

# **ΜΕΤΡΗΣΗ ΚΑΙ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΚΙΝΔΥΝΟΥ ΜΑΚΡΟΖΩΙΑΣ ΣΤΗΝ ΑΝΑΛΟΓΙΣΤΙΚΗ ΕΠΙΣΤΗΜΗ**

## **ΣΗΜΑΣΙΑ ΤΗΣ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΚΙΝΔΥΝΟΥ**

### **ΚΙΝΔΥΝΟΣ**

- Κίνδυνος ορίζεται ως ο συνδυασμός της πιθανότητας ενός γεγονότος και των συνεπειών του (ISO-IEC Guide 73).
- Η πιθανότητα ενός ανεπιθύμητου συμβάντος.
- Η πιθανότητα πραγματοποίησης ενός κινδύνου.
- Ο συνδυασμός της πιθανότητας ή της συχνότητας εμφάνισης ενός καθορισμένου κινδύνου και του μεγέθους των συνεπειών του συμβάντος.
- Ο κίνδυνος είναι επομένως ένα μέτρο της πιθανότητας ενός συγκεκριμένου ανεπιθύμητου συμβάντος και των ανεπιθύμητων συνεπειών ή απώλειας.

Στον τομέα της ασφάλειας, αναγνωρίζεται, γενικά, ότι οι συνέπειες είναι μόνο αρνητικές και γι' αυτό η διαχείριση του κινδύνου ασφάλειας εστιάζει στην πρόληψη και τον μετριασμό της ζημιάς.

### **Χρήσεις του μέτρου υπολογισμού κινδύνου**

Η διαχείριση των κινδύνων είναι ύψιστης σημασίας για τη διαχείριση μιας επιχείρησης. Οι κίνδυνοι που αντιμετωπίζει μια επιχείρηση μπορούν να χαρακτηριστούν σε γενικές γραμμές σύμφωνα με τους κινδύνους της αγοράς (έκθεση με ενδεχόμενη

απώλεια εξαιτίας αλλαγών στις τιμές της αγοράς και τις συνθήκες της αγοράς), πιστωτικό κινδύνου (κίνδυνος πελατών με οφειλή), και ο λειτουργικός κίνδυνος (κάθε επιχειρηματικός κίνδυνος που δεν αποτελεί ούτε κίνδυνο αγοράς ούτε πιστωτικό). Η διαδικασία διαχείρισης κινδύνου θα πρέπει να είναι μια ολιστική διαδικασία που καλύπτει την ανάλυση των περιστατικών του κινδύνου, την αξιολόγηση του ελέγχου της διαχείρισης, των διαδικασιών υποβολής εκθέσεων και πρόβλεψης των τάσεων των κινδύνων. Ενώ μια διαδικασία διαχείρισης κινδύνου είναι πολυδιάστατη, η μέτρηση του κινδύνου είναι το στοιχείο πυρήνας της διαδικασίας.

Ένα σημαντικό κίνδυνο που αντιμετωπίζει μια ασφαλιστική εταιρεία είναι η ζημία που προκύπτει από τα ασφαλιστικά συμβόλαια. Με άλλα λόγια, θα εστιάσουμε στο λειτουργικό κίνδυνο της επιχείρησης. Θα συζητήσουμε διάφορα μέτρα που προσπαθούν να συνοψίσουν τους πιθανούς κινδύνους που προκύπτουν από τις πιθανές αξιώσεις των ασφαλιστηρίων συμβολαίων. Έτσι, τα μέτρα θα πρέπει να έχουν βάση στις απώλειες τυχαίες μεταβλητές. Τα μέτρα αυτά μπορούν να χρησιμοποιηθούν από μια ασφαλιστική εταιρεία με τους ακόλουθους τρόπους:

### **Καθορισμός του οικονομικού κεφαλαίου**

Οικονομικό κεφάλαιο είναι το κεφάλαιο που μια επιχείρηση υποχρεούται να κατέχει, προκειμένου να αποφευχθεί η πτώχευση. Είναι ένα ρυθμιστικό έναντι απροσδόκητων ζημιών, και μπορεί να διαφέρει από το διαθέσιμο κεφάλαιο της επιχείρησης. Το μέγεθος του οικονομικού κεφαλαίου εξαρτάται από το επίπεδο της πιστοληπτικής ικανότητας που ανμένεται να επιτύχει η εταιρεία ή την πιθανότητα αφερεγγυότητας που η εταιρεία είναι έτοιμη να δεχθεί. Το πρώτο βήμα για τον

υπολογισμό του οικονομικού κεφαλαίου συχνά περιλαμβάνει την ποσοτικοποίηση των πιθανών κινδύνων της επιχείρησης.

