουργία της.

Επίσης θα πρέπει να αναφερθεί πως για τη σχετική υλοποίηση έχουν χρησιμοποιηθεί οχτώ διαφορετικά modules , έξι εκ των οποίων υλοποιούν τις αναλύσεις και δύο εκ των οποίων πραγματοποιούν την εκτίμηση του volatility.

Είναι πολύ σημαντικό να τονιστεί πως όλες οι διαδικασίες ανάλυσης και εκτίμησης έχουν αναπτυχθεί από το μηδέν και επομένως όλα τα παραχθέντα δεδομένα παράγονται ενδογενώς.

Επίσης είναι ενδιαφέρον να αναφερθεί πως έχουν υλοποιηθεί πάνω από εξήντα συναρτήσεις και έχει συνολικά συγγραφεί πάνω από χίλιες γραμμές κώδικα.

3.5 Στρατηγική Αντιστάθμισης Κινδύνου με τη Χρήση του Διωνυμικού Μοντέλου , σταθερή Εκτιμώμενη Μεταβλητότητα και μεταβολή του Δέλτα.



3.5 Διάγραμμα ροής δεδομένων της Διωνυμικής Στρατηγικής με τη χρήση σταθερής Εκτιμώμενης μεταβλητότητας

Η συγκεκριμένη στρατηγική είναι η πρώτη στρατηγική που συναντά ο χρήστης όταν ξεκινάει την εφαρμογή.

Inputs:

Για την λειτουργία της ο χρήστης θα πρέπει :

Να εισάγει ιστορικές τιμές του υποκείμενου χρηματοοικονομικού προϊόντος πάνω στο οποίο είναι γραμμένο το παράγωγο που θέλει να εξετάσει.

Να εισάγει τις ιστορικές τιμές του υποκείμενου χρηματοοικονομικού προϊόντος πάνω στο οποίο είναι γραμμένο το παράγωγο που θέλει να εξετάσει τις οποίες θα χρησιμοποιήσει ως μελλοντικές τιμές για τον έλεγχο του μοντέλου.

Να εισάγει το εβδομαδιαίο επιτόκιο δανεισμού

Να εισάγει την τιμή εξάσκησης του call option που θα εξετάσει (η ανάλυση λειτουργεί μόνο για call options ,αλλά με τη χρήση του put call parity μπορούν να υπολογιστούν και οι τιμές των put options)

Ο χρόνος ληκτότητας υπολογίζεται αυτόματα από το πλήθος των μελλοντικών τιμών του υποκείμενου χρηματοοικονομικού προϊόντος που εισάγει ο χρήστης.

Τρόπος λειτουργίας:

Εφόσον ο χρήστης έχει εισάγει τα απαραίτητα δεδομένα το πρώτο πράγμα που πρέπει να κάνει είναι να υπολογίσει το Volatility που θα χρησιμοποιήσει ώστε να τρέξει τη στρατηγική του. Στη συγκεκριμένη περίπτωση θα γίνει χρήση του σταθερού ιστορικού volatility και επομένως θα πρέπει να επιλεγθεί η αντίστοιχη επιλογή πιέζοντας το πλήκτρο με τίτλο “Static Volatility Estimation”. Μόλις γίνει ο σχετικός υπολογισμός του volatility ενημερώνονται τα πεδία E28 , C2 και C14 όπου εμφανίζουν τη διακύμανση και την τυπική απόκλιση.

Στη συνέχεια για να λειτουργήσει η διωνυμική στρατηγική θα πρέπει να παραχθούν τα διωνυμικά δένδρα πρώτα. Αυτό επιτυγχάνεται πιέζοντας το

πλήκτρο με τίτλο “Δημιουργία Δένδρων Τιμών”. Μόλις γίνει η σχετική επιλογή ο χρήστης θα παρατηρήσει πως η διαδικασία παραγωγής των δένδρων ξεκινάει παράγοντας νέες καρτέλες στο excel πλήθους όσος είναι και ο χρόνος ληκτότητας (maturity) του call option. Σε καθεμία από αυτές τις καρτέλες η οποία αναπαριστά μια χρονική μονάδα αρχίζει να δημιουργείται το αντίστοιχο δένδρο τιμών. Η αρίθμηση των καρτελών είναι αντίστροφη της ληκτότητας και ξεκινάει από το 0, δηλαδή αν ένα call option λήγει σε 14 εβδομάδες τότε θα παραχθούν 14 καρτέλες οι οποίες θα αριθμούνται από το 0 έως το 13 και η καρτέλα με αριθμό 0 αναπαριστά την πρώτη μέρα που θα τρέξει η στρατηγική ενώ η καρτέλα 13 την τελευταία μέρα (με άλλα λόγια η αρίθμηση των καρτελών δεν αναπαριστά τις ημέρες που απομένουν μέχρι τη λήξη του option).

Μόλις ολοκληρωθεί η διαδικασία δημιουργίας των διωνυμικών δένδρων τιμών η εφαρμογή επιστρέφει στην αρχική της σελίδα. Ο χρήστης έχει τη δυνατότητα να ανοίξει τις καρτέλες και να δει τις τιμές των δένδρων (ακόμη και να τις αλλάξει) αλλά για να συνεχίσει τη στρατηγική του πρέπει να έρθει πάλι στην αρχική οθόνη.

Εφόσον έχουν γίνει όλα τα παραπάνω ο χρήστης μπορεί να ξεκινήσει να τρέχει τη στρατηγική του πιέζοντας το πλήκτρο με τίτλο “Εκκίνηση Binomial Στρατηγικής”. Όπως και νωρίτερα ο χρήστης παρατηρεί τη δημιουργία των διωνυμικών δένδρων τιμολόγησης του call option να δημιουργούνται δίπλα από τα διωνυμικά δένδρα τιμών που είχαν παραχθεί νωρίτερα αλλά αυτή τη φορά από το τέλος προς την αρχή. Ταυτόχρονα μεταξύ της εναλλαγής της κύριας οθόνης και της καρτέλας που τρέχει κάθε φορά, παρατηρείται και η συμπλήρωση των στηλών Δ , B , Portfolio Price ($C(t)$) και $\Delta(t-1) \cdot S(t) + B(t-1)$ όπου αντίστοιχα ερμηνεύονται ως το ποσοστό του υποκείμενου χρηματοοικονομικού προϊόντος που κατέχει ο χρήστης, το ποσό του δανεισμού του, η αξία του χαρτοφυλακίου του την τρέχουσα μέρα και η αξία του χαρτοφυλακίου του την τρέχουσα μέρα πριν κάνει την αναπροσαρμογή του.

Μόλις ολοκληρωθεί και αυτό το κομμάτι της εφαρμογής, ο χρήστης βρίσκεται στην αρχική οθόνη όπου γίνεται αυτόματα ο υπολογισμός του Portfolio

Difference και του Accumulated Profit, τα οποία αντίστοιχα ερμηνεύονται ως η διαφορά της αξίας του χαρτοφυλακίου του χρήστη πριν και μετά την αναπροσαρμογή και η αθροιστική διαφορά της αναπροσαρμογής κάθε χρονική μονάδα.

Όταν η διαδικασία φτάσει στο τέλος της η εφαρμογή καταγράφει κάποια στατιστικά σχετικά με την διαδικασία , όπως ο χρόνος που χρειάστηκε η στρατηγική , το πλήθος των κόμβων που παράχθηκαν και το ποσοστό αύξησης και μείωσης (UP και DOWN) που χρησιμοποιήθηκε για την παραγωγή των δένδρων .

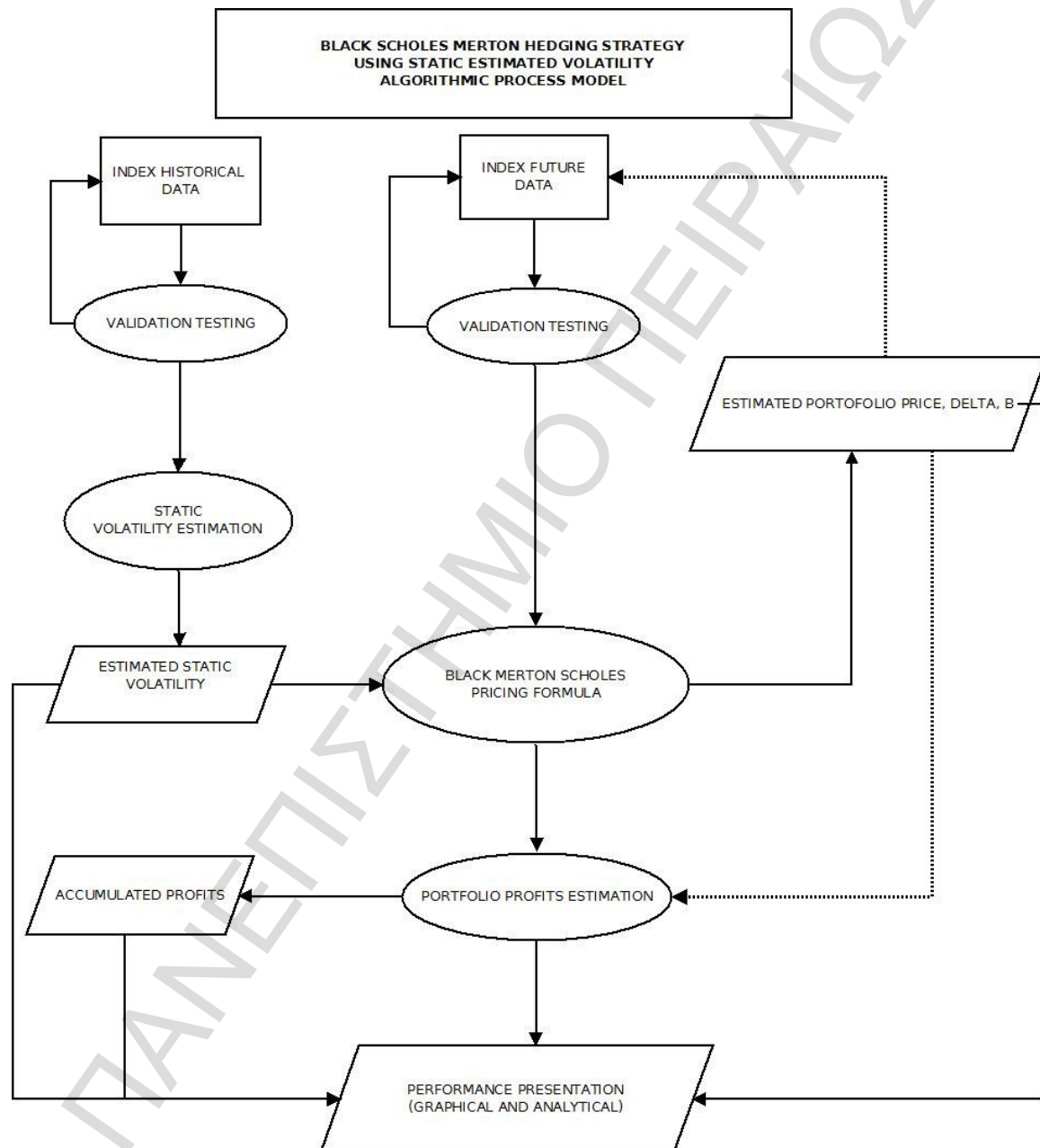
Στο κάτω μέρος των δεδομένων εμφανίζεται η ένδειξη “Valuation of Binomial Method” και ακολουθείται από το τελικό αποτέλεσμα της εβδομαδιαίας αθροιστικής διαφοράς του χαρτοφυλακίου.

Στη δεξιά μεριά της οθόνης παρουσιάζονται και σχετικά γραφήματα.

Αξίζει να αναφερθεί πως έχει δημιουργηθεί και μια διαδικασία εκκαθάρισης όμοιων δεδομένων. Ως επιλογή εμφανίζεται με τίτλο “Εκκαθάριση Όμοιων Κλαδιών” και στην πραγματικότητα κάνει αυτό που περιγράφει και ο τίτλος της αφού αναζητά μέσα στα παραχθέντα δένδρα όμοιες τιμές , διαγράφει τις διπλοτιμές και ξαναχτίζει τα δένδρα με μοναδικές τιμές. Είναι μια διαδικασία ιδιαίτερα χρονοβόρα που δεν ενδείκνυται για options ληκτότητας πάνω από 7-8 εβδομάδες , αφού ο χρόνος ολοκλήρωσής της γίνεται απαγορευτικός .

Η τελευταία επιλογή που δίνεται στο χρήστη σχετικά με τη συγκεκριμένη στρατηγική είναι το πλήκτρο με τίτλο “Reset” το οποίο καθαρίζει όλα τα παραχθέντα δεδομένα όπως τον πίνακα τιμών και τα στατιστικά στην κεντρική οθόνη καθώς και όλα τα παραχθέντα δένδρα. Για διευκόλυνση του χρήστη δεν σβήνονται τα inputs που συμπλήρωσε αρχικά

3.6 Στρατηγική Αντιστάθμισης Κινδύνου με τη Χρήση της Black Scholes Merton Formula , σταθερή Εκτιμώμενη Μεταβλητότητα και μεταβολή του Δέλτα.



3.6 Διάγραμμα ροής δεδομένων της Στρατηγικής Black & Scholes με τη χρήση σταθερής Εκτιμώμενης μεταβλητότητας

Η δεύτερη κατά σειρά στρατηγική που έχει υλοποιηθεί αφορά τη χρήση της μεθόδου των Black, Scholes και Merton με τη χρήση της Εκτιμώμενης Μεταβλητότητας.

Ο χρήστης στη συγκεκριμένη μέθοδο δεν χρειάζεται να υπολογίσει ξανά την Εκτιμώμενη μεταβλητότητα αφού έχει ήδη υπολογιστεί από την προηγούμενη στρατηγική. Φυσικά αν θέλει να αλλάξει τα ιστορικά δεδομένα μπορεί να κάνει νέο υπολογισμό όπως περιγράφηκε νωρίτερα.

Τρόπος λειτουργίας:

Για την εκκίνηση της εφαρμογής πρέπει να πιέσει το πλήκτρο με τίτλο “Εκκίνηση B&S Στρατηγικής με Χρήση Static Estimated Volatility”. Με την εκκίνηση της στρατηγικής η εφαρμογή αυτόματα κάνει μέτρηση του χρόνου λικτότητας σε εβδομάδες στη λίστα Time (in weeks) και καταγράφει τις τιμές που παίρνει το υποκείμενο χρηματοοικονομικό προϊόν κάθε εβδομάδα στη λίστα Underlying Asset Price όπως τις έχει εισάγει ο χρήστης νωρίτερα.

Η στρατηγική ξεκινάει να τρέχει για κάθε χρονική μονάδα με τη χρήση των τύπων της φόρμουλας Black Scholes και Merton (όπως περιγράφηκαν νωρίτερα) και υπολογίζει τα δεδομένα του χαρτοφυλακίου όπως και νωρίτερα στο Binomial, κάνοντας ημερήσια αναπροσαρμογή και υπολογισμό της εβδομαδιαίας και αθροιστικής διαφοράς της αξίας του χαρτοφυλακίου κάθε χρονική στιγμή.

Στο κάτω μέρος των δεδομένων εμφανίζεται η ένδειξη “Valuation of B&S Formula” και ακολουθείται από το τελικό αποτέλεσμα της εβδομαδιαίας αθροιστικής διαφοράς του χαρτοφυλακίου.

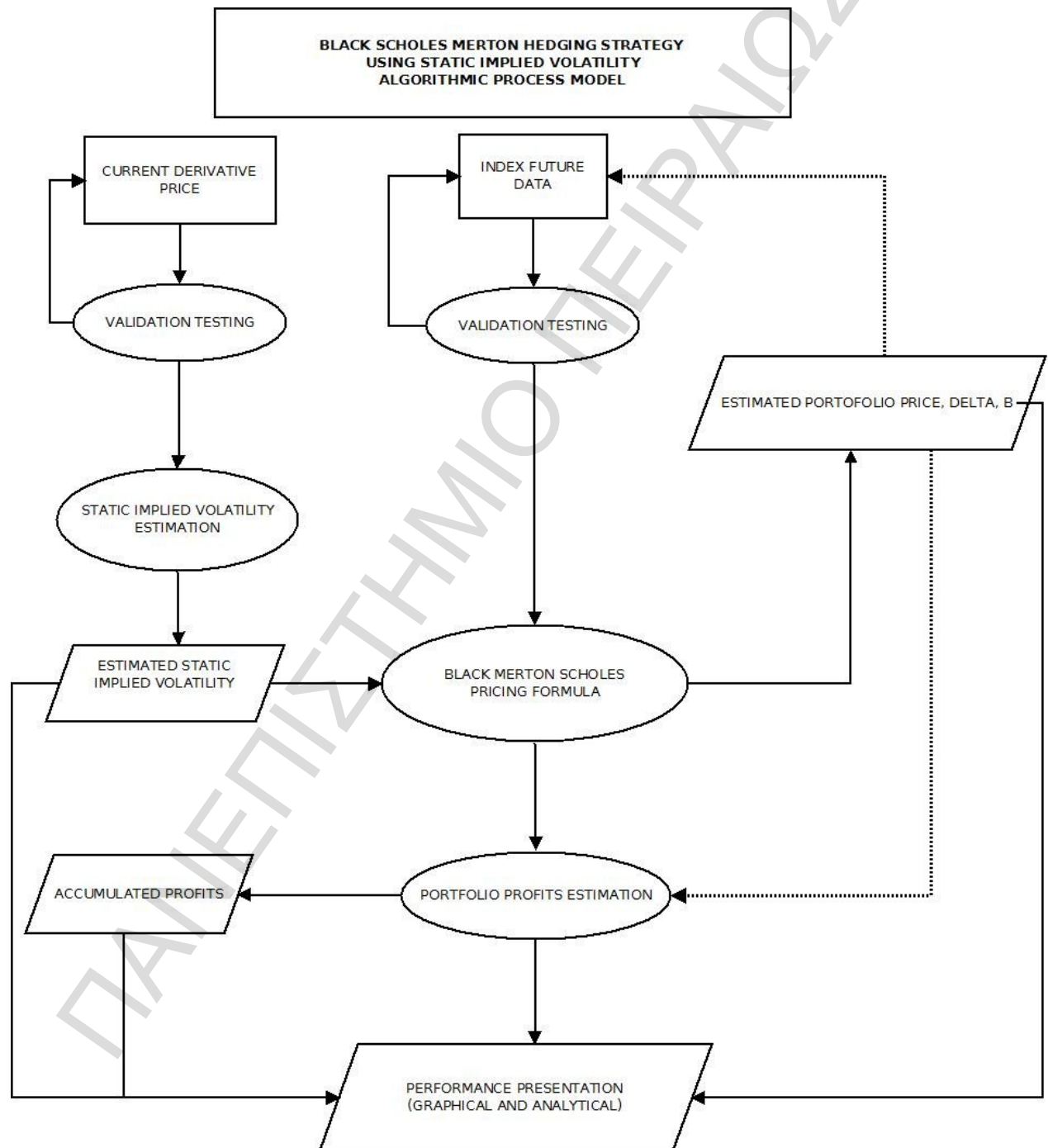
Τέλος ακολουθεί και γραφική αναπαράσταση των σχετικών δεδομένων.

Η τελευταία επιλογή που δίνεται στο χρήστη είναι το πλήκτρο με τίτλο “Reset” το οποίο καθαρίζει όλα τα παραχθέντα δεδομένα όπως τον πίνακα τιμών και τα στατιστικά στην κεντρική οθόνη. Για διευκόλυνση του χρήστη δεν

σβήνονται τα inputs που συμπλήρωσε αρχικά . Η χρήση της συγκεκριμένης επιλογής έχει εφαρμογή σε δύο τεχνικές, στην παρούσα καθώς και στην επόμενη με τίτλο «Στρατηγική Αντιστάθμισης Κινδύνου με τη Χρήση της Black Scholes Merton Formula , σταθερή Τεκμαρτή Μεταβλητότητα και μεταβολή του Delta».

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΩΣ

3.7 Στρατηγική Αντιστάθμισης Κινδύνου με τη Χρήση της Black Scholes Merton Formula , σταθερή Τεκμαρτή Μεταβλητότητα και μεταβολή του Δέλτα.



3.7 Διάγραμμα ροής δεδομένων της Στρατηγικής Black & Scholes με τη χρήση σταθερής τεκμαρτής μεταβλητότητας

Η Τρίτη στρατηγική που έχει υλοποιηθεί αφορά την χρήση της Black Scholes Merton φόρμουλας με χρήση σταθερού implied volatility(τεκμαρτής διακύμανσης).

Η συγκεκριμένη τεχνική για να λειτουργήσει χρειάζεται να εκτιμηθεί η μεταβλητότητα που θα χρησιμοποιηθεί. Αυτό σημαίνει πως συγκριτικά με την προηγούμενη στρατηγική ενώ κάνουμε χρήση της ίδιας μεθόδου αλλάζουμε την μεταβλητότητα. Είναι ιδιαίτερα ενδιαφέρον να παρατηρήσουμε τα συγκριτικά διαγράμματα που παρουσιάζονται, ώστε να δούμε πως τελικά η αλλαγή της μεταβλητότητας και μόνο επηρεάζει την απόδοση της τεχνικής.

Inputs:

Ο χρήστης αρχικά πρέπει να εκτιμήσει την μεταβλητότητα. Για να γίνει αυτό θα πρέπει να πάει στην περιοχή της οθόνης με τίτλο “Static Implied Volatility Estimator” όπου και θα χρειαστεί να συμπληρώσει δύο inputs. Όπως έχει αναφερθεί και νωρίτερα οι περιοχές που μπορεί ο χρήστης να εισάγει δεδομένα είναι αυτές που έχουν χρωματιστεί με ιδιαίτερη απόχρωση ώστε να είναι ευδιάκριτες.

Το πρώτο στοιχείο που πρέπει να εισαχθεί είναι η πραγματοποιηθείσα τιμή του call option την πρώτη ημέρα . Η συμπλήρωση γίνεται δίπλα από το πεδίο με τίτλο “Real Call Price”.

Το δεύτερο πεδίο που πρέπει να συμπληρωθεί είναι μια τυχαία προσωπική εκτίμηση του χρήστη για το volatility π.χ. 0,21.

Τρόπος λειτουργίας:

Εφόσον ο χρήστης έχει συμπληρώσει τα παραπάνω δύο στοιχεία πρέπει να πιάσει το πλήκτρο με τίτλο “Implied Volatility Estimator” ώστε να ξεκινήσει η διαδικασία υπολογισμού της στατικής τεκμαρτής μεταβλητότητας. Η διαδικασία αυτή γίνεται προσεγγιστικά με αυτοματοποιημένη χρήση της λειτουργίας “Αναζήτηση Στόχου” (goal seek) του Microsoft Excel.

