

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΩΣ



ΣΧΟΛΗ ΧΡΗΜΑΤΟΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗΣ

&

ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗΣ

ΤΜΗΜΑ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗΣ

ΚΑΙ

ΑΣΦΑΛΙΣΤΙΚΗΣ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ

ΣΤΗΝ ΑΝΑΛΟΓΙΣΤΙΚΗ ΕΠΙΣΤΗΜΗ

ΚΑΙ

ΔΙΟΙΚΗΤΙΚΗ ΚΙΝΔΥΝΟΥ

ΚΙΝΔΥΝΟΣ ΜΑΚΡΟΒΙΟΤΗΤΑΣ

ΑΣΦΑΛΙΣΤΙΚΩΝ ΕΤΑΙΡΙΩΝ

ΥΠΟ ΤΗ ΘΕΩΡΗΣΗ ΤΗΣ ΟΔΗΓΙΑΣ

SOLVENCY II

Ιωάννης Κόκορης

Διπλωματική Εργασία

Πειραιάς,

Μάρτιος 2015

UNIVERSITY OF PIRAEUS



SCHOOL OF FINANCE
&
STATISTICS

DEPARTMENT OF STATISTICS
AND
INSURANCE SCIENCE

M.Sc. IN ACTUARIAL SCIENCE
AND
RISK MANAGEMENT

**LONGEVITY RISK
FOR INSURANCE COMPANIES
UNDER THE
SOLVENCY II DIRECTIVE**

Ioannis Kokoris

Dissertation Thesis

Piraeus,
March 2015

*Στους γονείς μου,
Μαρία και Αναστάσιο
και,
τον αδερφό μου Αθανάσιο*

Πανεπιστήμιο Πειραιώς

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Θα ήθελα να εκφράσω τις θερμές μου ευχαριστίες στον κο Βασίλειο Σεβρόγλου, Επίκουρο Καθηγητή του Τμήματος Στατιστικής και Ασφαλιστικής Επιστήμης του Πανεπιστημίου Πειραιώς, για την πολύ σημαντική υποστήριξη, καθοδήγηση, βοήθεια και υπομονή κατά τη διάρκεια υλοποίησης της παρούσας εργασίας.

Παράλληλα θα ήθελα να ευχαριστήσω τον Πρόεδρο του Τμήματος Στατιστικής και Ασφαλιστικής Επιστήμης, κο Αντζουλάκο Δημήτριο, Αναπληρωτή Καθηγητή του Τμήματος Στατιστικής και Ασφαλιστικής Επιστήμης του Πανεπιστημίου Πειραιώς, καθώς και τον κο Πιτσέλη Γεώργιο, Επίκουρο Καθηγητή του ιδίου Τμήματος, για την συμμετοχή τους στην τριμελή επιτροπή.

Τέλος, θέλω να ευχαριστήσω το Ίδρυμα Κρατικών Υποτροφιών (ΙΚΥ) αφού η ολοκλήρωση της διπλωματικής εργασίας συγχρηματοδοτήθηκε μέσω του Έργου «Υποτροφίες ΙΚΥ» από πόρους του ΕΠ «Εκπαίδευση και Διά Βίου Μάθηση» του Ευρωπαϊκού Κοινωνικού Ταμείου (ΕΚΤ) του ΕΣΠΑ, 2007-2013.

Περίληψη

Οι κεφαλαιακές ανάγκες υπό το Solvency II ορίζονται ως το 99,5% της Αξίας σε Κίνδυνο του Διαθέσιμου Κεφαλαίου. Στο βασικό μοντέλο και ότι αφορά τον κίνδυνο μακροβιότητας, η αξία αυτή προσδιορίζεται μέσω της μεταβολής της Καθαρής Περιουσιακής Αξίας λόγω ενός προκαθορισμένου άλματος μακροβιότητας που υποθέτει μια μείωση της τάξεως του 25% για τα ποσοστά θνησιμότητας σε όλες της ηλικίες.

Αφού παρουσιαστούν κάποια βασικά σημεία της οδηγίας Solvency II, αναλύεται η επάρκεια αυτής της προσέγγισης μέσω της σύγκρισης των αποτελεσμάτων που προκύπτουν για τα απαραίτητα κεφάλαια με τα αντίστοιχα για την Αξία σε Κίνδυνο όπως αυτή υπολογίζεται μέσω του στοχαστικού μοντέλου του Bauer. Τα αποτελέσματα σχολιάζονται και προτείνεται μια εναλλακτική μέθοδος για τον προσδιορισμού του κινδύνου μακροβιότητας.

Τέλος γίνεται μια σύντομη ανάλυση του Περιθωρίου Κινδύνου και του Κόστους Κεφαλαίου υπό το Solvency II και την ενότητα του κινδύνου μακροβιότητας, και επίσης παρέχονται κάποιες χρήσιμες πληροφορίες για την αγορών παραγώγων επί του κινδύνου μακροβιότητας.

Abstract

The capital requirement under Solvency II is determined as the 99.5% Value-at-Risk of the Available Capital. In the standard model's longevity risk module, this Value-at-Risk is approximated by the change in Net Asset Value due to a pre-specified longevity shock which assumes a 25% reduction of mortality rates for all ages.

The adequacy of this shock is analyzed by comparing the resulting capital requirement to the Value-at-Risk based on a stochastic mortality model. The results of this comparison are presented and a modified model for computing the longevity risk is proposed.

Finally, there is a brief analysis of the Risk Margin and Cost of Capital concept under Solvency II concerning the longevity risk, and also a useful insight of the longevity risk derivative market is provided.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΕΙΣΑΓΩΓΗ	1
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 - Η ΔΟΜΗ ΤΟΥ SOLCENY II	4
1.1 Εισαγωγή στο Solvency II	4
1.2 Πυλώνας I – Ποσοτικές απαιτήσεις (Quantitative Requirements)	5
1.2.1 Τεχνικά αποθεματικά (Technical Provisions)	6
1.2.2 Επενδύσεις / Περιουσιακά στοιχεία (Assets)	7
1.2.3 Αποτίμηση στοιχείων ενεργητικού και παθητικού	9
1.2.4 Κεφαλαιακές απαιτήσεις φερεγγυότητας	9
1.2.5 Ελάχιστες κεφαλαιακές απαιτήσεις – MCR	15
1.2.6 Συμπέρασμα	15
1.3 Πυλώνας II – Ποιοτικές απαιτήσεις και εποπτεία	16
1.3.1 Διαδικασία εποπτικής εξέτασης	17
1.3.2 Ποιοτικές απαιτήσεις	18
1.3.3 Απαιτήσεις διακυβέρνησης κατά το Solvency II	19
1.3.4 Αξιολόγηση κινδύνου και φερεγγυότητας (ORSA)	20
1.4 Πυλώνας III – Εποπτική αναφορά και δημοσιοποίηση	21
1.4.1 Εποπτική αναφορά	21
1.4.2 Δημοσιοποίηση	22
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 - ΚΙΝΔΥΝΟΣ ΜΑΚΡΟΒΙΟΤΗΤΑΣ – ΒΑΣΙΚΟΙ ΟΡΙΣΜΟΙ.....	24
2.1 Ορισμός του κινδύνου μακροβιότητας	24
2.1.1 Επίδραση του κινδύνου μακροβιότητας στην οικονομία	24
2.1.2 Νέες προσεγγίσεις για τον κίνδυνο μακροβιότητας	25
2.2 Ο κίνδυνος μακροβιότητας υπό το Solvency II	25
2.3 Γενικοί Ορισμοί	27
2.4 Οι κεφαλαιακές απαιτήσεις για τον κίνδυνο μακροβιότητας	29
2.5 Απαιτήσεις Μοντέλου Θνησιμότητας	32

2.5.1 Spot Μοντέλα	33
2.5.2 Forward Μοντέλα	34
2.6 Στοχαστική Προσέγγιση του Μοντέλου της Μελλοντικής Θνησιμότητας	35
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 - ΤΟ ΣΤΟΧΑΣΤΙΚΟ ΜΟΝΤΕΛΟ BAUER.....	38
3.1 Οι παραδοχές του μοντέλου του Bauer.....	38
3.2 Εφαρμογές – Σύγκριση αποτελεσμάτων.....	40
3.2.1 Ατομικό συμβόλαιο	41
3.2.2 Ατομικό συμβόλαιο – Μεταβολές του επιτοκίου	41
3.2.3 Ατομικό συμβόλαιο – Διαφορετικές ηλικίες	43
3.2.4 Ατομικό συμβόλαιο – Διαφορετικά ποσοστά θνησιμότητας.....	44
3.2.5 Ατομικό συμβόλαιο – Διαφορετικές διάρκειες (T) συμβολαίου	45
3.2.6 Χαρτοφυλάκιο συμβολαίων – Μέλλουσες Συντάξεις	46
3.2.7 Χαρτοφυλάκιο συμβολαίων – Άμεσες Συντάξεις.....	48
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 - ΑΝΑΘΕΩΡΗΣΗ ΤΟΥ ΒΑΣΙΚΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ	50
4.1 Τροποποίηση του βασικού μοντέλου.....	50
4.2 Το περιθώριο κινδύνου και ο κίνδυνος μακροβιότητας	53
4.3 Κόστος κεφαλαίου	58
4.4 Η αγορά των παραγώγων στον κίνδυνο μακροβιότητας	59
4.4.1 Σύγκλιση μεταξύ των ασφαλιστικών και χρηματιστηριακών αγορών	59
4.4.2 Πρόσφατες εξελίξεις στην αντιστάθμιση του κινδύνου μακροβιότητας..	60
ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	62
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ	65
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	73

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η εργασία αυτή έχει ως σκοπό την εξέταση του κινδύνου μακροβιότητας υπό το πρίσμα της ευρωπαϊκής οδηγίας Solvency II. Με την έλευση του Solvency II από 01.01.2016 οι ασφαλιστικές επιχειρήσεις καλούνται να εκτιμήσουν ένα πλήθος κινδύνων και να παράγουν εσωτερικά μαθηματικά μοντέλα που βάσει των εκτιμήσεων τους θα προβλέπουν με μεγάλη ακρίβεια τα απαιτούμενα κεφάλαια που πρέπει να κατέχουν προκειμένου να καλύπτουν τις ελάχιστες απαιτήσεις φερεγγυότητας. Ο κίνδυνος του underwriting είναι πολύ βασικός για κάθε ασφαλιστική επιχείρηση και σημαντικό κομμάτι αυτού του κινδύνου, μεταξύ των άλλων, είναι και ο κίνδυνος μακροβιότητας.

Η ασφαλιστική αγορά αποτελείται κυρίως από τρία βασικά μέρη. Τις ασφαλιστικές επιχειρήσεις, τους ασφαλισμένους και τις εποπτικές αρχές. Οι **ασφαλιστικές επιχειρήσεις** έχουν ως στόχο τη δημιουργία κέρδους μέσω της διάθεσης των ασφαλιστικών τους προϊόντων. Όλα τα ασφαλιστικά προϊόντα που παράγονται πωλούνται έναντι ενός ασφαλιστρού (περιοδικού ή εφάπαξ). Το ασφαλιστρο αποτελεί και την πληρωμή της ασφαλιστικής εταιρείας

Οι αγοραστές των ασφαλιστικών αυτών προϊόντων, δηλαδή οι **ασφαλισμένοι**, πληρώνουν κάποιο αντίτιμο (ασφάλιστρο) και αγοράζουν κάποια υποχρέωση της ασφαλιστικής επιχείρησης απέναντι τους (π.χ. καταβολή μερικής αποζημίωσης σε περίπτωση αυτοκινητιστικού ατυχήματος, αποζημίωση καταστροφής περιουσίας λόγω φυσικών φαινομένων, καταβολή ενός εφάπαξ ποσού ή μιας ράντας πληρωμών εφόσον ο ασφαλισμένος φτάσει σε μια ηλικία, κ.α.).

Η συνδιαλλαγή μεταξύ ασφαλιστικών επιχειρήσεων και ασφαλισμένων, δημιουργεί μια μεγάλη αγορά ασφαλιστικών προϊόντων παγκοσμίως και όπως είναι φυσικό υπάρχει η ανάγκη ενός ρυθμιστή της αγοράς αυτής. Εδώ αναλαμβάνουν ρόλο οι **εποπτικές αρχές** που σκοπό έχουν την προστασία των ασφαλισμένων μέσω του ελέγχου των ασφαλιστικών επιχειρήσεων. Ο έλεγχος αυτός γίνεται με βάση κάποια μεγέθη του ισολογισμού των εταιρειών, η θέσπιση των οποίων έχει ως στόχο να κρίνει μια ασφαλιστική ως φερέγγυα ή μη.

Ως **φερεγγυότητα (solvency)** ορίζεται η κατάσταση κατά την οποία τα περιουσιακά στοιχεία (assets) μιας ασφαλιστικής επιχείρησης υπερκαλύπτουν τις υποχρεώσεις της (liabilities). Εξασφαλίζεται δηλαδή η δυνατότητα στις επιχειρήσεις να ανταπεξέλθουν σε βάθος χρόνου στις διάφορες υποχρεώσεις που είναι πιθανό να προκύψουν. Για να χαρακτηριστεί φερέγγυος ένας ασφαλιστικός οργανισμός πρέπει τα περιουσιακά του στοιχεία να υπερβαίνουν τις υποχρεώσεις του, τουλάχιστον κατά ένα περιθώριο που ορίζεται από την εκάστοτε αρμόδια εποπτική αρχή.