### **Καθορισμός των ασφαλιστρών**

Ασφάλιστρα είναι η τιμή που ζητείται από την ασφαλιστική εταιρεία για την μετάβαση του κινδύνου ζημίας από τον ασφαλισμένο στον ασφαλιστή. Το (χρεωμένο ασφάλιστρο) θα πρέπει να μεταβάλλεται άμεσα με την πιθανή απώλεια. Συνεπώς, η κατάλληλη μέτρηση του κινδύνου είναι σημαντική για τον προσδιορισμό του ασφαλίστρου.

Θα πρέπει να σημειωθεί ότι, στην πράξη, ο προσδιορισμός του ασφαλίστρου συχνά εξαρτάται και από άλλους παράγοντες, όπως ο ανταγωνισμός στον κλάδο και οι στρατηγικές ανησυχίες μάρκετινγκ.

### **Η εσωτερική διαχείριση των κινδύνων**

Τα μέτρα κινδύνου αποτελούν σημαντικές προσθήκες για την εσωτερική διαχείριση και έλεγχο των κινδύνων. Μια επιχείρηση μπορεί να θέσει στόχους σε διαφορετικά τμήματα της επιχείρησης με βάση ορισμένα μέτρα κινδύνου. Η εσωτερική αξιολόγηση γίνεται πολύ πιο εύκολη αν υπάρχουν σαφείς και καλά καθορισμένοι στόχοι για τα μέτρα του κινδύνου.

### **Solvency II**

Το νέο πλαίσιο λειτουργίας και εποπτείας των ασφαλιστικών και αντασφαλιστικών επιχειρήσεων στην Ευρώπη.

Το περιθώριο φερεγγυότητας - δηλαδή το κεφάλαιο που μια ασφαλιστική εταιρία οφείλει να διατηρεί προκειμένου να τηρεί τις δεσμεύσεις της – αποτελεί αντικείμενο κοινοτικών οδηγιών από τη δεκαετία του 1990. Το 2002 υιοθετήθηκε από το

Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο και το Ευρωπαϊκό Συμβούλιο μια πρώτη μεταρρύθμιση, το SOLVENCY I (Φερεγγυότητα I).

Με το SOLVENCY II (Φερεγγυότητα II), η Ευρωπαϊκή Ένωση επιθυμεί να κάνει ένα ακόμη βήμα, θέτοντας κανόνες αξιολόγησης, όχι μόνο ποσοτικών στοιχείων, αλλά και ποιοτικών παραγόντων που επηρεάζουν την έκθεση σε κινδύνους των ασφαλιστικών και αντασφαλιστικών επιχειρήσεων.

Το SOLVENCY II – δεύτερη μεταρρύθμιση που τέθηκε σε εφαρμογή το 2016 – στηρίζεται σε τρεις θεμελιώδεις πυλώνες: ποσοτικές απαιτήσεις, ποιοτικές απαιτήσεις και απαιτήσεις πληροφόρησης.

## **Πρώτος πυλώνας**

### **Ποσοτικές υποχρεώσεις**

Έχει σαν σκοπό τον ορισμό των ποσοτικών ορίων των κινδύνων, αλλά και των ιδίων κεφαλαίων. Ο σχηματισμός των τεχνικών αποθεματικών πρέπει να γίνεται έτσι ώστε η επιχείρηση να είναι σε θέση να εκπληρώσει τις υποχρεώσεις ασφάλισης ή αντασφάλισης έναντι των ασφαλισμένων και των δικαιούχων, λαμβάνοντας υπόψη τις δαπάνες. Τα τεχνικά αποθεματικά θα πρέπει να χαρακτηρίζονται από σύνεση, αξιοπιστία και αντικειμενικότητα και να επιτρέπουν τις συγκρίσεις μεταξύ των ασφαλιστών ή των αντασφαλιστών. Σε αυτόν τον πυλώνα το νέο σύστημα φερεγγυότητας περιλαμβάνει δύο απαιτήσεις κεφαλαίου : Το απαιτούμενο κεφάλαιο φερεγγυότητας (επίπεδο κεφαλαίου το οποίο επιτρέπει στην επιχείρηση να απορροφήσει σημαντικές απρόβλεπτες ζημιές και να παρέχει εύλογη κάλυψη στους ασφαλισμένους και τους δικαιούχους) και το ελάχιστο απαιτούμενο κεφάλαιο (ελάχιστο επίπεδο κεφαλαίου το οποίο αποτελεί το όριο ενεργοποίησης της ύστατης εποπτικής παρέμβασης).