Η συγκεκριμένη διαδικασία μπορεί να πάρει από ελάχιστα δευτερόλεπτα μέχρι και αρκετά λεπτά αναλόγως με την επεξεργαστική ισχύ του υπολογιστή όπου πραγματοποιείται η διαδικασία καθώς και αναλόγως με τη δυσκολία εκτίμησης που παρουσιάζουν οι τιμές.

Όταν η διαδικασία εκτίμησης του volatility ολοκληρωθεί η νέα του τιμή αντικαθιστά την τυχαία τιμή που είχε συμπληρώσει ο χρήστης νωρίτερα.

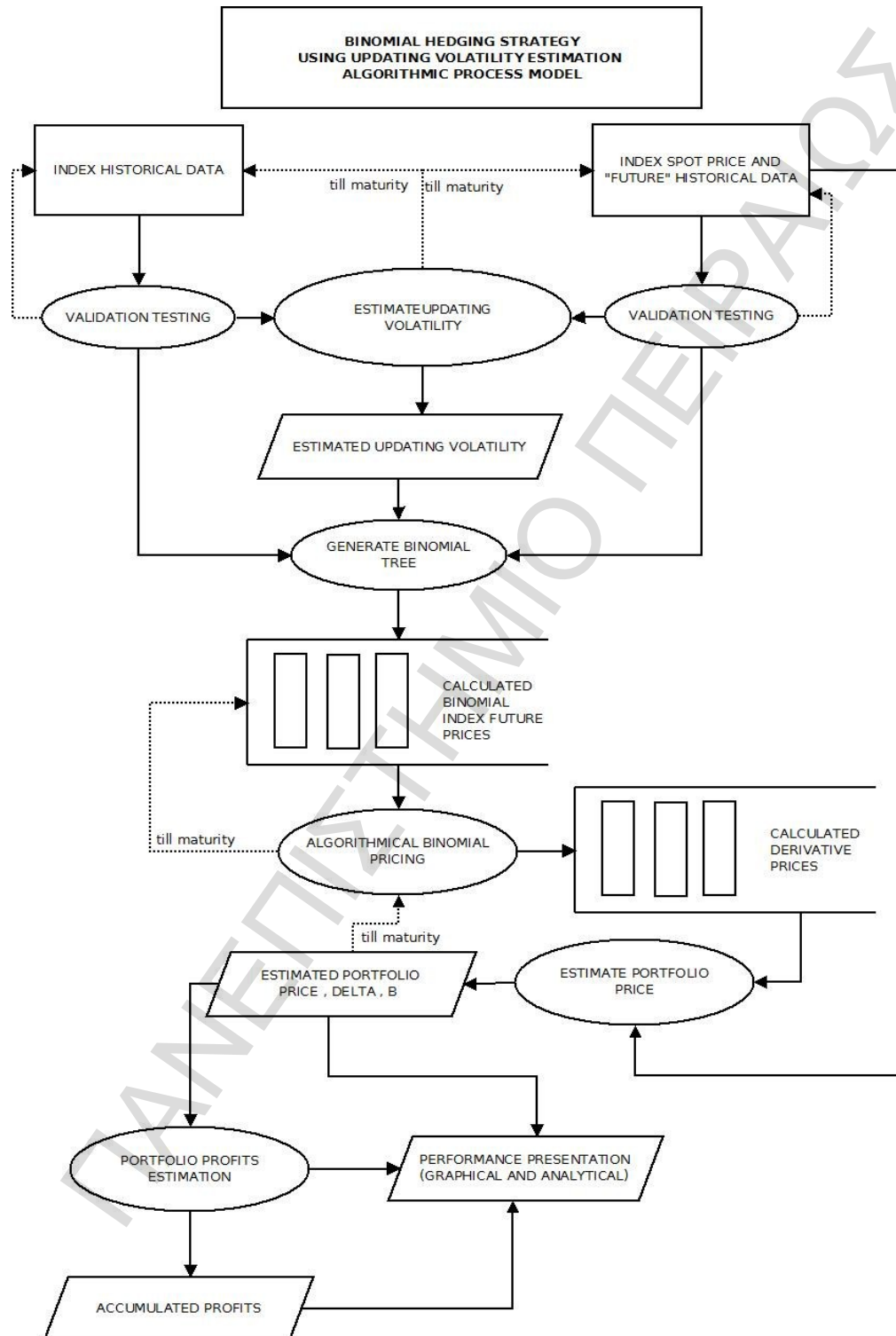
Εν συνεχεία ο χρήστης πρέπει να επιλέξει το πλήκτρο με τίτλο “B&S Στρατηγικής με χρήση Implied Volatility” ώστε να ξεκινήσει η εφαρμογή της στρατηγικής.

Η διαδικασία που ακολουθείται είναι η ίδια με την προηγούμενη στρατηγική με μόνη διαφορά στο volatility.

Αντίστοιχα ο πίνακας τιμών συμπληρώνεται με όλα τα στοιχεία του χαρτοφυλακίου καθώς και τα σχετικά διαγράμματα όπως περιγράφηκε και νωρίτερα.

Στο κάτω μέρος των δεδομένων εμφανίζεται η ένδειξη “Valuation of B&S Formula” και ακολουθείται από το τελικό αποτέλεσμα της εβδομαδιαίας αθροιστικής διαφοράς του χαρτοφυλακίου.

3.8 Στρατηγική Αντιστάθμισης Κινδύνου με τη Χρήση του Διωνυμικού Μοντέλου , συνεχή Εκτιμώμενη Μεταβλητότητα και μεταβολή του Δέλτα.



3.8 Διάγραμμα ροής δεδομένων της Διωνυμικής Στρατηγικής με τη χρήση συνεχούς Εκτιμώμενης μεταβλητότητας

Στην τέταρτη θέση βρίσκεται μια παραλλαγή της πρώτης τεχνικής. Στην παρούσα τεχνική γίνεται χρήση ξανά του διωνυμικού μοντέλου αλλά αυτή τη φορά γίνεται χρήση συνεχούς Εκτιμώμενης μεταβλητότητας.

Με άλλα λόγια η συνεχής Εκτιμώμενη μεταβλητότητα είναι η Εκτιμώμενη μεταβλητότητα η οποία υπολογίζεται για κάθε χρονική μονάδα αφαιρώντας την τελευταία τιμή και προσθέτοντας την νέα πραγματοποιηθείσα τιμή του υποκείμενου χρηματοοικονομικού προϊόντος .

Γίνεται κατανοητό λοιπόν πως με αυτό τον τρόπο γίνεται κάθε φορά ενσωμάτωση της νέας πληροφορίας που παρέχει η αγορά σχετικά με το υποκείμενο χρηματοοικονομικό προϊόν.

Τρόπος λειτουργίας:

Ο χρήστης θα πρέπει αρχικά να πιέσει το πλήκτρο με τίτλο “ Updating Volatility Estimation”. Μόλις γίνει αυτή η ενέργεια αυτόματα ενημερώνεται η στήλη “Underlying Asset Data Generated” στην καρτέλα με τίτλο “HistoricalData” με αυτόματα παραχθέντα δεδομένα που θα χρησιμοποιηθούν για τον υπολογισμό του volatility , και η στήλη με τίτλο “ Updated Volatility Estimation ” με το εβδομαδιαίο volatility που έχει υπολογιστεί και που θα εφαρμόζεται σε εβδομαδιαία βάση.

Να σημειωθεί πως επειδή το ίδιο συνεχόμενο ιστορικό Volatility θα χρησιμοποιηθεί και από την επόμενη τεχνική αντιστάθμισης κινδύνου, κατά την παραγωγή του και συμπλήρωση της σχετικής στήλης στην παρούσα στρατηγική, ταυτόχρονα γίνεται και η συμπλήρωση της αντίστοιχης σχετικής στήλης στην επόμενη στρατηγική .

Στη συνέχεια ο χρήστης για να ξεκινήσει να εφαρμόζει την συγκεκριμένη τεχνική αντιστάθμισης κινδύνου πρέπει να επιλέξει το πλήκτρο με τίτλο “Δημιουργία Δένδρων Τιμών και εκκίνηση Binomial Στρατηγικής”. Η συγκεκριμένη επιλογή λειτουργεί όπως και η πρώτη στρατηγική ενσωματώνοντας σε μία τις λειτουργίες δημιουργίας των διωνυμικών δένδρων και του διωνυμικού μοντέλου.

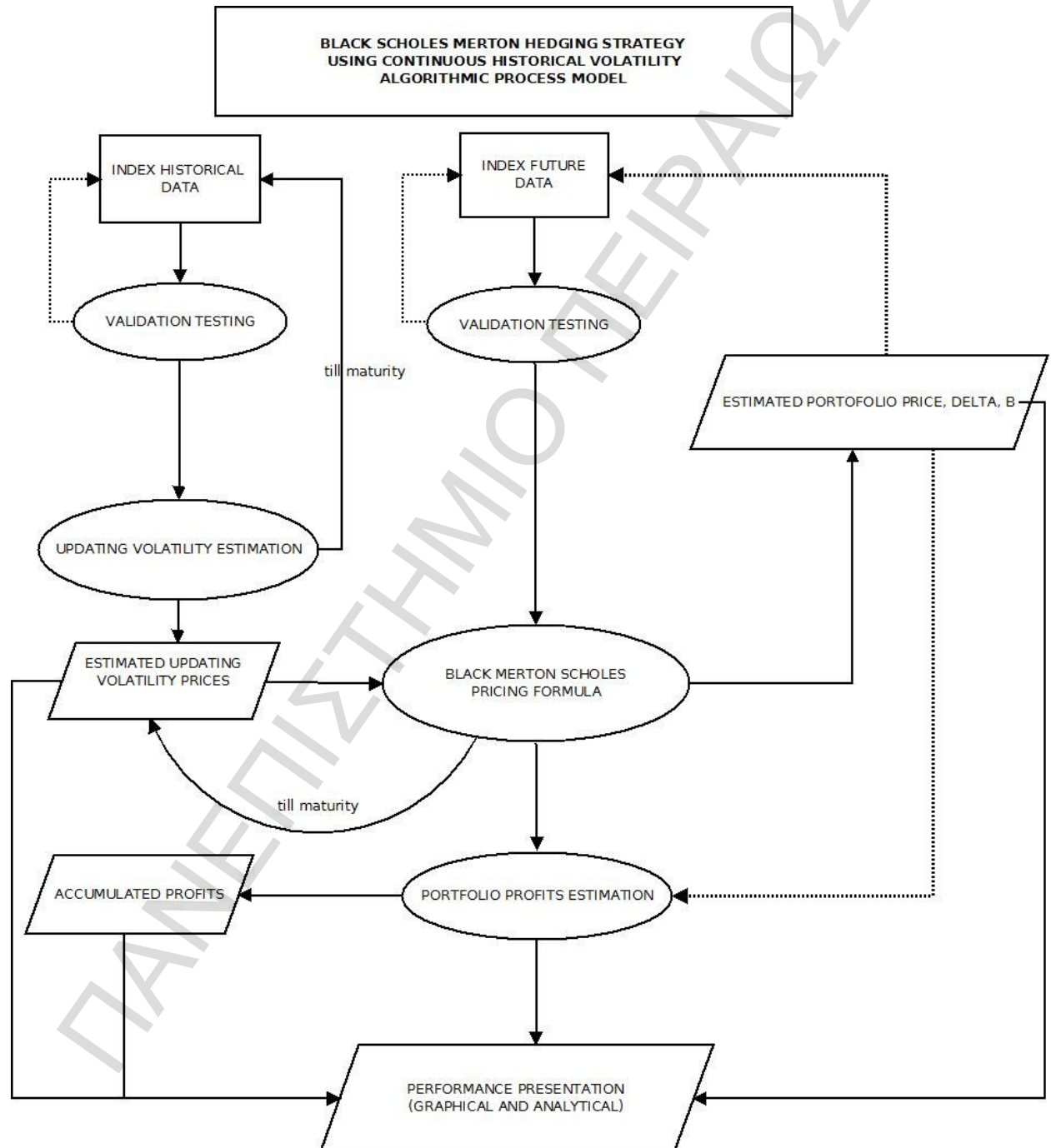
Η φόρμα εμφάνισης των αποτελεσμάτων έχει την ίδια δομή με αυτή της πρώτης τεχνικής με μόνη διαφορά την κατάργηση των πεδίων up και down και την προσθήκη δύο επιπλέον στηλών με τίτλους up και down τα οποία παρουσιάζουν τα εβδομαδιαία ποσοστά αύξησης και μείωσης αντίστοιχα των τιμών των διωνυμικών δένδρων.

Μόλις ολοκληρωθεί η στρατηγική συμπληρώνονται τα σχετικά στοιχεία στα παραπάνω πεδία και σχεδιάζονται και τα σχετικά διαγράμματα.

Στο κάτω μέρος των δεδομένων εμφανίζεται η ένδειξη “Valuation of Binomial Method” και ακολουθείται από το τελικό αποτέλεσμα της εβδομαδιαίας αθροιστικής διαφοράς του χαρτοφυλακίου.

Η επιλογή “Reset” λειτουργεί όπως και στην πρώτη στρατηγική διαγράφοντας τα παραχθέντα δεδομένα, αλλά διατηρώντας τις επιλογές του χρήστη.

3.9 Στρατηγική Αντιστάθμισης Κινδύνου με τη Χρήση της Black Scholes Merton Formula, συνεχή Εκτιμώμενη Μεταβλητότητα και μεταβολή του Δέλτα.



3.9 Διάγραμμα ροής δεδομένων της Στρατηγικής Black & Scholes με τη χρήση συνεχούς Εκτιμώμενης μεταβλητότητας

Η πέμπτη κατά σειρά στρατηγική κάνει χρήση της φόρμουλας Black , Scholes, Merton με χρήση συνεχούς ιστορικού volatility.

Όπως αναφέρθηκε και νωρίτερα ο υπολογισμός του volatility έχει γίνει από την προηγούμενη στρατηγική. Σε περίπτωση που δεν έχει γίνει θα πρέπει να επιλεχθεί το πλήκτρο με τίτλο “Updating Volatility Estimation” ώστε να παραχθούν και τα σχετικά δεδομένα.

Τρόπος λειτουργίας:

Για την εκκίνηση της στρατηγικής ο χρήστης πρέπει να επιλέξει το πλήκτρο με τίτλο “Εκκίνηση B&S Στρατηγικής με Χρήση Updating Volatility Estimation ”.

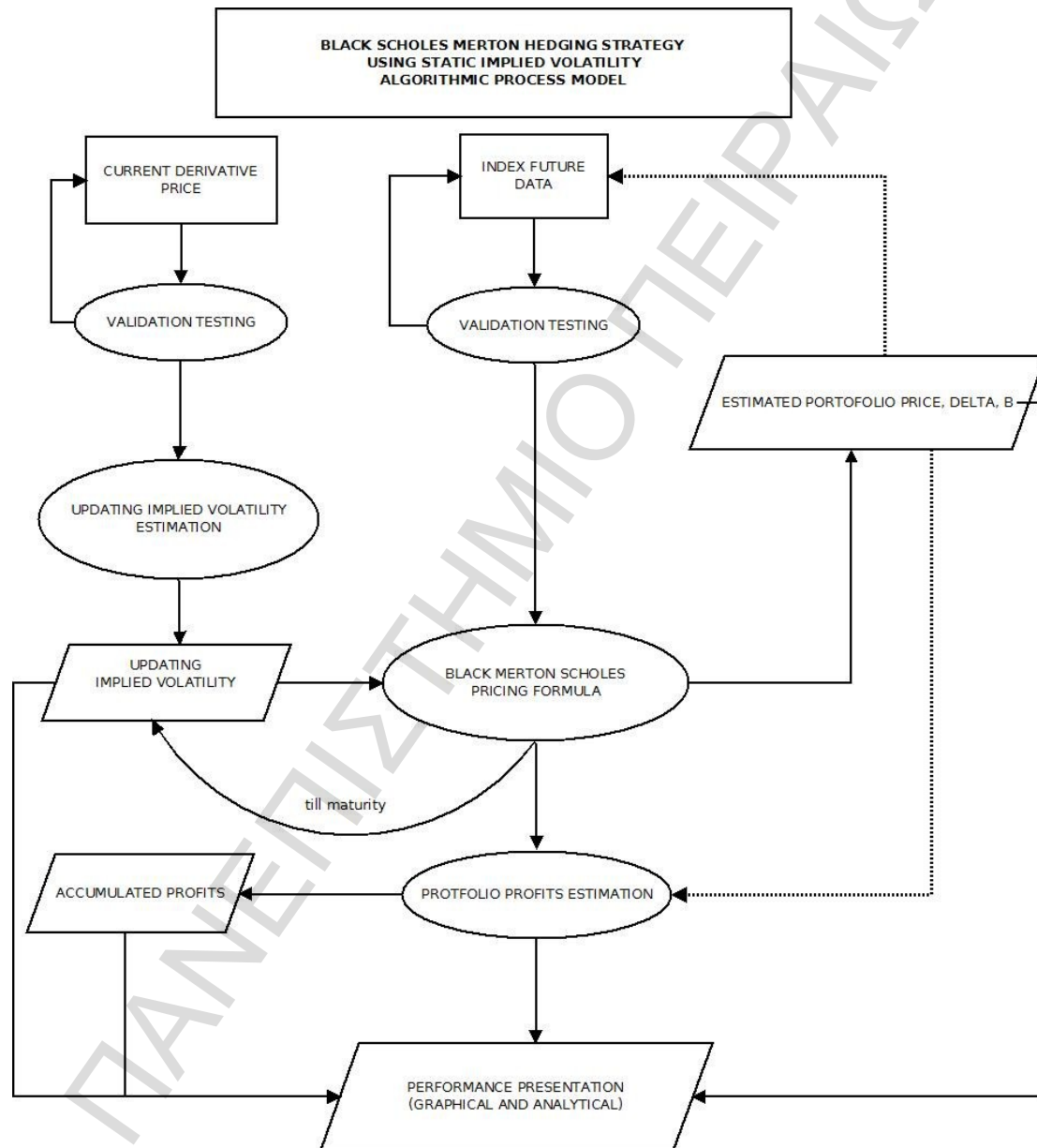
Η διαδικασία λειτουργεί όπως ακριβώς και στις προηγούμενες τεχνικές που έγινε χρήση της μεθόδου Black and Scholes ωστόσο σε αυτή την προσέγγιση έχουμε χρήση του συνεχούς ιστορικού volatility για κάθε χρονική μονάδα που περνά.

Μόλις η διαδικασία ολοκληρωθεί, ο αντίστοιχος πίνακας συμπληρώνεται με τα παραχθέντα σχετικά δεδομένα, όπως ακριβώς και σε όλες τις προηγούμενες στρατηγικές.

Στο κάτω μέρος των δεδομένων εμφανίζεται η ένδειξη “Valuation of B&S Formula” και ακολουθείται από το τελικό αποτέλεσμα της εβδομαδιαίας αθροιστικής διαφοράς του χαρτοφυλακίου.

Η επιλογή “Reset” διαγράφει ξανά όλα τα δεδομένα της συγκεκριμένης στρατηγικής χωρίς όμως να σβήνει αυτά που έχει εισάγει ο χρήστης .

3.10 Στρατηγική Αντιστάθμισης Κινδύνου με τη Χρήση της Black Scholes Merton Formula , σταθερή Τεκμαρτή Μεταβλητότητα και μεταβολή του Δέλτα.



3.10 Διάγραμμα ροής δεδομένων της Στρατηγικής Black & Scholes με τη χρήση συνεχούς τεκμαρτής μεταβλητότητας

Η τελευταία υλοποίηση στρατηγικής που θα συναντήσει ο χρήστης στην εφαρμογή είναι αυτή της Black, Scholes , Merton φόρμουλας με χρήση συνεχούς τεκμαρτού volatility.

Αυτό με άλλα λόγια σημαίνει πως το implied volatility υπολογίζεται σε εβδομαδιαία βάση και σε κάθε βήμα (κάθε εβδομάδα) της στρατηγικής θα γίνεται νέα τιμολόγηση .

Inputs:

Για τον υπολογισμό του implied volatility προηγουμένως χρειάστηκε η χρήση της τρέχουσας τιμής του call option, τώρα για τον υπολογισμό του συνεχούς εβδομαδιαίου implied volatility θα χρειαστεί ο χρήστης να συμπληρώσει όλες τις πραγματοποιηθείσες τιμές του call option μέχρι και τη λήξη του στη στήλη με τίτλο “Derivative Real Future Data” .

Στη συνέχεια θα πρέπει να συμπληρωθεί και το πεδίο Implied Volatility με μία τυχαία εκτίμηση του χρήστη για το πρώτο volatility.

Τρόπος λειτουργίας:

Για την εκκίνηση της διαδικασίας υπολογισμού του updating implied volatility ο χρήστης πρέπει να επιλέξει το πλήκτρο με τίτλο “Υπολογισμός Updating Implied Volatility”.

Η συγκεκριμένη διαδικασία ανάλογα με τη φύση και το πλήθος των δεδομένων μπορεί να διαρκέσει από μερικά δευτερόλεπτα έως και αρκετά λεπτά.

Κάθε φορά που ολοκληρώνεται ο υπολογισμός μιας από τις τιμές , καταγράφεται στη στήλη με τίτλο Estimated Updating Implied Volatility και συνεχίζει στις επόμενες μέχρι να ολοκληρωθεί.

Όταν όλες οι τιμές του volatility έχουν υπολογιστεί τότε ο χρήστης θα πρέπει να επιλέξει το πλήκτρο με τίτλο “Εκκίνηση B&S Στρατηγικής με Χρήση Implied Updating Volatility” για να ξεκινήσει η στρατηγική.

Η στρατηγική τρέχει όπως και στις προηγούμενες περιπτώσεις αλλά για κάθε μια βδομάδα που περνάει κάνει χρήση του αντίστοιχου volatility που είχε υπολογιστεί προηγουμένως.

Στο κάτω μέρος των δεδομένων εμφανίζεται η ένδειξη “Valuation of B&S Formula” και ακολουθείται από το τελικό αποτέλεσμα της εβδομαδιαίας αθροιστικής διαφοράς του χαρτοφυλακίου.

Η επιλογή “Reset” διαγράφει ξανά όλα τα δεδομένα της συγκεκριμένης στρατηγικής χωρίς όμως να σβήνει αυτά που έχει εισάγει ο χρήστης .

