

ΟΜΟΛΟΓΑ ΦΥΣΙΚΩΝ ΚΑΤΑΣΤΡΟΦΩΝ ΚΑΙ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΧΑΡΤΟΦΥΛΑΚΙΩΝ

Υπό

Μιλτιάδη Νεκτάριου

Επίκουρου Καθηγητή, Πανεπιστήμιο Πειραιώς

Abstract

CATASTROPHE BONDS AND PORTFOLIO MANAGEMENT

Catastrophe bonds were first created to compensate for the shortage of financial capacity of the insurance of natural catastrophes of the global reinsurance market. The marketing of catastrophe bonds is based on the common sense feeling that natural catastrophes are uncorrelated with systemic financial market risk. We show, however, that the financial attractiveness of catastrophe bonds should not be overstated, because, under certain circumstances, such a bond is exposed to interest rate risk (JEL Classification: G22).

1. Εισαγωγή

Οι πρόσφατες εξελίξεις στον τομέα των ασφαλίσεων φυσικών καταστροφών αποτελούν την πιο σημαντική απόδειξη της προϊούσας σύγκλισης μεταξύ των ασφαλιστικών και των χρηματοοικονομικών αγορών. Στη θεωρία, ο υψηλός βαθμός συσχέτισης των ζημιών που προκαλούνται στις περιπτώσεις φυσικών καταστροφών, θα απέτρεπε την ιδιωτική ασφαλιστική κάλυψή τους. Στην πράξη, όμως, οι ιδιώτες ασφαλιστές αναλαμβάνουν τέτοιους κινδύνους διότι έχουν την δυνατότητα της γεωγραφικής διασποράς των ζημιών, μέσω του διεθνούς αντασφαλιστικού συστήματος.

Τις τελευταίες δεκαετίες, όμως, η δυνατότητα ανάληψης ασφαλιστικών κινδύνων (insurance capacity) έφθασε τα όριά της από την ταυτόχρονη αύξηση τόσο των ασφαλιστέων αξιών στις ανεπτυγμένες χώρες του κόσμου όσο και της συχνότητας και της έντασης των φυσικών καταστροφών. Στις αρχές της δεκαετίας του '90, το πρόβλημα αυτό αντιμετωπίστηκε με την προσφυγή των ασφαλιστών στις χρηματοοικονομικές αγορές με την έκδοση,

καταρχήν, των ασφαλιστικών παραγώγων (catastrophe futures and options) και, αργότερα, των ομολόγων καταστροφών ανωτέρας βίας (catastrophe bonds).

Στην επομένη ενότητα γίνεται μια συνοπτική παρουσίαση και συγκριτική ανάλυση των χρηματοοικονομικών εργαλείων που χρησιμοποιούνται σήμερα με συνεχώς αυξανόμενους ρυθμούς για την ενίσχυση της ασφαλιστικής δυναμικότητας των ασφαλιστικών αγορών για καταστροφικούς κινδύνους. Αποδεικνύεται ότι η εμφάνιση των ομολόγων φυσικών καταστροφών αποτέλεσε μια ελκυστική διέξοδο στις σχετικές αναζητήσεις των διεθνών επενδυτικών αγορών, δεδομένου ότι οι αποδόσεις των σχετικών χρεογράφων ως συνδεόμενες με την επέλευση ζημιών από φυσικά φαινόμενα (θεομηνίες, σεισμούς, τυφώνες, κ.λπ) δεν φαίνεται εκ πρώτης όψεως να συσχετίζονται με παράγοντες της διεθνούς οικονομικής και χρηματιστηριακής συγκυρίας.

Στην τρίτη ενότητα, όμως, δείχνουμε ότι μια προσεκτικότερη ανάλυση των συστατικών στοιχείων ενός ομολόγου φυσικών καταστροφών ενδεχομένως να αναιρούσε σε σημαντικό βαθμό τον βασικό λόγο για τον οποίον τα χρεόγραφα αυτά θεωρούνται ελκυστικά μέσα μείωσης των κινδύνων των χαρτοφυλακίων. Αποδεικνύεται ότι, κάτω από ορισμένες υποθέσεις, υπάρχει θετική συσχέτιση των αποδόσεων των ομολόγων αυτών με τις διακυμάνσεις των επιτοκίων, οι οποίες αποτελούν βασικών παράγοντα του ίδιου κινδύνου στα χαρτοφυλάκια τίτλων σταθερού εισοδήματος. Στην ενότητα 4, παρατίθενται τα συμπεράσματα.