## **Δεύτερος πυλώνας**

### **Εποπτικές δραστηριότητες (ποιοτικές υποχρεώσεις)**

Αποσκοπούν στον εντοπισμό των επιχειρήσεων οι οποίες παρουσιάζουν οικονομικά, οργανωτικά ή άλλα χαρακτηριστικά που θα ήταν επιδεκτικά να οδηγήσουν σε υψηλότερο προφίλ κινδύνου. Απαιτείται από τις επιχειρήσεις αυτές να τηρούν μεγαλύτερο κεφάλαιο φερεγγυότητας, και/ή να λαμβάνουν μέτρα για τη μείωση των κινδύνων τους οποίους αναλαμβάνουν. Σκοπός εδώ είναι για τις επιχειρήσεις να βεβαιωθούν ότι κατέχουν ένα κατάλληλο επίπεδο κεφαλαιοποίησης αλλά και ότι διαθέτουν ορθή διαχείριση που τους επιτρέπει να υπολογίζουν και να ελέγχουν τους κινδύνους τους οποίους αναλαμβάνουν. Οι εποπτικές δραστηριότητες περιλαμβάνουν επίσης την αυξημένη συνεργασία μεταξύ των εποπτικών αρχών σε συνδυασμό με ελέγχους εμπειρογνομώνων.

## **Τρίτος πυλώνας**

### **Υποβολή στοιχείων στις εποπτικές αρχές και δημοσιοποίηση στοιχείων (υποχρέωση πληροφόρησης)**

Η υποβολή στοιχείων στις εποπτικές αρχές προχωρεί πέρα από την έννοια των κανόνων χρηματοοικονομικής ενημέρωσης και περιλαμβάνει διάφορα είδη πληροφοριών που είναι απαραίτητες έτσι ώστε οι εποπτικές αρχές να εκτελέσουν τα καθήκοντά τους. Επιπλέον, η διαφάνεια και η δημοσιοποίηση πληροφοριών από τις επιχειρήσεις προς το κοινό συμβάλει στην ενίσχυση των μηχανισμών και της πειθαρχίας της αγοράς. Η πληροφόρηση αυτή αφορά στοιχεία όπως την οικονομική απόδοση ή ακόμα τα προφίλ κινδύνων.

## **LONGEVITY RISK**

### **(ΚΙΝΔΥΝΟΣ ΜΑΚΡΟΖΩΙΑΣ)**

Η μακροζωία αποτελεί κίνδυνο για τις ασφαλιστικές εταιρείες ή τα συνταξιοδοτικά ταμεία. Ως κίνδυνος μακροζωίας θεωρείται η πιθανότητα το προσδόκιμο ζωής ή τα πραγματικά ποσοστά επιβίωσης, να υπερβούν το «αναμενόμενο». Εάν, πράγματι, συμβεί τότε οι εκροές χρημάτων από τα ταμεία θα είναι μεγαλύτερες με αποτέλεσμα ο κίνδυνος να ελλοχεύει πλέον για την εταιρεία ή το συνταξιοδοτικό ταμείο. Το ρίσκο υπάρχει καθώς τα τελευταία 50-60 χρόνια έχει παρατηρηθεί η τάση αύξησης του προσδόκιμου ζωής συνεπώς ασφαλισμένοι και συνταξιούχοι έχουν να λαβαίνουν για περισσότερο χρόνο. Από την άλλη, αυξάνεται συνεχώς ο αριθμός ατόμων που φτάνουν σε ηλικία συνταξιοδότησης. Ο συνδυασμός των δύο επιφέρει επίπεδα πληρωμών μεγαλύτερα από αυτά που είχαν αρχικά λογιστεί. Οι τύποι προγραμμάτων που εκτίθενται στα υψηλότερα επίπεδα κινδύνου μακροζωίας είναι τα συνταξιοδοτικά προγράμματα και οι ράντες ζωής. Τα στοιχεία για το μέσο προσδόκιμο ζωής αυξάνονται και ακόμη και μια μικρή αλλαγή στο προσδόκιμο ζωής μπορεί να δημιουργήσει σοβαρά ζητήματα φερεγγυότητας για συνταξιοδοτικά προγράμματα και ασφαλιστικές εταιρείες. Οι ακριβείς μετρήσεις του κινδύνου μακροζωίας εξακολουθούν να μην είναι εφικτές επειδή η συνεχής ανάπτυξη της ιατρικής και η επίδρασή της στο προσδόκιμο ζωής δεν έχει ποσοτικοποιηθεί. Ωστόσο, έχουν γίνει προσπάθειες ποσοτικοποίησης του κινδύνου.