3.11 Παράδειγμα χρήσης της Εφαρμογής

Στη συνέχεια ακολουθεί η παρουσίαση ενός ολοκληρωμένου παραδείγματος χρήσης της εφαρμογής.

- Εισαγωγή ιστορικών τιμών του δείκτη στην καρτέλα Historical Data :

	A
1	Underlying Asset Historical Prices
2	1027,37
3	1022,58
4	1028,06
5	1060,27
6	1070,25
7	1077,96
8	1078,75
9	1095,34
10	1095,17
11	1096,48
12	1064,88
13	1071,25
14	1083,48
15	1069,59
16	1093,67
17	1102,66
18	1115,01
19	1113,84
20	1106,13
21	1101,53
22	1101,6
23	1125,86
24	1120,46
25	1127,24
26	1125,81
27	1121,64
28	1127,79
29	1121,06
30	1089,47
31	1083,61
32	1079,25

3.11.1 Παράδειγμα χρήσης εφαρμογής στην εισαγωγή Ιστορικών δεδομένων

- Εισαγωγή ιστορικών τιμών του δείκτη τις οποίες θα χρησιμοποιήσουμε ως μελλοντικές για την διεξαγωγή των ελέγχων και της σχετικής ανάλυσης. Η εισαγωγή γίνεται και στις δύο καρτέλες “MainSheet” και “HistoricalData”, κάτω από την κεφαλίδα “Underlying Asset Real Data”

B
UNDERLYING ASSET REAL DATA
1109,55
1125,59
1148,67
1146,24
1165,15
1176,19
1183,08
1183,26
1225,85
1199,21
1199,73
1189,4
1224,71
1240,4

3.11.2.1 Παράδειγμα χρήσης εφαρμογής στην εισαγωγή Ιστορικών δεδομένων για χρήση τους ως μελλοντικά

Και

A
UNDERLYING ASSET REAL DATA
1
2 1109,55
3 1125,59
4 1148,67
5 1146,24
6 1165,15
7 1176,19
8 1183,08
9 1183,26
10 1225,85
11 1199,21
12 1199,73
13 1189,4
14 1224,71
15 1240,4
16

3.11.2.2 Παράδειγμα χρήσης εφαρμογής στην εισαγωγή Ιστορικών δεδομένων για χρήση τους ως μελλοντικά

- Καθορισμός εβδομαδιαίου σταθερού επιτοκίου και τιμή εξάσκησης (Strike Price) του call option που θέλουμε να εξετάσουμε.

Weekly Interest Rate :	0,00134
K Strike Price (call option):	1020

3.11.3 Παράδειγμα χρήσης εφαρμογής στην εισαγωγή εβδομαδιαίου επιτοκίου και τιμής εξάσκησης του call option

- Εκκίνηση διαδικασίας υπολογισμού Εκτιμώμενης Σταθερής Μεταβλητότητας πιέζοντας το σχετικό πλήκτρο

$\sigma = 0,1796$	Historical Volatility Estimator
-------------------	---------------------------------

3.11.4 Πλήκτρο εκκίνηση υπολογισμού Εκτιμώμενης μεταβλητότητας

Standard Deviation (σ):	0,1796
----------------------------------	--------

3.11.5 Απεικόνιση της τυπική απόκλισης που έχει υπολογιστεί

Volatility (σ^2) :	0,03225616
-----------------------------	------------

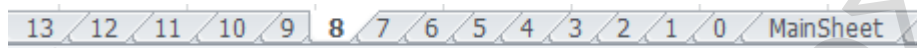
3.11.6 Απεικόνιση της μεταβλητότητας που έχει υπολογιστεί

- Εκκίνηση πρώτης τεχνικής - Binomial Delta Hedging with Static Volatility Estimation δημιουργώντας τα διωνυμικά δένδρα πιέζοντας το σχετικό πλήκτρο.

Δημιουργία Δένδρων Τιμών

3.11.7 Πλήκτρο εκκίνηση διαδικασίας δημιουργίας δυαδικών δένδρων

- Στο κάτω μέρος της εφαρμογής βλέπουμε πως δημιουργούνται οι νέες καρτέλες με τα διωνυμικά δένδρα.



3.11.8 Μορφή των παραχθέντων καρτέλων κατά την πρώτη στρατηγική

- Ανοίγοντας μια από τις καρτέλες μπορούμε να δούμε τα δένδρα που έχουν δημιουργηθεί

	A	B	C	D	E	F
1	Calculated Tree For Day 8 With Starting Price 1225,85					
2	1225,85	1256,764	1288,459	1320,952	1354,265	1388,418
3		1195,696	1225,85	1256,764	1288,459	1320,952
4			1225,85	1256,764	1288,459	1320,952
5			1166,284	1195,696	1225,85	1256,764
6				1256,764	1288,459	1320,952
7				1195,696	1225,85	1256,764
8				1195,696	1225,85	1256,764
9				1137,595	1166,284	1195,696
10					1288,459	1320,952
11					1225,85	1256,764
12					1225,85	1256,764
13					1166,284	1195,696
14					1225,85	1256,764
15					1166,284	1195,696
16					1166,284	1195,696
17					1109,612	1137,595
18						1320,952
19						1256,764
20						1256,764
21						1195,696
22						1256,764
23						1195,696
24						1195,696
25						1137,595
26						1256,764
27						1195,696
28						1195,696
29						1137,595
30						1195,696
31						1137,595
32						1137,595
33						1082,317

3.11.9 Μορφή Παραχθέντων δυαδικών δένδρων

- Εφόσον τα δεδομένα που χρειαζόμαστε για την πρώτη στρατηγική έχουν προετοιμαστεί συνεχίζουμε πιέζοντας το πλήκτρο με τίτλο "Εκκίνηση Binomial Στρατηγικής" ώστε να ξεκινήσει η διαδικασία.

Εκκίνηση Binomial Στρατηγικής

3.11.10 Πλήκτρο εκκίνησης της Διωνυμικής Στρατηγικής

- Παρατηρούμε πως γίνεται χρήση των καρτελών που παράχθησαν νωρίτερα για την εφαρμογή της τιμολόγησης του παραγώγου. Μόλις ολοκληρωθεί η διαδικασία μπορούμε να ανοίξουμε μια από αυτές για να δούμε πως έχει τιμολογηθεί το προϊόν σε εβδομαδιαία βάση δίπλα από το αντίστοιχο διωνυμικό του δένδρο κάθε φορά.

AA	AB	AC	AD
179,73	209,9857	241,0045	272,8055
	150,2185	179,73	209,9857
		179,73	209,9857
		121,433	150,2185
			209,9857
			150,2185
			150,2185
			93,35549

3.11.11 Μορφή δένδρων κατά την τιμολόγηση του call option

- Μόλις η διαδικασία ολοκληρωθεί βλέπουμε στην κεντρική οθόνη όλα τα στοιχεία στις στρατηγικής που ακολουθήσαμε, όπως η εβδομαδιαία αποτίμηση του χαρτοφυλακίου, η αναπροσαρμογή θέσης που εφαρμόστηκε κάθε εβδομάδα, τα εβδομαδιαία κέρδη ή ζημιές, καθώς και τα αντίστοιχα κέρδη ή ζημιές αθροιστικά, το ποσοστό κτήσης του υποκείμενου χρηματοοικονομικού προϊόντος (δείκτης στη συγκεκριμένη

περίπτωση) (Δ -delta), το ποσοστό δανεισμού (B) , καθώς και άλλα στατιστικά της εφαρμογής όπως ο χρόνος διεκπεραίωσης , το πλήθος των παραχθέντων κόμβων κ.α.

delta	B	Portfolio Price C(t)	Portfolio Difference	Accumulated Profits	$\Delta(t-1)*S(t)+B(t-1)$	
0,840162312	832,6735344	99,52855833				
0,891144852	890,9427359	112,1209981	0,883763739	0,883763739	113,0047618	$\Delta(0)*S(1)+B(0)$
0,937025323	943,5917538	132,7411239	-0,052502693	0,831261046	132,6886212	$\Delta(1)*S(2)+B(1)$
0,939117012	946,3790301	130,0744542	0,389698171	1,220959217	130,4641524	$\Delta(2)*S(3)+B(2)$
0,972542498	985,7022898	147,4556018	0,377555179	1,598514396	147,8331569	$\Delta(3)*S(4)+B(3)$
0,985821911	1001,501052	158,0128212	0,179649773	1,778164169	158,1924709	.
0,99251823	1009,572416	164,6560519	0,149082205	1,927246375	164,8051341	.
0,999444844	1017,962471	164,6406358	0,194069443	2,121315818	164,8347052	.
1	1018,635029	207,2149709	-0,007979251	2,113336567	207,2069917	.
1	1018,635029	180,5749709	0	2,113336567	180,5749709	
1	1018,635029	181,0949709	0	2,113336567	181,0949709	$\Delta(t-1)*S(t)+B(t-1)$
1	1018,635029	170,7649709	0	2,113336567	170,7649709	
1	1018,635029	206,0749709	0	2,113336567	206,0749709	
		220,4	1,364970939	3,478307506	221,7649709	

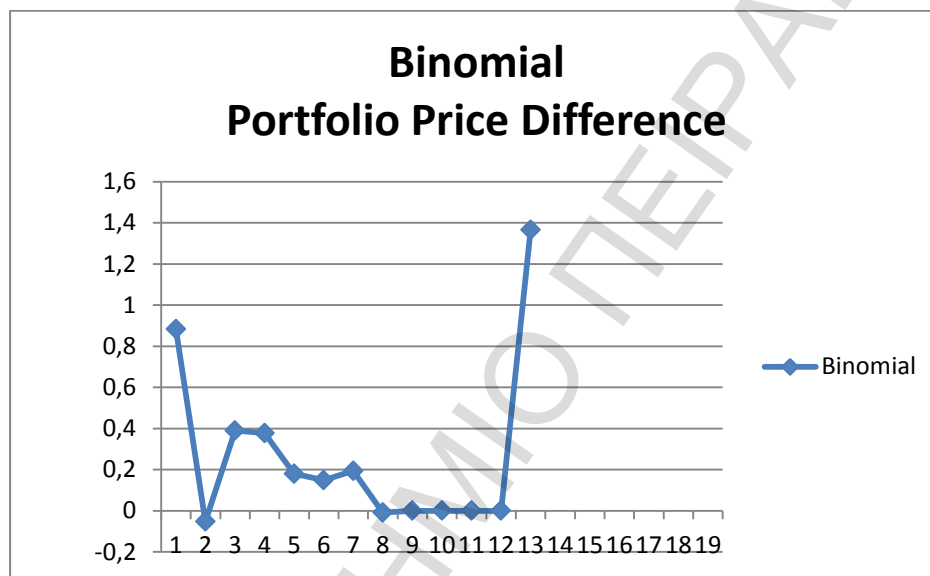
3.11.12 Οθόνη εμφάνισης αποτελεσμάτων της στρατηγικής

2	Standard Deviation (σ):	0,1796
3	Weekly Interest Rate :	0,00134
4	K Strike Price (call option):	1020
5		
6		
7	Total Binomial Trees Calculated :	14
8	Total Binomial Nodes Created :	32.738,00
9	Total Pricing Trees Calculated :	14
10	Total Pricing Nodes Created :	32.738,00
11	Calculation of Binomial Trees took:	3 second(s)
12	Calculation of Pricing took :	4 second(s)
13	Expiry Time:	0,269230769
14	Volatility (σ^2) :	0,03225616
15	Estimated UP :	1,025218785
16	Estimated DOWN :	0,975401558

3.11.13 Οθόνη εμφάνισης στατιστικών σχετικά με την στρατηγική

Στην δική μας ανάλυση αυτό που μας ενδιαφέρει είναι κυρίως το συνολικό αθροιστικό κέρδος, δηλαδή η τελευταία τιμή που εμφανίζεται στη στήλη Accumulated Profits. Ωστόσο μπορεί να γίνει χρήση και των υπόλοιπων δεδομένων για άλλες αναλύσεις.

- Στα δεξιά της περιοχής που είδαμε νωρίτερα παρέχεται διαγραμματική αναπαράσταση της κίνησης της διαφοράς της αξίας του χαρτοφυλακίου σε εβδομαδιαία βάση.



3.11.14 Διαγραμματική αναπαράσταση της εβδομαδιαίας μεταβολής της τρέχουσας στρατηγικής

Στη συνέχεια προχωράμε για την εφαρμογή της δεύτερης τεχνικής - Black, Scholes, Merton formula with Static Estimated Volatility

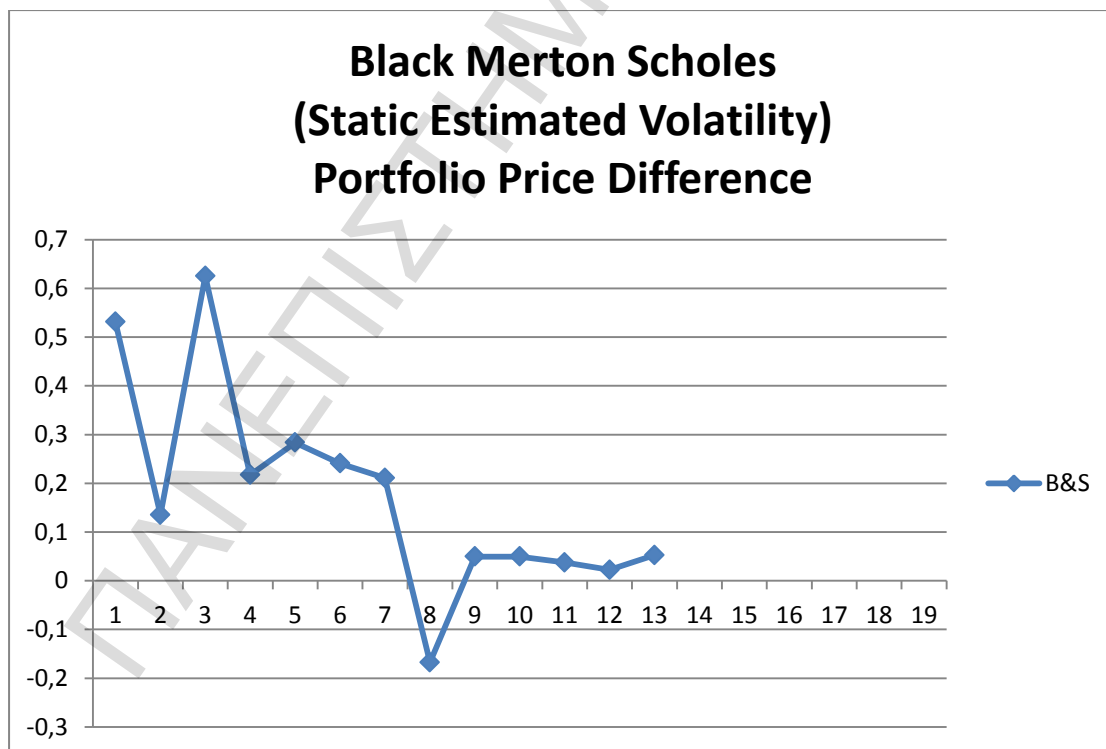
Για την εκκίνηση της στρατηγικής πιέζουμε το πλήκτρο με τίτλο “Εκκίνηση B&S Στρατηγικής με Χρήση Static Estimated Volatility”

- Αυτόματα η εφαρμογή τρέχει τον σχετικό κώδικα και σε σύντομο χρονικό διάστημα εμφανίζει τα αποτελέσματα αυτής της τεχνικής με αντίστοιχο τρόπο όπως και προηγουμένως.

Time(in weeks)	Undelying Asset Price	delta	B	Portfolio Price C(t)	Portfolio Difference	Accumulated Profits	$\Delta(t-1)*S(t)+B(t-1)$
0	1109,55	0,82982	820,9856099	99,74117113			
1	1125,59	0,874	871,245562	112,520098	0,531385905	0,531385905	113,0514839
2	1148,67	0,92273	927,3557132	132,5565559	0,135462172	0,666848076	132,692018
3	1146,24	0,92748	933,4256335	129,6890417	0,625280282	1,292128358	130,314322
4	1165,15	0,95836	969,6225176	147,0106364	0,217052034	1,509180392	147,2276885
5	1176,19	0,97425	988,5955102	157,3075973	0,283333574	1,792513966	157,5909308
6	1183,08	0,98397	1000,335941	163,7792869	0,240892818	2,033406783	164,0201798
7	1183,26	0,98895	1006,4396	163,7453771	0,211024489	2,244431273	163,9564015
8	1225,85	0,99884	1018,395666	206,0323475	-0,167589975	2,076841298	205,8647576
9	1199,21	0,99834	1017,84554	179,373771	0,04947889	2,126320188	179,4232499
10	1199,73	0,99949	1019,27486	179,8432778	0,049630029	2,175950217	179,8929078
11	1189,4	0,99983	1019,716796	169,481006	0,037540084	2,213490301	169,5185461
12	1224,71	1	1019,947431	204,7625686	0,022434727	2,235925028	204,7850033
13	1240,4			220,4	0,052568604	2,288493632	220,4525686

3.11.15 Οθόνη εμφάνισης αποτελεσμάτων της στρατηγικής

Αντίστοιχα παρέχεται στα δεξιά και η σχετική γραφική αναπαράσταση:



3.11.16 Διαγραμματική αναπαράσταση της εβδομαδιαίας μεταβολής της τρέχουσας στρατηγικής

Συνεχίζουμε με την εφαρμογή της τρίτης και τελευταίας τεχνικής που χρησιμοποιεί σταθερή μεταβλητότητα (είτε εκτιμώμενη είτε τεκμαρτή) – B&S with Static Implied Volatility.

- Πριν την εκκίνηση της εφαρμογής πρέπει πρώτα να γίνει η εκτίμηση της τεκμαρτής μεταβλητότητας που θα κάνει χρήση η παρούσα στρατηγική. Για να γίνει ο υπολογισμός της πρέπει να εισάγουμε στο χρωματισμένο πεδίο την πραγματική τιμή του call option την πρώτη μέρα που εξετάζουμε καθώς και μια τυχαία δική μας εκτίμηση της μεταβλητότητας όπως φαίνεται στην ακόλουθη εικόνα. Στη συγκεκριμένη περίπτωση η τιμή του call option είναι 109,45\$ και επιλέγουμε ως τυχαίο volatility 11%.

Static Implied Volatility Estimator	
d1	1,509237121
d2	1,452160923
N(d1)	0,934380901
N(d2)	0,926771567
Estimated Call Price	91,77630665
Real Call Price	109,45
Implied volatility	0,11

3.11.17 Οθόνη συμπλήρωσης στοιχείων για την διεξαγωγή του υπολογισμού της τεκμαρτής μεταβλητότητας

- Πιέζουμε το πλήκτρο με τίτλο “Implied Volatility Estimator” για να ξεκινήσει η διαδικασία εκτίμησης της τεκμαρτής μεταβλητότητας.

**Implied Volatility
Estimator**

3.11.18 Πλήκτρο εκκίνησης διαδικασίας υπολογισμού της τεκμαρτής μεταβλητότητας

- Με τη χρήση του goal seek του excel η εφαρμογή υπολογίζει το σωστό volatility και αντικαθιστά τη δική μας εκτίμηση.

Static Implied Volatility Estimator	
d1	0,741882346
d2	0,617546821
N(d1)	0,770920688
N(d2)	0,731562946
Estimated Call Price	109,4500007
Real Call Price	109,45
Implied volatility	0,23962542
Implied Volatility Estimator	

3.11.19 Οθόνη συμπλήρωσης μετά τον υπολογισμό της τεκμαρτής μεταβλητότητας

- Εφόσον έχουμε υπολογίσει τη μεταβλητότητα που θα χρησιμοποιήσουμε στη στρατηγική , είμαστε έτοιμοι να την ξεκινήσουμε πιέζοντας το πλήκτρο με τίτλο “Εκκίνηση B&S Στρατηγικής με χρήση Static Implied Volatility”

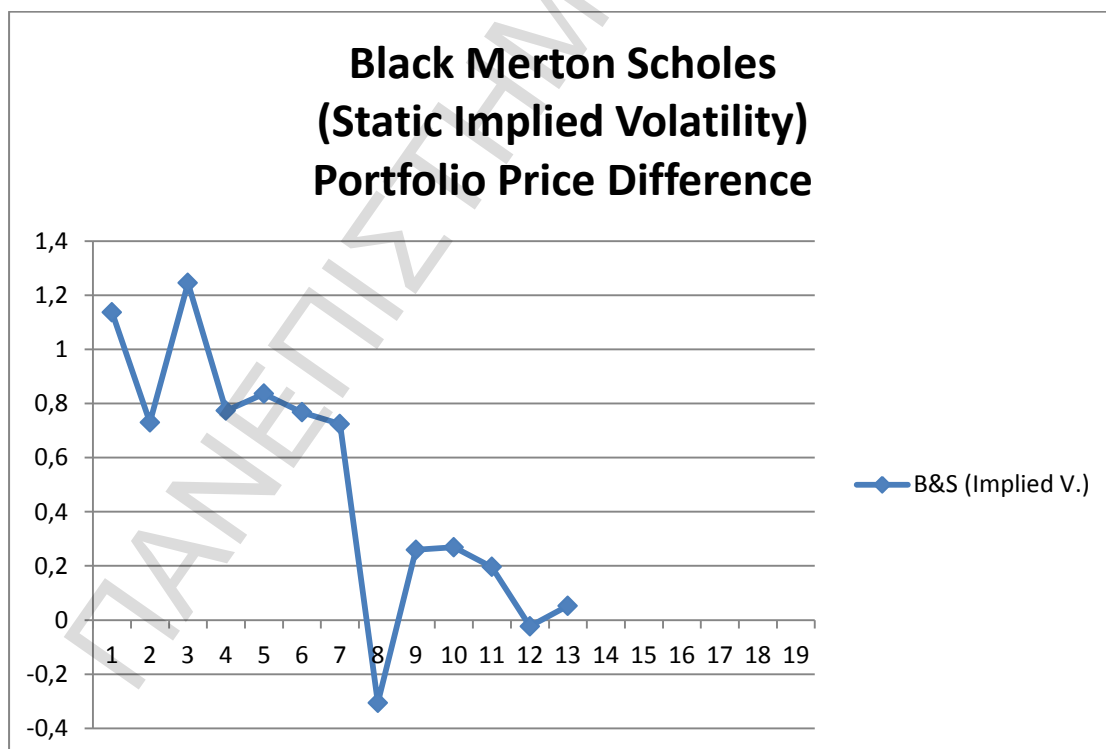
**Εκκίνηση B&S Στρατηγικής με Χρήση
Static Implied Volatility**

3.11.20 Πλήκτρο εκκίνησης Στρατηγικής

- Μόλις η διαδικασία ολοκληρωθεί έχουμε την εμφάνιση των αποτελεσμάτων καθώς και του σχετικού διαγράμματος όπως και στις προηγούμενες.