2. Χρεογραφοποίηση των ασφαλιστικών κινδύνων φυσικών καταστροφών

Τις δύο τελευταίες δεκαετίες έλαβε χώραν μια δραματική αύξηση τόσο της συχνότητας όσον και της έκτασης των φυσικών καταστροφών. Μια συγκριτική ανάλυση των περιόδων 1960-1979 και 1980-1997 (Munich Re, 1998), δείχνει ότι οι συχνότερες φυσικών καταστροφών υπερτριπλασιάστηκαν, οι συνολικές οικονομικές ζημιές τετραπλασιάστηκαν (αυξήθηκαν από 147,3 δισ. δολάρια ΗΠΑ σε 580,5 δισ. δολάρια ΗΠΑ, αντίστοιχα), ενώ οι ασφαλιστικές ζημιές επταπλασιάστηκαν (αυξήθηκαν από 18 δισ. δολάρια ΗΠΑ σε 124,5 δισ. δολάρια ΗΠΑ, αντίστοιχα). Οι εξελίξεις αυτές, οι οποίες αναμένεται να ενταθούν στο μέλλον, έχουν δημιουργήσει σοβαρές αρνητικές επιπτώσεις στην χρηματοοικονομική δομή τόσο των ασφαλιστικών επιχειρήσεων όσο και των αντασφαλιστών, ενώ, ταυτόχρονα, έχουν συντελέσει στην δραματική αύξηση του κόστους των σχετικών ασφαλιστικών καλύψεων. Το πρόβλημα έγκειται στο γεγονός ότι τα τεράστια μεγέθη των

ζημιών από καταστροφικούς κινδύνους δεν μπορούν να απορροφηθούν πλέον από το διεθνές αντασφαλιστικό σύστημα, το οποίο βασίζεται κυρίως στη γεωγραφική διασπορά των κινδύνων. Επισημαίνεται ότι η δυνατότητα ανάληψης κινδύνων (capacity) του διεθνούς αντασφαλιστικού συστήματος ανέρχεται σε περίπου 25 δισ. δολάρια ΗΠΑ (Kielholz and Durrer, 1997; Cutler and Zeckhauser, 1996). Χρειάζεται, λοιπόν, και μια επιπλέον διαδικασία που θα συμβάλει στη διαχρονική διασπορά (intertemporal diversification) των καταστροφικών ζημιών (Mooney, 1995). Το πλαίσιο αυτό μπορεί να διασφαλιστεί από την λειτουργία των διεθνών κεφαλαιαγορών. Οι σχετικές, θεωρητικές και πρακτικές αναζητήσεις έκαναν την εμφάνισή τους στις αρχές της δεκαετίας του '90 (Chicago Board Options Exchange, 1991; D'Arcy and France, 1992; Niehaus and Mann, 1992; Cox and Schwebach, 1992; Cummins and Geman, 1995; Lewis and Murdock, 1996).

Η αδυναμία του αντασφαλιστικού κλάδου να καλύψει τις τεράστιες ανάγκες αποζημιώσεων για φυσικές καταστροφές καθώς και η αναζήτηση εκ μέρους των ασφαλιστικών εταιριών τρόπων μετακύλισης των σχετικών κινδύνων σε ευρύτερα και ισχυρότερα δίκτυα συγκέντρωσης και διαχείρισης πόρων, οδήγησε στην ανάπτυξη των αγορών παραγώγων (catastrophe futures και options), αλλά και σε προσπάθειες χρεογραφοποίησης των σχετικών κινδύνων με την έκδοση από τις ασφαλιστικές και αντασφαλιστικές εταιρίες *ομολόγων* φυσικών καταστροφών (catastrophe bonds). Πολλές αναλύσεις επικεντρώθηκαν στην εξέταση των πλεονεκτημάτων που προσέφεραν τα νέα χρηματοοικονομικά συμβόλαια για τους επενδυτές (Canter et al., 1996; Litzenberger et al., 1996; O' Brien, 1997; Jafee and Russell, 1997).