## ΜΟΝΤΕΛΟΠΟΙΗΣΗ ΚΙΝΔΥΝΟΥ ΜΑΚΡΟΖΩΙΑΣ

Πολλά μοντέλα θνησιμότητας έχουν προταθεί μετά από τον σπουδαίο νόμο του Gompertz (1825). Σύγχρονες εξελίξεις στην μοντελοποίηση θνησιμότητας τείνουν να είναι φύσει αναγωγικές με σπουδαιότερη την μέθοδο Κυρίων Συνιστωσών - Principal Components (PC). Αρχικά οι Bell and Monsell (1991) διεύρυναν την προσέγγιση των Ledermann and Breas (1959) όπου χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος PC. Στο κομβικό άρθρο των Lee & Carter (1992) μια τροποποιημένη PC μέθοδος διερευνήθηκε. Βελτιώσεις της Lee & Carter προσέγγισης έγιναν από τους Brillinger (1986), Brouhns et al (2002), Renshaw and Haberman (2003), Hyndman and Ullah (2005), Currie et al (2004), Hyndman and Ullah (2005), Tickle (2006), Gao and Hu (2009), Lazar and Denuit (2009), Hatzopoulos and Haberman (2009 & 2011), Hatzopoulos and Sagianou (2019). Οι βασικές διαφοροποιήσεις στα προαναφερθέντα βελτιωμένα μοντέλα της Lee & Carter μεθόδου, έγκειται είτε στην στοχαστική μοντελοποίηση του αριθμού θανάτων (Poisson κατανομή) είτε στην εξομάλυνση των πρωτογενών τιμών θνησιμότητας (weighted penalized regression splines, B-spline smoothing, polynomial smoothing) είτε στην χρήση περισσοτέρων από ένα PC είτε στην χρήση διαφορετικών εργαλείων πρόβλεψης (state space framework, multivariate BEKK GARCH model) είτε στην μοντελοποίηση και του παράγοντα γενιάς (cohort effect).

Σε γενικές γραμμές, ένα στοχαστικό μοντέλο θνησιμότητας πρέπει να επιτρέπει τα διάφορα είδη πιθανών αποκλίσεων σχετικά με το προβλεπόμενο ρυθμό θνησιμότητας:

- a) τυχαίες διακυμάνσεις (για να αντιπροσωπεύσει τον κίνδυνο διαδικασίας – process risk)
- b) αποκλίσεις λόγω της μορφής που προκύπτει από το συγκεκριμένο μοντέλο θνησιμότητας (κίνδυνος μοντέλου – model risk)

- c) αποκλίσεις λόγω του επιπέδου των παραμέτρων του μοντέλου θνησιμότητας (κίνδυνος παραμέτρου – parameter risk)
- d) απότομες δυσμενείς αλλαγές, σε σχέση με το ημερολογιακό έτος (period effects) (κίνδυνος καταστροφής – catastrophic risk).

Ο Wang (1996, 2000, 2001) ανέπτυξε μια μέθοδο τιμολόγησης κινδύνων, η οποία ενσωματώνει οικονομικές και ασφαλιστικές θεωρίες τιμολόγησης. Πρότεινε έναν καινούργιο τελεστή διαταραχής (distortion operator), ο οποίος προκύπτει μέσα από τη γενικευμένη κλάση του Wang (1996) και πλέον είναι γνωστός ως Wang transformation.

Στην διαδικασία τιμολόγησης του κινδύνου μακροβιότητας, χρησιμοποιώντας το μετασχηματισμό του Wang (Wang Transformation), ο τελεστής διαταραχής (distortion operator) μετατρέπει την κατανομή της θνησιμότητας σε μια τροποποιημένη / μετασχηματισμένη (risk-adjusted) κατανομή θνησιμότητας.

## **ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΚΙΝΔΥΝΟΥ ΜΑΚΡΟΖΩΙΑΣ**

Η διαδικασία διαχείρισης κινδύνου αποτελείται από τρία βασικά βήματα, τον προσδιορισμό των κινδύνων, την αξιολόγηση (ή μέτρηση) των συνεπειών και την επιλογή των τεχνικών διαχείρισης κινδύνου. Ορισμένες τεχνικές διαχείρισης κινδύνου, που φαίνεται να προτιμούνται περισσότερο από τις ασφαλιστικές εταιρίες, είναι:



- Φυσικές μέθοδοι αντιστάθμισης
- Ορισμός κατάλληλων πολιτικών κατανομής κεφαλαίων (Solvency issues)
- Αντασφαλιστικές ρυθμίσεις
- Εναλλακτικές μεταφορές κινδύνου.