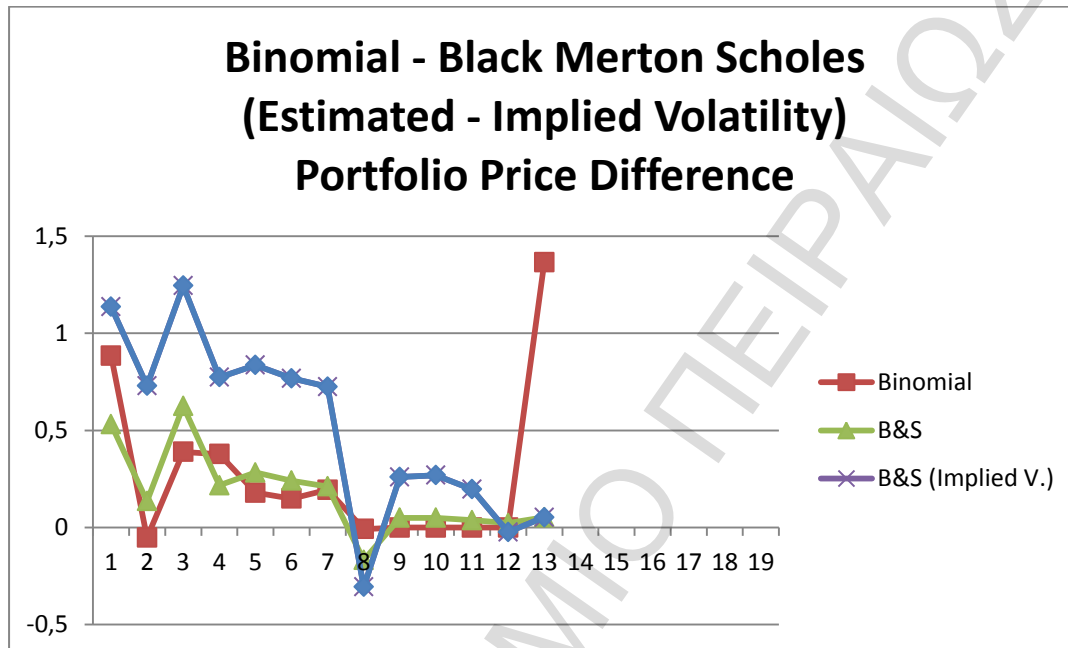
Time(in weeks)	Undelying Asset Price	delta	B	Portfolio Price C(t)	Portfolio Difference	Accumulated Profits	$\Delta(t-1)*S(t)+B(t-1)$
0	1109,55	0,77092	745,9261426	109,4481434			
1	1125,59	0,81187	793,1552625	120,6774908	1,136209436	1,136209436	121,8137002
2	1148,67	0,86265	852,2148524	138,6853231	0,730127308	1,866336743	139,4154504
3	1146,24	0,86787	859,4433747	135,3439341	1,245149423	3,111486166	136,5890836
4	1165,15	0,90677	905,5409269	150,9821386	0,773217215	3,884703382	151,7553558
5	1176,19	0,93075	934,5822434	160,1565991	0,836280309	4,72098369	160,9928794
6	1183,08	0,94816	955,9472604	165,8018724	0,76759422	5,488577911	166,5694666
7	1183,26	0,95861	969,0368224	165,2480462	0,724494986	6,213072897	165,9725412
8	1225,85	0,98931	1006,36444	206,3812239	-0,305977756	5,907095141	206,0752461
9	1199,21	0,98669	1003,482171	179,7663435	0,259661947	6,166757088	180,0260055
10	1199,73	0,99337	1011,765468	180,0103218	0,269100544	6,435857632	180,2794223
11	1189,4	0,99653	1015,720135	169,5526471	0,196162569	6,632020201	169,7488097
12	1224,71	0,99996	1019,897843	204,7631687	-0,023047263	6,608972937	204,7401214
13	1240,4			220,4	0,052541078	6,661514016	220,4525411

3.11.21 Οθόνη εμφάνισης αποτελεσμάτων της στρατηγικής

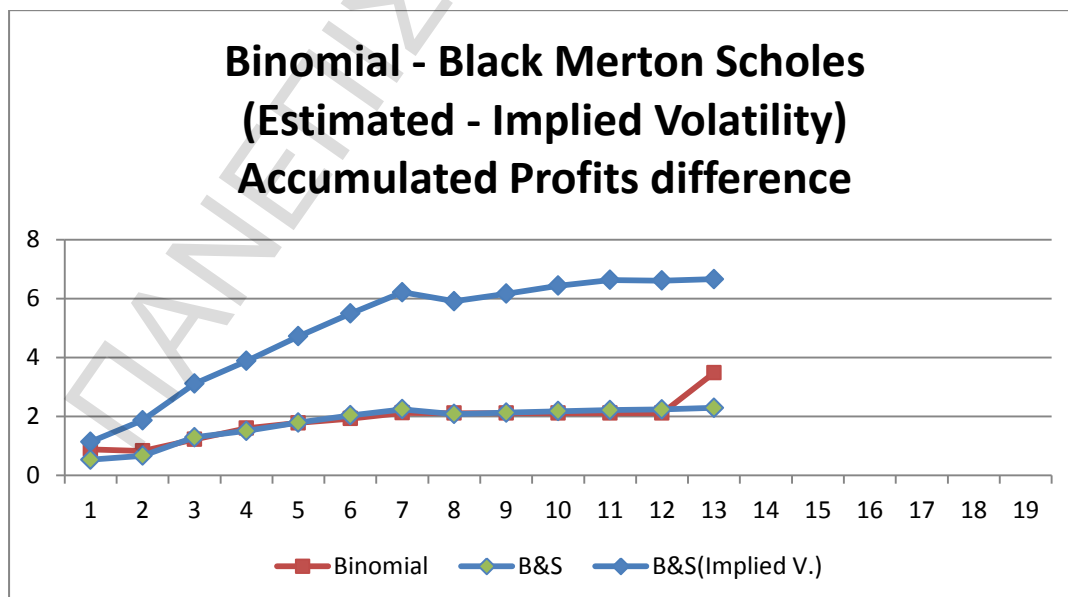


3.11.22 Διαγραμματική αναπαράσταση της εβδομαδιαίας μεταβολής της τρέχουσας στρατηγικής

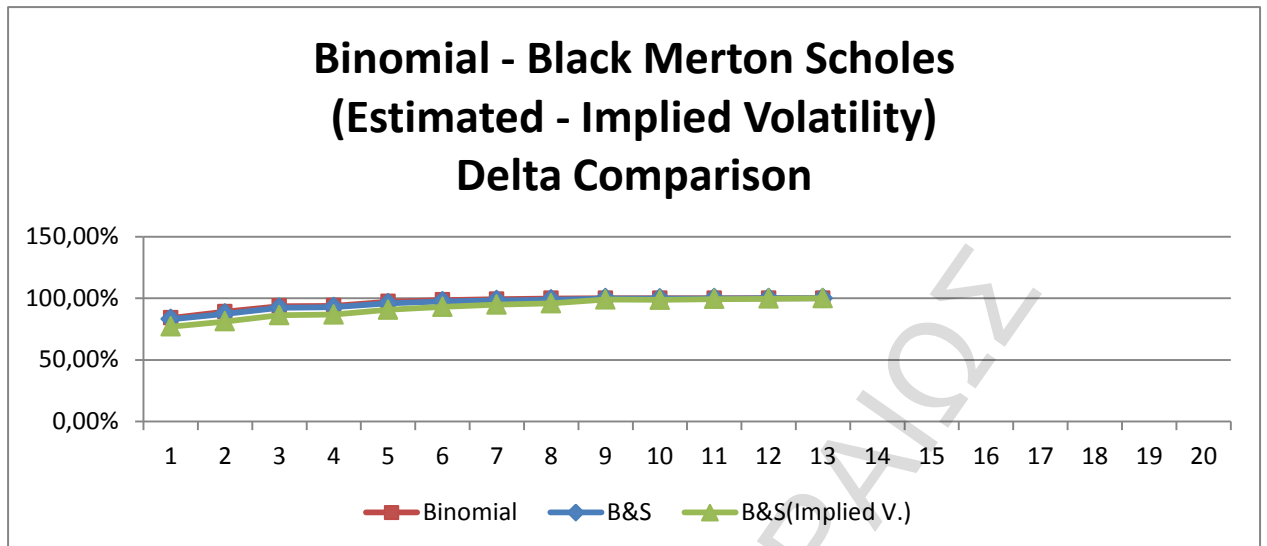
Μόλις ολοκληρωθούν και οι τρεις πρώτες στρατηγικές η εφαρμογή παράγει ένα πλήθος συγκριτικών διαγραμμάτων ώστε να είναι ευκολότερη και καλύτερα κατανοητή η σύγκρισή τους. Στη συνέχεια παρατίθενται τα σχετικά διαγράμματα που παρήχθησαν για το τρέχον παράδειγμα.



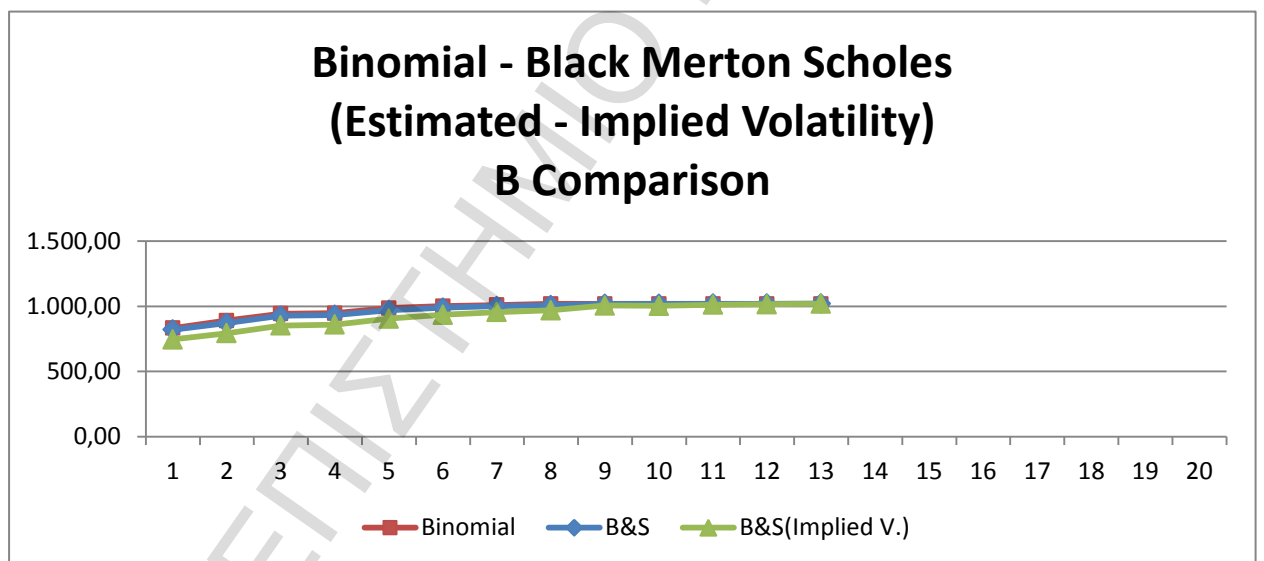
3.11.23 Συγκεντρωτικό διάγραμμα αναπαράστασης της εβδομαδιαίας μεταβολής της τρέχουσας στρατηγικής



3.11.24 Συγκεντρωτικό διάγραμμα αναπαράστασης των εβδομαδιαίων συγκεντρωτικών κερδών για τις τρεις προηγούμενες στρατηγικές



3.11.25 Συγκεντρωτικό διάγραμμα αναπαράστασης ποσοστιαίας κτήσης του υποκείμενου χρηματοοικονομικού προϊόντος για τις τρεις προηγούμενες στρατηγικές



3.11.26 Συγκεντρωτικό διάγραμμα αναπαράστασης του δανισμού για τις τρεις προηγούμενες στρατηγικές

Συνεχίζουμε τη χρήση της εφαρμογής με την εκκίνηση της πρώτης από τις τρεις στρατηγικές που κάνει χρήση συνεχόμενης μεταβλητότητας. Αναφερόμαστε στην τέταρτη κατά σειρά στρατηγική με τίτλο Binomial with Updating Volatility Estimation.

- Αρχικά πρέπει να γίνει ο υπολογισμός της συνεχόμενης Εκτιμώμενης μεταβλητότητας με την επιλογή του πλήκτρου “Updating Volatility Estimation”

Updating Volatility Estimation

3.11.27 Πλήκτρο εκκίνησης διαδικασίας υπολογισμούς συνεχούς Εκτιμώμενης μεταβλητότητας

- Μόλις η διαδικασία ολοκληρωθεί, έχουμε εμφάνιση του εβδομαδιαίου ιστορικού volatility στην οθόνη αποτελεσμάτων όπως φαίνεται στην ακόλουθη εικόνα.

Updating Volatility Estimation
0,1796
0,18103
0,18372
0,1834
0,18277
0,18593
0,18719
0,18514
0,18514
0,20174
0,19874
0,19842
0,19779
0,2068

3.11.28 Τρόπος εμφάνισης συνεχούς Εκτιμώμενης μεταβλητότητας

- Η στρατηγική είναι έτοιμη να ξεκινήσει πιέζοντας το πλήκτρο “Δημιουργία Δένδρων Τιμών και εκκίνηση Binomial Στρατηγικής”

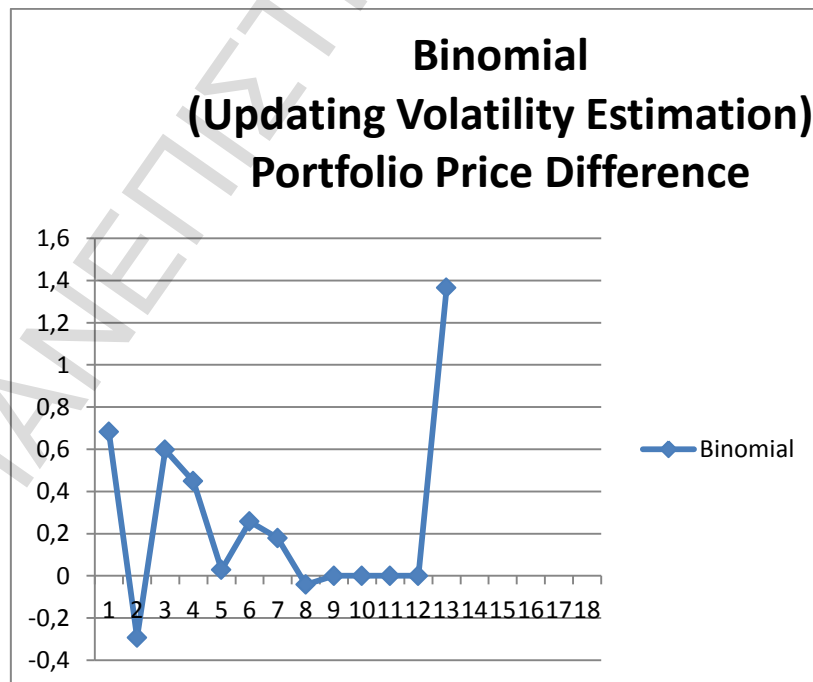
Δημιουργία Δένδρων Τιμών και εκκίνηση Binomial Στρατηγικής

3.11.28 Πλήκτρο εκκίνησης διωνυμικής στρατηγικής

Μόλις η στρατηγική ολοκληρωθεί έχουμε όπως και σε όλες τις προηγούμενες στρατηγικές την παρουσίαση των σχετικών τιμών και του διαγράμματος.

Undelying Asset Price	delta	B	Portfolio Price C(t)	Portfolio Difference	Accumulated Profits	$\Delta(t-1)*5(t)+8(t-1)$	UP	DOWN
1109,55	0,840162312	832,6735344	99,52855833				1,025218785	0,975401558
1125,59	0,888842076	888,1492642	112,3224884	0,682273373	0,682273373	113,0047618	1,025422112	0,975208149
1148,67	0,931297433	936,623399	133,1300233	-0,293059701	0,389213673	132,8369636	1,025804702	0,97484443
1146,24	0,93598766	942,5969623	130,2695331	0,597437438	0,986651111	130,8669705	1,025759182	0,97488769
1165,15	0,971217828	984,0936638	147,5207881	0,448271581	1,434922692	147,9690597	1,02566957	0,974972865
1176,19	0,98095515	995,5745792	158,2150584	0,027974585	1,462897277	158,2430329	1,026119131	0,974545713
1183,08	0,99079438	1007,472585	164,7164292	0,257410133	1,720307411	164,9738393	1,026298441	0,974375445
1183,26	0,996891641	1014,866429	164,7155737	0,179198526	1,899505936	164,8947722	1,026006722	0,974652484
1225,85	1	1018,635029	207,2149709	-0,041782292	1,857723644	207,1731886	1,026006722	0,974652484
1199,21	1	1018,635029	180,5749709	0	1,857723644	180,5749709	1,028371316	0,972411408
1199,73	1	1018,635029	181,0949709	0	1,857723644	181,0949709	1,027943577	0,97281604
1189,4	1	1018,635029	170,7649709	0	1,857723644	170,7649709	1,027897962	0,972859211
1224,71	1	1018,635029	206,0749709	0	1,857723644	206,0749709	1,027808163	0,972944209
			220,4	1,364970939	3,222694583	221,7649709		

3.11.29 Οθόνη εμφάνισης αποτελεσμάτων της στρατηγικής



3.11.30 Διαγραμματική αναπαράσταση της εβδομαδιαίας μεταβολής της τρέχουσας στρατηγικής

Συνεχίζοντας στην πέμπτη μέθοδο δεν χρειάζεται να υπολογίσουμε ξανά το volatility αφού έχει υπολογιστεί από την προηγούμενη.

- Η εφαρμογή ξεκινάει την τεχνική με την επιλογή του πλήκτρου “Εκκίνηση B&S Στρατηγικής με Χρήση Updating Volatility Estimation”

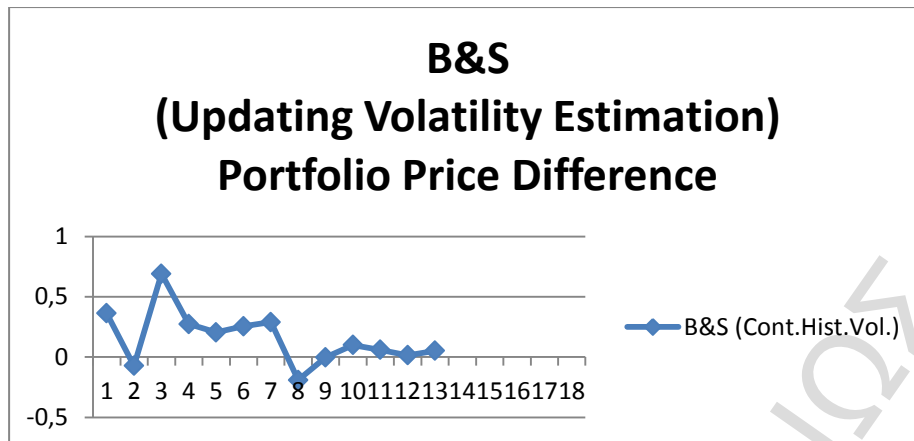
Εκκίνηση B&S Στρατηγικής με Χρήση Updating Volatility Estimation

3.11.31 Πλήκτρο εκκίνησης Black Scholes στρατηγικής

Αντίστοιχα με όλες τις στρατηγικές της εφαρμογής μόλις η διαδικασία ολοκληρωθεί έχουμε τα ακόλουθα αποτελέσματα:

Time(in weeks)	Undelying Asset Price	delta	B	Portfolio Price C(t)	Portfolio Difference	Accumulated Profits	$\Delta(t-1)*S(t)+B(t-1)$
0	1109,55	0,82982	820,9856099	99,74117113			
1	1125,59	0,87227	869,1297342	112,6886551	0,362828836	0,362828836	113,0514839
2	1148,67	0,9183	921,9306236	132,8930374	-0,072390687	0,290438149	132,8206467
3	1146,24	0,92347	928,5482578	129,969995	0,691573367	0,982011516	130,6615684
4	1165,15	0,95574	966,4219869	147,1584741	0,274338615	1,256350131	147,4328127
5	1176,19	0,97019	983,6228784	157,5048977	0,20494598	1,461296111	157,7098437
6	1183,08	0,98028	995,8154223	163,9342401	0,255266685	1,716562796	164,1895068
7	1183,26	0,98687	1003,902997	163,8207987	0,289891817	2,006454613	164,1106905
8	1225,85	0,99845	1017,907379	206,0425539	-0,190961848	1,815492765	205,851592
9	1199,21	0,99561	1014,49948	179,4459879	-0,002142055	1,81335071	179,4438459
10	1199,73	0,99853	1018,103136	179,863261	0,100444094	1,913794803	179,9637051
11	1189,4	0,99942	1019,222453	169,4876951	0,060751017	1,974545821	169,5484461
12	1224,71	1	1019,947422	204,7625781	0,014637165	1,989182986	204,7772153
13	1240,4			220,4	0,052578146	2,041761132	220,4525781

3.11.32 Οθόνη εμφάνισης αποτελεσμάτων της στρατηγικής



3.11.33 Διαγραμματική αναπαράσταση της εβδομαδιαίας μεταβολής της τρέχουσας στρατηγικής

Φτάνοντας στην έκτη και τελευταία μέθοδο αντιστάθμισης κινδύνου θα πρέπει πρώτα να εκτιμήσουμε την τεκμαρτή μεταβλητότητα σε εβδομαδιαία βάση.

Αυτή τη φορά θα πρέπει να εισάγουμε όλες τις τιμές του call option που πραγματοποιήθηκαν μέχρι τη λήξη του σε εβδομαδιαία βάση ώστε να γίνει και η αντίστοιχη εκτίμηση του εβδομαδιαίου τεκμαρτού volatility. Αντίστοιχα όπως και νωρίτερα θα πρέπει να εισάγουμε και μια δική μας τυχαία εκτίμηση του volatility στην αρχή το οποίο θα αντικατασταθεί στη συνέχεια από το σωστό που θα υπολογίσει η εφαρμογή.