Στην ευρωπαϊκή αγορά το ρόλο του επόπτη έχει αναλάβει η ΕΙΟΡΑ (European Insurance and Occupational Pensions Authority). Η τρέχουσα ευρωπαϊκή ασφαλιστική νομοθεσία που αφορά τον υπολογισμό της κεφαλαιακής επάρκειας των ασφαλιστικών επιχειρήσεων βασίζεται στην οδηγία της Φερεγγυότητας I (Solvency I), που παρουσιάστηκε πρώτη φορά το 1973. Παρόλο που συνεχώς πραγματοποιείται προσπάθεια προσαρμογής του ρυθμιστικού πλαισίου στις παρούσες οικονομικές συνθήκες, με την πιο πρόσφατη αναθεώρηση να παρουσιάζεται το 2002, παρατηρείται η αδυναμία της οδηγίας αυτής να εναρμονιστεί πλέον με τα οικονομικά δρώμενα και να προσδώσει τα επιθυμητά αποτελέσματα. Κυριότερο μειονέκτημα της οδηγίας Solvency I, είναι ότι αδυνατεί να εκτιμήσει κάποιον άλλον κίνδυνο πέρα του ασφαλιστικού (κίνδυνο underwriting). Έχει παρατηρηθεί πλέον όμως ότι κίνδυνοι όπως ο πιστωτικός, ο λειτουργικός, ο κίνδυνος αγοράς παίζουν πολύ σημαντικό ρόλο και επηρεάζουν σε μεγάλο βαθμό τις ασφαλιστικές επιχειρήσεις και τα οικονομικά τους μεγέθη.

Για να αντιμετωπίσουν την αδυναμία αυτή, πολλά κράτη της ευρωπαϊκής ένωσης, όπως το Ηνωμένο Βασίλειο, ξεκίνησαν να αναπτύσσουν επιπρόσθετους κανονισμούς σε εθνικό επίπεδο, ώστε να διασφαλίσουν τη φερεγγυότητα της ασφαλιστικής αγοράς τους. Δεδομένου όμως ότι κάτι τέτοιο θα υπονόμει μια επιθυμητή ενιαία ευρωπαϊκή πολιτική κατέστη σαφής η αναγκαιότητα μιας ριζικής αναθεώρησης της οδηγίας Solvency I. Ως εκ τούτου, η οδηγία του Solvency II, έρχεται να καλύψει αυτήν την ανάγκη, εναρμονίζοντας και συγκλίνοντας, στο μέτρο του δυνατού, τους κανόνες υπολογισμού των κεφαλαιακών απαιτήσεων στην Ευρώπη.

Οι κεφαλαιακές απαιτήσεις στον κλάδο ζωής είναι ένα πολύ σημαντικό κομμάτι και εδώ μεγάλο ρόλο παίζει η επίδραση του *κινδύνου μακροβιότητας*. Αναλύσεις για τον κίνδυνο μακροβιότητας έχουν γίνει και άλλες φορές αλλά δε σχετιζόταν άμεσα με κεφαλαιακές απαιτήσεις υπό ένα συγκεκριμένο καθεστώς φερεγγυότητας. Για παράδειγμα, ο Plat [48] επικεντρώνεται στον κίνδυνο μακροβιότητας που μπορεί να διέπει ένα συνταξιοδοτικό χαρτοφυλάκιο εξαιτίας των διαφορετικών ποσοστών θνησιμότητας που εκτιμούνται για αυτό από ότι για το γενικό πληθυσμό. Ο Stevens [51], συγκρίνει τους κινδύνους που περιέχονται στα συνταξιοδοτικά προϊόντα με αυτούς που εντοπίζονται σε άλλα ασφαλιστικά προϊόντα και ο Dowd [24] μετράει τον εναπομείναντα κίνδυνο μακροβιότητας σε ένα χαρτοφυλάκιο αφού έχει επιχειρηθεί αντιστάθμισή του μέσω ομολόγων μακροβιότητας. Άλλοι, όπως ο Hari [30], Olivieri και Pitacco [44,45], και Olivieri [44], αναλύουν τις κεφαλαιακές απαιτήσεις για συγκεκριμένα χαρτοφυλάκια αλλά το κάνουν με προσεγγίσεις που διαφέρουν από το πλαίσιο του Solvency II (99,5% Αξία σε κίνδυνο σε ορίζοντα ενός χρόνου), δηλαδή υποθέτουν διαφορετικούς χρονικούς ορίζοντες και άλλες πιθανότητες χρεοκοπίας. Έτσι, στο τέλος δεν εξάγουν κάποιο

συμπέρασμα που να αφορά το βασικό μοντέλο της ΕΙΟΡΑ. Όμως, οι Olivieri και Pitacco [44,45] καταλήγουν στο συμπέρασμα ότι μια προσέγγιση άλματος μακροβιότητας (longevity shock approach), όπως αυτό εισάγεται στο βασικό μοντέλο, είναι πιθανότατα εκτός πραγματικότητας για τους περισσότερες ασφαλιστικές εταιρίες και ενδεχομένως να οδηγήσει σε μια λανθασμένη κατανομή κεφαλαίου. Το συμπέρασμα τους είναι ότι το βασικό μοντέλο για τον κίνδυνο μακροβιότητας περιέχει κάποιες πολύ ισχυρές απλοποιήσεις και υποδεικνύουν ότι θα έπρεπε να χρησιμοποιηθεί κάποιο εσωτερικό μοντέλο από τις ασφαλιστικές εταιρίες.

Η δομή της εργασίας αυτής έχει ως κάτωθι:

Στο πρώτο κεφάλαιο αναλύονται ο τρόπος λειτουργίας, η δομή και τα χαρακτηριστικά της οδηγίας Solvency II. Στο δεύτερο κεφάλαιο της παρούσας εργασίας ορίζονται κάποια χρήσιμα μεγέθη όπως το Διαθέσιμο Κεφάλαιο (Available Capital), το Περιθώριο Κινδύνου (Risk Margin), οι Κεφαλαιακές Απαιτήσεις Φερεγγυότητας (Solvency Capital Requirement - SCR) με μαθηματικό τρόπο, αφού πρώτα γίνει μια εισαγωγή για τον κίνδυνο μακροβιότητας. Επίσης, επειδή η σύνθεση της προσέγγισης μέσω VaR απαιτεί στοχαστική μοντελοποίηση της θνησιμότητας, μελετάται η καταλληλότητα διαφόρων μοντέλων θνησιμότητας και επεξηγείται η απόφαση για τη χρήση του μοντέλου του Bauer. Έτσι ασχολούμαστε και με το πεδίο της μοντελοποίησης της μελλοντικής θνησιμότητας, στο οποίο ανήκει το μοντέλο Bauer [1,2]. Στο τρίτο κεφάλαιο, στα πλαίσια του κινδύνου μακροβιότητας, επιχειρούνται δύο διαφορετικές προσεγγίσεις. Μια με βάση το άλμα μακροβιότητας κατά 25% (shock approach) και μια βασισμένη στην *Αξία σε Κίνδυνο* (Value-at-Risk ή VaR, βλ. Παράρτημα) του Διαθέσιμου Κεφαλαίου. Παρουσιάζονται οι συνθήκες υπό τις οποίες συγκρίνονται οι δυο προσεγγίσεις του κινδύνου μακροβιότητας. Συγκεκριμένα, γίνονται κάποιες παραδοχές και απλοποιήσεις που είναι απαραίτητες προκειμένου να διαχωριστεί ο κίνδυνος μακροβιότητας από τους υπόλοιπους κινδύνους έτσι ώστε να βεβαιωθεί ότι μια σύγκριση των SCR που προκύπτουν μέσω της κάθε προσέγγισης είναι εφικτή. Έτσι γίνεται η σύγκριση των δύο μοντέλων, μια διαδικασία στην οποία λαμβάνονται υπόψη διάφοροι όροι συμβολαίων, ηλικίες, επίπεδα θνησιμότητας και χαρτοφυλάκια συμβολαίων. Βάση αυτών των συγκρίσεων, προτείνεται μια τροποποιημένη εκτίμηση του κινδύνου μακροβιότητας για το βασικό μοντέλο στο τέταρτο κεφάλαιο, η οποία είναι και πάλι βασισμένη σε σενάριο αλλά επιτρέπει στην επίδραση του άλματος μακροβιότητας να εξαρτάται από την ηλικία και τη διάρκεια. Εν τέλει, συγκρίνονται τα Περιθώρια Κινδύνου μέσω του άλματος μακροβιότητας (25%) και της τροποποιημένης εκτίμησης του κινδύνου μακροβιότητας και αναλύονται οι ιδιότητες τους. Επιπλέον, μελετάται η επάρκεια του τρέχοντος κόστους κεφαλαίου και γίνεται μια σύντομη παρουσίαση της αγοράς παραγώγων επί του κινδύνου μακροβιότητας. Τέλος, παρατίθενται τα συμπεράσματα της μελέτης.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

Η ΔΟΜΗ ΤΟΥ SOLCENY II

1.1 Εισαγωγή στο Solvency II

Το νέο σύστημα φερεγγυότητας στοχεύει στο να παρέχει στις εποπτικές αρχές τα κατάλληλα εργαλεία προκειμένου να εκτιμούν ορθά τη συνολική φερεγγυότητα μιας ασφαλιστικής εταιρίας. Κατ' επέκταση, στα πλαίσια των απαιτήσεων που καθορίζει δεν πρέπει να περιλαμβάνει μόνο ποσοτικούς συντελεστές και δείκτες, αλλά να καλύπτει επίσης και ποιοτικές πτυχές που επηρεάζουν το βαθμό στον οποίο η επιχείρηση είναι εκτεθειμένη στον κίνδυνο (διαχείριση, εσωτερικός έλεγχος κινδύνων, ανταγωνιστική θέση, κλπ.).

Το Solvency II βασίζεται σε μια διάρθρωση τριών πυλώνων, όπως εκείνη της προσέγγισης της Βασιλείας II, προσαρμοσμένη όμως στις ιδιαιτερότητες των ασφαλιστικών επιχειρήσεων. Η υιοθέτηση της διάρθρωσης αυτής ωστόσο, απαιτεί να ληφθεί υπόψη η αλληλεπίδραση μεταξύ των διαφόρων πυλώνων της ποσοτικής και ποιοτικής εποπτείας, καθώς και ο ρόλος της γνωστοποίησης χρηματοοικονομικών πληροφοριών.

Οι τρεις πυλώνες που απαρτίζουν το νέο καθεστώς αφορούν στα εξής:

Πυλώνας I – Ποσοτικές απαιτήσεις. Οι επιχειρήσεις ακολουθούν τις ποσοτικές απαιτήσεις που καλύπτονται από τις ακόλουθες πέντε ενότητες:

- ❖ **Αποτίμηση στοιχείων ενεργητικού και παθητικού.** Αφορά τα πρότυπα που ορίζονται για την αποτίμηση των στοιχείων του ενεργητικού και του παθητικού. Παρουσιάζεται ο τρόπος με τον οποίο πρέπει να καταρτίζεται ο ισολογισμός στα κράτη μέλη.
- ❖ **Τεχνικά αποθεματικά.** Προβλέπει τα τεχνικά αποθεματικά που απαιτούνται έτσι ώστε οι επιχειρήσεις να ανταποκρίνονται στις υποχρεώσεις τους έναντι των ασφαλισμένων.
- ❖ **Απαιτούμενο κεφάλαιο φερεγγυότητας.** Αφορά στο απαιτούμενο κεφάλαιο που χρειάζεται μια επιχείρηση για να περιορίσει την πιθανότητα χρεοκοπίας. Το κεφάλαιο αυτό ελέγχεται σε μόνιμη βάση και υπολογίζεται τουλάχιστον μια φορά το χρόνο.
- ❖ **Απαιτούμενο ελάχιστο κεφάλαιο.** Αντιπροσωπεύει το επίπεδο των ιδίων κεφαλαίων κάτω από το οποίο τα συμφέροντα των ασφαλισμένων θα μπορούσαν να απειλούνται.

- ❖ **Επενδυτικοί κανόνες.** Αφορά τη διαχείριση και την εποπτεία των στοιχείων του ενεργητικού που κατέχουν οι επιχειρήσεις. Αυτές οι δραστηριότητες πρέπει να εγγυώνται τα συμφέροντα των αντισυμβαλλομένων.

Πυλώνας II – Ποιοτικές απαιτήσεις και κανόνες εποπτείας. Το Solvency II απαιτεί εποπτεία για να εξασφαλίζεται πρώτα από όλα η προστασία των κατόχων ασφαλιστήριων συμβολαίων, λαμβάνοντας υπόψη τη χρηματοπιστωτική σταθερότητα και την ύπαρξη ισότιμων όρων στην αγορά. Οι εποπτικές αρχές αξιολογούν τη χρηματοοικονομική θέση και τις μεθόδους των επιχειρήσεων, έχοντας δικαίωμα πρόσβασης στα δεδομένα καθώς και στους χώρους των ασφαλιστικών επιχειρήσεων. Από την πλευρά τους, οι εποπτικές αρχές πρέπει να ασκούν τις αρμοδιότητές τους έγκαιρα και να τηρούν την αναλογικότητα.