Η προσφυγή των ασφαλιστών στις αγορές κεφαλαίου, αντανάκλα την παραδοχή - συμβατή με το θεωρητικό υπόβαθρο του μοντέλου CAPM και της γενικότερης θεωρίας του χαρτοφυλακίου - ότι υπάρχει ένα όριο συμπίεσης, μέσω διασποράς, των ζημιών ενός χαρτοφυλακίου ασφαλιστικών και αντασφαλιστικών υποχρεώσεων, πέραν του οποίου η αντιμετώπιση του σχετικού κινδύνου μπορεί να γίνει μόνο μέσω της μεταφοράς του ή του επιμερισμού του σε εξειδικευμένες ισχυρές αγορές κεφαλαίων.

Η προσφυγή στις αγορές κεφαλαίου και στους ισχυρούς θεσμικούς και άλλους επενδυτές προσέφεραν στον ασφαλιστικό κλάδο αυτήν ακριβώς την διέξοδο. Η επιλογή αυτή ήταν γνωστή και στο παρελθόν, όταν ασφαλιστικές εταιρίες προχώρησαν σε αύξηση του μετοχικού τους κεφαλαίου με πώληση των νέων τίτλων στους υφισταμένους μετόχους και με στόχο την εξεύρεση

των απαραίτητων πόρων για την χρηματοδότηση των αποζημιώσεων τις οποίες ήσαν υποχρεωμένες να καταβάλλουν λόγω φυσικών καταστροφών.

Μόνο που τώρα, η προσφυγή στην κεφαλαιαγορά δεν αντιπροσωπεύει άντληση κεφαλαίου «ex post», δηλαδή όταν και στην έκταση που τα κεφάλαια αυτά χρειάζονται, αλλά «ex ante», εκ των προτέρων και με περισσότερους πρωτότυπους τρόπους, όπως με τη χρησιμοποίηση της αγοράς των ασφαλιστικών παραγώγων (Catastrophe Futures, Options) και την χρεογραφοποίηση χαρτοφυλακίων ασφαλιστηρίων συμβολαίων (Catastrophe Bonds).

Η συγκριτική ανάλυση και οι επικρατούσες πρακτικές έχουν αναδείξει την ανωτερότητα των ομολόγων φυσικών καταστροφών σε σχέση με τα ασφαλιστικά παράγωγα, τα οποία αντιμετωπίζουν προβλήματα ρευστότητας και χαμηλού όγκου συναλλαγών (Νεκτάριος, 2001).

Στόχος των *ομολόγων* φυσικών καταστροφών είναι η μετακύλιση του σχετικού ασφαλιστικού κινδύνου σε επενδυτές εκτός του ασφαλιστικού κλάδου και συγκεκριμένα στους μεγάλους θεσμικούς επενδυτές, αμοιβαία κεφάλαια, επενδυτικές τράπεζες και χρηματιστηριακούς οργανισμούς. Τα βασικά τους πλεονεκτήματα είναι οι υψηλές αποδόσεις και ο χαμηλός βαθμός συσχέτισης των διακυμάνσεων των τιμών τους με τις γενικότερες οικονομικές και χρηματιστηριακές τάσεις. Τα πλεονεκτήματα αυτά ενίσχυσαν την ελκυστικότητα των ανωτέρω ομολόγων ως μέσων τοποθέτησης των διαθέσιμων των μεγάλων θεσμικών επενδυτών. Ο λόγος είναι προφανής: σύμφωνα με την θεωρία χαρτοφυλακίου, η ιδανική τοποθέτηση είναι αυτή της οποίας η απόδοση έχει τον χαμηλότερο δυνατό βαθμό συσχέτισης (beta) με την απόδοση των υπολοίπων χρεογράφων του χαρτοφυλακίου.

Σύμφωνα με την ανωτέρω θεωρία, ο χαμηλός βαθμός συσχέτισης ή συνδιακύμανσης των αποδόσεων των χρεογράφων ενός χαρτοφυλακίου αποτελεί αναγκαία συνθήκη για την μείωση του συνολικού κινδύνου του χαρτοφυλακίου, όπως αυτό εκφράζεται με την διακύμανση των αποδόσεών του περίξ του μέσου όρου.

Χαρακτηριστικά σημειώνεται ότι για επενδυτικό χαρτοφυλάκιο από δύο χρεόγραφα με ποσοστά συμμετοχής w_1 και w_2 διακυμάνσεις αποδόσεων σ_1 και σ_2 αντίστοιχα και συντελεστή συσχέτισης των αποδόσεων των ανωτέρω χρεογράφων μεταξύ τους r_{12} , η συνολική διακύμανση σ_p της απόδοσης του χαρτοφυλακίου δίδεται από την ακόλουθη σχέση:

$$\sigma_p = [w_1^2 \sigma_1^2 + w_2^2 \sigma_2^2 + 2w_1 w_2 r_{12} \sigma_1 \sigma_2]^{1/2} \text{ ή}$$

$$\sigma_p = [w_1^2 \sigma_1^2 + w_2^2 \sigma_2^2 + 2w_1 w_2 \text{CoV}_{12}]^{1/2}$$

όπου CoV_{12} : συνδιακύμανση των αποδόσεων των ανωτέρω χρεογράφων.