### **Συνήθεις μέθοδοι Αντιστάθμισης**

Οι στρατηγικές αντιστάθμισης κινδύνου συνήθως συνίστανται στην ανάληψη ενός κινδύνου που αντισταθμίζει έναν άλλο κίνδυνο, ο οποίος βαραίνει την επιχείρηση. Σε ορισμένες περιπτώσεις, οι στρατηγικές αντιστάθμισης περιλαμβάνουν διάφορα χαρτοφυλάκια ή επιχειρηματικούς τομείς (LOBs).

Στα πλαίσια της ασφάλειας ζωής, η συνήθης μέθοδος αντιστάθμισης, αναφέρεται σε μια στρατηγική διαφοροποίησης, η οποία προσπαθεί να συνδυάσει «αντικρουόμενες έννοιες» σε σχέση με τη διάρκεια ζωής. Με τον όρο «αντικρουόμενες έννοιες» αναφερόμαστε στο κόστος ετήσιου επιδόματος ζωής και στην αποζημίωση λόγω θανάτου. Όταν οι ρυθμοί θνησιμότητας μειώνονται, παρατηρείται αύξηση του πρώτου με παράλληλη μείωση του δεύτερου (και αντίστροφα). Επομένως, ο κίνδυνος θνησιμότητας που ενυπάρχει σε μια επιχείρηση ετήσιου επιδόματος ζωής θα μπορούσε να αντισταθμιστεί, τουλάχιστον, εν μέρει, λαμβάνοντας μια θέση σε ορισμένα ασφαλιστικά προϊόντα, που παρέχουν αποζημίωση σε περίπτωση θανάτου. Μία τέτοια μέθοδος αντιστάθμισης καλείται acrossLOBs.

Στρατηγική αντιστάθμισης του κινδύνου πραγματοποιείται από μια επιχείριση, ακόμη και μέσα σε ένα χαρτοφυλάκιο επιδόματος ζωής, συνδυασμένο με αποζημίωση λόγω θανάτου. Η αποζημίωση αυτή μειώνεται όσο αυξάνεται η ηλικία. Προφανώς, σε περίπτωση βελτίωσης του ρυθμού μακροζωίας, θα καταβάλλονται ποσά αποζημίωσης χαμηλότερα από τα αναμενόμενα. Αυτή η μέθοδος αντιστάθμισης ονομάζεται across time.

### **Solvency issues**

Μία ακόμα τεχνική για την αντιμετώπιση του κινδύνου μακροζωίας είναι η λήψη κατάλληλων πολιτικών κατανομής κεφαλαίων. Ιδιαίτερα τα τελευταία χρόνια, η τεχνική αυτή, φαίνεται να προτιμάται και να προτείνεται και από την Ευρωπαϊκή Ένωση, καθώς σε αυτή την τεχνική βασίζεται και η οδηγία SolvencyII (βλ. παράγραφος Solvency). Η συγκεκριμένη τεχνική ορίζει την υιοθέτηση εσωτερικών μοντέλων, ως αντίμετρο για τον κίνδυνο μακροζωίας. Σκοπός της τεχνικής αυτής είναι να εξασφαλιστεί η φερεγγυότητα ενός οργανισμού, η οποία ορίζεται ως ικανότητα του οργανισμού να μπορεί να αντεπεξέλθει σε τυχαίες υποχρεώσεις (liabilities), που ενδέχεται να προκύψουν, όπως αυτές περιγράφονται από στοχαστικά μοντέλα.

### **Αντασφαλιστικές Ρυθμίσεις**

Διάφορες ρυθμίσεις αντασφάλισης μπορούν να ληφθούν υπόψη, για τη μεταφορά του κινδύνου μακροζωίας (Excess-of-Loss (XL) reinsurance, Stop – Loss reinsurance).

### **Εναλλακτικές Μεταφορές Κινδύνου**

Οι εναλλακτικές μεταφορές κινδύνου βασίζονται σε ειδικά χρηματοοικονομικά εργαλεία, των οποίων οι αποδόσεις εξαρτώνται από την εξέλιξη ενός επιλεγμένου δείκτη, συνδεδεμένου με τη θνησιμότητα κάποιου πληθυσμού