Η μη συμμόρφωση προς τις ποιοτικές και ποσοτικές απαιτήσεις ενδέχεται να έχει σοβαρές συνέπειες για τη χρηματοπιστωτική ευρωστία μιας ασφαλιστικής επιχείρησης, και η εποπτική αξιολόγηση στοχεύει στον προσδιορισμό ιδρυμάτων υψηλού κινδύνου λόγω των χρηματοπιστωτικών, οργανωτικών ή άλλων χαρακτηριστικών τους.

Όσον αφορά τη διακυβέρνηση, πρέπει να υπάρχει συνέπεια στις απαιτήσεις για τον τραπεζικό τομέα και τους τομείς των κινητών αξιών, της ασφάλισης και της αντασφάλισης. Οι απαιτήσεις περιλαμβάνουν, μεταξύ άλλων, τη διαχείριση κινδύνου και τον εσωτερικό έλεγχο. Ο διοικητικός ή διαχειριστικός φορέας της επιχείρησης έχει την τελική ευθύνη για τη συμμόρφωση της εταιρείας προς τις διατάξεις σχετικά με τις ποιοτικές απαιτήσεις και τις απαιτήσεις εποπτείας.

Πυλώνας III – Πληροφορίες για εποπτικούς σκοπούς και πληροφορίες για το κοινό. Οι επιχειρήσεις είναι υποχρεωμένες να υποβάλλουν στις εποπτικές αρχές όλες τις πληροφορίες που είναι απαραίτητες για την άσκηση της εποπτείας. Καθιερώνονται οι αρχές που πρέπει να τηρούνται κατά την πληροφόρηση για εποπτικούς σκοπούς.

Κάθε χρόνο, κατόπιν έγκρισης από το διοικητικό ή διαχειριστικό φορέα της, η επιχείρηση εκδίδει έκθεση που παρουσιάζει τη χρηματοοικονομική θέση της και τη φερεγγυότητά της. Επικαιροποιεί τα δεδομένα της και μπορεί, εάν επιθυμεί, να δημοσιεύσει πρόσθετες πληροφορίες.

1.2 Πυλώνας I – Ποσοτικές απαιτήσεις (Quantitative Requirements)

Ο πρώτος πυλώνας καθορίζει τους χρηματοοικονομικούς πόρους τους οποίους χρειάζεται μια ασφαλιστική εταιρεία προκειμένου να έχει τα επιθυμητά επίπεδα φερεγγυότητας. Συγκεκριμένα, προσδιορίζει το σύνολο των κανόνων βάσει των οποίων θα πρέπει να υπολογιστούν τα τεχνικά αποθεματικά, οι επενδύσεις σε κεφάλαια, η διαχείριση των περιουσιακών στοιχείων, καθώς και το ύψος του

απαιτούμενου για τη διασφάλιση της επιθυμητής φερεγγυότητας κεφαλαίου.

1.2.1 Τεχνικά αποθεματικά (Technical Provisions)

Ιδιαίτερη σημασία δίνεται, στα πλαίσια των απαιτήσεων του πρώτου πυλώνα, στην εναρμόνιση των μεθόδων υπολογισμού των τεχνικών αποθεματικών. Είναι σαφές ότι, τα τεχνικά αποθεματικά σχηματίζονται προκειμένου να διασφαλιστούν οι μελλοντικές πληρωμές των ζημιών ή γενικότερα των υποχρεώσεων που πηγάζουν από τα ασφαλιστήρια συμβόλαια. Δεδομένου, όμως, ότι ούτε το χρονικό σημείο αλλά ούτε και το τελικό ποσό αυτών των πληρωμών γίνεται να προσδιοριστεί με ακρίβεια, αυτές οι μελλοντικές πληρωμές μπορούν να υπολογιστούν μόνο βάσει πιθανοτήτων.

Βασική αρχή που πρέπει να τηρείται κατά τον σχηματισμό των τεχνικών αποθεματικών είναι αυτή της συνέπειας με την αγορά. Αυτό σημαίνει ότι, για τον υπολογισμό των τεχνικών αποθεματικών πρέπει να χρησιμοποιούνται πληροφορίες – και να εξασφαλίζεται η συμφωνία με αυτές – που παρέχουν οι χρηματοπιστωτικές αγορές, καθώς και τα γενικά διαθέσιμα δεδομένα για τους ασφαλιστικούς και αντασφαλιστικούς τεχνικούς κινδύνους. Επίσης, ο τρόπος υπολογισμού τους πρέπει να χαρακτηρίζεται από σύνεση, αξιοπιστία και αντικειμενικότητα.

Ο υπολογισμός των τεχνικών αποθεματικών βασίζεται στην τρέχουσα αξία ρευστοποίησής τους (market value). Η τρέχουσα αξία ρευστοποίησης (ή εξόδου) αντιπροσωπεύει το ποσό που θα κατέβαλε σήμερα μια επιχείρηση ασφαλίσεων εάν μεταβίβαζε τα συμβατικά της δικαιώματα και υποχρεώσεις σε άλλη επιχείρηση. Η χρήση της τρέχουσας αξίας εξόδου ωστόσο, δεν υποδηλώνει σε καμιά περίπτωση ότι μια ασφαλιστική επιχείρηση θα μπορούσε να μεταβιβάσει, ή θα μεταβίβαζε ή ότι οφείλει να μεταβιβάσει αυτές τις υποχρεώσεις.

Ειδικότερα, ο προσδιορισμός της αξίας των τεχνικών αποθεματικών επιτυγχάνεται μέσω του υπολογισμού της “βέλτιστης εκτίμησης” (best estimate), στην οποία προστίθεται ένα περιθώριο κινδύνου (risk margin) που απεικονίζει ουσιαστικά την “αβεβαιότητα” στον υπολογισμό των προβλέψεων.

Η βέλτιστη εκτίμηση ισούται με το μέσο όρο των μελλοντικών ταμειακών ροών σταθμισμένων βάσει πιθανοτήτων, λαμβανομένης υπ’ όψιν της χρονικής αξίας του χρήματος.

Ο υπολογισμός της βέλτιστης εκτίμησης πρέπει να βασίζεται σε ορθές αναλογιστικές τεχνικές και δεδομένα ποιότητας, ενώ θα πρέπει να ελέγχεται τακτικά βάσει της πραγματικής εμπειρίας. Σε περίπτωση που η σύγκριση επισημάνει συστηματική απόκλιση μεταξύ της εμπειρικής παρατήρησης και των υπολογισμών της βέλτιστης εκτίμησης, η σχετική επιχείρηση οφείλει να προβεί στις κατάλληλες προσαρμογές των αναλογιστικών μεθόδων που χρησιμοποιούνται ή των παραδοχών

που γίνονται. Το περιθώριο κινδύνου διασφαλίζει ότι η συνολική αξία των τεχνικών αποθεματικών ισοδυναμεί με το ποσό που οι ασφαλιστικές επιχειρήσεις θα κατέβαλαν εάν μετέφεραν τα συμβατικά τους δικαιώματα και υποχρεώσεις άμεσα σε άλλη επιχείρηση. Εναλλακτικά, το περιθώριο κινδύνου μπορεί να υπολογιστεί με βάση το πρόσθετο κόστος, άνω της βέλτιστης εκτίμησης, παροχής κεφαλαίου για την υποστήριξη των υποχρεώσεων ασφαλίσεων για όλη τη διάρκεια του χαρτοφυλακίου, δηλαδή μέχρι την εκπνοή των κινδύνων (run-off of risks).

Αυτή η προσέγγιση προστατεύει τα δικαιώματα του ασφαλισμένου και λαμβάνει υπόψη την αβεβαιότητα που συνδέεται με την αποτίμηση της βέλτιστης εκτίμησης. Οι ασφαλιστικές επιχειρήσεις οφείλουν να διαθέτουν εσωτερικές διεργασίες και διαδικασίες που να εξασφαλίζουν την καταλληλότητα, την πληρότητα και την ακρίβεια των δεδομένων που χρησιμοποιούνται στον υπολογισμό των τεχνικών τους αποθεματικών.

Ως προς το ύψος των σχηματισθέντων τεχνικών αποθεματικών, οι ασφαλιστικές επιχειρήσεις, εφόσον τους ζητηθεί από τις εποπτικές αρχές, πρέπει να αποδεικνύουν την καταλληλότητα του επιπέδου αυτών, καθώς και την εφαρμοσιμότητα και τη συνάφεια των χρησιμοποιούμενων μεθόδων, και την επάρκεια των υποκείμενων στατιστικών δεδομένων.

Στο βαθμό που ο υπολογισμός των τεχνικών αποθεματικών δεν συνάδει με τους κανόνες που τίθενται από το νέο καθεστώς φερεγγυότητας, οι εποπτικές αρχές δύνανται να ζητήσουν από τις ασφαλιστικές επιχειρήσεις να αυξήσουν το ποσό των τεχνικών αποθεματικών έτσι ώστε αυτά να αντιστοιχούν στο επίπεδο που προκύπτει βάσει των προβλεπόμενων.

1.2.2 Επενδύσεις / Περιουσιακά στοιχεία (Assets)

Σύμφωνα με τα ισχύοντα κατά το Solvency I, οι κανόνες φερεγγυότητας δεν καλύπτουν επαρκώς τον κίνδυνο στοιχείων ενεργητικού (τον κίνδυνο αγοράς) στον υπολογισμό του επιπέδου επιθυμητού κεφαλαίου. Η διαχείριση του επενδυτικού κινδύνου αντιμετωπίζεται με έναν πιο απλοϊκό και μη ευαίσθητο στον κίνδυνο τρόπο, διακρίνοντας τις επενδύσεις σε δύο κατηγορίες:

1. στοιχεία του ενεργητικού που καλύπτουν τεχνικά αποθεματικά και τα οποία υπόκεινται σε μια σειρά ποσοτικών περιορισμών (π.χ. κριτήρια επιλεξιμότητας στοιχείων ενεργητικού και των ποσοτικών ορίων) και

2. “ελεύθερα περιουσιακά στοιχεία”, δηλαδή οποιαδήποτε άλλα περιουσιακά στοιχεία που δεν υπόκεινται σε ποσοτικούς περιορισμούς. Σύμφωνα με το νέο καθεστώς, η διάκριση αυτή παύει να υφίσταται. Τα ποσοτικά όρια των επενδύσεων και τα κριτήρια επιλεξιμότητας στοιχείων ενεργητικού δεν θα διατηρηθούν.

Αντιθέτως, όλες οι επενδύσεις των επιχειρήσεων ασφαλίσεων και αντασφαλίσεων – είτε πρόκειται για επενδύσεις στοιχείων ενεργητικού που καλύπτουν τεχνικά αποθεματικά, είτε στοιχείων ενεργητικού που καλύπτουν τις κεφαλαιακές απαιτήσεις φερεγγυότητας είτε αδέσμευτων (ελεύθερων) στοιχείων ενεργητικού – θα υπόκεινται σε απαιτήσεις κεφαλαίου ανάλογες με το αναλαμβανόμενο επίπεδο κινδύνου.

Ένας από τους λόγους για τους οποίους κρίθηκε απαραίτητο το νέο σύστημα να εξετάσει επίσης τον κίνδυνο αγορά ή τους κινδύνους που συνδέονται με τις επενδύσεις, είναι ότι η εμπειρία έχει δείξει ότι η εφαρμογή ακατάλληλων στρατηγικών επενδύσεων μπορεί να απειλήσει την οικονομική ευρωστία της επιχείρησης και την ικανότητά της να ανταποκρίνεται στις υποχρεώσεις της.

Ειδικότερα, το νέο σύστημα φερεγγυότητας καθιερώνει αναφορικά με τη διενέργεια επενδύσεων των περιουσιακών στοιχείων που κατέχουν οι ασφαλιστικές και αντασφαλιστικές επιχειρήσεις, την αρχή του συνετού διαχειριστή.

Σύμφωνα με την παραπάνω αρχή, απαιτείται από τις επιχειρήσεις:

- να επενδύουν τα στοιχεία του ενεργητικού με σκοπό τη βέλτιστη εξυπηρέτηση των κατόχων ασφαλιστήριων συμβολαίων,
- να αντιστοιχούν επαρκώς τις επενδύσεις με τις υποχρεώσεις (asset – liability management) και
- να αποδίδουν τη δέουσα προσοχή στους χρηματοπιστωτικούς κινδύνους, όπως η ρευστότητα και ο κίνδυνος συγκέντρωσης.

Όλα τα περιουσιακά στοιχεία επενδύονται με τρόπο που να εγγυάται την ασφάλεια, την ποιότητα, τη ρευστότητα και την κερδοφορία του συνολικού χαρτοφυλακίου, ιδιαίτερα εκείνα που καλύπτουν τις ελάχιστες κεφαλαιακές απαιτήσεις και τις κεφαλαιακές απαιτήσεις φερεγγυότητας.

Όσον αφορά τα περιουσιακά στοιχεία που προορίζονται για την κάλυψη των τεχνικών αποθεματικών, επενδύονται επίσης με τρόπο κατάλληλο προς τη φύση και τη διάρκεια των ασφαλιστικών και αντασφαλιστικών υποχρεώσεων, προσβλέποντας πάντοτε στην εξασφάλιση του (καλύτερου) συμφέροντος των αντισυμβαλλομένων και δικαιούχων.

Τέλος, οι ασφαλιστικές και αντασφαλιστικές επιχειρήσεις κατά την ανάπτυξη της επενδυτικής στρατηγικής τους είναι “ελεύθερες”. Με άλλα λόγια, δεν απαιτείται να επενδύουν σε συγκεκριμένες κατηγορίες περιουσιακών στοιχείων και δεν εξαρτούν τις επενδυτικές τους αποφάσεις από οποιαδήποτε υποχρέωση προηγούμενης έγκρισης ή συστηματικής κοινοποίησης.