Από την ανωτέρω σχέση προκύπτει ότι η συνολική διακύμανση της απόδοσης ενός χαρτοφυλακίου αποτελεί συνάρτηση όχι μόνο των διακυμάνσεων των αποδόσεων των επιμέρους χρεογράφων αλλά και του βαθμού συσχέτισης ή της συνδιακύμανσης των αποδόσεων αυτών μεταξύ τους. Όσο χαμηλότερη η συνδιακύμανση τόσο χαμηλότερη η συνολική διακύμανση της απόδοσης του χαρτοφυλακίου.

Στην περίπτωση που $r_{12}=0$, η σ_p μειώνεται σε $\sigma_p = [w_1^2 \sigma_1^2 + w_2^2 \sigma_2^2]$, ενώ μειώνεται ακόμη περισσότερο εφόσον $r_{12}<0$. Η συνδιακύμανση ή ο βαθμός συσχέτισης των αποδόσεων των χρεογράφων προσδιορίζει τον βαθμό του συστηματικού κινδύνου ενός χαρτοφυλακίου, ο οποίος δεν μπορεί να μειωθεί με ακόμη μεγαλύτερη διασπορά κινδύνων παρά μόνον όταν τα νέα χρεογράφα που προστίθενται έχουν αποδόσεις με αρνητική διακύμανση ή βαθμόν συσχέτισης με την συνολική απόδοση του υφισταμένου χαρτοφυλακίου.

Οι χαμηλές όμως συνδιακυμάνσεις προϋποθέτουν διασποράν του χαρτοφυλακίου σε τίτλους εταιρειών διαφορετικών κλάδων με διαφορετικό βαθμό συσχέτισης των πωλήσεών τους προς το ΑΕΠ, γιατί μόνον τότε οι σχετικές κερδοφορίες και οι αντίστοιχες αποδόσεις θα κινούνται ανεξάρτητα μεταξύ τους, συμπίεζοντας με τον τρόπον αυτό τον μη συστηματικό κίνδυνο του συνολικού χαρτοφυλακίου.

Το ανωτέρω πλαίσιο ανάλυσης αντικατοπτρίζει και η χρησιμοποίηση του κριτηρίου Sharpe για την συγκρότηση ενός αρίστου (optimum) χαρτοφυλακίου, με την έννοια ότι εξασφαλίζει την μεγαλύτερη δυνατή απόδοση ανά μονάδα κινδύνου, όπως αυτός εκφράζεται από τον βαθμό μεταβλητικότητας (volatility) των αποδόσεων του χαρτοφυλακίου. Ο δείκτης Sharpe, $S(x)$, δίδεται από τον ακόλουθο τύπο

$$S(x) = [R(x)-r]/\text{StdDev}(x)$$

Όπου

$R(x)$: η μέση απόδοση του τίτλου x ,

γ. η καλύτερη δυνατή απόδοση ενός χρεογράφου χωρίς κίνδυνο (π.χ. κρατικού ομολόγου)

StdDev(x): η μέση απόκλιση τετραγώνου των αποδόσεων του τίτλου χ.

Σύμφωνα με το ανωτέρω κριτήριο, η καλύτερη υποψηφία επένδυση για ένα χαρτοφυλάκιο είναι αυτή που πληροί την ακόλουθη σχέση:

$$S(x) > \text{Cov}(x,p) * S(p)$$

Όπου:

S(x): ο δείκτης Sharpe του τίτλου χ,

S(p): ο δείκτης Sharpe του χαρτοφυλακίου p στο οποίο πρόκειται να μετάσχει και η επένδυση στον τίτλο χ,

Cov(x,p): είναι η συνδιακύμανση των αποδόσεων του τίτλου χ και του χαρτοφυλακίου p.