αναφοράς. Τα πιο σημαντικά εργαλεία της κατηγορίας αυτής είναι τα ομόλογα θνησιμότητας (mortality bonds) και τα ομόλογα μακροβιότητας (longevity bonds). Η διαφορά μεταξύ αυτών των δύο κατηγοριών ομολόγων καθορίζεται από το χρονικό ορίζοντα και το σκοπό τους. Τα ομόλογα θνησιμότητας αντιστοιχούν σε βραχυπρόθεσμη περίοδο (μερικά χρόνια) και προστατεύουν τον κάτοχο έναντι καταστροφικών γεγονότων θνησιμότητας, όπως μια πανδημία. Αντίθετα τα ομόλογα μακροβιότητας αποτελούν ένα μακροπρόθεσμο μηχανισμό που αντανακλά τις αποκλίσεις στη θνησιμότητα χρόνο με το χρόνο στους λογαριασμούς του κατόχου. Σε συνέχεια των παραπάνω πρόσφατα προτάθηκαν και τα παράγωγα μακροβιότητας (όπως options, futures, forwards και swaps μακροβιότητας). Συνδυασμοί παραγώγων επιτρέπουν την ικανοποίηση πιο απαιτητικών αναγκών των επενδυτών και έτσι προσφέρουν δυνητικά μεγαλύτερες ευκαιρίες αντιστάθμισης και διαπραγματεύσης απ' ό,τι τα τυπικά ομόλογα μακροβιότητας.

### **Συνιστώσες Κινδύνου Μακροζωίας**

- Κίνδυνος Μοντέλου (Model Risk)

Είναι αδύνατον να γνωρίζουμε εάν το μοντέλο πρόβλεψης είναι σωστό. Το κεφάλαιο που κρατείται θα πρέπει να είναι ικανό ώστε να καλύπτει την περίπτωση λανθασμένης επιλογής μοντέλου.

- Κίνδυνος Βάσης (Basis Risk)

Είναι ο κίνδυνος επιλογής διαφορετικού πληθυσμού από εκείνον που μας ενδιαφέρει σε κάθε περίπτωση.

- Κίνδυνος Τάσης (Trend Risk)

Ο κίνδυνος τάσης είναι η αβεβαιότητα που λαμβάνεται από τους ρυθμούς θνησιμότητας. Και στην περίπτωση που το μοντέλο είναι σωστό και δεν υπάρχει κίνδυνος βάσης, μπορεί να

προκύψει τυχαία μια αρνητική τάση, η οποία ωστόσο να είναι πλήρως συμβατή με το μοντέλο της επιλογής.

- Μεταβλητότητα (Volatility)

Ο κίνδυνος μεταβλητότητας προκύπτει εξαιτίας των, συνήθως, προσωρινών διακυμάνσεων της τάσης της θνησιμότητας. Αποτελεί ένα βραχυπρόθεσμο φαινόμενο και ως εκ τούτου ένας πωλητής ετήσιου επιδόματος δεν ανησυχεί όπως ανησυχεί για την τάση. Είναι, όμως, σημαντικός παράγοντας στις ενός έτους προσομοιώσεις που απαιτούνται από το Solvency II.

- Ιδιοσυγκρασιακός Κίνδυνος (Idiosyncratic Risk)

Κατά τη διάρκεια χρονικού ορίζοντα, ενός έτους, πρέπει να αποταμιευθεί κεφάλαιο ενάντια στην περίπτωση μιας light experienced mortality που προκλήθηκε από την τυχαία μεμονωμένη διακύμανση. Δείτε Plat (2011) και Richards & Currie (2009) για παραδείγματα. Σημειώστε ότι η light experienced mortality μπορεί να ευθύνεται για την αλλαγή στην προσδοκία της τάσης.

- Κίνδυνος Κακής Εκτίμησης (Miss-estimation Risk)

Ο Κίνδυνος Κακής Εκτίμησης είναι η αβεβαιότητα που υπάρχει όσον αφορά τους πραγματικούς ρυθμούς θνησιμότητας του χαρτοφυλακίου, δεδομένου ότι αυτοί μπορούν να εκτιμηθούν μόνο σε ένα βαθμό εμπιστοσύνης που συνδέεται με την κλίμακα και τον πλούτο των δεδομένων.

- Κίνδυνος Αγοράς (Market Risk)

Ο Κίνδυνος Αγοράς είναι ο κίνδυνος να προκύψουν απώλειες στην αξία εμπορεύσιμων περιουσιακών στοιχείων μιας εταιρείας, λόγω των μεταβολών των τιμών σε μια αγορά. Είναι πιθανό μία εταιρεία να κατέχει τίτλους μετοχών, χρεόγραφα και διάφορα χρηματοοικονομικά προϊόντα τα οποία επηρεάζονται άμεσα από μεταβολές των τιμών της αγοράς.