- Εισάγουμε τα δεδομένα από σήμερα σε εβδομαδιαία βάση μέχρι τη λήξη:

DERIVATIVE REAL FUTURE DATA
109,45
121
138,55
136,25
150,65
158,85
162,7
164,7
203,8
178,65
178,55
169,85
204,25
220,4

3.11.34 Παράδειγμα χρήσης εφαρμογής στην εισαγωγή πραγματικών τιμών του call option

- Εισαγωγή τυχαίας τιμής στο πεδίο του volatility

Updating Implied Volatility Estimator	
d1	1,509237121
d2	1,452160923
N(d1)	0,934380901
N(d2)	0,926771567
Estimated Call Price	91,77630665
Index Price	1109,55
Real Call Price	109,45
Implied volatility	0,11

3.11.35 Παράδειγμα εισαγωγής τυχαίου volatility για τον υπολογισμό του πραγματικού

- Για να γίνει υπολογισμός πιέζουμε το πλήκτρο “Υπολογισμός Updating Implied Volatility”

Υπολογισμός Updating Implied Volatility

3.11.35 Πλήκτρο εκκίνησης διαδικασίας υπολογισμού συνεχούς τεκμαρτής μεταβλητότητας

Μόλις η διαδικασία ολοκληρωθεί έχουμε την συμπλήρωση των υπολογισθέντων τιμών του volatility στην ακόλουθη μορφή

Updating Implied Volatility
0,23962542
0,2328166
0,22047769
0,218913
0,19823374
0,17239378
0,02740376
0,15409886
0,0455761
0,02390231
0,03825145
0,11243425
0,04053842
0,04205373

3.11.36 Τρόπος εμφάνισης συνεχούς τεκμαρτής μεταβλητότητας

- Έχοντας τις παραπάνω τιμές προχωράμε στην εκκίνηση της στρατηγικής πιέζοντας το πλήκτρο με τίτλο “Εκκίνηση B&S Στρατηγικής με Χρήση Implied Updating Volatility”

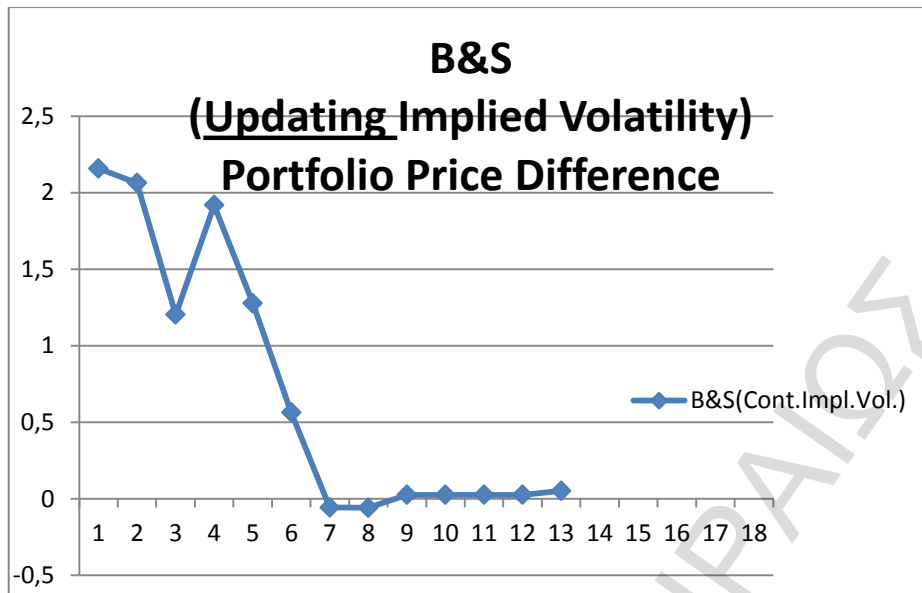
Εκκίνηση B&S Στρατηγικής με Χρήση
Implied Updating Volatility

3.11.37 Πλήκτρο εκκίνησης Black Scholes Στρατηγικής

Με την ολοκλήρωση της διαδικασίας έχουμε τα εξαγόμενα δεδομένα και διάγραμμα ως εξής:

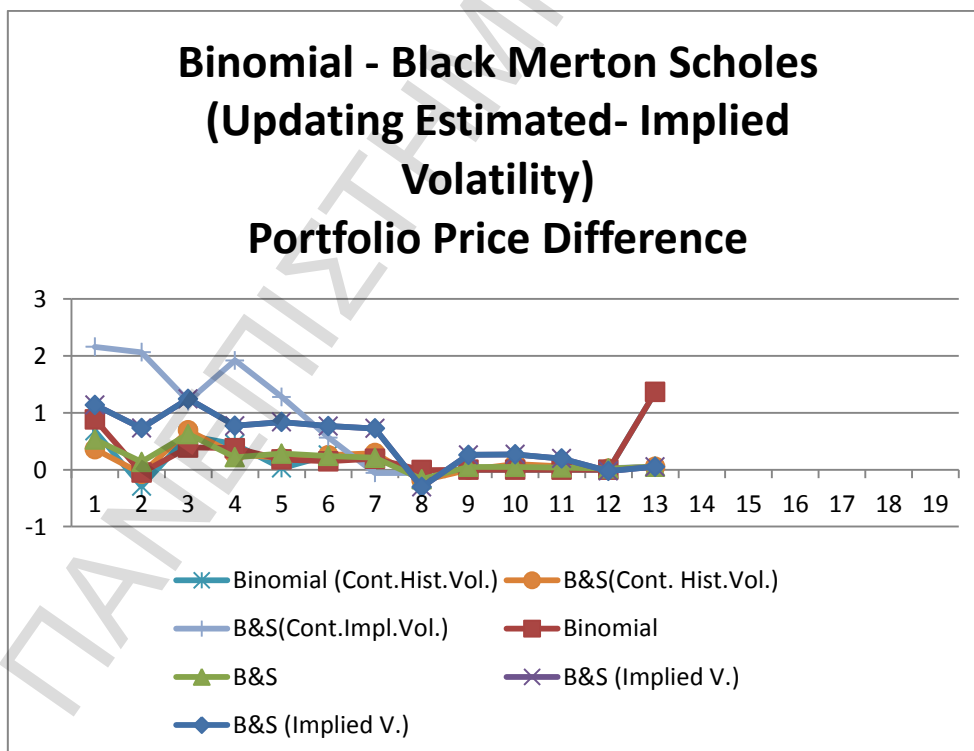
Time(in weeks)	Undelying Asset Price	delta	B	Portfolio Price C(t)		Accumulated Profits	$\Delta(t-1)*S(t)+B(t-1)$
0	1109,55	0,77092	745,9261426	109,4481434			
1	1125,59	0,81786	800,9195556	119,6554818	2,158218393	2,158218393	121,8137002
2	1148,67	0,88051	874,9474325	136,4679892	2,063701399	4,221919793	138,5316906
3	1146,24	0,88725	883,8768938	133,1245462	1,203803717	5,42572351	134,3283499
4	1165,15	0,9426	950,287505	147,982885	1,91955873	7,34528224	149,9024437
5	1176,19	0,9786	993,9080105	157,1115235	1,277665522	8,622947762	158,389189
6	1183,08	1	1019,789745	163,2902552	0,563822204	9,186769966	163,8540775
7	1183,26	0,99606	1015,071172	163,5267839	-0,056528627	9,130241339	163,4702552
8	1225,85	1	1019,842304	206,0076955	-0,058716224	9,071525115	205,9489793
9	1199,21	1	1019,868585	179,3414146	0,02628089	9,097806005	179,3676955
10	1199,73	1	1019,894867	179,835133	0,026281568	9,124087573	179,8614146
11	1189,4	1	1019,921149	169,4788508	0,026282214	9,150369786	169,505133
12	1224,71	1	1019,947432	204,7625679	0,026282953	9,176652739	204,7888508
13	1240,4			220,4	0,052567876	9,229220616	220,4525679

3.11.38 Οθόνη εμφάνισης αποτελεσμάτων της στρατηγικής

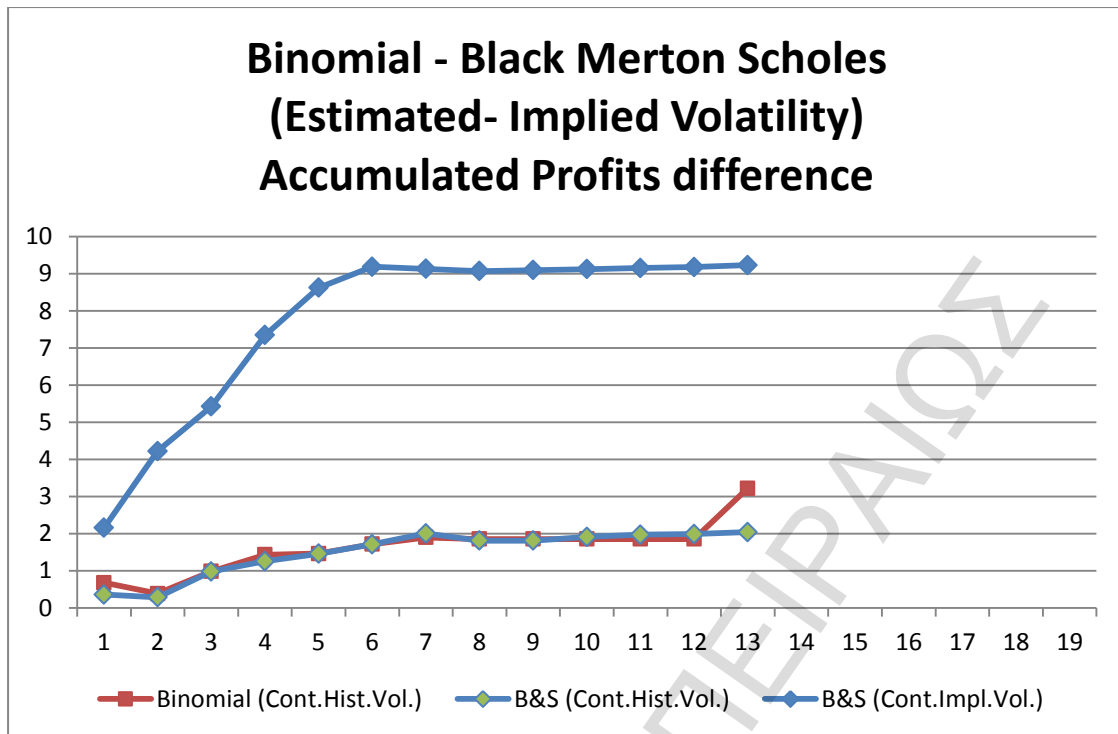


3.11.39 Διαγραμματική αναπαράσταση της εβδομαδιαίας μεταβολής της τρέχουσας στρατηγικής

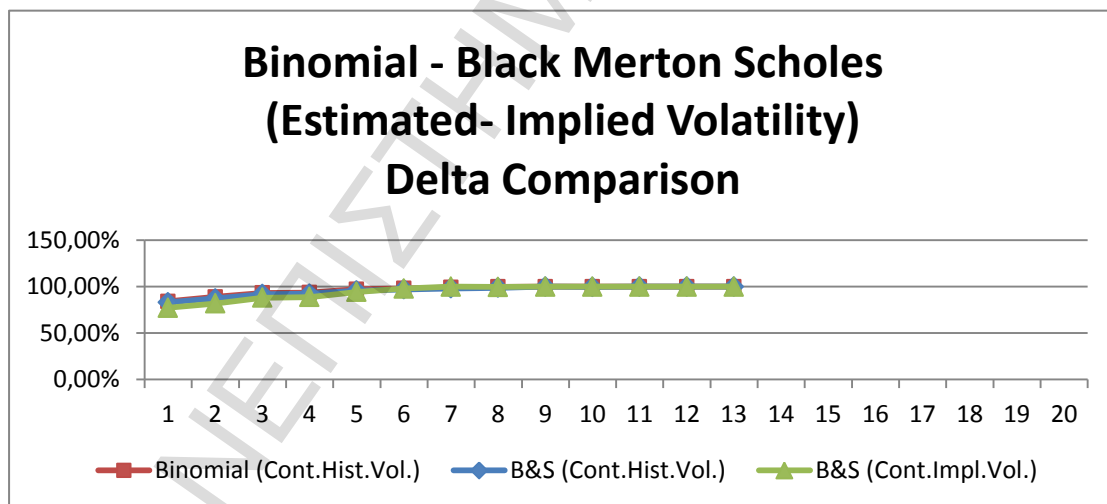
Καθώς και συγκεντρωτικά διάγραμμα των άνω τεχνικών



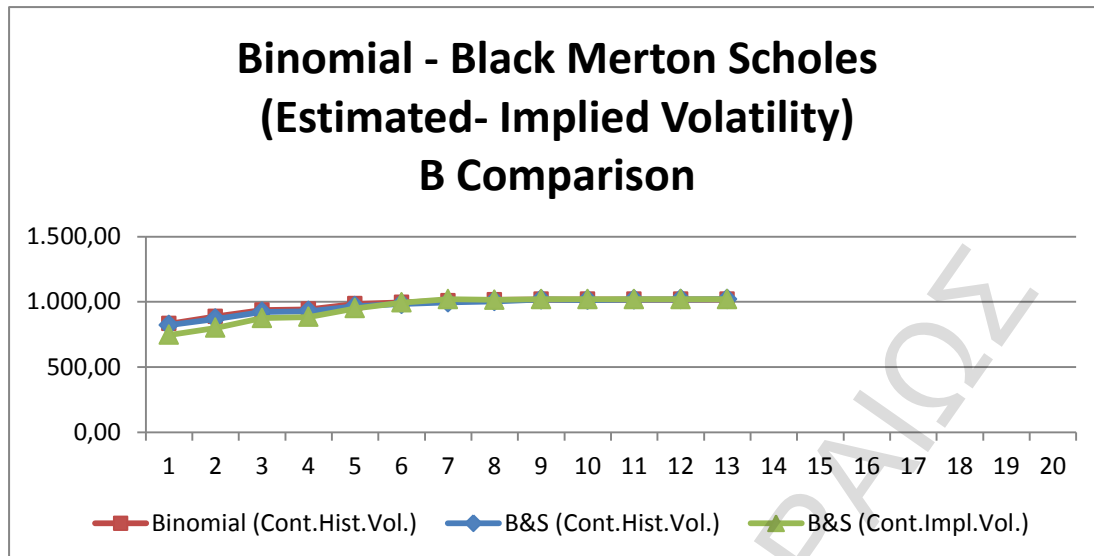
3.11.40 Συγκεντρωτικό διάγραμμα αναπαράστασης της εβδομαδιαίας μεταβολής όλων των στρατηγικών



3.11.41 Συγκεντρωτικό διάγραμμα αναπαράστασης των εβδομαδιαίων συγκεντρωτικών κερδών για τις τρεις προηγούμενες στρατηγικές

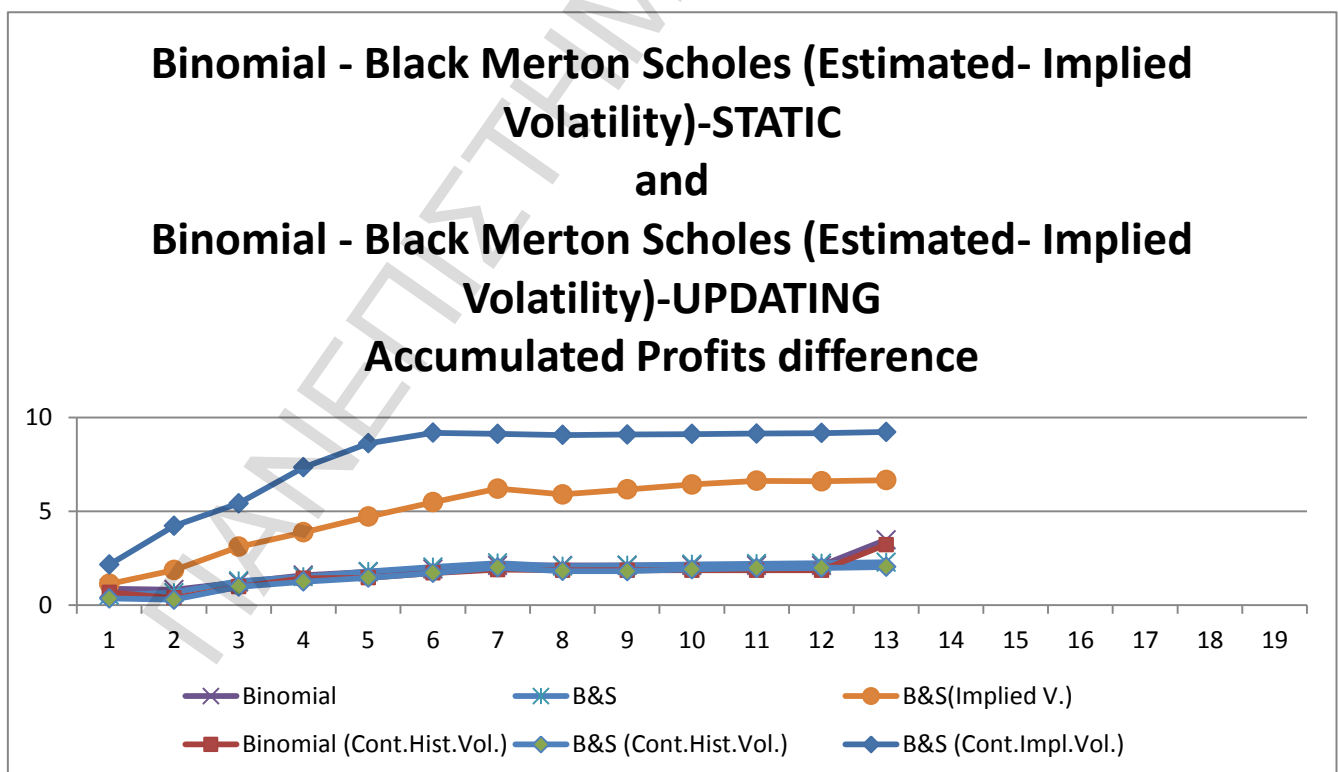


3.11.42 Συγκεντρωτικό διάγραμμα αναπαράστασης ποσοστιαίας κτήσης του υποκείμενου χρηματοοικονομικού προϊόντος για τις τρεις προηγούμενες στρατηγικές



3.11.43 Συγκεντρωτικό διάγραμμα αναπαράστασης του δανισμού για τις τρεις προηγούμενες στρατηγικές

Με την ολοκλήρωση και της δεύτερης ομάδας στρατηγικών έχουμε την ολοκλήρωση όλων των στρατηγικών που καλύπτει η εφαρμογή . Στο κάτω μέρος βρίσκεται συγκεντρωτικό διάγραμμα συγκρίνει τα αθροιστικά κέρδη και των έξι στρατηγικών που εφαρμόστηκαν νωρίτερα.



3.11.44 41 Συγκεντρωτικό διάγραμμα αναπαράστασης των εβδομαδιαίων συγκεντρωτικών κερδών για όλες τις στρατηγικές

Όπως βλέπουμε παραπάνω μία από τις τεχνικές φαίνεται να έχει το υψηλότερο κέρδος, ωστόσο αυτό δεν αποτελεί ισχυρό κριτήριο επιλογής της ως βέλτιστης αφού πρέπει όλα τα παραπάνω που εφαρμόστηκαν στο παράδειγμα πρέπει να εφαρμοστούν σε πλήθος παραγωγών διαφορετικών Strikes prices και διαφορετικές χρονικές περιόδους.

Αυτό ακριβώς έχει εφαρμοστεί στην ανάλυση που ακολουθεί.

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΩΣ

4. Δεδομένα, μεθοδολογία και ανάλυση

4.1 Επιλογή Δεδομένων

Οι κατηγορίες δεδομένων που απαιτήθηκαν για την παρούσα ανάλυση είναι δύο και αφορούν τις τιμές του δείκτη S&P500 και τις τιμές των call options Ευρωπαϊκού τύπου πάνω στο συγκεκριμένο δείκτη.

Η ανάκτηση των δεδομένων έγινε για το δείκτη με τη χρήση του προϊόντος Bloomberg και για τις τιμές των call options με το εργαλείο Option Metrics.

4.2 Κριτήρια επιλογής δεδομένων

Τα δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν στην παρούσα εργασία επιλέχθηκαν με βάση δύο κύρια κριτήρια για τις τιμές του δείκτη και ακόμη δύο για τις τιμές των call options.

Η επιλογή των τιμών του δείκτη έγινε καταρχήν με κριτήριο την κίνηση του δείκτη. Επιλέχθηκαν συνολικά τέσσερις χρονικές περίοδοι δύο εκ των οποίων αντιπροσωπεύουν μια σταθερή κίνηση του δείκτη χωρίς μεγάλες διακυμάνσεις, μία περίοδος με μεγάλη άνοδο και μια περίοδος με μεγάλη πτώση.

Δεύτερο κριτήριο ήταν το έτος, αφού αποφεύχθηκε η επιλογή των τεσσάρων προαναφερθέντων χρονικών περιόδων να βρίσκονται το ίδιο ημερολογιακό έτος.

Τα έτη που επιλέχθηκαν ήταν κατά φθίνουσα σειρά 2013, 2012, 2011 και 2010.

Για την επιλογή των call options αρχικά εντοπίστηκαν όλα εκείνα τα call options που αντιστοιχούσαν στις παραπάνω περιόδους του δείκτη που είχαν

επιλεχθεί και είχαν ληκτότητα από 10 έως 14 εβδομάδες. Το συγκεκριμένο μέγεθος κρίθηκε βέλτιστο για την καλύτερη ανάλυση αλλά και ομαλότερη απόδοση της εφαρμογής.

Ως δεύτερο κριτήριο επιλέχθηκε η τιμή εξάσκησης του call option. Ορίστηκαν τρεις κατηγορίες οι οποίες αναφέρονται ως In The Money, At The Money και Out Of The Money. Η καθεμία αντιπροσωπεύει τη σχέση τις τιμές εξάσκησης των call options σε σχέση με την τιμή του δείκτη την πρώτη ημέρα που ξεκινάει η κάθε στρατηγική. In the money ορίζουμε τις τιμές οι οποίες είναι τουλάχιστον 10% κάτω από την τιμή του δείκτη την πρώτη μέρα εκκίνησης της στρατηγικής. At the money ορίζουμε την περιοχή πάνω και κάτω από την τιμή του δείκτη με απόκλιση 10% , και Out of the money τιμές εξάσκησης μεγαλύτερες του 10% της τιμής του δείκτη.