Η ανωτέρω σχέση καθορίζει το κριτήριο επιλογής των επενδύσεων ενός χαρτοφυλακίου μεγίστης απόδοσης ανά μονάδα αναλαμβανομένου κινδύνου, προκρίνοντας επενδύσεις σε τίτλους των οποίων ο δείκτης Sharpe είναι μεγαλύτερος του αντιστοίχου δείκτη Sharpe του χαρτοφυλακίου προσαυξημένου κατά τον βαθμό συσχέτισης (beta) των αποδόσεων των υποψηφίων τίτλων με τις αποδόσεις του χαρτοφυλακίου.

Δεδομένου ότι ο βαθμός συσχέτισης των αποδόσεων των ομολόγων φυσικών καταστροφών με τις αποδόσεις των κλασικών χρηματοοικονομικών επενδύσεων έχει διαπιστωθεί ότι είναι, πολύ χαμηλός, αυτό σημαίνει ότι το beta των χρεογράφων αυτών είναι πρακτικά ίσον με το μηδέν. Επομένως, με βάση την ανωτέρω ανάλυση τα ομόλογα αυτά, των οποίων οι αποδόσεις υπερβαίνουν σημαντικά τις αποδόσεις των κρατικών χρεογράφων (Kielholz and Durrer, 1997, Figures 6a, 6b, page 12), πρέπει να αποτελούν ιδιαίτερα ελκυστικές τοποθετήσεις από πλευράς διαχείρισης χαρτοφυλακίων, αφού η συμμετοχή τους στα μεγάλα χαρτοφυλάκια έχει ως αποτέλεσμα την σημαντική μείωση του βαθμού μεταβλητικότητας, χωρίς ανάλογη μείωση της συνολικής τους απόδοσης.

3. Συστηματικός κίνδυνος των ομολόγων φυσικών καταστροφών

Όπως ήδη αναφέρθηκε, τα υψηλά ονομαστικά επιτόκια και ο χαμηλός συστηματικός κίνδυνος - δηλαδή, ο χαμηλός συντελεστής συσχέτισης με τις αποδόσεις των άλλων χρεογράφων της αγοράς - προβάλλονται ως οι βασικοί παράγοντες της ελκυστικότητας των ομολόγων φυσικών καταστροφών για τους διαχειριστές των επενδύσεων των μεγάλων θεσμικών οργανισμών.

Όμως, η ανωτέρω ανάλυση στηρίζεται στην ύπαρξη αγορών οι οποίες μπορούν να χαρακτηρίζονται, λόγω βάθους και πλάτους, ως αποδοτικές (efficient). Χαρακτηριστικό το οποίον οπωσδήποτε δεν μπορεί να αποδοθεί στις αγορές των ανωτέρω ομολόγων και λόγω του μικρού μεγέθους της αντίστοιχης αγοράς και λόγω της συμπεριφοράς των ενσωματωμένων σε αυτές προαιρετικών δικαιωμάτων (options).

Χαρακτηριστικά επισημαίνεται το ενδεχόμενο οι αυξήσεις του επιπέδου των επιτοκίων να προκαλούν μειώσεις των τιμών των σχετικών ομολόγων εντονότερες των τιμών των κοινών ομολόγων, λόγω της συνδυασμένης επίδρασης των μεταβολών των επιτοκίων στην αξία των ενσωματωμένων προαιρετικών δικαιωμάτων, επίδραση φυσικά που είναι τόσο μεγαλύτερη όσο μεγαλύτερη είναι και η αξία των σχετικών προαιρετικών δικαιωμάτων. Η ανάλυση που ακολουθεί αποβλέπει στην υπογράμμιση αυτού ακριβώς του ενδεχομένου: να είναι ο συστηματικός κίνδυνος των ομολόγων φυσικών καταστροφών μεγαλύτερος των κοινών ομολόγων.

Φυσικά η ανωτέρω επισήμανση αναφέρεται στις διακυμάνσεις της τιμής των ομολόγων φυσικών καταστροφών πριν από την όποια επέλευση του ζημιογόνου γεγονότος, η οποία ασφαλώς και διαμορφώνει τις τελικές αποδόσεις κατά τρόπον που ουδόλως συσχετίζονται με τις διακυμάνσεις των δεικτών των τιμών των άλλων χαρτοφυλακίων ομολόγων της αγοράς. Αλλά στις περιόδους πριν από την επέλευση ενός ζημιογόνου γεγονότος, οι μεταβολές της τιμής των ομολόγων φυσικών καταστροφών έναντι των μεταβολών του επιπέδου των επιτοκίων επηρεάζονται και από τις μεταβολές της αγοραίας τιμής (market value) των european call options, που είναι ενσωματωμένα στα χαρακτηριστικά των ανωτέρω ομολογιών και τα οποία αναφέρονται στους όρους διαμόρφωσης των τελικών αποδόσεων στους ομολογιούχους, στην περίπτωση φυσικών καταστροφών.