Η εφαρμογή της αρχής του “συνετού διαχειριστή” στην επενδυτική πολιτική, η οποία επιτρέπει να μην τίθενται τεχνητά όρια στις επενδύσεις, απαιτώντας παράλληλα υψηλά ποιοτικά κριτήρια για κάθε σημαντικό κίνδυνο κατά τον

υπολογισμό της κεφαλαιακής απαίτησης, αποτελεί ένα στοιχείο το οποίο συμβαδίζει με την επιδίωξη του νέου καθεστώτος φερεγγυότητας να ενθαρρυνθεί η χρηστή εσωτερική διαχείριση.

1.2.3 Αποτίμηση στοιχείων ενεργητικού και παθητικού

Το νέο καθεστώς υιοθετεί μία οικονομική “προσέγγιση συνολικού ισολογισμού”. Η προσέγγιση αυτή, στηρίζεται σε μια αποτίμηση του συνολικού ισολογισμού των επιχειρήσεων ασφαλίσεων, σύμφωνα με την οποία τα στοιχεία ενεργητικού και παθητικού αποτιμώνται με τον ίδιο τρόπο. Ορίζει ότι η αποτίμηση του συνόλου των στοιχείων ενεργητικού και παθητικού θα γίνεται στην εύλογη αξία, όπως αυτή ορίζεται σύμφωνα με τα ΔΠΧΠ (IFRS) (διεθνή πρότυπα χρηματοοικονομικής πληροφόρησης). Πρόκειται να αναπτυχθούν μέτρα εφαρμογής που θα προσδιορίζουν τον τρόπο υπολογισμού της εύλογης αξίας συγκεκριμένων στοιχείων του ισολογισμού, προκειμένου να διασφαλίζεται ότι τα συγκεκριμένα στοιχεία αποτιμώνται με τον ίδιο τρόπο σε όλα τα κράτη μέλη.

1.2.4 Κεφαλαιακές απαιτήσεις φερεγγυότητας

Τα ίδια κεφάλαια (own funds) αντιστοιχούν στους διαθέσιμους χρηματοπιστωτικούς πόρους των επιχειρήσεων ασφαλίσεων, οι οποίοι μπορούν να λειτουργήσουν ως αντιστάθμισμα έναντι κινδύνων και μέσω απορρόφησης χρηματοπιστωτικών ζημιών, όταν κρίνεται απαραίτητο.

Το νέο σύστημα φερεγγυότητας καθιερώνει δύο επίπεδα υποχρεωτικών κεφαλαιακών απαιτήσεων, τα οποία εξυπηρετούν διαφορετικό σκοπό: ένα επίπεδο επιθυμητού κεφαλαίου – SCR (Solvency Capital Requirement) και ένα επίπεδο ελάχιστου κεφαλαίου – MCR (Minimum Capital Requirement). Τα δύο αυτά επίπεδα είναι υποχρεωτικά για τις ασφαλιστικές επιχειρήσεις και το ρυθμιστικό σύστημα προβλέπει εποπτικές παρεμβάσεις και κυρώσεις σε περίπτωση μη τήρησής τους.

❖ Απαιτούμενο κεφάλαιο φερεγγυότητας – SCR

Το επιθυμητό κεφάλαιο φερεγγυότητας (SCR) αντιστοιχεί σε ένα επίπεδο κεφαλαίου το οποίο επιτρέπει στην επιχείρηση να απορροφήσει σημαντικές και απρόβλεπτες ζημιές και να παρέχει εύλογη κάλυψη στους ασφαλισμένους και τους δικαιούχους.

Το επίπεδο επιθυμητού κεφαλαίου αντικατοπτρίζει το οικονομικό κεφάλαιο που πρέπει να διαθέτει η επιχείρηση προκειμένου να περιορίσει την πιθανότητα

πτώχευσης στο 0,5% (αξία σε κίνδυνο 99,5% - Value-at-Risk) μέσα σε χρονικό ορίζοντα ενός έτους. Ο υπολογισμός της απαίτησης για το επίπεδο επιθυμητού κεφαλαίου λαμβάνει υπόψη και προσδιορίζει ποσοτικά τους περισσότερους κινδύνους στους οποίους είναι εκτεθειμένη η ασφαλιστική επιχείρηση. Ωστόσο για να αντιστοιχεί στο πραγματικό προφίλ κινδύνου της επιχείρησης, λαμβάνονται υπόψη και οι επιπτώσεις των τεχνικών μετριασμού του κινδύνου.

Οι ασφαλιστικές επιχειρήσεις υπολογίζουν τις κεφαλαιακές απαιτήσεις φερεγγυότητας τουλάχιστον μία φορά ετησίως και αναφέρουν το αποτέλεσμα του υπολογισμού αυτού στις εποπτικές αρχές. Εάν, εν τω μεταξύ, το προφίλ κινδύνου της επιχείρησης έχει αλλάξει σημαντικά από την ημερομηνία κατά την οποία αναφέρθηκαν τελευταία φορά οι κεφαλαιακές απαιτήσεις φερεγγυότητας, ή υπάρχουν στοιχεία που να υπονοούν κάτι τέτοιο, οι εποπτικές αρχές μπορούν να απαιτήσουν από αυτές να υπολογίσουν εκ νέου τις κεφαλαιακές απαιτήσεις φερεγγυότητας.

Το επίπεδο επιθυμητού κεφαλαίου αποτελεί το όριο κάτω του οποίου εντατικοποιούνται οι εποπτικές παρεμβάσεις (δηλαδή, προτού το κεφάλαιο αγγίξει το ελάχιστο κεφάλαιο φερεγγυότητας - MCR).

Όταν μία επιχείρηση δεν πληρεί το απαιτούμενο κεφάλαιο φερεγγυότητας SCR, θα πρέπει να αποκαταστήσει σε εύλογο χρόνο το απαραίτητο κεφάλαιο για την κάλυψη της απαίτησης αυτής, με βάση ένα συγκεκριμένο και εφικτό σχέδιο που θα υποβάλλεται προς έγκριση στην εποπτική αρχή. Αντίθετα, οι ασφαλιστικές εταιρίες που θα είναι σε θέση να καλύψουν το SCR θα βρίσκονται σε θέση ισχύος και θα έχουν την ελευθερία να διοικούν την επιχείρηση και τις εργασίες τους χωρίς περιορισμούς ή παρεμβάσεις από τις εποπτικές αρχές. Οι εταιρίες αυτές θα υπόκεινται μόνο σε τακτικούς ελέγχους.

❖ Μέθοδοι υπολογισμού SCR

Για τον υπολογισμό του απαιτούμενου κεφαλαίου φερεγγυότητας SCR, προβλέπονται τρεις εναλλακτικές μέθοδοι. Η επιλογή της καταλληλότερης μεθόδου από μέρους της επιχείρησης γίνεται βάσει του προφίλ κινδύνου της, δηλαδή ανάλογα με τη φύση, την κλίμακα και την πολυπλοκότητα των κινδύνων που αντιμετωπίζει.

Ακολουθεί μια σύντομη ανάλυση των μεθόδων αυτών:

(i) Τυποποιημένη μέθοδος (Standard Formula)

Πρόκειται για μια σχετικά απλή φόρμουλα η οποία στοχεύει στο να επιτύχει τη σωστή ισορροπία μεταξύ της ευαισθησίας στον κίνδυνο και της πρακτικότητας.

Η τυποποιημένη μέθοδος αντικατοπτρίζει τους πιθανούς κινδύνους σε όλα τα επίπεδα των εργασιών της ασφαλιστικής εταιρείας. Οι κίνδυνοι αυτοί αξιολογούνται ξεχωριστά ως μεμονωμένες ενότητες κινδύνου, οι οποίες διακρίνονται σε επιμέρους ενότητες. Κάθε μία από αυτές τις ενότητες κινδύνου διαμορφώνεται με τη χρήση ενός μέτρου δυνητικής ζημίας ή αξίας σε κίνδυνο (Value-at-Risk), με διάστημα εμπιστοσύνης 99,5% για μια περίοδο ενός έτους. Κατά περίπτωση, στον σχεδιασμό κάθε ενότητας κινδύνου λαμβάνονται υπόψη τα αποτελέσματα διαφοροποίησης.

Η συνολική κεφαλαιακή απαίτηση φερεγγυότητας (SCR) προκύπτει από την άθροιση των κεφαλαιακών απαιτήσεων για κάθε ενότητα κινδύνου, ο προσδιορισμός των οποίων γίνεται με τη βοήθεια συντελεστών συσχέτισης.

Ο υπολογισμός των κεφαλαιακών απαιτήσεων φερεγγυότητας με την τυποποιημένη μέθοδο, δίνει τη δυνατότητα τόσο της χρήσης παραμέτρων που προσιδιάζουν την κάθε επιχείρηση, όσο και τυποποιημένων απλοποιήσεων για τις μικρότερες εταιρείες που δεν μπορούν εκ των πραγμάτων να ανταπεξέλθουν στις πολλές απαιτήσεις του Solvency II εξαιτίας το περιορισμένου μεγέθους τους.

Ειδικότερα, υπό τον όρο της προηγούμενης έγκρισης από τις εποπτικές αρχές, οι ασφαλιστικές και αντασφαλιστικές επιχειρήσεις μπορούν, στο πλαίσιο του σχεδιασμού της τυποποιημένης μεθόδου, να αντικαταστήσουν μια υποομάδα από τις παραμέτρους με ειδικές παραμέτρους οι οποίες διαμορφώνονται στη βάση των εσωτερικών δεδομένων των εκάστοτε επιχειρήσεων, ή των δεδομένων τα οποία έχουν άμεση συνάφεια για τις εργασίες της επιχείρησης αυτής με τη χρησιμοποίηση τυποποιημένων μεθόδων. Κατά τη χορήγηση της εποπτικής έγκρισης, οι εποπτικές αρχές εξακριβώνουν την πληρότητα, ακρίβεια και καταλληλότητα των χρησιμοποιούμενων δεδομένων.

Επίσης, οι ασφαλιστικές και αντασφαλιστικές επιχειρήσεις έχουν τη δυνατότητα να χρησιμοποιούν απλοποιημένο υπολογισμό για κάποια ειδική υποενότητα ή ενότητα κινδύνου στην περίπτωση που η φύση, η κλίμακα και η πολυπλοκότητα των κινδύνων που αντιμετωπίζουν δικαιολογεί τη στάση αυτή και εφόσον κρίνεται δυσανάλογο να απαιτηθεί από όλες τις ασφαλιστικές επιχειρήσεις να χρησιμοποιούν τον τυποποιημένο υπολογισμό.

(ii) Εσωτερικά μοντέλα (Internal Models)

Το επίπεδο επιθυμητού κεφαλαίου (SCR) μπορεί επίσης να υπολογιστεί με τη χρήση κάποιου εσωτερικού μοντέλου της εταιρείας το οποίο θα πρέπει όμως, πρώτα να πιστοποιηθεί και να εγκριθεί από τις Εποπτικές Αρχές. Στην προκειμένη περίπτωση, η συνολική ζημιά που πιθανό να προκύψει από κάθε κίνδυνο θα περιγράφεται μέσω μιας κατανομής πιθανοτήτων εκτιμώντας όλα τα πιθανά αποτελέσματα.

Προκειμένου να χορηγηθεί η έγκριση των εποπτικών αρχών για τη χρήση εσωτερικού μοντέλου, οι επιχειρήσεις ασφαλίσεων πρέπει να υποβάλουν αίτηση εγκεκριμένη από τον διοικητικό ή τον διαχειριστικό φορέα της επιχείρησης, στην οποία θα περιλαμβάνουν τεκμηριωμένα στοιχεία ότι το εσωτερικό μοντέλο ανταποκρίνεται και πληρεί τις συγκεκριμένες απαιτήσεις που προβλέπονται. Επιγραμματικά, οι ασφαλιστικές επιχειρήσεις οφείλουν να αποδεικνύουν ότι το εσωτερικό μοντέλο χρησιμοποιείται ευρέως και παίζει σημαντικό ρόλο στο σύστημα διακυβέρνησής τους, ειδικότερα δε στο σύστημα διαχείρισης του κινδύνου και στις διαδικασίες λήψης αποφάσεων.

Επίσης, πρέπει να γίνεται χρήση μεθόδων (για τον υπολογισμό της υποκείμενης πρόβλεψης κατανομής πιθανότητας), οι οποίες να βασίζονται σε κατάλληλες αναλογιστικές και στατιστικές τεχνικές, συμβατές με τις μεθόδους που χρησιμοποιούνται για τον υπολογισμό των τεχνικών αποθεματικών, καθώς και σε τρέχουσες και αξιόπιστες πληροφορίες και ρεαλιστικές παραδοχές.

Οι εποπτικές αρχές αποφασίζουν εντός έξι μηνών από την παραλαβή της πλήρους αίτησης και δίνουν την έγκρισή τους μόνον εφόσον βεβαιωθούν ότι τα συστήματα της σχετικής ασφαλιστικής επιχείρησης για την παρακολούθηση και τη διαχείριση του κινδύνου είναι επαρκή.