Συνοψίζοντας , επιλέχθηκαν 103 call options εκ των οποίων 33 βρίσκονται στην κατηγορία In The Money, 39 στην κατηγορία At the Money και 31 στην κατηγορία Out Of The Money.

4.3 Μεθοδολογία

Μετά την επιλογή των άνω δεδομένων ακολουθήθηκε συγκεκριμένη μεθοδολογία για την ανάλυση , συγκέντρωση και ομαδοποίηση των αποτελεσμάτων.

- Αρχικά όλα τα δεδομένα υποβλήθηκαν στην ανάλυση των έξι τεχνικών αντιστάθμισης κινδύνου με τη χρήση της προαναφερθείσας εφαρμογής
- Συγκεντρώθηκαν τα αθροιστικά κέρδη κάθε χαρτοφυλακίου για κάθε μια από τις στρατηγικές όλων των call options μαζί με τα Strike Price τους για κάθε χρονική περίοδο και καταγράφηκαν.
- Ακολούθησε κατηγοριοποίηση των δεδομένων με βάση τη χρονική περίοδο που ανήκουν καθώς και την τιμή του strike price τους.

- Στη συνέχεια δημιουργήθηκαν τρία σενάρια πάνω στα οποία εξετάστηκαν τα προαναφερθέντα δεδομένα. Το πρώτο σενάριο αφορά τη συνολική συγκέντρωση των δεδομένων χωρίς καμία διάκριση. Το δεύτερο σενάριο αφορά τη συγκέντρωση των δεδομένων αυτών στις χρονικές περιόδους της ανόδου του δείκτη, πτώσης και σταθερότητας αντίστοιχα. Το τρίτο και τελευταίο σενάριο αφορά την συγκέντρωση των δεδομένων βάσει των τιμών εξάσκησης τους, πιο συγκεκριμένα δημιουργήθηκαν τρεις υποκατηγορίες in the money , at the money και out of the money.
- Με την ολοκλήρωση της συγκέντρωσης των δεδομένων εφαρμόστηκαν μια σειρά υπολογισμών σε κάθε μία από τις κατηγορίες. Αναλυτικότερα τα μέτρα που χρησιμοποιήθηκαν ήταν ο υπολογισμός των : συνολικό άθροισμα, μέσος, τυπική απόκλιση , VaR (Value At Risk) , CvaR (Conditional Value At Risk)
- Τέλος εφόσον υπολογίστηκαν όλα τα παραπάνω μέτρα για κάθε μια από τις κατηγορίες χρησιμοποιήθηκαν δύο μέτρα για τη σύγκριση των αποτελεσμάτων.
Το πρώτο μέτρο αφορά το Conditional Value At Risk και το δεύτερο τη σχέση του μέσου προς την τυπική απόκλιση. Είναι σαφές πως όσο μεγαλύτερα είναι και τα δύο μέτρα τόσο καλύτερη είναι η στρατηγική που εξετάζουμε.

Η λεπτομερής ανάλυση και οι σχετικοί πίνακες βρίσκονται στο επισυναπτόμενο αρχείο με τίτλο FinalData.xlsx

Ακολουθεί η συγκεντρωτική παρουσίαση των επικρατέστερων στρατηγικών ανά κατηγορία σύμφωνα με τα προαναφερθέντα κριτήρια.

Σύνολο Δεδομένων: *Black Scholes Merton με χρήση Static Estimated Volatility*

Περίοδος Ανόδου του Δείκτη: *Black Scholes Merton με χρήση Updating Implied Volatility*

Περίοδος Πτώσης του Δείκτη: *Black Scholes Merton με χρήση Updating Implied Volatility*

Περίοδος Σταθερότητας του Δείκτη : *Black Scholes Merton με χρήση Static Estimated Volatility*

In the money : *Black Scholes Merton με χρήση Static Estimated Volatility*

At the money : *Black Scholes Merton με τη χρήση Updating Volatility Estimation*

Out of the money : *Black Scholes Merton με τη χρήση Static Estimated Volatility*

4.4 Ανάλυση και Συμπεράσματα

	Binomial Static Estimated Volatility	B&S Static Estimated Volatility	B&S Static Implied Volatility	Binomial Updating Volatility Estimation	B&S Updating Volatility Estimation	B&S Updating Implied Volatility
Σύνολο Δεδομένων						
ΜΕΣΟΣ/ΤΥΠΙΚΗ ΑΠΟΚΛΙΣΗ:	0,8954	0,8890	0,5737	0,8597	0,8763	0,3880
CVaR	-3,0881	-2,6320	-7,0706	-2,8881	-2,8461	-15,1017
Περίοδος Ανόδου Δείκτη						
ΜΕΣΟΣ/ΤΥΠΙΚΗ ΑΠΟΚΛΙΣΗ:	1,2309	0,9998	1,4602	1,1534	0,9556	1,7032
CVaR	1,3226	0,4904	0,8178	1,3510	0,4596	1,2840
Περίοδος Πτώσης Δείκτη						
ΜΕΣΟΣ/ΤΥΠΙΚΗ ΑΠΟΚΛΙΣΗ:	-0,1350	-0,1266	0,7042	0,0068	0,0770	0,7828
CVaR	2,2622	0,0386	0,0158	0,7331	2,9772	0,0314
Περίοδος Σταθερότητας						
ΜΕΣΟΣ/ΤΥΠΙΚΗ ΑΠΟΚΛΙΣΗ:	1,5710	1,5986	0,0936	1,4179	1,5216	-0,0512
CVaR	1,5167	1,8562	-7,2872	-0,7685	-1,4862	-20,7605
In the money						
ΜΕΣΟΣ/ΤΥΠΙΚΗ ΑΠΟΚΛΙΣΗ:	0,8396	0,7201	0,5159	0,6911	0,5885	0,4682
CVaR	-3,8095	-3,7029	-2,5902	-3,9176	-3,8220	0,2854
At the money						
ΜΕΣΟΣ/ΤΥΠΙΚΗ ΑΠΟΚΛΙΣΗ:	1,0783	1,0931	1,0026	1,1470	1,1470	0,2770
CVaR	-4,9238	-3,3573	-5,6259	-3,3379	-2,2875	-22,5761
Out of the money						
ΜΕΣΟΣ/ΤΥΠΙΚΗ ΑΠΟΚΛΙΣΗ:	1,0877	1,1945	0,2015	1,0475	1,1900	0,5645
CVaR	-0,2773	-0,5267	-6,5427	-0,6634	-1,0871	-0,7304

Είναι σαφές όπως προκύπτει και από τα προηγούμενα αποτελέσματα πως η μέθοδος BSM είναι αδιαμφισβήτη η επικρατέστερη μέθοδος αντιστάθμισης κινδύνου. Παρατηρούμε πως σε όλες τις κατηγορίες όπου εφαρμόστηκε επικράτησε επί του Binomial αν και σε κάποιες από αυτές βρέθηκαν αρκετά κοντά. Η επικράτηση του μοντέλου Black Scholes Merton είναι μια αναμενόμενη επικράτηση αφού το διωνυμικό μοντέλο αποτελεί μια προσέγγισή του.

Όπως αναμενόταν, ο τρόπος υπολογισμού του volatility είναι ο κύριος παράγοντας που διαφοροποιεί τα αποτελέσματα των στρατηγικών τόσο στον BSM όσο και στο Bin.

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα όπως παρουσιάζονται και στον παραπάνω πίνακα καταλήγουμε στα ακόλουθα συμπεράσματα:

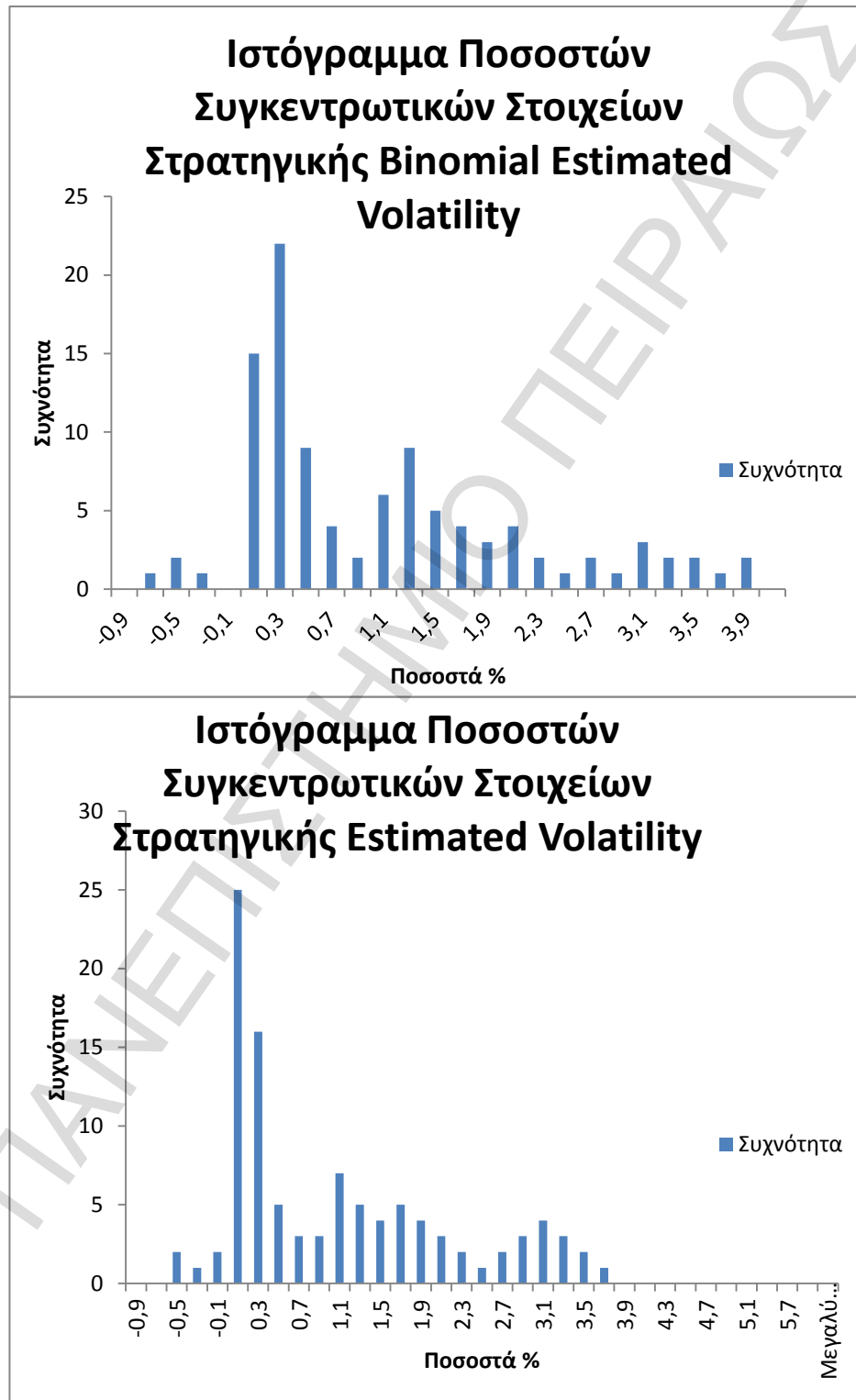
- Σε περιόδους ανόδου και πτώσης του δείκτη η χρήση της στρατηγικής BSM με τη χρήση της τεκμαρτής μεταβλητότητας αποδεικνύεται αποτελεσματικότερη των άλλων μεθόδων αφού η ευαισθησία που χαρακτηρίζει τη συγκεκριμένη μεταβλητότητα αποδίδει καλύτερα σε περιόδους μη σταθερότητας. Είναι σαφές πως η Εκτιμώμενη μεταβλητότητα υστερεί της τεκμαρτής και μάλιστα η συνεχής τεκμαρτή φαίνεται αποδοτικότερη της σταθερής, γεγονός το οποίο οφείλεται στο ότι αναπροσαρμόζεται κάθε χρονική μονάδα.
- Συμπληρωματικά στην προηγούμενη παρατήρηση σε περιόδους σταθερότητας η στατική Εκτιμώμενη μεταβλητότητα αποδίδει καλύτερα, αφού η διατήρηση της μεταβλητότητας σε σταθερό επίπεδο κάνει το μοντέλο να ανταποκρίνεται καλύτερα. Το φαινόμενο αυτό οφείλεται στο γεγονός πως τα προβλήματα που συνοδεύουν την τεκμαρτή μεταβλητότητα συνοδεύουν την όλη διαδικασία αντιστάθμισης του κινδύνου τόσο όταν χρησιμοποιείται στατικά όσο και ανανεώνοντάς την. Μάλιστα, ανανεώνοντας την τεκμαρτή μεταβλητότητα το πρόβλημα εντείνεται αφού με τον τρόπο αυτό κληροδοτούνται αυτά τα προβλήματα στην όλη την πορεία της στρατηγικής.
- Άλλη μια ιδιαίτερα ενδιαφέρουσα παρατήρηση είναι το γεγονός πως σε δικαιώματα προαίρεσης με τιμή εξάσκησης που ανήκει στο πεδίο των

in the money και out of the money η στατική Εκτιμώμενη μεταβλητότητα λειτουργεί καλύτερα . Το φαινόμενο αυτό εξηγείται από το γεγονός πως σε αυτές τις περιοχές η τεκμαρτή μεταβλητότητα παίρνει ιδιαίτερα υψηλές τιμές. Αυτό περιγράφεται καλύτερα από την παρατήρηση του φαινομένου του Volatility Smile στο οποίο φαίνεται καθαρά πως η μεταβλητότητα κινείται σε ακραίες τιμές όταν βρίσκεται στα δύο αυτά χωρικά πεδία.

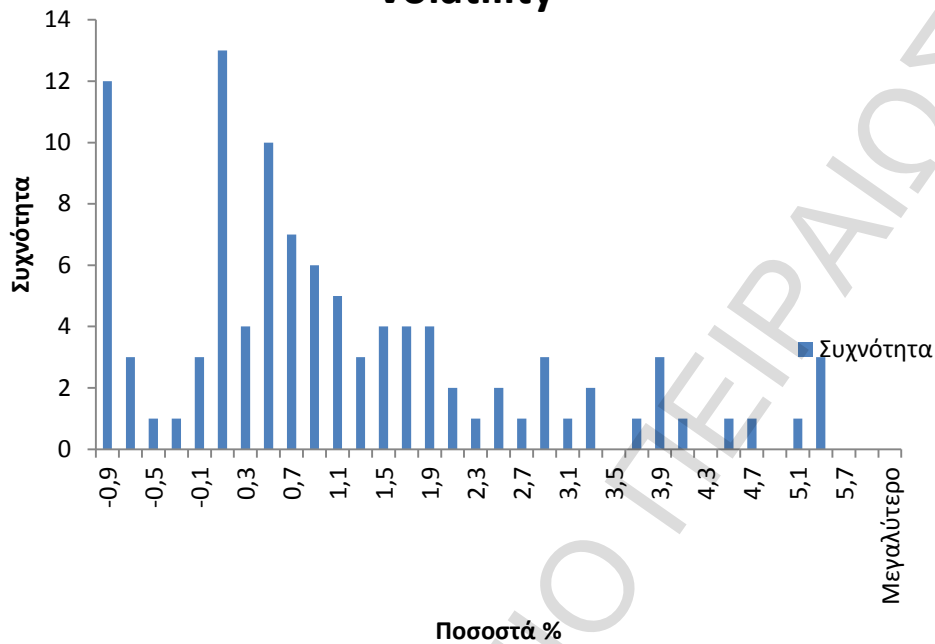
- Στην περίπτωση του at the money η επικράτηση της συνεχούς Εκτιμώμενης μεταβλητότητας είναι φανερή
- Τέλος παρατηρούμε πως στο σύνολο των δεδομένων η σταθερή μεταβλητότητα φαίνεται να αποδίδει καλύτερα. Ωστόσο το φαινόμενο αυτό πιθανότατα να οφείλεται στο γεγονός πως το μεγαλύτερο ποσοστό των δεδομένων αποτελείται από δεδομένα που ανήκουν σε περιόδους σταθερότητας του δείκτη , και όπως παρατηρήσαμε νωρίτερα , σε τέτοιες περιπτώσεις η στατική Εκτιμώμενης μεταβλητότητα αποδίδει καλύτερα.

5. Παράρτημα

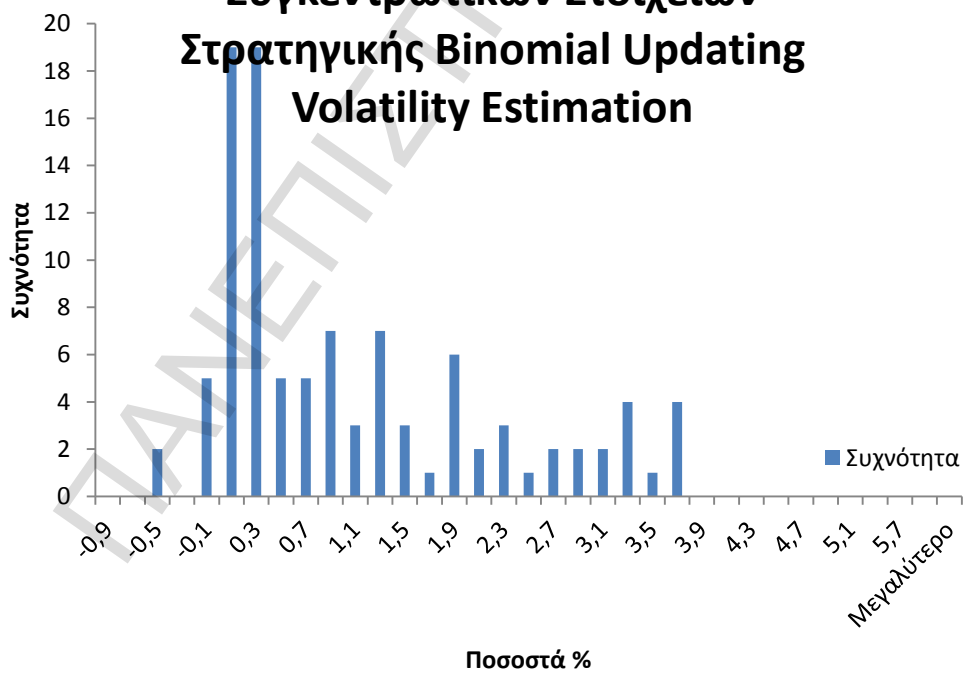
5.1 Πίνακες και διαγράμματα



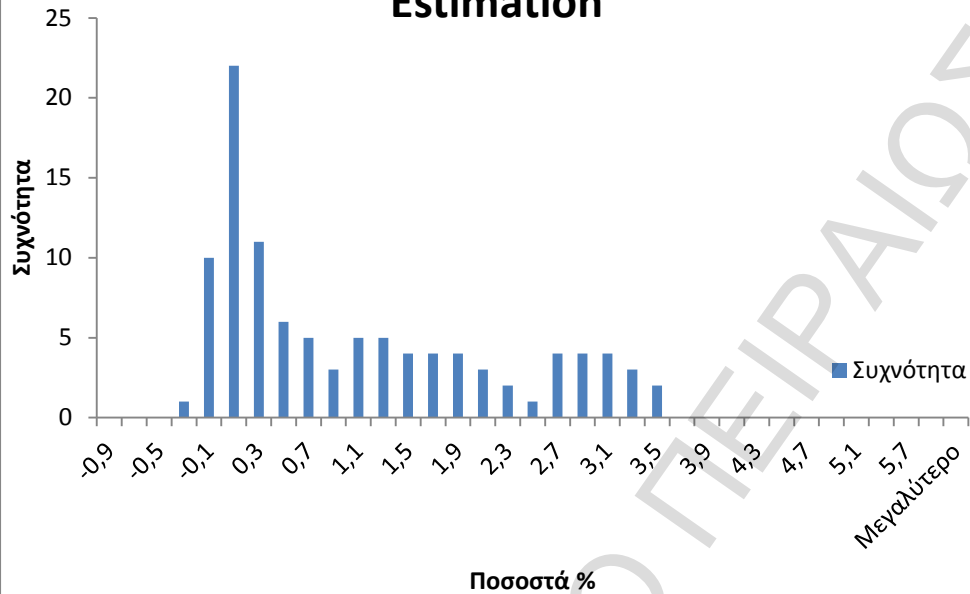
Ιστόγραμμα Ποσοστών Συγκεντρωτικών Στοιχείων Στρατηγικής B&S Static Implied Volatility



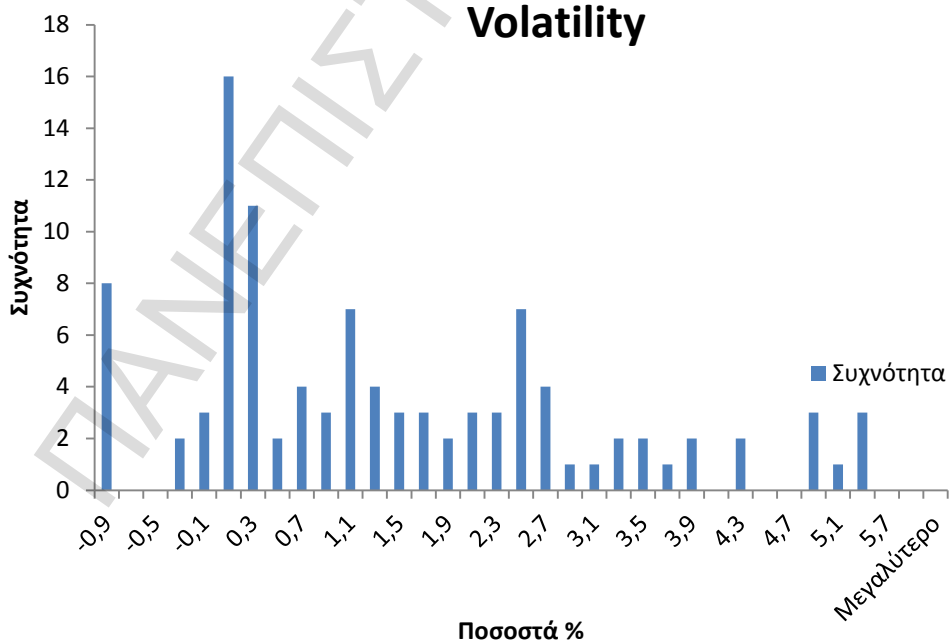
Ιστόγραμμα Ποσοστών Συγκεντρωτικών Στοιχείων Στρατηγικής Binomial Updating Volatility Estimation