Όπως είναι γνωστό, ως δείκτης συστηματικού κινδύνου για τις ομολογίες χρησιμοποιείται η ελαστικότητα της τιμής τους στις μεταβολές του επιπέδου των επιτοκίων. Η εν λόγω ελαστικότητα μετράται από τον δείκτη μεσο-σταθμικής διαρκείας (duration). Ο δείκτης αυτός είναι μεγαλύτερος για τα χρεόγραφα σταθερού επιτοκίου, σε σχέση με τα ομόλογα κυμαινομένου επιτοκίου, και ακόμη μεγαλύτερος για τα μηδενικού επιτοκίου (zero coupon), για τα οποία είναι ίσος με την, εναπομένουσα μέχρι την λήξη, διάρκεια του τίτλου.

Έχοντας ως άξονα αναφοράς την τελευταία αυτή κατηγορία ομολόγων, το ερώτημα είναι, αν τα αντίστοιχα ομόλογα φυσικών καταστροφών (zero coupon catastrophe bonds) έχουν μεγαλύτερη ή μικρότερη μεσοσταθμική διάρκεια σε σχέση με τα άλλα ομόλογα.

Θεωρούμε τώρα ομόλογο φυσικών καταστροφών μηδενικού επιτοκίου (zero coupon cat bond) διάρκειας μέχρι, την λήξη T . Αν δεν επέλθουν σημαντικές ζημιές από φυσικές καταστροφές, η ομολογία καταβάλλει στη λήξη την ονομαστική της αξία F . Αν όμως κάποιος προσυμφωνημένος δείκτης ζημιών / (π.χ., ο γνωστός στις ΗΠΑ δείκτης PCS, Property Claims Service (1995) έχει στη λήξη τιμή $I(T)$ μεγαλύτερη από ένα προσυμφωνημένο επίπεδο K , τότε η ομολογία καταβάλλει το ποσό $F - [I(T) - K]$, με τον πρόσθετο περιορισμό ότι η καταβολή δεν μπορεί να είναι μικρότερη από B ($B < F$). Εύκολα διαπιστώνεται, κάτω από τις παραπάνω συνθήκες, ότι το ποσό που θα καταβληθεί στην λήξη είναι

$$V(T) = \max\{B, \min\{F, F - [I(T) - K]\}\} \quad (1)$$

και ότι έχουμε $0 \leq F - V(T) \leq F - B$ σε όλες τις περιπτώσεις.

Με καταλλήλους μετασχηματισμούς της (1), η διαφορά $F - V(T)$ μπορεί να γραφεί ως

$$F - V(T) = \max\{0, I(T) - K\} - \max\{0, I(T) - (K + F - B)\} \quad (2)$$

Από την (2) βλέπουμε ότι η μείωση, $F - V(T)$, στο ποσό που καταβάλλεται στον ομολογιούχο, μπορεί να γραφεί ως διαφορά μεταξύ της αξίας μιας cat call option επί του δείκτη I με τιμή άσκησης K και της αξίας μίας cat call option επί του ίδιου δείκτη με τιμή άσκησης $K + (F - B)$. Είναι εξίσου εύκολο να βεβαιωθούμε για την ισχύ της (2) με τη διαπίστωση ότι το γράφημα της $F - V(T)$ πράγματι συμπίπτει με την διαφορά των γραφημάτων των δύο max που εμφανίζονται στη (2). Επιπλέον, αξίζει να σημειωθεί ότι τα δύο max στην (2) ισοδυναμούν με δύο καλύψεις ανακοπής ζημίας (stop loss), αρκεί να ερμηνεύσουμε τον δείκτη $I(T)$ ως «συνολικές αποζημιώσεις», η δε διαφορά των δύο max ισοδυναμεί με ένα stop loss με απαλλαγή K και ανώτατο όριο ευθύνης $F - B$.