- Κίνδυνος Ρευστότητας (Liquidity Risk)

Ο Κίνδυνος Ρευστότητας είναι να προκληθεί απώλεια στην εταιρεία όταν χρειαστεί να εκτελέσει μια συναλλαγή ή να προβεί στη ρευστοποίηση μιας θέσης χωρίς να καταφέρει τη καλύτερη τιμή.

- Κίνδυνος Λειτουργικότητας (Operational Risk)

Ο λειτουργικός κίνδυνος συνοψίζει τις αβεβαιότητες και τους κινδύνους που αντιμετωπίζει μια εταιρεία όταν επιχειρεί να κάνει τις καθημερινές επιχειρηματικές της δραστηριότητες σε έναν συγκεκριμένο τομέα ή βιομηχανία. Ένας τύπος επιχειρηματικού κινδύνου, μπορεί να προκύψει από βλάβες σε εσωτερικές διαδικασίες, άτομα και συστήματα.

Η μακροζωία είναι ένας κίνδυνος διαφορετικός από πολλούς άλλους κινδύνους που αντιμετωπίζει μια Ασφαλιστική εταιρεία και τα συνταξιοδοτικά ταμεία, διότι ο κίνδυνος μακροζωίας έγκειται στην μακροπρόθεσμη τάση που λαμβάνεται από τα ποσοστά θνησιμότητας. Οι Richards, Currie and Ritchie (2012) περιέγραψαν τι θα μπορούσε να συμβεί κατά τη διάρκεια του επόμενου έτους, ώστε να προκύψει αλλαγή στην καλύτερη εκτίμηση πρόβλεψης. Εν συνεχεία, ανέλυσαν κατά πόσο θα μπορούσαν οι νέες πληροφορίες να αλλάξουν το μέγεθος του αποθεματικού. Υπολόγισαν το μέγεθος αυτό με τρεις διαφορετικές μεθόδους: stressed-trend, mortality shock και VaR. Εργάστηκαν με τους ρυθμούς θνησιμότητας ανεξαρτήτως αιτίας και για να αποδώσουν την τάση, χρησιμοποίησαν μοντέλα που παράγουν στιγμιαίους ρυθμούς.

Μολαταύτα, η αβεβαιότητα θα υπάρχει εσαεί. Μια απόδειξη γι' αυτό, που δεν μπορεί να παραβλεφθεί, είναι η πρόσφατη

έξαρση, παγκοσμίου βεληνεκούς, της νόσου Covid-19. Αυτή τη στιγμή, η νόσος μπορεί να αντιμετωπίζεται ως κάτι άγνωστο. Ωστόσο, με την επιτυχή καταπολέμηση της, η νόσος θα θεωρηθεί σύντομα μία τάση που υπήρξε για τον κίνδυνο μακροζωίας. Επειδή, όμως, κανείς δεν μπορεί με βεβαιότητα να γνωρίζει το μέλλον, υπάρχει περίπτωση ο Covid-19 να μην θεωρηθεί τάση αλλά να ενταχθεί στις αιτίες θανάτων με τις οποίες συνέπειες μπορεί αυτό να έχει σχετικά με το προσδόκιμο ζωής και τον κίνδυνο μακροζωίας. Προς το παρόν, η νόσος αντιμετωπίζεται ως μία τάση, δηλαδή μια συνιστώσα του κινδύνου μακροζωίας.

### **ΚΕΦΑΛΑΙΑΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ** **ΦΕΡΕΓΓΥΟΤΗΤΑΣ(SCR) ΓΙΑ ΤΟΝ ΚΙΝΔΥΝΟ** **ΜΑΚΡΟΖΩΙΑΣ**

Κατά την εξέταση των Κεφαλαιακών Απαιτήσεων Φερεγγυότητας (SCR) για τον κίνδυνο μακροζωίας, ο Borger (2010) κατέληξε στο συμπέρασμα ότι «ο υπολογισμός του SCR για τον κίνδυνο μακροζωίας μέσω της προσέγγισης VaR απαιτεί προφανώς στοχαστική μοντελοποίηση της θνησιμότητας». Ομοίως, ο Plat (2011) δήλωσε ότι φυσικά αυτό απαιτεί στοχαστικούς ρυθμούς θνησιμότητας».