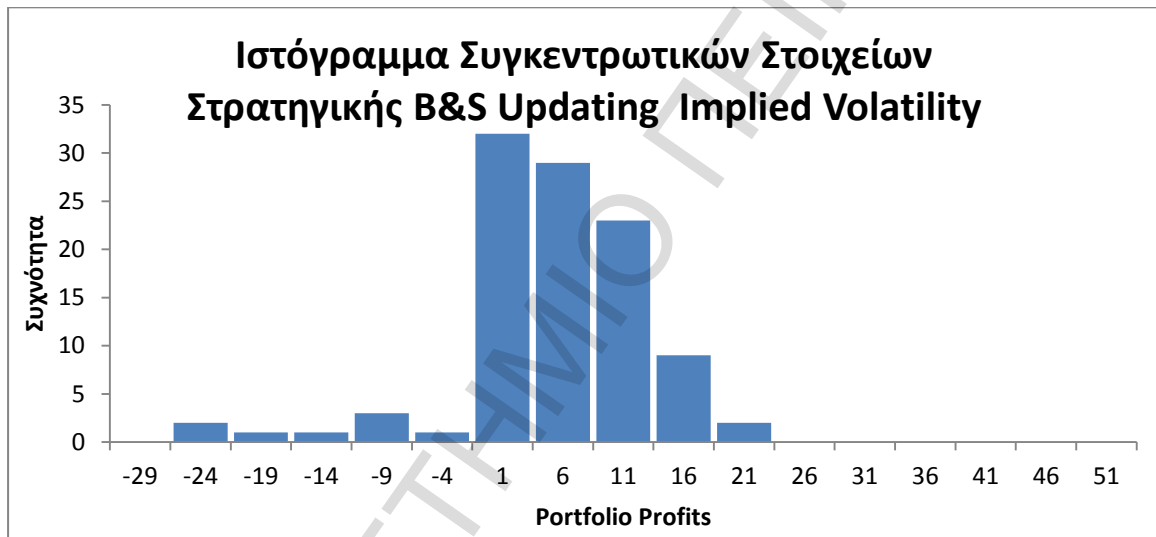
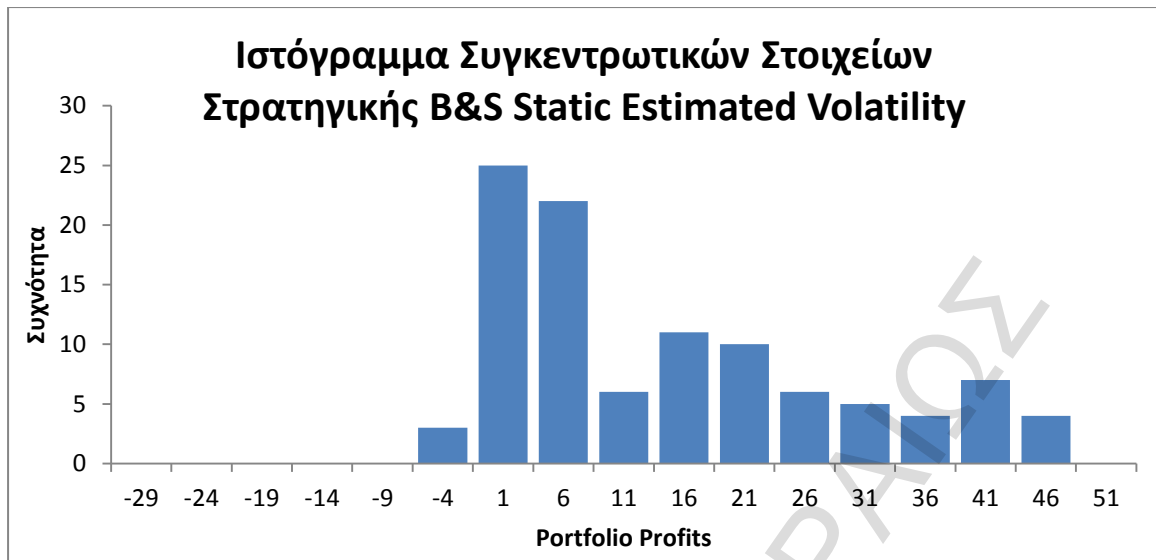


Ιστόγραμμα Ποσοστών Συγκεντρωτικών Στοιχείων Στρατηγικής B&S Updating Volatility Estimation



Ιστόγραμμα Ποσοστών Συγκεντρωτικών Στοιχείων Στρατηγικής B&S Updating Implied Volatility





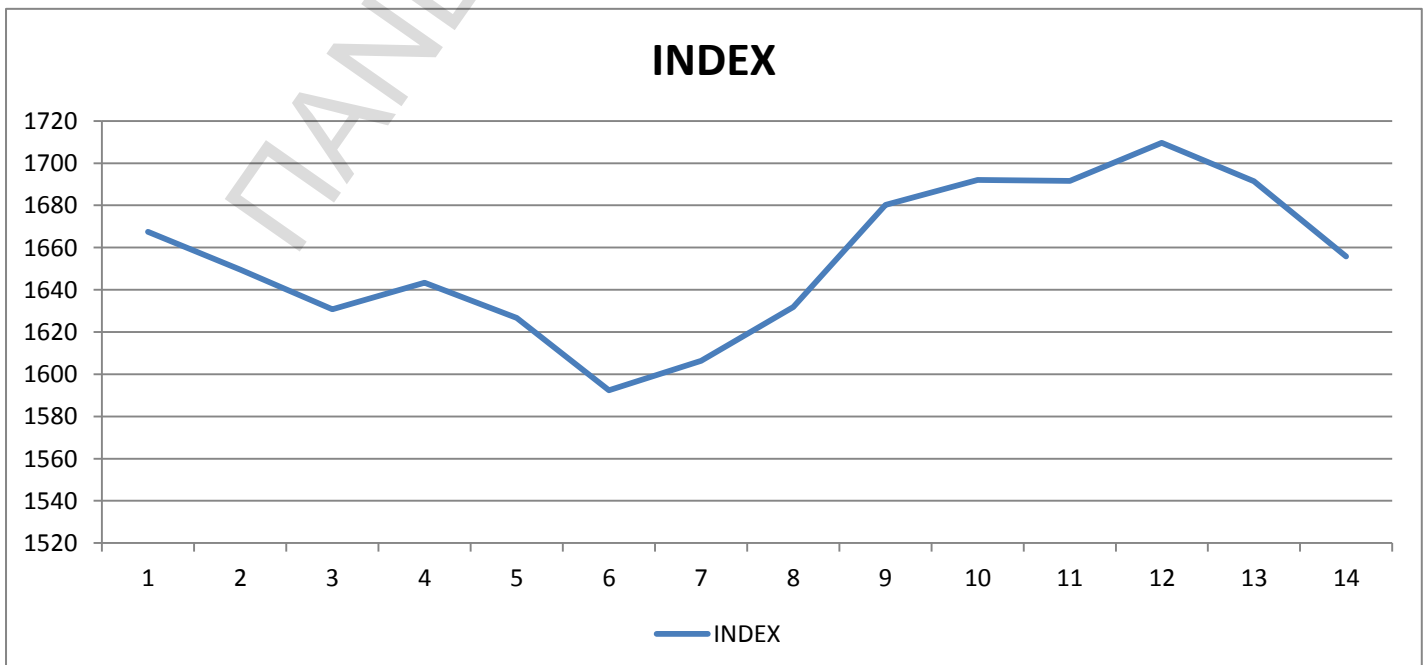
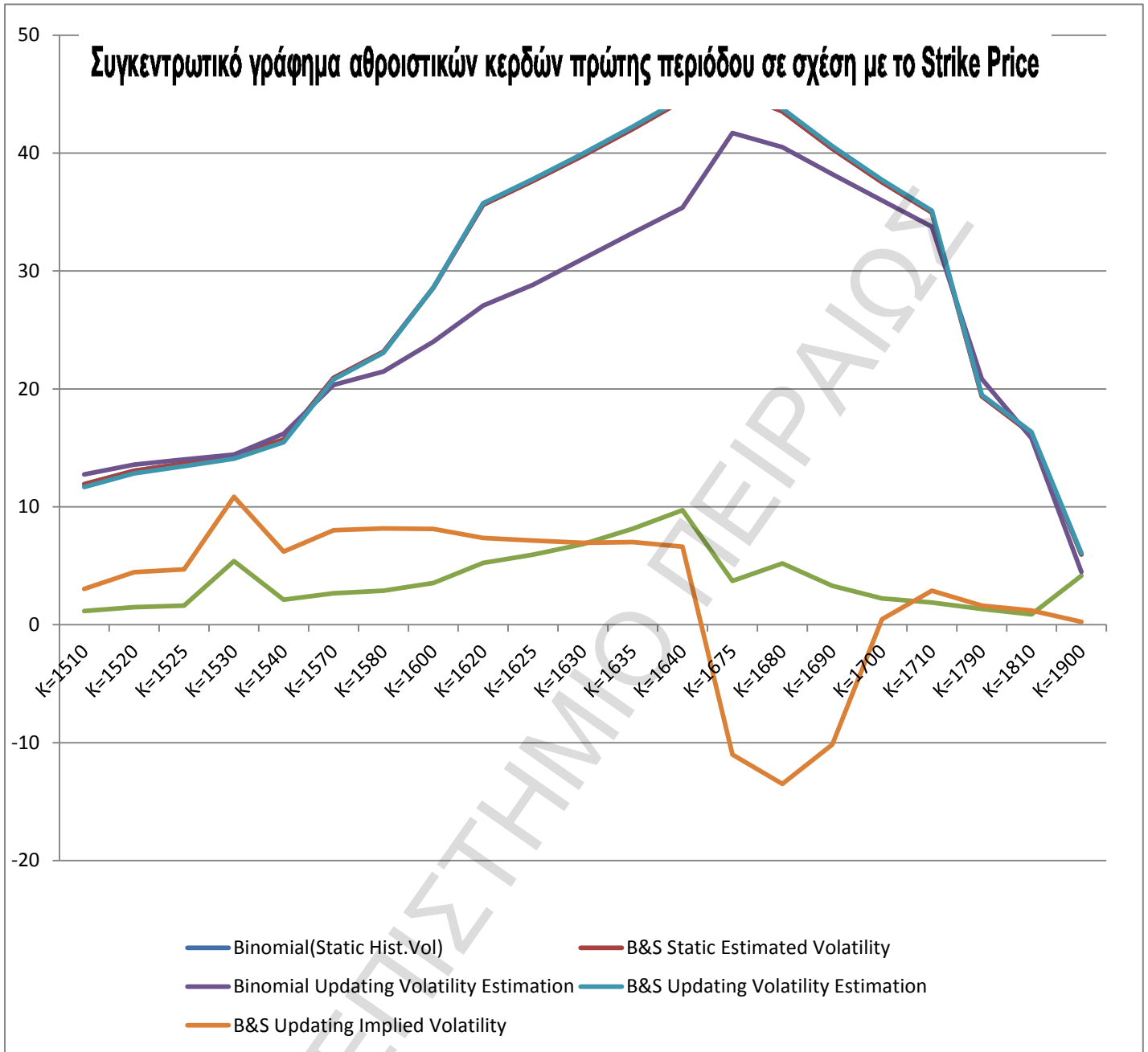
Accumulated Profits

Date 14 Weeks to Index Price =
Start=17/5/2013 Maturity 1667,47
Strategy

	Binomial Static Estimated Volatility	B&S Static Estimated Volatility	B&S Static Implied Volatility	Binomial Updating Volatility Estimation	B&S Updating Volatility Estimation	B&S Updating Implied Volatility
K=1510	12,90769	11,92059	1,15957	12,75435	11,68521	3,03130
K=1520	13,72076	13,06229	1,49539	13,58690	12,82580	4,45669
K=1525	14,12876	13,67292	1,61424	14,00317	13,43702	4,69050
K=1530	14,53677	14,31372	5,39997	14,41945	14,08070	10,85095
K=1540	16,29215	15,69835	2,13305	16,19137	15,47756	6,20832
K=1570	20,81497	20,93397	2,67108	20,34084	20,80127	8,02192
K=1580	21,88575	23,16168	2,89033	21,46935	23,07545	8,16554
K=1600	24,29487	28,59964	3,53895	24,00050	28,61951	8,11373
K=1620	26,98541	35,60985	5,23913	27,06613	35,73645	7,36459
K=1625	28,74615	37,64302	5,94701	28,84016	37,79308	7,14471
K=1630	30,93183	39,79226	6,83544	31,03912	39,96314	6,94312
K=1635	33,12187	42,06024	8,14174	33,22942	42,25082	7,01269
K=1640	35,25519	44,44776	9,71477	35,37759	44,65437	6,61090
K=1675	41,38747	45,25585	3,71238	41,70146	45,49367	-11,00273
K=1680	40,20431	43,54105	5,20064	40,49265	43,77250	-13,49819
K=1690	37,98022	40,37569	3,29319	38,21175	40,58821	-10,15755
K=1700	35,80932	37,53331	2,24005	35,99150	37,72254	0,47153
K=1710	33,63743	34,95895	1,88728	33,77027	35,12207	2,88610
K=1790	20,62652	19,37897	1,33846	20,85271	19,49516	1,61645
K=1810	15,28583	16,20318	0,87844	15,82880	16,34251	1,19927
K=1900	4,44500	5,96040	4,15605	4,48385	6,08057	0,24372

Strike
Price

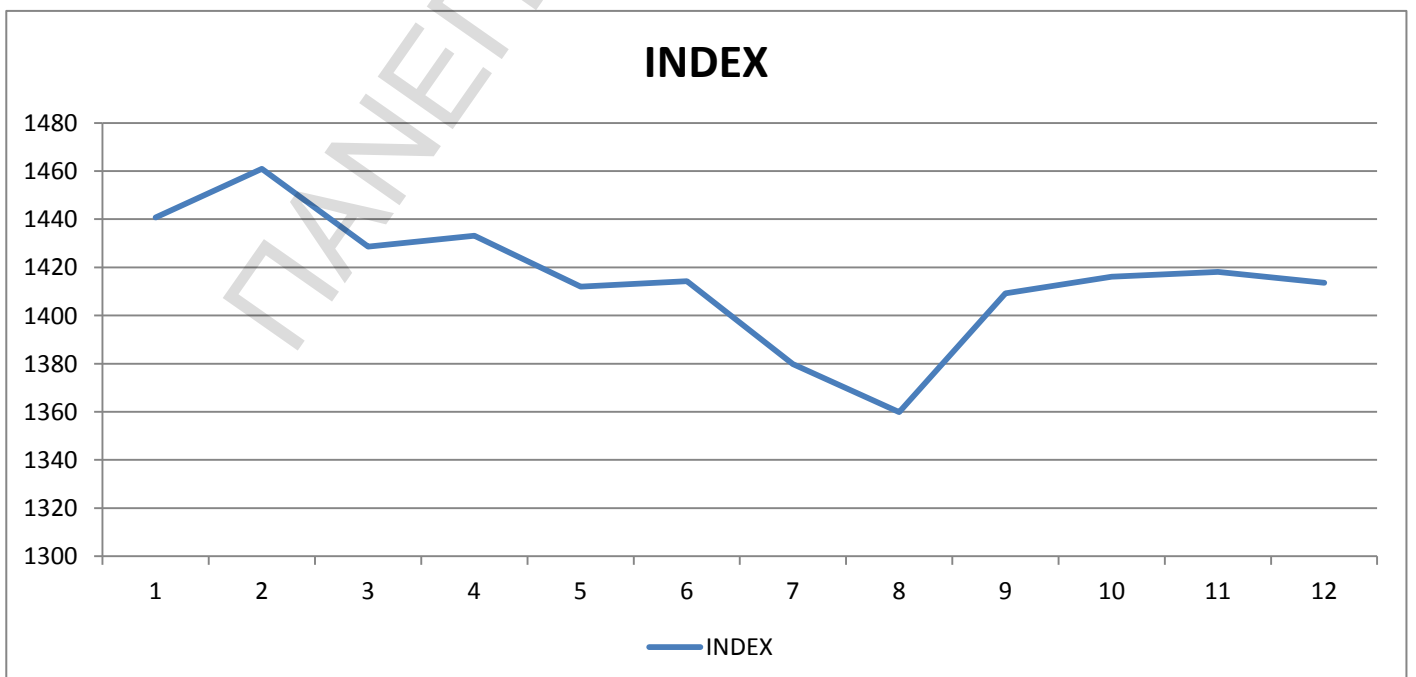
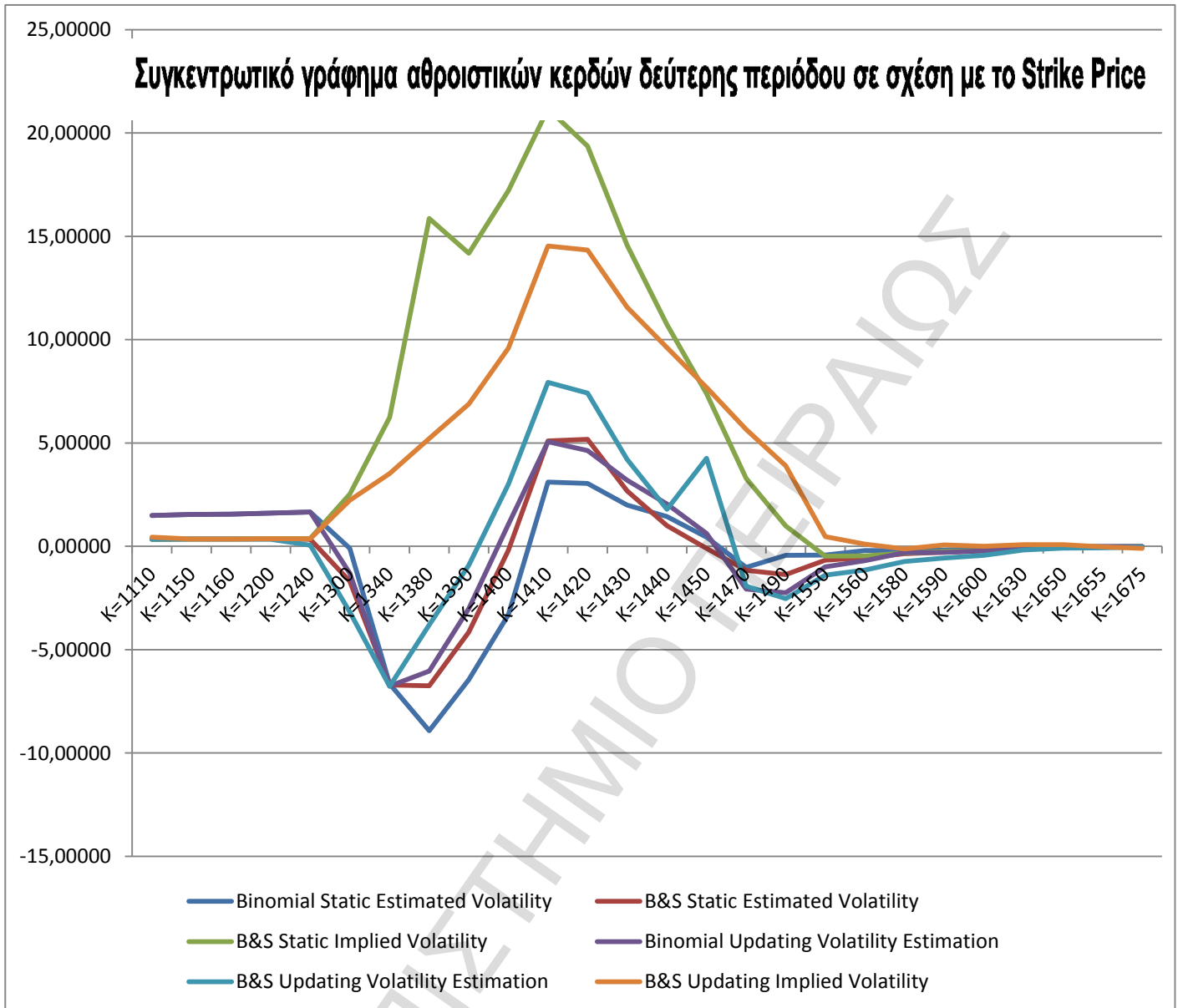
In the Money
 At the Money
 Out of the Money



Accumulated Profits

Date 12 Weeks to Index Price =
Start=28/09/2012 Maturity 1440,67
Strategy

	Binomial Static Estimated Volatility	B&S Static Estimated Volatility	B&S Static Implied Volatility	Binomial Updating Volatility Estimation	B&S Updating Volatility Estimation	B&S Updating Implied Volatility
K=1110	1,48541	0,34319	0,34319	1,48541	0,34319	0,44724
K=1150	1,53894	0,35558	0,35556	1,53894	0,35509	0,35556
K=1160	1,55232	0,35871	0,35865	1,55232	0,35791	0,35791
K=1200	1,60585	0,36998	0,37102	1,60585	0,34483	0,37100
K=1240	1,65909	0,33698	0,38050	1,65909	0,05877	0,37097
K=1300	-0,09532	-1,68746	2,53067	-1,30109	-3,17364	2,23304
K=1340	-6,65294	-6,71128	6,23306	-6,76320	-6,77085	3,52745
K=1380	-8,91509	-6,74988	15,86721	-6,03012	-3,79362	5,21709
K=1390	-6,44935	-4,15093	14,17609	-3,00999	-0,91077	6,88651
K=1400	-3,31251	-0,18740	17,21289	1,06947	3,00501	9,58931
K=1410	3,11294	5,10010	21,16051	5,06180	7,93312	14,52477
K=1420	3,04705	5,17177	19,36666	4,63652	7,41246	14,33352
K=1430	1,99195	2,68470	14,56556	3,19294	4,21004	11,57124
K=1440	1,43445	0,99500	10,73092	2,04985	1,79385	9,61171
K=1450	0,44292	-0,10317	7,39429	0,62999	4,26186	7,68724
K=1470	-1,01823	-1,15675	3,29332	-2,07026	-1,91854	5,65202
K=1490	-0,43517	-1,37149	0,98633	-2,24118	-2,52706	3,89469
K=1550	-0,42670	-0,67110	-0,47573	-0,99072	-1,38943	0,47330
K=1560	-0,20509	-0,55192	-0,45992	-0,68916	-1,14226	0,11330
K=1580	-0,20020	-0,35722	-0,32876	-0,31027	-0,72967	-0,12810
K=1590	-0,17739	-0,28027	-0,23997	-0,29074	-0,56765	0,07181
K=1600	-0,12045	-0,21679	-0,20086	-0,21969	-0,43447	0,00109
K=1630	-0,03460	-0,09065	-0,09004	-0,05480	-0,17698	0,08426
K=1650	-0,01555	-0,04696	-0,05433	-0,01689	-0,08997	0,08748
K=1655	-0,01309	-0,03914	-0,03971	-0,01447	-0,07504	-0,02108
K=1675	-0,00328	-0,01874	-0,01143	-0,00480	-0,03570	-0,09666
Strike Price	In the Money	At the Money			Out of the Money	