Κάτω από ορισμένες προϋποθέσεις, οι τιμές των δύο αυτών προαιρετικών δικαιωμάτων (options) μπορεί να υπολογισθούν με τη βοήθεια του προτύπου

Black-Scholes. Προκειμένου για υπολογισμό της τιμής, $V(t)$, κατά τη χρονική στιγμή t , $0 \leq t < T$, έχουμε:

$$Fe^{-r(T-t)}V(t) = I(t)[N(d_1) - Ke^{-r(T-t)}N(d_2)] - I(t)[N(d_1') - (K+F-B)e^{-r(T-t)}N(d_2')] \quad (3)$$

Για την χρησιμοποίηση του ανωτέρω μοντέλου, βασική προϋπόθεση είναι οι τιμές του δείκτη I να ακολουθούν την λεγόμενη κίνηση Brown (στοχαστική ανέλιξη του τύπου Wiener). Εξ άλλου, ικανή συνθήκη για την εφαρμογή του προτύπου Black-Scholes είναι η τυχαία μεταβλητή I να ακολουθεί την λογαριθμική κανονική κατανομή.

Στην (3), πέραν των ήδη ορισθεισών παραμέτρων των δύο option, r είναι το επιτόκιο εντόκων γραμματίων (risk-free rate), τα $N(\cdot)$ είναι τιμές της τυπικής κανονικής κατανομής και τα d_1, d_2 ορίζονται από

$$d_1 = \frac{\ln \frac{I(t)}{K} + \left(r + \frac{1}{2}\sigma^2 \right) (T-t)}{\sigma\sqrt{T-t}}, \quad d_2 = d_1 - \sigma\sqrt{T-t} \quad (4)$$

όπου σ είναι η «πτητικότητα» (τυπική απόκλιση) των τιμών του δείκτη I . Όσο για τα d_1', d_2' προκύπτουν και αυτά από την (4), αρκεί να αντικαταστήσουμε το K με $K+F-B$.

Το ερώτημα το οποίο τίθεται είναι πώς συγκρίνεται η σταθμισμένη διάρκεια (duration) μιάς zero coupon cat bond με τη σταθμισμένη διάρκεια μιάς απλής zero coupon ομολογίας. Για να απαντηθεί το ερώτημα, υπολογίζουμε (από την (3)) την παράγωγο $\frac{\partial}{\partial r} V(t)$. Η παράγωγος αυτή είναι

$$-(T-t)[Fe^{-r(T-t)} + KI(t)N(d_2)e^{-r(T-t)} - (K+F-B)I(t)N(d_2')e^{-r(T-t)}]$$

και μπορεί να γραφεί: $-(T-t)[V(t) + I(t)N(d_1) - I(t)N(d_1')]$

Κατά συνέπεια, η ζητούμενη διάρκεια είναι

$$D = -\frac{\partial}{\partial r} V(t) : V(t) = (T-t) \frac{V(t) + I(t)N(d_1) - I(t)N(d_1')}{V(t)} \quad \eta$$

$$D = (T-t) \left\{ 1 + \frac{T(t)}{V(t)} [N(d_1) - N(d_1')] \right\} \quad (5)$$

Το γεγονός ότι $K < K+F-B$, σε συνάρτηση με την σχέση (4), συνεπάγονται $d_1' < d_1$ και επομένως $N(d_1') < N(d_1)$. Από την (5) προκύπτει, λοιπόν, ότι $D > T-t$, ενώ είναι προφανές ότι η διάρκεια μιάς κοινής zero coupon ομολογίας είναι ίση με $T-t$.

4. Συμπεράσματα

Οι χρηματοοικονομικές αγορές έχουν αναπτύξει πρωτοποριακά εργαλεία για να ενισχύσουν τη δυνατότητα κάλυψης κινδύνων στις ασφαλίσεις φυσικών καταστροφών. Τα ασφαλιστικά παράγωγα, σε μικρότερο βαθμό, και τα ομόλογα φυσικών καταστροφών, σε μεγαλύτερο βαθμό, συνετέλεσαν στην περαιτέρω εμβάθυνση των χρηματοοικονομικών αγορών και αύξησαν την δυνατότητα ανάληψης ασφαλιστικών κινδύνων φυσικών καταστροφών.