Αφού εγκριθεί το εσωτερικό μοντέλο, το διοικητικό ή διαχειριστικό όργανο είναι υπεύθυνο για την εξασφάλιση της συνεχούς καταλληλότητας του σχεδιασμού και της λειτουργίας του και ότι θα εξακολουθεί να αντικατοπτρίζει κατάλληλα το προφίλ κινδύνου της επιχείρησης. Σε περίπτωση που απαιτηθεί, οι ασφαλιστικές επιχειρήσεις δύνανται να τροποποιήσουν το εσωτερικό τους μοντέλο σύμφωνα όμως με συγκεκριμένη πολιτική αλλαγής, η οποία συμφωνείται με τις εποπτικές αρχές κατά την διαδικασία χορήγησης της αρχικής έγκρισης

(iii) Μερικώς εσωτερικά μοντέλα (Partial Internal Models)

Οι ασφαλιστικές επιχειρήσεις έχουν τη δυνατότητα υπολογισμού του επιθυμητού κεφαλαίου (SCR) και με τη χρήση των λεγόμενων “μερικώς εσωτερικών μοντέλων” (partial internal models), τα οποία συνδυάζουν στοιχεία των ειδικά κατασκευασμένων εσωτερικών μοντέλων για το συγκεκριμένο εταιρικό προφίλ κινδύνου με κάποια στοιχεία της Τυποποιημένης μεθόδου.

Όπως και στην περίπτωση των πλήρως εσωτερικών μοντέλων, απαιτείται η πιστοποίηση και η έγκριση των εποπτικών αρχών. Έτσι, οι επιχειρήσεις ασφαλίσεων υποβάλουν αίτηση εγκεκριμένη από τον διοικητικό ή τον διαχειριστικό φορέα της επιχείρησης, στην οποία περιλαμβάνουν στοιχεία που αποδεικνύουν ότι το μερικά εσωτερικό μοντέλο συμμορφώνεται προς τις απαιτήσεις που προβλέπονται.

Σημειώνεται ότι, για την έγκριση των μερικών εσωτερικών μοντέλων από τις εποπτικές αρχές προβλέπονται οι ίδιες απαιτήσεις με αυτές που αφορούν στα πλήρη εσωτερικά μοντέλα, συμπληρούμενες από τις παρακάτω προϋποθέσεις:

- η επιχείρηση να δικαιολογεί επαρκώς το περιορισμένο πεδίο εφαρμογής του υποδείγματος
- οι προκύπτουσες κεφαλαιακές απαιτήσεις φερεγγυότητας να αντικατοπτρίζουν καταλληλότερα το προφίλ κινδύνου της επιχείρησης
- ο σχεδιασμός να είναι τέτοιος ώστε να καταστεί δυνατή η πλήρης ενσωμάτωση του μερικού εσωτερικού υποδείγματος στην τυποποιημένη μέθοδο της κεφαλαιακής επάρκειας φερεγγυότητας

Το μερικώς εσωτερικό μοντέλο μπορεί να καλύπτει μόνο ορισμένες υπο-ενότητες μιας συγκεκριμένης ενότητας κινδύνου, ή ορισμένες από τις λειτουργικές μονάδες της ασφαλιστικής ή αντασφαλιστικής επιχείρησης σε σχέση με μια ειδική ενότητα κινδύνου, ή μέρη και των δύο. Εξαιτίας αυτού, κατά την αξιολόγηση της αίτησης για τη χρήση του, οι εποπτικές αρχές δύνανται να ζητήσουν από τις ενδιαφερόμενες ασφαλιστικές και αντασφαλιστικές επιχειρήσεις να υποβάλουν ένα ρεαλιστικό μεταβατικό σχέδιο για την επέκταση του πεδίου εφαρμογής του υποδείγματος, το οποίο θα καθορίζει τον τρόπο με τον οποίο προγραμματίζουν να επεκτείνουν το πεδίο εφαρμογής του υποδείγματος σε άλλες υπο-ενότητες ή επιχειρηματικές μονάδες.

Υπογραμμίζεται ότι η αναγνώριση των μερικών εσωτερικών μοντέλων για τον υπολογισμό του επιθυμητού επιπέδου φερεγγυότητας αποτελεί πολύ σημαντικό πλεονέκτημα για τις ασφαλιστικές επιχειρήσεις καθώς με τη χρήση αυτών των μοντέλων μπορούν να βελτιώσουν τμηματικά τους τρόπους με τους οποίους υπολογίζουν τους κινδύνους που αντιμετωπίζουν.

Παρατήρηση: Στην περίπτωση που ο υπολογισμός των κεφαλαιακών απαιτήσεων φερεγγυότητας με την εφαρμογή της τυποποιημένης μεθόδου δεν καλύπτει με ακρίβεια το προφίλ κινδύνου μιας συγκεκριμένης επιχείρησης, οι εποπτικές αρχές έχουν τη δυνατότητα να απαιτήσουν από αυτή την ανάπτυξη μερικού ή πλήρους εσωτερικού μοντέλου.

❖ Σύγκριση των μεθόδων υπολογισμού του SCR

Ο ακριβής υπολογισμός του προφίλ κινδύνου κάθε εταιρίας μπορεί να γίνει μόνο με την χρήση ενός εσωτερικού μοντέλου. Τα εσωτερικά μοντέλα είναι ειδικά σχεδιασμένα αναλόγως με τη φύση, την κλίμακα και την πολυπλοκότητα των

κινδύνων που αντιμετωπίζει κάθε επιχείρηση και αποτελούν το κεντρικό εργαλείο διαχείρισης κινδύνων της συγκεκριμένης εταιρίας που τα δημιουργεί.

Ωστόσο, η χρήση εσωτερικού μοντέλου πιθανό να είναι υπερβολικά πολύπλοκη και μη χρηστική σε εταιρείες με χαμηλό προφίλ κινδύνου και για αυτό το λόγο είναι απαραίτητο να υπάρχει μια ολοκληρωμένη κοινή προσέγγιση, ευαίσθητη στους κινδύνους και βασισμένη πάνω στις σωστές αρχές αξιολόγησης κινδύνων διαθέσιμη γι' αυτές τις εταιρίες που δε θέλουν να δημιουργήσουν τα δικά τους εσωτερικά μοντέλα.

Η Τυποποιημένη μέθοδος, αποτελεί μια απλή και οικονομική εναλλακτική λύση η οποία προσφέρει μερικά από τα πλεονεκτήματα της αντιστάθμισης των κινδύνων που προσφέρουν τα εσωτερικά μοντέλα για εκείνες τις εταιρίες που δεν είναι σε θέση να δημιουργήσουν εσωτερικά μοντέλα ή στρατηγικά έχουν επιλέξει να μην αναπτύξουν τα δικά τους εσωτερικά μοντέλα.

Με σχετικά χαμηλό κόστος συμμόρφωσης, η Τυποποιημένη μέθοδος στοχεύει να ταυτιστεί με το προφίλ κινδύνου μιας μέσης εταιρίας. Η έλλειψη όμως της ειδικής προσαρμογής στα δεδομένα της εταιρίας - σε περιπτώσεις εταιριών που αναλαμβάνουν υψηλούς ή πολύπλοκους κινδύνους - πιθανό να επιφέρει μια πιο συντηρητική προσέγγιση στη διαχείριση των κινδύνων και να οδηγήσει έτσι σε αυξημένες κεφαλαιακές ανάγκες.

Η Τυποποιημένη μέθοδος και τα Εσωτερικά Μοντέλα έχουν αρκετές κοινές αρχές όσον αφορά στο σχεδιασμό τους. Η πιο σημαντική αρχή όλων είναι η ισότιμη βαθμονόμηση του υπολογισμού των κεφαλαιακών αναγκών η οποία θα διασφαλίσει το γεγονός ότι και οι δύο προσεγγίσεις θα επιφέρουν το ίδιο επίπεδο προστασίας στους κατόχους ασφαλιστηρίων συμβολαίων. Όσον αφορά τα μερικώς εσωτερικά μοντέλα, το πλεονέκτημα της αναγνώρισης των μοντέλων αυτών είναι ότι δίνεται στην εταιρία που τα χρησιμοποιεί η δυνατότητα να βελτιώσει τμηματικά τους τρόπους με τους οποίους υπολογίζει τους κινδύνους που αντιμετωπίζει.

Οι εταιρείες που θα χρησιμοποιήσουν την Τυποποιημένη μέθοδο θα αντιμετωπίσουν πολλές δυσκολίες στην προσπάθειά τους να μεταπηδήσουν στην πλήρη χρήση εσωτερικών μοντέλων. Επομένως, είναι πιο εφικτό και κατ' επέκταση πιο πιθανό, να μπορέσουν να μεταβούν από απλούς υπολογισμούς, στη χρήση σεναρίων και τέλος στη μερική χρήση εσωτερικών μοντέλων που αρχικά θα υποστηρίζουν τα βασικά προϊόντα και σε ένα δεύτερο στάδιο τους βασικούς κινδύνους. Μετά από αυτή την σταδιακή αλλαγή, θα μπορούν να μεταβούν και στην πλήρη χρήση εσωτερικών μοντέλων. Τα μερικώς εσωτερικά μοντέλα θα αποτελέσουν ένα χρήσιμο εργαλείο για τις μικρομεσαίες επιχειρήσεις.

1.2.5 Ελάχιστες κεφαλαιακές απαιτήσεις – MCR

Το ελάχιστο απαιτούμενο κεφάλαιο (MCR) αντιστοιχεί στο επίπεδο εκείνο του κεφαλαίου, το οποίο θα πρέπει να διαθέτει μια ασφαλιστική εταιρεία για να θεωρείται οριακά φερέγγυα, ενώ ταυτόχρονα αποτελεί το όριο ενεργοποίησης της έσχατης εποπτικής παρέμβασης και ανακαλείται η άδεια.

Ο σκοπός του MCR είναι να θέσει ένα επίπεδο ελέγχου στο οποίο το ενεργητικό της εταιρίας θα υπερβαίνει κατά ένα επαρκές περιθώριο την αξία των υποχρεώσεων της εταιρίας απέναντι στους κατόχους ασφαλιστηρίων συμβολαίων και θα διασφαλίζει έτσι τη βραχυχρόνια επιβίωση της εταιρίας, μέχρι δηλαδή να μπορέσει να μεταφέρει το χαρτοφυλάκιο της σε μια άλλη εταιρία ή να συλλέξει τα αναγκαία κεφάλαια για την επιβίωσή της. Οι ελάχιστες κεφαλαιακές απαιτήσεις υπολογίζονται ανά τρίμηνο.

Για να διευκολυνθεί και να σταθεροποιηθεί η μετάβαση στο νέο συνολικό σύστημα φερεγγυότητας, το MCR θα είναι δομημένο με ακριβή και άμεσο τρόπο όπως στις ισχύουσες οδηγίες “Solvency I”, διατηρώντας ταυτόχρονα ένα επαρκές επίπεδο προληπτικής εποπτείας.

Προκειμένου να διασφαλιστεί η ομαλή μετάβαση στο νέο καθεστώς, οι επιχειρήσεις ασφαλίσεων που συμμορφώνονται προς τις απαιτήσεις του συστήματος “Solvency I” κατά την ημερομηνία έναρξης ισχύος της οδηγίας “Solvency II” αλλά δεν συμμορφώνονται προς τις ελάχιστες κεφαλαιακές απαιτήσεις, έχουν στη διάθεσή τους ένα έτος ούτως ώστε να συμμορφωθούν προς το νέο καθεστώς.

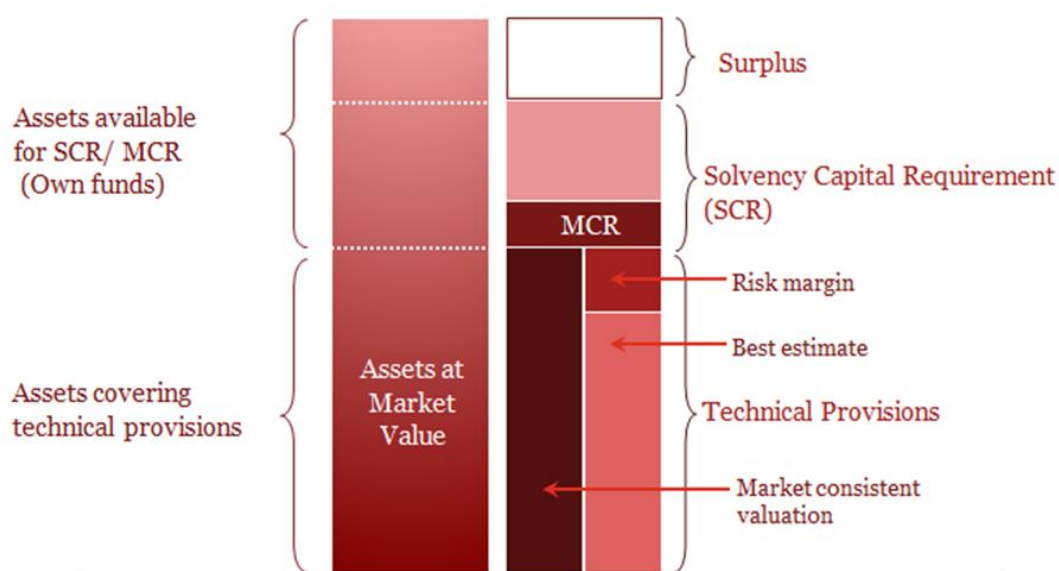
Οι ελάχιστες κεφαλαιακές απαιτήσεις, σε σύγκριση με το απαιτούμενο κεφάλαιο φερεγγυότητας, δημιουργούν επαρκές περιθώριο ούτως ώστε να διασφαλίζεται μία εύλογη “κλιμακωτή επέμβαση” (ladder of intervention) εκ μέρους των εποπτικών αρχών.