Accumulated Profits

Date 13 Weeks to Index Price =
Start=16/09/2011 Maturity 1216,01
Strategy

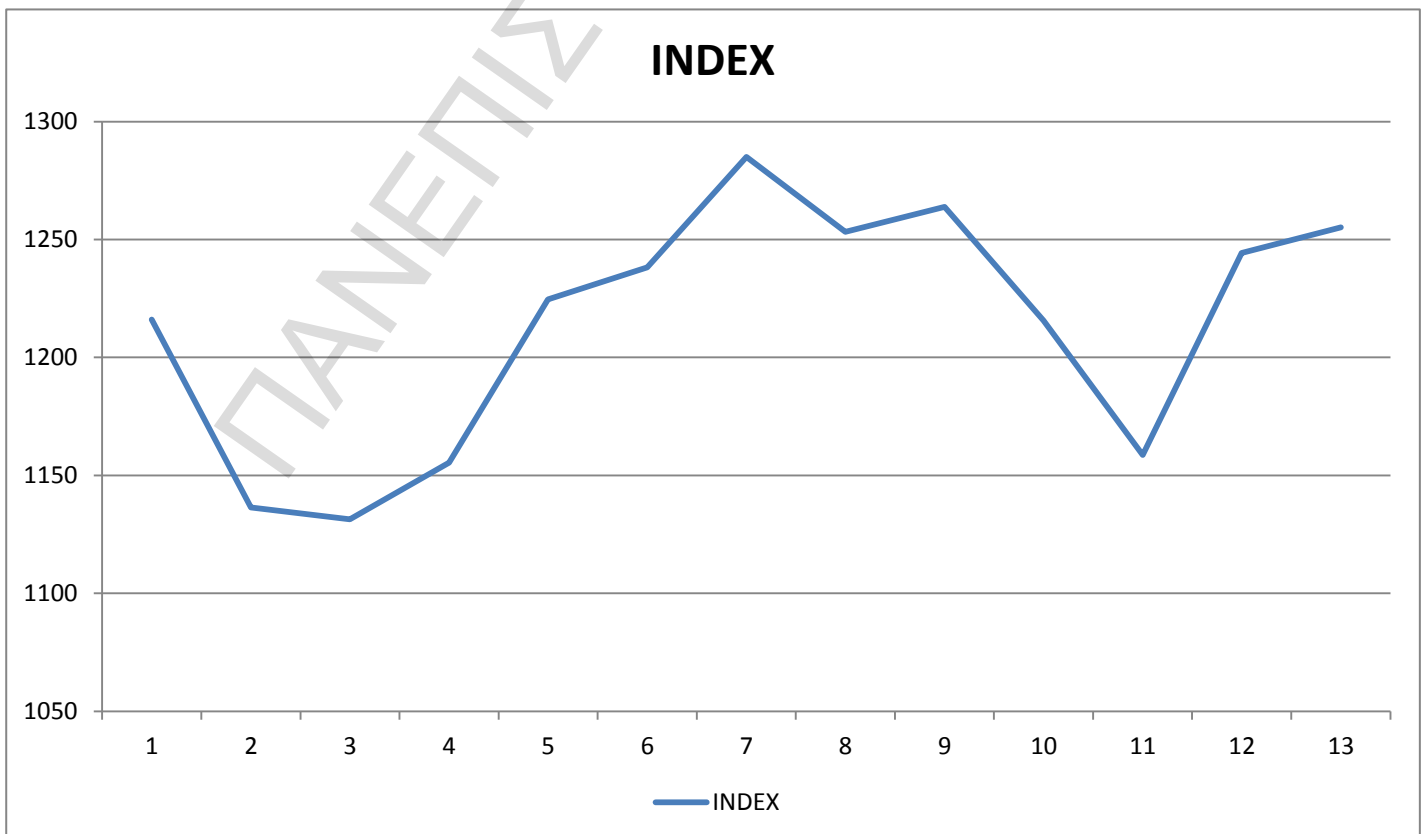
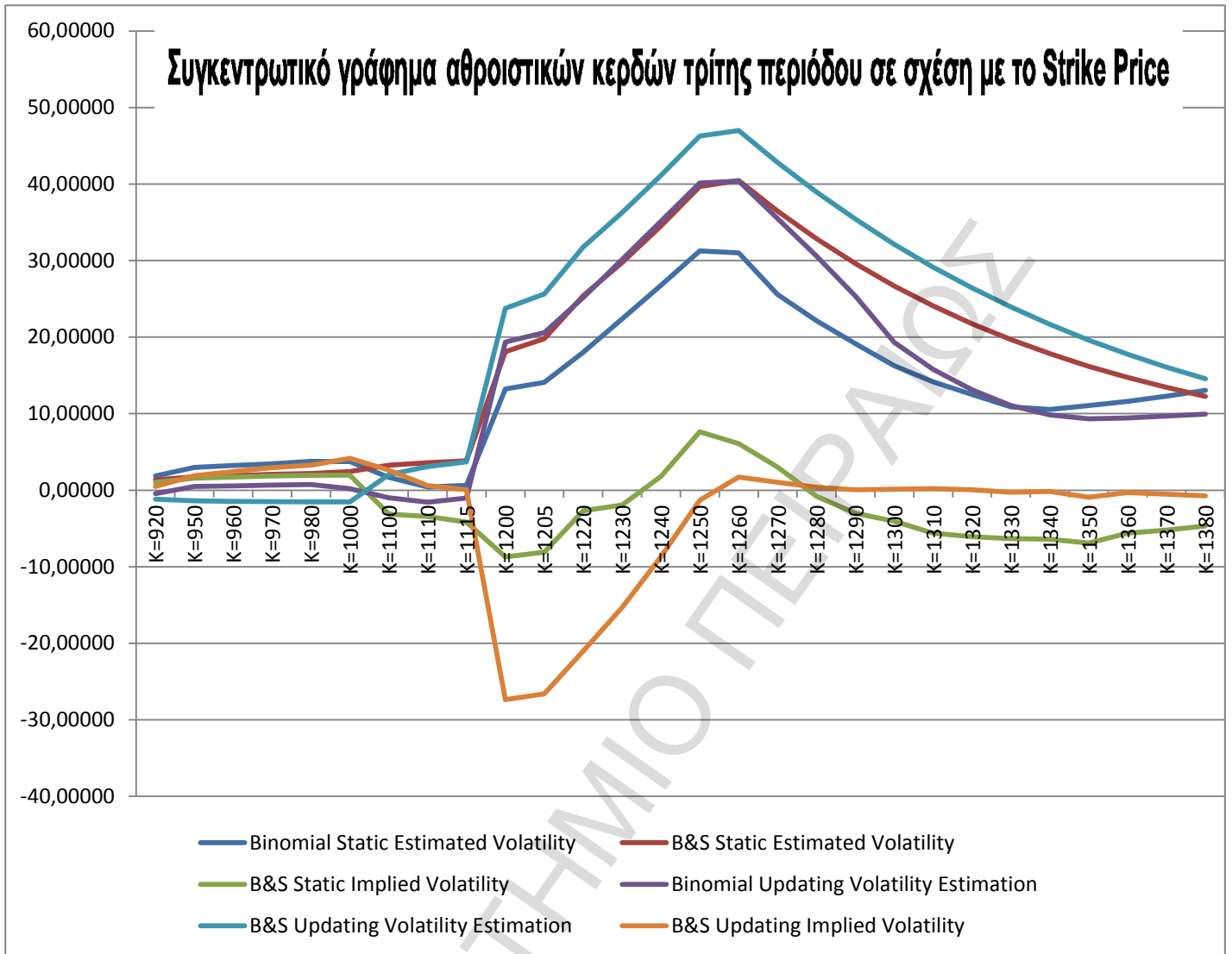
	Binomial Static Estimated Volatility	B&S Static Estimated Volatility	B&S Static Implied Volatility	Binomial Updating Volatility Estimation	B&S Updating Volatility Estimation	B&S Updating Implied Volatility
K=920	1,86607	1,34821	1,04104	-0,43913	-1,15678	0,49416
K=950	2,98355	1,76444	1,58004	0,48637	-1,38907	1,88723
K=960	3,21568	1,91196	1,73026	0,57269	-1,45132	2,42752
K=970	3,44781	2,05835	1,84415	0,65902	-1,50153	2,92580
K=980	3,75649	2,19795	1,91537	0,74535	-1,53916	3,26425
K=1000	3,71963	2,43975	1,97007	0,18321	-1,54969	4,16521
K=1100	1,67839	3,25303	-3,11819	-0,99758	2,05489	2,60409
K=1110	0,42525	3,60318	-3,42868	-1,57587	3,10207	0,59665
K=1115	0,63012	3,83483	-4,15715	-1,01322	3,69831	0,05723
K=1200	13,21760	18,11189	-8,70451	19,36473	23,77155	-27,36145
K=1205	14,10414	19,77464	-8,10350	20,57377	25,64003	-26,60926
K=1220	18,00520	25,42848	-2,67855	25,17797	31,76107	-21,01167
K=1230	22,37171	29,74401	-1,93735	30,15500	36,26439	-15,32196
K=1240	26,74519	34,49862	1,77135	35,13900	41,10879	-8,70965
K=1250	31,26453	39,67782	7,62265	40,12301	46,28601	-1,33032
K=1260	31,02569	40,47318	6,09547	40,38177	46,98818	1,72965
K=1270	25,55293	36,47563	2,99493	35,50128	42,82089	1,02448
K=1280	22,13376	32,86092	-0,79447	30,59330	38,96568	0,38686
K=1290	19,15541	29,60392	-3,01702	25,33719	35,41069	0,05111
K=1300	16,24057	26,68297	-4,04707	19,30727	32,14237	0,11620
K=1310	14,15360	24,07210	-5,59340	15,78650	29,14983	0,19161
K=1320	12,48819	21,74290	-6,09248	13,09940	26,41625	0,06251
K=1330	10,86947	19,66914	-6,32439	11,07335	23,92508	-0,25675
K=1340	10,54805	17,82434	-6,39856	9,82508	21,66145	-0,14721
K=1350	11,04585	16,18565	-6,90518	9,32736	19,60993	-0,91290
K=1360	11,61064	14,72816	-5,59478	9,43497	17,75377	-0,32066
K=1370	12,28261	13,42925	-5,23017	9,68517	16,07724	-0,53535
K=1380	13,05166	12,26683	-4,68799	9,93538	14,56507	-0,74283

Strike
Price

In the Money

At the Money

Out of the
Money



Accumulated Profits

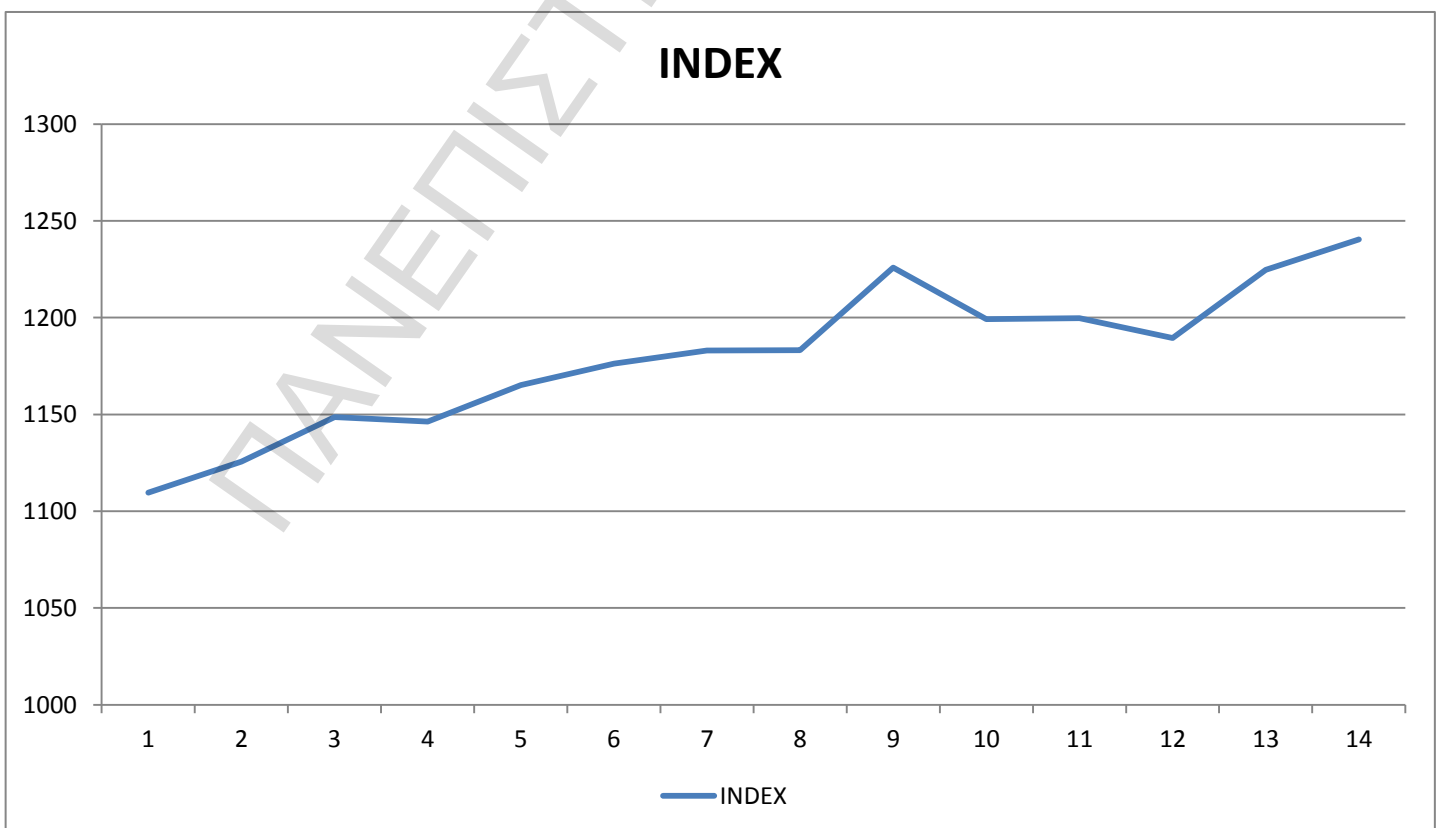
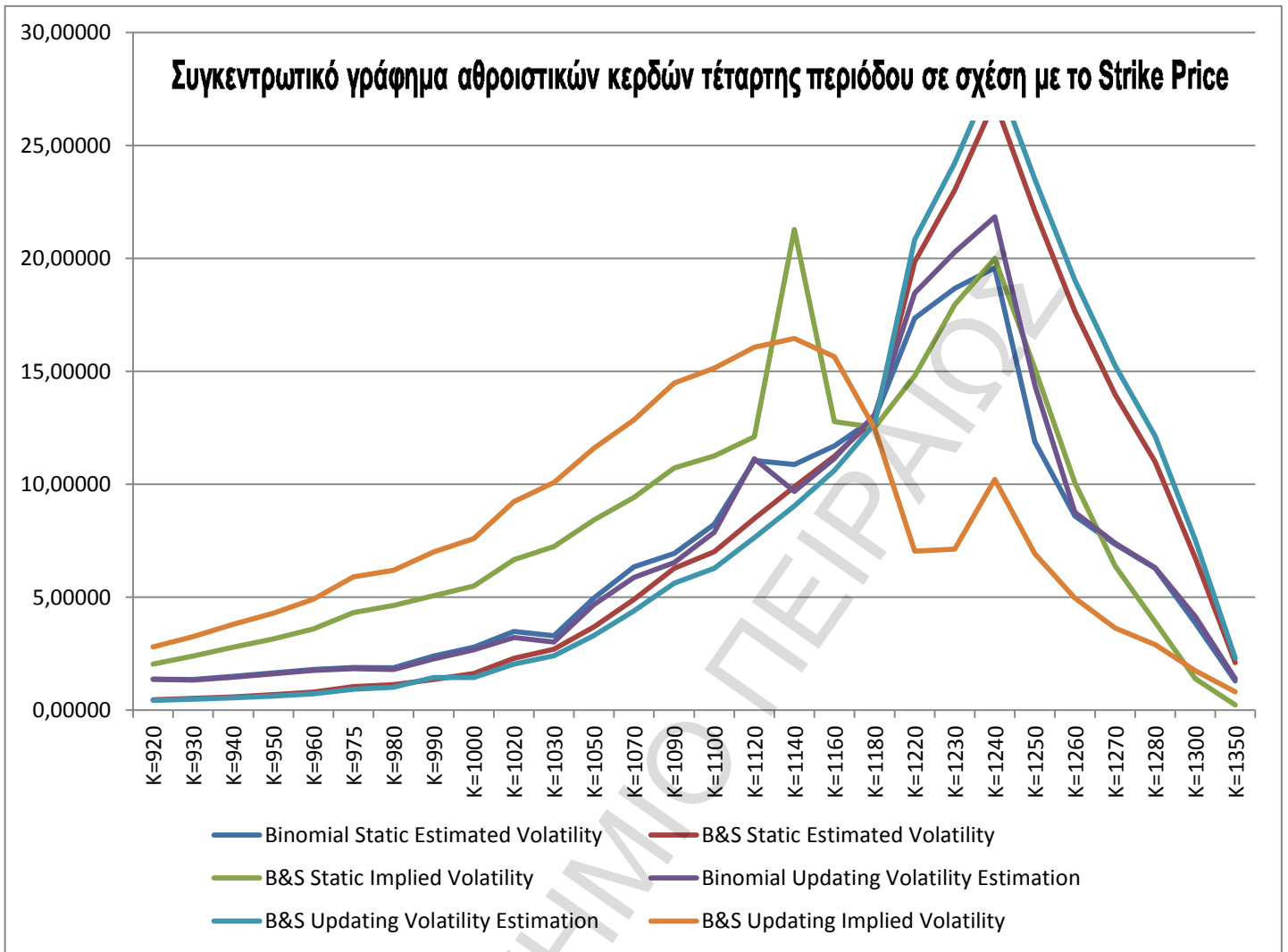
Date 14 Weeks to Index Price =
Start=10/09/2010 Maturity 1109,55
Strategy

	Binomial Static Estimated Volatility	B&S Static Estimated Volatility	B&S Static Implied Volatility	Binomial Updating Volatility Estimation	B&S Updating Volatility Estimation	B&S Updating Implied Volatility
K=920	1,37233	0,46212	2,03770	1,36792	0,43575	2,79693
K=930	1,35355	0,51871	2,39906	1,33398	0,48336	3,25641
K=940	1,50297	0,59173	2,79169	1,46176	0,54546	3,80611
K=950	1,65130	0,68487	3,15923	1,61220	0,62531	4,28982
K=960	1,79962	0,80492	3,60121	1,75969	0,72915	4,91257
K=975	1,89535	1,04046	4,32452	1,83529	0,93362	5,90328
K=980	1,87502	1,13628	4,64001	1,80048	1,01739	6,19736
K=990	2,39583	1,35644	5,06546	2,27064	1,44641	7,00046
K=1000	2,78494	1,61990	5,50114	2,66793	1,44471	7,59689
K=1020	3,47831	2,28849	6,66151	3,22269	2,04176	9,22922
K=1030	3,29236	2,70165	7,24624	3,02169	2,41326	10,08263
K=1050	4,96600	3,69051	8,41678	4,67747	3,30562	11,58998
K=1070	6,34198	4,89697	9,42027	5,86932	4,38956	12,84193
K=1090	6,94455	6,28161	10,72685	6,53876	5,62843	14,47881
K=1100	8,23178	7,01331	11,25017	7,87345	6,28529	15,13259
K=1120	11,05334	8,48307	12,10296	11,12512	7,63781	16,05662
K=1140	10,87835	9,88490	21,27698	9,67973	9,04108	16,45501
K=1160	11,69150	11,24511	12,76853	11,13419	10,60740	15,64880
K=1180	12,92255	12,88370	12,51890	13,08733	12,68659	12,46788
K=1220	17,35426	19,84069	14,79955	18,47110	20,82975	7,03417
K=1230	18,66979	23,01544	17,95071	20,27845	24,22282	7,12288
K=1240	19,58419	26,95660	19,99852	21,83490	28,30575	10,21997
K=1250	11,88447	22,10300	15,12280	14,39749	23,50849	6,93084
K=1260	8,59917	17,65334	10,07447	8,76513	19,03521	4,96552
K=1270	7,34314	13,96804	6,38264	7,39613	15,25680	3,64129
K=1280	6,28251	10,98465	3,90210	6,31127	12,13113	2,90409
K=1300	3,86970	6,74396	1,39935	4,14880	7,54423	1,75046
K=1350	1,29166	2,10727	0,23633	1,39773	2,30244	0,81763

In the Money

At the Money

Out of the
Money



6. Αναφορές

- Advances in Futures and Options Research, Vol. 8, (JAI Press, London)
- Bharadia, M. A., N. Christofides and G. R. Salkin, 1996. Computing the Black Scholes Implied Volatility
- Black, F., M. Scholes. 1973. Pricing of options and corporate liabilities. J. of Political Econom. 81.
- Brenner, Menachem and Marti G. Subrahmanyam, 1988. A Simple Formula to Compute Implied Standard
- Chance, Don M., 1996. A Generalized Simple Formula to Compute the Implied Volatility, The Financial
- Cotter John and Hanly Jim (2006) "The Journal of Future Markets, Vol. 26 No. 7 "
- Cox, J. C. and Ross, S. A. 'The Valuation of Options for Alternative Stochastic Processes". Journal of Financial Economics, 1976.
- Cox, J. C. and Rubinstein, M. "Options Markets". Prentice-Hall Inc., Englewood Cliffs, New Jersey, 1985
- Ederington, L. (1979). The hedging performance of the new futures markets. Journal of Finance, 34
- Fischer Black. The pricing of commodity contracts. Journal of Financial Economics, 3, March 1976.
- John C. Hull (2009) "Options, Futures and other Derivatives" Seventh Edition
- John Hull and Alan White. The pricing of options on assets with stochastic volatility. Journal of Finance, 42, 1987.
- Manaster, S. and G. Koehler, 1982. The Calculation of Implied Variances from the Black-Scholes Model, Economy 81.
- Wong, K. (2003a): Currency hedging with options and futures, in: European Economic Review, 47,