Από την άλλη πλευρά, όμως, δεν θα πρέπει να δημιουργούνται υπερβολικές απαιτήσεις σχετικά με την ελκυστικότητα αυτών των επενδυτικών εργαλείων. Από τα ανωτέρω προκύπτει ότι, κάτω από ορισμένες προϋποθέσεις, ο συστηματικός κίνδυνος ενός ομολόγου φυσικών καταστροφών διαμορφώνεται σε επίπεδα μεγαλύτερα των αντιστοίχων μιάς απλής zero coupon ομολογίας της αυτής διάρκειας. Δηλαδή, η μεταβολή του επιπέδου επιτοκίων μπορεί να προκαλεί μεγαλύτερης έκτασης μεταβολές στις τιμές των ομολόγων φυσικών καταστροφών σε σχέση με τις τιμές των συνήθων ομολογιακών τίτλων.

Αυτό όμως σημαίνει ότι οι αποδόσεις των ομολόγων φυσικών καταστροφών, παρ' ότι συνδεδεμένες με δείκτες ζημιών καταστροφών μπορούν, υπό ορισμένες προϋποθέσεις, να συσχετίζονται έντονα με τις διακυμάνσεις των αποδόσεων των χρηματοοικονομικών αγορών, διακυμάνσεις οι οποίες ως γνωστόν επηρεάζονται έντονα από την πορεία των επιτοκίων.

Στην περίπτωση όμως αυτή, η πρακτική των θεσμικών και άλλων μεγάλων επενδυτών να επιδιώκουν την συμμετοχή των ανωτέρω ομολογιών στις τοποθετήσεις τους, μπορεί να οδηγήσει στην αύξηση και όχι στην μείωση του συνολικού κινδύνου των αντιστοίχων χαρτοφυλακίων.

Βιβλιογραφία

- Canter M., J.B. Cole, and R.L. Sandor (1996), «Insurance Derivatives: A New Asset Class for the Capital Markets and a New Hedging Tool for the Insurance Industry», *Journal of Derivatives*, Vol 4(2), pp. 89-105.
- Chicago Board Options Exchange (1991), *The Chicago Board Options Exchange Guide for Institutional Investors*, Chicago.
- Cox S. and R. Schwebach (1992), «Insurance Futures and Hedging Insurance Price Risk», *Journal of Risk and Insurance*, Vol. 59, pp. 628-644.
- Cummins D. and H. Geman (1995), «Pricing Catastrophe Insurance Futures and Call Spreads: An Arbitrage Approach», *Journal of Fixed Income*, Vol. 4, pp. 46-57.
- Cutler D. and R. Zeckhauser (1996), *Reinsurance for Catastrophes and Cataclysms*, Working Paper, Harvard University, Cambridge, Mass.
- D' Arcy S. and V. France (1992), «Catastrophe Futures: A Better Hedge for Insurers», *Journal of Risk and Insurance*, Vol. 59, pp. 575-601.
- Jafee D.M. and T. Russell (1997), «Catastrophe Insurance, Capital Markets and Insurable Risk», *Journal of Risk and Insurance*, Vol. 64(2), pp. 205-230.
- Kielholz W., and A. Durrer (1997), «Insurance Derivatives and Securitization: New Hedging Perspectives for the U.S. Cat Insurance Market», *The Geneva Papers on Risk and Insurance - Issues and Practices*, No 82. pp. 3-16.
- Lewis C. and K. Murdock (1996), «The Role of Government Contracts in Discretionary Reinsurance Markets for Natural Disasters», *Journal of Risk and Insurance*, Vol. 63(4), pp. 567-597.
- Litzenberger R., R.D. Beaglehole, and C.E. Reynolds (1996), «Assessing Catastrophe Reinsurance - Linked Securities as a New Asset Class», *Journal of Portfolio Management*, pp. 76-86.
- Mooney S. (1995), *Presentation to Florida Academic Task Force on Hurricane Insurance*, Mimeo, Tallahassee.
- Munich Re (1998), *Topics: Natural Catastrophes*, Munich.
- Νεκτάριος, Μ. (2001), «Ο Ρόλος των Κεφαλαιαγορών στη Διαχείριση των Ασφαλιστικών Κινδύνων Ανωτέρας Βίας», ΣΠΟΥΔΑΙ (υπό δημοσίευση).
- Niehaus G. and S. Mann (1992), «The trading of Underwriting Risk: An Analysis of Insurance Futures Contracts and Reinsurance», *Journal of Risk and Insurance*, Vol. 59, pp. 601-627.
- O'Brien, T. (1997), «Hedging Strategies Using Catastrophe Insurance Options», *Insurance: Mathematics and Economics*, Vol. 21(2), pp. 153-162.
- Property Claims Services (1995), *Catastrophe Record: 1949-1994*, Rahway, N.J.