1.2.6 Συμπέρασμα

Ο πρώτος πυλώνας προσδιορίζει τις ποσοτικές απαιτήσεις κεφαλαίου που εισάγει το νέο καθεστώς φερεγγυότητας Solvency II. Υιοθετεί μια διεπίπεδη προσέγγιση για τον υπολογισμό των απαιτήσεων ιδίων κεφαλαίων - απαιτήσεις φερεγγυότητας (SCR) και ελάχιστες απαιτήσεις κεφαλαίου (MCR) - δίνοντας έτσι στις εποπτικές αρχές τον αναγκαίο χρόνο να παρέμβουν για την προστασία των αντισυμβαλλόμενων και δικαιούχων. Αποσκοπεί στην εναρμόνιση των μεθόδων υπολογισμού των τεχνικών αποθεμάτων, προτείνοντας την αξιολόγηση τους μέσω του υπολογισμού της “βέλτιστης εκτίμησης”, καθώς και των μεθόδων αποτίμησης των στοιχείων του ενεργητικού και παθητικού εισάγοντας την μέθοδο της “ολιστικής προσέγγισης του ισολογισμού” (Total balance sheet Approach).

Αναφορικά με τη διενέργεια επενδύσεων καθιερώνει την αρχή του συνετού επενδυτή, σύμφωνα με την οποία απαιτείται από τις επιχειρήσεις ασφαλίσεων να επενδύουν τα στοιχεία του ενεργητικού τους με σκοπό τη βέλτιστη εξυπηρέτηση των συμφερόντων των κατόχων ασφαλιστήριων συμβολαίων.

Το παρακάτω σχήμα είναι πολύ χρήσιμο για την κατανόηση των όσων παρουσιάστηκαν έως τώρα. Συγκεκριμένα στο σχήμα, απεικονίζεται το σύνολο των κεφαλαιακών απαιτήσεων που προβλέπει ο πυλώνας I. Το κεφάλαιο SCR (που εμπεριέχει το MCR) προστίθεται στα συνολικά τεχνικά αποθεματικά, τα οποία με τη σειρά τους απαρτίζονται από την αναμενόμενη οικονομική αξία συν ένα υπολογισμένο περιθώριο κινδύνου.



1.3 Πυλώνας II – Ποιοτικές απαιτήσεις και εποπτεία

Ο δεύτερος πυλώνας θέτει τους γενικούς κανόνες πάνω στους οποίους θα βασιστεί η εποπτεία των ασφαλιστικών και αντασφαλιστικών επιχειρήσεων, ορίζει τις αρχές σύμφωνα με τις οποίες θα λειτουργήσουν οι Εποπτικές Αρχές και επιβάλλει ποιοτικές απαιτήσεις προς τις οποίες οφείλουν να συμμορφώνονται οι επιχειρήσεις.

Ειδικότερα, καθορίζει τις διαδικασίες και τα εργαλεία που διαθέτουν οι Εποπτικές Αρχές κατά την άσκηση των εποπτικών τους δραστηριοτήτων, συμπεριλαμβανομένων του καθορισμού των γενικών εξουσιών εποπτείας. Αναφορικά με τις ποιοτικές απαιτήσεις που επιβάλλουν οι διατάξεις του πυλώνα II στις επιχειρήσεις, αυτές αφορούν στην ύπαρξη ενός συστήματος εταιρικής διακυβέρνησης, το οποίο θα πρέπει να περιλαμβάνει ένα αποτελεσματικό σύστημα εσωτερικού ελέγχου, σύστημα διαχείρισης κινδύνου, αναλογιστική λειτουργία, εσωτερικό έλεγχο και λειτουργία συμμόρφωσης.

Ο δεύτερος πυλώνας προσδιορίζει επίσης και τις μεθόδους αξιολόγησης των προδιαγραφών του πρώτου πυλώνα δηλαδή με μια προκαθορισμένη διαδικασία θα γίνονται οι απαραίτητοι έλεγχοι για να διασφαλίζεται ότι οι κίνδυνοι που αντιμετωπίζει η κάθε εταιρία αξιολογούνται και αντιμετωπίζονται με τον σωστό τρόπο από την διοίκησή της.

Η βασική αρχή που προκύπτει είναι ότι οι ασφαλιστικές εταιρείες θα πρέπει να παρέχουν ασφάλιση μόνο για κινδύνους που είναι ελεγχόμενοι και όταν το επίπεδο κινδύνου είναι αποδεκτό (και ανεκτό) από την εταιρεία. Παράλληλα η αντασφάλιση θα πρέπει να λαμβάνεται και να είναι προσαρμοσμένη στις μεθόδους underwriting της εταιρείας. Θα πρέπει επίσης να αναθεωρείται και να αναπροσαρμόζεται σε τακτά χρονικά διαστήματα.

Από πλευράς ΕΙΟΡΑ, οι εποπτικές δραστηριότητες πρέπει να αποσκοπούν στον εντοπισμό των επιχειρήσεων που παρουσιάζουν οικονομικά, οργανωτικά ή άλλα χαρακτηριστικά που θα οδηγήσουν σε υψηλότερο προφίλ κινδύνου. Επιπλέον, οι εταιρείες πρέπει να υιοθετήσουν αρχές εσωτερικού ελέγχου που θα διασφαλίζουν την υγιή διαχείριση των κινδύνων, θα περιλαμβάνουν κανόνες σχετικά με τη δραστηριότητα αποδοχής ασφαλίσεων, καθώς και γενικές οδηγίες για τη διαχείριση των ασφαλιστήριων συμβολαίων, των ζημιών και των τεχνικών αποθεματικών.

Όσον αφορά στον έλεγχο και την εποπτεία των εσωτερικών μοντέλων, προτείνεται η χρήση των μεθόδων του Stresstesting και του Backtesting. Σύμφωνα με τις μεθόδους Stresstesting, με τη χρήση ακραίων σεναρίων - όπως τρομοκρατική επίθεση, οικονομική ύφεση κλπ - γίνεται ο υπολογισμός των επιπτώσεών τους στο χαρτοφυλάκιο. Οι μέθοδοι Backtesting αποσκοπούν στην δημιουργία παροντικών εκτιμήσεων οι οποίες ωστόσο βασίζονται σε στοιχεία του παρελθόντος (χρήση ιστορικών στοιχείων). Όσον αφορά στις περιπτώσεις που μια εταιρεία τηρεί μεν το επιθυμητό MCR (ελάχιστες κεφαλαιακές απαιτήσεις) αλλά δεν φτάνει στα επίπεδα αποθεμάτων του SCR (επιθυμητό κεφάλαιο φερεγγυότητας), οι Εποπτικές αρχές μπορούν να συμβουλευσουν την εν λόγω ασφαλιστική εταιρεία αλλά δεν θα είναι σε θέση να επιβάλουν κυρώσεις.

1.3.1 Διαδικασία εποπτικής εξέτασης

Η εποπτική εξέταση στοχεύει στον προσδιορισμό ιδρυμάτων με χρηματοπιστωτικά, οργανωτικά ή άλλα χαρακτηριστικά τα οποία συνθέτουν ενδεχομένως ένα προφίλ υψηλότερου κινδύνου.

Οι εποπτικές αρχές εντοπίζουν και αξιολογούν τους κινδύνους που αντιμετωπίζει ή ενδέχεται να αντιμετωπίσει η εκάστοτε επιχείρηση και με βάση αυτούς, κρίνουν την επάρκεια των τεχνικών αποθεματικών και των κεφαλαίων για

την διασφάλιση της επιθυμητής φερεγγυότητας, καθώς και την αξιοπιστία / καταλληλότητα των εσωτερικών μοντέλων. Παράλληλα διερευνούν την ικανότητα της ίδιας της επιχείρησης να αξιολογεί τους συγκεκριμένους κινδύνους.

Η μη συμμόρφωση προς τις ποιοτικές και ποσοτικές απαιτήσεις ενδέχεται να έχει σοβαρές συνέπειες στη χρηματοπιστωτική ευρωστία μιας ασφαλιστικής επιχείρησης.

Για το λόγο αυτό, οι εποπτικές αρχές - στα πλαίσια της διαδικασίας εποπτικής εξέτασης - στοχεύουν στον εντοπισμό αυτών των επιχειρήσεων που παρουσιάζουν χαρακτηριστικά που αποδεικνύουν έλλειψη συμμόρφωσης προς τις παραπάνω απαιτήσεις. Για να διασφαλιστεί όμως η αποτελεσματικότητα της εποπτικής εξέτασης, είναι σημαντικό να δοθεί στις εποπτικές αρχές η εξουσία να αποκαθιστούν τις αδυναμίες και τις ανεπάρκειες που εντοπίζουν, λαμβάνοντας κάθε απαραίτητο μέτρο.

Σύμφωνα με το νέο καθεστώς φερεγγυότητας, η εποπτεία είναι προληπτική και διορθωτική. Κατά συνέπεια, οι Εποπτικές Αρχές πρέπει να διαθέτουν την εξουσία να λαμβάνουν τόσο προληπτικά όσο και επανορθωτικά μέτρα για ζητήματα που αφορούν στην εταιρική διακυβέρνηση, στη διαχείριση κινδύνων, κεφαλαιακή δομή κ.λ.π.

Επίσης, δύνανται να λαμβάνουν μέτρα διοικητικής ή οικονομικής φύσεως. Δηλαδή, μπορούν να καθορίζουν τα πρότυπα, τις συστάσεις και τις οδηγίες, που θα σχετίζονται με την ασφάλιση και να επιβάλλουν την εφαρμογή τους στο σύνολο των επιχειρήσεων της ασφαλιστικής αγοράς

1.3.2 Ποιοτικές απαιτήσεις

Οι αυστηρές απαιτήσεις διακυβέρνησης αποτελούν προαπαιτούμενο για την ύπαρξη ενός αποτελεσματικού συστήματος φερεγγυότητας. Ορισμένοι κίνδυνοι μπορούν να αντιμετωπιστούν μόνο μέσω των απαιτήσεων διακυβέρνησης και όχι με τον καθορισμό ποσοτικών απαιτήσεων. Ένα ισχυρό σύστημα διακυβέρνησης είναι, επομένως, ουσιαστικής σημασίας για την αποτελεσματική διαχείριση της ασφαλιστικής επιχείρησης και απόλυτα απαραίτητο για την αποτελεσματικότητα του συστήματος εποπτείας.

Σύστημα διακυβέρνησης

Το σύστημα εταιρικής διακυβέρνησης είναι το σύστημα με το οποίο διενεργούνται και ελέγχονται οι εταιρικές εργασίες. Η δομή του συστήματος αυτού καθορίζει τα δικαιώματα καθώς και τους τομείς ευθύνης των στελεχών αλλά και των

τμημάτων της επιχείρησης και διασφαλίζει τη διαφάνεια στην πληροφορία που λαμβάνουν οι μέτοχοι, οι επενδυτές και η εποπτεία.

Το σύστημα εταιρικής διακυβέρνησης εφαρμόζεται μέσω των αποφάσεων της ανώτατης διοίκησης και του Δ.Σ, ενώ επιτυγχάνεται μέσω της ύπαρξης διαδικασιών εσωτερικού ελέγχου.

1.3.3 Απαιτήσεις διακυβέρνησης κατά το Solvency II

Όλες οι ασφαλιστικές επιχειρήσεις πρέπει να διαθέτουν αποτελεσματικό σύστημα διακυβέρνησης που να εγγυάται την ορθή και συνετή διαχείριση των δραστηριοτήτων. Το σύστημα αυτό πρέπει να περιλαμβάνει κατάλληλη οργανωτική δομή, με σαφή κατανομή και ορθό διαχωρισμό αρμοδιοτήτων, καθώς και καθορισμένες και ξεκάθαρες γραμμές αναφοράς.

Το σύστημα διακυβέρνησης θα είναι ανάλογο προς τη φύση, κλίμακα και την πολυπλοκότητα των εργασιών της εκάστοτε ασφαλιστικής επιχείρησης. Προκειμένου να λειτουργήσει σωστά, απαιτείται από τις επιχειρήσεις να διαθέτουν καταγεγραμμένες πολιτικές στις οποίες να ορίζεται με σαφήνεια ο τρόπος με τον οποίο διευθετούν ζητήματα εσωτερικού ελέγχου και διαχείρισης κινδύνων. Είναι απαραίτητο ο διοικητικός ή διαχειριστικός φορέας να συμμετέχει ενεργά στο σύστημα διακυβέρνησης. Για το λόγο αυτό, οι καταγεγραμμένες πολιτικές πρέπει να υπόκεινται σε προηγούμενη έγκρισή του και να επανεξετάζονται τουλάχιστον σε ετήσια βάση.

Σύμφωνα με το νέο καθεστώς, το σύστημα διακυβέρνησης θα πρέπει να περιλαμβάνει ένα αποτελεσματικό σύστημα εσωτερικού ελέγχου, σύστημα διαχείρισης κινδύνου, αναλογιστική λειτουργία, εσωτερικό έλεγχο και λειτουργία συμμόρφωσης.