### **ΣΤΟΧΟΙ ΚΑΙ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΠΡΩΤΟΤΥΠΙΑΣ**

Αφού μελετήσουμε εις βάθος τις υπάρχουσες μελέτες, οι οποίες ήδη αναφέρθηκαν παραπάνω, δίνοντας μεγαλύτερη έμφαση στις πιο πρόσφατες των Hatzopoulos and Haberman (2009, 2011), Hatzopoulos and Sagianou (2019) και Richards, Currie and Ritchie (2012), θα επιχειρήσουμε την καλύτερη διαχείριση των διαφόρων συνιστωσών του Κινδύνου Μακροζωίας ώστε να μοντελοποιηθεί και να εκτιμηθεί αποτελεσματικότερα ο Κίνδυνος. Κατά τη διάρκεια της μελέτης θα παρατηρήσουμε και

άλλους παράγοντες και συνθήκες που δεν έχουν ακόμη ληφθεί υπόψιν (όπως η καταπολέμηση του Covid-19 και η εξάλειψη βασικών αιτιών θανάτου) και ενδεχομένως επηρεάζουν σημαντικά τις μετρήσεις του κινδύνου μακροζωίας. Ως εκ τούτου, θα πραγματοποιηθούν προσαρμογές και δοκιμές με το μοντέλο των Hatzopoulos and Sagianou (2019) αλλά και στα διάφορα μοντέλα τιμολόγησης του κινδύνου. Η μελέτη θα έχει στόχο την ανάδειξη των μεταβολών που μπορεί να υποστεί η τιμολόγηση του κινδύνου Μακροζωίας όταν αναλύεται στις συνιστώσες του και φυσικά την βελτιστοποίηση των προβλέψεων (όπως η καλύτερη επιλογή κεφαλαίου σύμφωνα με τις απαιτήσεις SOLVENCY II (SCR)).

## **ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ**

Cairns, A.J.G., Blake, D., Dowd, K., Coughlan, G.D., Epstein, D. and Khalaf-Allah, M., 2008. “Mortality density forecasts: An analysis of six stochastic mortality models”. Pensions Institute Discussion Paper PI-0801, Pensions Institute, Cass Business School.

Cairns, A.J.G., Blake, D., Dowd, K., Coughlan, G.D., Epstein, D., Ong, A. and Balevich, I. 2009. "A quantitative comparison of stochastic mortality models using data from England and Wales and the United States". *North American Actuarial Journal* 13 (1), pp 1-35.

Currie, I.D., Durban, M. and Eilers, P.H.C. 2004. "Smoothing and forecasting mortality rates". *Statistical Modelling*. 4 (4), pp 279–29

Hatzopoulos, P. and Haberman, S. 2009. "A parameterized approach to modelling and forecasting mortality". *Insurance: Mathematics and Economics*, 44 (1), pp 103-123.

Hatzopoulos, P. and Haberman, S. 2011. "A dynamic parameterization modelling for the age-period-cohort mortality". *Insurance: Mathematics and Economics*, 49 (2), pp 155-174.

Hatzopoulos, P. and Haberman, S. 2013. "Common mortality modelling and coherent forecasts. An empirical analysis of worldwide mortality data". *Insurance: Mathematics and Economics*, 52 (2), pp 320-337.

Hatzopoulos, Peter & Sagianou, Aiki. (2020). Introducing and Evaluating a New Multiple-Component Stochastic Mortality Model. *North American Actuarial Journal*. 24. 1-53.

Lee, R.D. and Carter, L.R. 1992. "Modelling and forecasting U.S. mortality". *Journal of the American Statistical Association* 87, pp 659–671.

Pitacco, E. 2004. "Survival models in dynamic context: A survey". *Insurance: Mathematics & Economics* 35 (2), pp 279–298.

Pitacco, E., Denuit, M., Haberman, S. and Olivieri, A. 2009. "Modelling Longevity Dynamics for Pensions and Annuity Business". Oxford University Press.



Renshaw, A.E. and Haberman, S. 2003a. “Lee–Carter mortality forecasting with age-specific enhancement”. *Insurance: Mathematics and Economics* 33 (2), pp 255–272.

Renshaw, A.E. and Haberman, S. 2003b. “Lee–Carter mortality forecasting, a parallel generalized linear modelling approach for England & Wales mortality projections”. *Applied Statistics* 52 (1), pp 119–137.

Renshaw, A.E. and Haberman, S. 2003c. “On the forecasting of mortality reduction factors”. *Insurance: Mathematics and Economics* 32 (3), pp 379–401.

Renshaw, A. E. and Haberman, S. 2006. “A Cohort-Based Extension to the Lee-Carter Model for Mortality Reduction Factors”. *Insurance: Mathematics and Economics*, 38 (3), pp 556-570.

Richards, S.J.J., Kirkby, G. and Currie, I.D. 2005. “The importance of year of birth in two- dimensional mortality data”. *British Actuarial Journal*, 12 (I), pp 5–61.