❖ Σύστημα Εσωτερικού ελέγχου

Οι ασφαλιστικές επιχειρήσεις πρέπει να διαθέτουν ένα αποτελεσματικό σύστημα εσωτερικού ελέγχου, το οποίο να περιλαμβάνει κατ' ελάχιστο διοικητικές και λογιστικές διαδικασίες, πλαίσιο εσωτερικού ελέγχου, καθώς και κατάλληλες διατάξεις πληροφόρησης σε όλα τα επίπεδα της επιχείρησης. Το σύστημα εσωτερικού ελέγχου προσαρμόζεται:

- στη φύση, κλίμακα και πολυπλοκότητα της εκάστοτε επιχείρησης
- στον προκαθορισμένο βαθμό συγκέντρωσης και μεταβίβασης της εξουσίας
- στην επάρκεια και αποτελεσματικότητα των πληροφοριακών συστημάτων

- στο ανεκτό επίπεδο κινδύνου κάθε επιχείρησης

Προβλέπεται επίσης η ύπαρξη ανεξάρτητης επιτροπής εσωτερικού ελέγχου (audit committee), η οποία ελέγχει την κατάλληλη και αποτελεσματική εφαρμογή του συστήματος εσωτερικού ελέγχου σύμφωνα με τις οδηγίες και την στρατηγική της εταιρείας καθώς και την κατάλληλη και ξεκάθαρη εφαρμογή δραστηριότητας ελέγχων και την διαδικασία αναφορών.

❖ Διαχείριση κινδύνων

Οι ασφαλιστικές επιχειρήσεις οφείλουν να διαθέτουν ένα αποτελεσματικό σύστημα διαχείρισης κινδύνου, το οποίο θα περιλαμβάνει τις διεργασίες και διαδικασίες σύμφωνα με τις οποίες θα αναγνωρίζονται, θα καταγράφονται και θα αξιολογούνται τα είδη των κινδύνων που αντιμετωπίζουν στην πορεία των εργασιών τους. Το σύστημα διαχείρισης κινδύνων θα πρέπει να λαμβάνει υπόψη το σύνολο των κινδύνων - είτε πρόκειται για κινδύνους που χαρακτηρίζουν τις ασφαλιστικές εταιρείες, είτε για κινδύνους που παρόλο που δεν σχετίζονται άμεσα με τις ασφαλιστικές εταιρείες, είναι η βάση για την δραστηριότητα τους - προβλέποντας προληπτικά μέτρα μέτρησης και καταπολέμησής τους. Το σύστημα διαχείρισης κινδύνων θα πρέπει να ενσωματώνεται κατάλληλα στην καθορισμένη οργανωτική δομή της επιχείρησης και να στηρίζεται από ένα κατάλληλο σύστημα Εσωτερικού Ελέγχου.

1.3.4 Αξιολόγηση κινδύνου και φερεγγυότητας (ORSA)

Στο πλαίσιο του συστήματος διαχείρισης κινδύνων, όλες οι ασφαλιστικές επιχειρήσεις οφείλουν να αξιολογούν τακτικά τις συνολικές ανάγκες τους σε θέματα φερεγγυότητας λαμβανομένου υπόψη του ιδιαίτερου προφίλ κινδύνου της επιχείρησης. Η προβλεπόμενη από το νέο καθεστώς “ORSA” έχει διττό χαρακτήρα. Πρόκειται για μια διαδικασία αξιολόγησης εντός της εταιρείας και ως τέτοια είναι ενσωματωμένη στις στρατηγικές αποφάσεις της εταιρείας, ενώ ταυτόχρονα αποτελεί εποπτικό εργαλείο για τις εποπτικές αρχές, οι οποίες πρέπει να ενημερώνονται σχετικά με τα αποτελέσματα της αξιολόγησης κινδύνου και φερεγγυότητας από τις ίδιες τις επιχειρήσεις.

Η εποπτική αρχή εξετάζει την αξιολόγηση κινδύνων και φερεγγυότητας από την ίδια την επιχείρηση στο πλαίσιο της διαδικασίας εποπτικής αξιολόγησης της επιχείρησης. Τα αποτελέσματα κάθε ORSA αναφέρονται στην εποπτική αρχή στο πλαίσιο της ενημέρωσης που παρέχεται για εποπτικούς σκοπούς.

1.4 Πυλώνας ΙΙΙ – Εποπτική αναφορά και δημοσιοποίηση

Ο τρίτος πυλώνας αφορά αποκλειστικά στην ενίσχυση της πειθαρχίας της αγοράς (market discipline) και στην οριοθέτηση των κανονισμών δημοσίευσης οικονομικών στοιχείων, τα οποία θα είναι ομοιόμορφα σε όλη την ασφαλιστική αγορά.

Μέσω του τρίτου πυλώνα θα εξασφαλιστεί η διαφάνεια και η ομοιομορφία τόσο σε επίπεδο αξιολόγησης κινδύνων αλλά και σε επίπεδο λογιστικού χειρισμού και δημοσίευσης στον ασφαλιστικό κλάδο. Η διαφάνεια και η δημοσιοποίηση πληροφοριών εκ μέρους των ασφαλιστικών επιχειρήσεων σχετικά με την οικονομική τους κατάσταση και τους κινδύνους, είναι αυτή που συμβάλλει στην ενίσχυση της αγοράς και της πειθαρχίας.

Επιπροσθέτως, ο τρίτος πυλώνας επιβάλλει στις ασφαλιστικές επιχειρήσεις να παρέχουν στις εποπτικές αρχές (εποπτική αναφορά) τις ποσοτικές και ποιοτικές πληροφορίες, τις οποίες χρειάζονται για να ασκήσουν αποτελεσματικό έλεγχο και καθοδήγηση. 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 καθήκοντα τους. Οι πληροφορίες αυτές συνήθως δεν έχουν δημοσιοποιησιμο χαρακτήρα.

Η εναρμόνιση της εποπτικής αναφοράς και της δημοσιοποίησης συνιστά σημαντικό σκέλος του νέου καθεστώτος, δεδομένου ότι υπάρχει σαφής ανάγκη για σύγκλιση και ένα συγκρίσιμο περιεχόμενο σε όλη την Ευρώπη.

Στο καθεστώς “Φερεγγυότητα ΙΙ”, η υποχρέωση υποβολής στοιχείων στις εποπτικές αρχές και δημοσιοποίησης πληροφοριών θα πρέπει να είναι σύμφωνη με τις αυτές που έχουν επεξεργαστεί η Διεθνής Ένωση Εποπτών Ασφαλιστικών Επιχειρήσεων (IAIS) και το Συμβούλιο Διεθνών Λογιστικών Προτύπων (IASB), έτσι ώστε να μειωθεί ο διοικητικός φόρτος για τους εποπτευόμενους οργανισμούς. Θα πρέπει επίσης να είναι συμβατές με τις απαιτήσεις δημοσιοποίησης στον τραπεζικό τομέα. Μπορούν να προταθούν προσθήκες και προσαρμογές με την προϋπόθεση ότι θα αιτιολογούνται κατάλληλα.

1.4.1 Εποπτική αναφορά

Το νέο καθεστώς επιβάλλει στις επιχειρήσεις μια γενική απαίτηση για την υποβολή οποιωνδήποτε πληροφοριών κρίνονται απαραίτητες για τους σκοπούς της εποπτείας, προβλέποντας τις βασικές αρχές σύμφωνα με τις οποίες θα συντελείται η εποπτική αναφορά.

Ειδικότερα, οι ασφαλιστικές επιχειρήσεις θα πρέπει να παρέχουν τις αναγκαίες πληροφορίες που χρειάζονται οι εποπτικές αρχές ώστε να είναι σε θέση να αξιολογήσουν:

- το σύστημα διακυβέρνησης που εφαρμόζουν οι επιχειρήσεις
- τις αρχές αποτίμησης που εφαρμόζουν για σκοπούς φερεγγυότητας
- τους κινδύνους που αντιμετωπίζουν, καθώς και το σύστημα διαχείρισης κινδύνων που διαθέτουν
- την κεφαλαιακή τους δομή, τις ανάγκες τους σε κεφάλαια και τη διαχείριση του κεφαλαίου τους

Αναφορικά με τις αρχές που θα πρέπει να πληρούν οι παραπάνω πληροφορίες, ορίζεται ότι θα πρέπει, κατ' αρχάς, να αντικατοπτρίζουν τη φύση, την κλίμακα και την πολυπλοκότητα των δραστηριοτήτων της εκάστοτε επιχείρησης. Επιπλέον, θα πρέπει να είναι εύκολα προσβάσιμες, πλήρεις, συγκρίσιμες και να διακρίνονται από χρονική συνέπεια. Τέλος, θα πρέπει να είναι αξιόπιστες και κατανοητές. Οι ασφαλιστικές επιχειρήσεις πρέπει να διαθέτουν κατάλληλα συστήματα και δομές, προκειμένου να ανταποκρίνονται στις απαιτήσεις πληροφόρησης προς τις εποπτικές αρχές, καθώς και τεκμηριωμένη πολιτική, εγκεκριμένη από το διοικητικό ή διαχειριστικό όργανο της ασφαλιστικής, ώστε να εξασφαλίζεται συνεχώς η καταλληλότητα των πληροφοριών που υποβάλλονται.

Οι εποπτικές αρχές διαθέτουν την απαραίτητη εξουσία ώστε να καθορίζουν τη φύση, την έκταση και την μορφή των πληροφοριών αυτών καθώς και τη χρονική στιγμή που κρίνουν ότι είναι κατάλληλη για την παροχή τους.

1.4.2 Δημοσιοποίηση

Το νέο καθεστώς φερεγγυότητας απαιτεί από τις ασφαλιστικές επιχειρήσεις να δημοσιοποιούν, σε ετήσια βάση, έκθεση σχετικά με τη φερεγγυότητα και τη χρηματοοικονομική τους κατάσταση. Η έκθεση αυτή περιλαμβάνει πληροφορίες σχετικά με:

- τη δραστηριότητα και τις επιδόσεις της επιχείρησης
- το σύστημα διακυβέρνησης και εκτίμηση της καταλληλότητας του για το προφίλ κινδύνου της επιχείρησης
- την έκθεση στον κίνδυνο, χωριστά για κάθε κατηγορία κινδύνου, τη συγκέντρωση κινδύνων, των τεχνικών μείωσης του κινδύνου και την ευαισθησία στον κίνδυνο
- τα στοιχεία του ενεργητικού, τα τεχνικά αποθεματικά και τις λοιπές υποχρεώσεις, τις μεθόδους που χρησιμοποιούνται για την αποτίμησή τους, με επεξήγηση τυχόν

σημαντικών διαφορών στις μεθόδους που χρησιμοποιούνται για την αποτίμησή τους σε οικονομικές καταστάσεις

- τη διαχείριση των κεφαλαίων, συμπεριλαμβανομένων της διάρθρωσης, του ύψους και της ποιότητας των ιδίων κεφαλαίων, των ποσών των ελάχιστων κεφαλαιακών απαιτήσεων και των απαιτήσεων κεφαλαιακής επάρκειας.

Απαιτείται από τις εταιρείες να επικαιροποιούν τις πληροφορίες που δημοσιοποιούνται, ενώ τους επιτρέπεται να δημοσιοποιούν πρόσθετες πληροφορίες σε εθελοντική βάση. Επίσης, πρέπει να διαθέτουν γραπτώς τεκμηριωμένη πολιτική δημοσιοποίησης που να εξασφαλίζει τη διαρκή καταλληλότητα των πληροφοριών που δημοσιοποιούνται.

Η έκθεση για τη φερεγγυότητα και τη χρηματοοικονομική κατάσταση αποτελεί αντικείμενο έγκρισης από το διοικητικό ή το διαχειριστικό όργανο της ασφαλιστικής και δημοσιεύεται μόνο μετά την έγκριση αυτή.

Πανεπιστήμιο Περφάνης

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

ΚΙΝΔΥΝΟΣ ΜΑΚΡΟΒΙΟΤΗΤΑΣ – ΒΑΣΙΚΟΙ ΟΡΙΣΜΟΙ

2.1 Ορισμός του κινδύνου μακροβιότητας

Ως *κίνδυνος μακροβιότητας* ορίζεται ο κίνδυνος που υπάρχει ένας ασφαλισμένος να ζήσει περισσότερο από το αναμενόμενο. Το κύριο οικονομικό χαρακτηριστικό του κινδύνου μακροβιότητας είναι ότι αφορά συμβόλαια μακράς διάρκειας. Από οικονομική σκοπιά, η γήρανση του πληθυσμού οδηγεί σε αρκετές αλλαγές σε θέματα σχετικά με νομοθεσίες για τη συνταξιοδότηση και στην τιμολόγηση ασφαλιστικών προϊόντων. Για να αντιμετωπιστεί λοιπόν ο κίνδυνος μακροβιότητας κρίνεται σκόπιμο να παρουσιαστεί πρώτα η επίδραση της μακροβιότητας στην οικονομία.

2.1.1 Επίδραση του κινδύνου μακροβιότητας στην οικονομία

Ο κίνδυνος μακροβιότητας φαίνεται σαν ένας κίνδυνος τάσης και αφορά διάφορες οικονομικές οντότητες. Για παράδειγμα, οι κυβερνήσεις ενδιαφέρονται για την υγεία και αξιοπιστία των συνταξιοδοτικών τους ταμείων και πως αυτά συσχετίζονται με τον κίνδυνο μακροβιότητας. Επίσης έχουν γίνει μελέτες που δείχνουν ότι η βελτίωση της μακροβιότητας για ανθρώπους άνω των 80 είναι ένα γεγονός που έχει σημαντική επίδραση στο Ακαθάριστο Εγχώριο Προϊόν (ΑΕΠ) και στις πολιτικές αποφάσεις. Έτσι, η γήρανση του πληθυσμού έχει μακροοικονομικές συνέπειες και γενικά θεωρείται ως ένας παράγοντας οικονομικής δυσχέρειας για κάποιες χώρες.

Παρόλα αυτά, αυτό το πρόβλημα μετριάζεται από το γεγονός πως όταν αυξάνεται το προσδόκιμο ζωής, μαζί του αυξάνεται και η κατανάλωση. Πρέπει να σημειωθεί όμως ότι η γήρανση του πληθυσμού δεν σημαίνει απαραίτητα και μια γήρανση της οικονομίας αλλά αντιθέτως θα μπορούσε να σηματοδοτήσει την ανάπτυξη μιας οικονομίας σε διάφορους τομείς όπως τη φαρμακευτική, τους μηχανισμούς αυτοματισμού εντός των κατοικιών και την καλύτερη οργάνωση των πόλεων και των μεταφορών μεταξύ άλλων πραγμάτων. Σε πολλές ανεπτυγμένες χώρες, παρατηρείται μια αστική εκ νέου ανάπτυξη προκειμένου να διευκολύνεται η κυκλοφορία των γηραιότερων.

2.1.2 Νέες προσεγγίσεις για τον κίνδυνο μακροβιότητας

Επειδή όπως βλέπουμε ο κίνδυνος μακροβιότητας συναντάται σε διάφορες εκδοχές της οικονομίας, οι ελεγκτικές αρχές εισάγουν πιο εκλεπτυσμένες διαδικασίες προκειμένου να ομογενοποιήσουν πρακτικές σε θέματα επάρκειας κεφαλαίων και αξιολόγησης κινδύνου. Αφού, οι εξελίξεις στις ασφαλίσεις ζωής και πιο γενικά στην ασφάλιση βρίσκονται σε μια μεταβατική εποχή κρίνεται απαραίτητη μια αναβάθμιση των διαδικασιών αξιολόγησης του κινδύνου μακροβιότητας.

Μέχρι σήμερα οι πρακτικές που ακολουθούνται στις ασφαλίσεις ζωής βασίζονται σε μια ντετερμινιστική αντιμετώπιση του κινδύνου. Αν και αυτές οι πρακτικές κρίνονται επαρκείς ως προς την εξασφάλιση της απαραίτητης φερεγγυότητας για την ασφαλιστική εταιρεία, δε λαμβάνουν υπόψη οποιαδήποτε μη αναμενόμενη μεταβολή του κινδύνου. Πράγματι, το ποσό των προβλέψεων και η αξία των προϊόντων, προσδιορίζονται με ντετερμινιστικές μεθόδους και έτσι ο υπολογισμός των αποθεμάτων καταλήγει να είναι η καθαρή παρούσα αξία των μελλοντικών χρηματοροών της εταιρείας που προκύπτει με τη χρήση μιας καμπύλης προεξόφλησης αυτών. Τα νέα δεδομένα τονίζουν την ανάγκη ενσωμάτωσης της αγοραίας τιμής του κινδύνου στον υπολογισμό των αποθεματικών και τιμολόγηση των προϊόντων με τρόπο που να ενσωματώνει την τρέχουσες αξίες της αγοράς.

Για αυτόν τον σκοπό, οι ελεγκτές / ρυθμιστές χωρίζουν τους κινδύνους σε δύο κατηγορίες: Τους αντισταθμιζόμενους και τους μη αντισταθμιζόμενους. Οι δεύτεροι αποτελούν αντικείμενο μακράς συζήτησης και αντιμετωπίζονται ξεχωριστά. Για τους κινδύνους που μπορούν να αντισταθμιστούν, οι αντίστοιχες υποχρεώσεις που απορρέουν από αυτούς προσδιορίζονται μέσω της στρατηγικής αντιστάθμισης που χρησιμοποιείται.

2.2 Ο κίνδυνος μακροβιότητας υπό το Solvency II

Όπως είδαμε στο πρώτο κεφάλαιο το νέο ρυθμιστικό πλαίσιο Solvency II αποτελεί μια μεγάλη πρόκληση για την ευρωπαϊκή ασφαλιστική αγορά και στόχος του είναι να επαναξιολογήσει και να προσδιορίσει επαρκώς όλους τους τύπους κινδύνου στους οποίους εκτίθεται μια ασφαλιστική εταιρεία. Παρακάτω στο κεφάλαιο θα αναλυθούν κάποιες βασικές έννοιες όπως αυτή του SCR που ορίζεται ως το ύψος του κεφαλαίου που απαιτείται σήμερα για να καλύψει όλες τις ζημιές που μπορεί να συμβούν μέσα στον επόμενο χρόνο με πιθανότητα 99,5% (99,5% Value-at-Risk του διαθέσιμου κεφαλαίου). Για μια πιο λεπτομερή αναφορά και συζήτηση πάνω στο νέο ρυθμιστικό πλαίσιο, παραπέμπουμε στους Eling [26], Steffen [50] και Doff [23]. Μια σύγκριση μεταξύ διαφορετικών ρυθμιστικών πλαισίων φερεγγυότητας έχει γραφτεί από τον Holzmuller [34].

Οι ασφαλιστικές εταιρείες παροτρύνονται από την ΕΙΟΡΑ να χρησιμοποιήσουν (στοχαστικά) εσωτερικά μοντέλα για την ακριβέστερη δυνατή αξιολόγηση των κινδύνων τους. Μια διαδικασία όμως ανάπτυξης ενός τέτοιου μοντέλου είναι αρκετά χρονοβόρα και πολύπλοκη. Στο πλαίσιο αυτό, ένας από τους πιο κύριους κινδύνους που αφορά τις ασφαλιστικές εταιρείες που δραστηριοποιούνται στον κλάδο ζωής, είναι ο κίνδυνος μακροβιότητας (δηλαδή ο κίνδυνος ότι οι ασφαλισμένοι να επιζήσουν περισσότερο απ' ότι αναμένεται). Η σημαντικότητα αυτού του κινδύνου είναι πολύ πιθανόν να αυξηθεί ακόμα περισσότερο στο κοντινό μέλλον: Μια γενικευμένη μείωση στις συντάξεις του δημοσίου τομέα ταυτόχρονα με μια παροχή φορολογικών κινήτρων για κατεύθυνση των ασφαλιζόμενων σε ιδιωτικά συνταξιοδοτικά σχήματα, είναι σχεδόν βέβαιο ότι θα οδηγήσει σε περαιτέρω αύξηση της ζήτησης ασφαλιστικών συνταξιοδοτικών προϊόντων. Επιπλέον αυτού, ο κίνδυνος μακροβιότητας είναι ένα είδος συστημικού κινδύνου, που σημαίνει ότι δεν υπάρχει κάποιος τρόπος να εξαλειφθεί από ένα ασφαλιστικό χαρτοφυλάκιο. Επίσης, επί του παρόντος δε μπορεί ακόμα να αντισταθμιστεί. Υπάρχει αγορά παραγώγων προϊόντων επί της μακροβιότητας αλλά είναι σε πολύ πρώιμο στάδιο και χωρίς ρευστότητα, και έτσι δεν ενδείκνυται η χρήση των παραγώγων αυτών για την αντιστάθμιση του κινδύνου.

Όπως θα δούμε και παρακάτω πιο αναλυτικά, ο κίνδυνος μακροβιότητας υπό το Solvency II λογίζεται ως κομμάτι του κινδύνου underwriting. Το SCR υπολογίζεται σύμφωνα με τη μεταβολή που επέρχεται στις υποχρεώσεις τις ασφαλιστικής εταιρείας σε περίπτωση ενός άλματος μακροβιότητας που υποθετικά μειώνει τα ποσοστά θνησιμότητας. Μέχρι και το QIS4 (Quantitative Impact Studies που διεξάγονται από την ΕΙΟΡΑ), αυτή η μείωση είχε ρυθμιστεί στο 25% αφού αυτό είναι το ποσοστό που οι μεγαλύτερες ασφαλιστικές στο Η.Β. θεωρούν ότι συνάδει με το σκεπτικό του 99,5% Value-at-risk που περιβάλλει το Solvency II (ΕΙΟΡΑ [11]). Αν και πολλές συζητήσεις έγιναν για αυτό το ποσοστό (25%) (ΕΙΟΡΑ [14,27]), με πολλούς να το θεωρούν αρκετά υψηλό, η ΕΙΟΡΑ αποφάσισε τη χρήση του στο QIS4 αφού δηλώνει πως μια μείωση των ποσοστών θνησιμότητας κατά 25% στο μέλλον δεν είναι εκτός πραγματικότητας. Παρόλα αυτά, ένας ακόμα λόγος που το ποσοστό είναι αρκετά μεγάλο είναι και η τυποποιημένη προσέγγιση της ΕΙΟΡΑ η οποία στοχευόμενα είναι αρκετά συντηρητική προκειμένου να αφήνει αρκετό χώρο στις ασφαλιστικές να αναπτύξουν τα δικά τους μοντέλα.

Εκτός του ποσοστού του άλματος, και η δομή του κινδύνου μακροβιότητας έχει υπάρξει σημαντικό πεδίο συζητήσεων. Πιο συγκεκριμένα, πολλοί από τους συμμετέχοντες στο QIS4 υποστηρίζουν πως ο τρόπος που εμπεριέχεται ο κίνδυνος μακροβιότητας στον υπολογισμό του SCR (δηλαδή υπό τη μορφή ενός μοναδικού άλματος) δεν αντικατοπτρίζει στην πραγματικότητα την ακριβή έννοια του κινδύνου μακροβιότητας (ΕΙΟΡΑ [15,17]). Δηλαδή δεν επιτρέπει μια σταδιακή αύξηση των

προσδοκώμενων μελλοντικών ποσοστών θνησιμότητας που να εξαρτάται από την ηλικία αλλά υπολογίζει για τα παραπάνω το ισοδύναμο άλμα θνησιμότητας και το ενσωματώνει στον υπολογισμό του SCR. Αυτό σαν αποτέλεσμα θα μπορούσε να οδηγήσει τις ασφαλιστικές εταιρείες σε περισσότερα απ' ότι πρέπει απαιτούμενα κεφάλαια φερεγγυότητας στην περίπτωση που το άλμα μακροβιότητας έχει υπερ-εκτιμηθεί. Στην αντίθετη περίπτωση, δηλαδή σε υπο-εκτίμηση του άλματος, ο κίνδυνος πτώχευσης της εταιρείας θα ήταν σημαντικά μεγαλύτερος από το επιτρεπτό ποσοστό του 0,5% όπως αυτό ορίζεται στο Solvency II.

Επομένως, απαιτείται μια εις βάθος ανάλυση που να δείχνει αν μια αλλαγή στις υποχρεώσεις της εταιρείας λόγω ενώ άλματος μακροβιότητας (25%) αποτελεί μια λογική προσέγγιση του 99,5% VaR του Διαθέσιμου Κεφαλαίου (Available Capital).

2.3 Γενικοί Ορισμοί

Πριν προχωρήσουμε όμως στην εξέταση των μοντέλων στα παρακάτω κεφάλαια, κρίνεται αναγκαίο να οριστούν κάποια χρήσιμα μεγέθη. Διαισθητικά, οι **Κεφαλαιακές Απαιτήσεις Φερεγγυότητας (SCR)** υπό το Solvency II ορίζονται ως το κεφάλαιο που απαιτείται τη χρονική στιγμή $t=0$ για να καλύπτονται όλες οι πιθανές ζημιές μέχρι τη χρονική στιγμή $t=1$ με μια πιθανότητα τουλάχιστον 99,5%. Παρόλα αυτά, για να δοθεί ένας ακριβής ορισμός του SCR, πρέπει πρώτα να εισάγουμε την έννοια Διαθέσιμο Κεφάλαιο (Available Capital).

Εξ ορισμού, το **Διαθέσιμο Κεφάλαιο** στο χρόνο t , AC_t , είναι η διαφορά μεταξύ της αγοραίας αξίας των περιουσιακών στοιχείων από την αγοραία αξία των υποχρεώσεων τη στιγμή t . Επομένως, είναι ένα μέτρο του κεφαλαίου που είναι διαθέσιμο για να καλύψει μελλοντικές ζημιές. Γενικά, η αγοραία αξία των περιουσιακών στοιχείων μια εταιρείας μπορεί να προκύψει σχετικά εύκολα: Είτε η τιμή των στοιχείων είναι διαθέσιμη και μπορεί να παρθεί κατευθείαν από τη χρηματιστηριακή αγορά (mark-to-market), είτε μπορεί να υπολογιστεί μέσω βασικών μεθόδων (mark-to-model). Η αγοραία αξία όμως των υποχρεώσεων είναι δύσκολο να προσδιοριστεί. Δεν υπάρχει ρευστή αγορά για τις υποχρεώσεις που προκύπτουν από τα ασφαλιστικά συμβόλαια της εταιρίας. Σε αυτά υπάρχουν ενσωματωμένα δικαιώματα και εγγυήσεις καθιστώντας έτσι τη δομή των υποχρεώσεων αρκετά πολύπλοκη, τέτοια που τα βασικά μοντέλα για εκτίμηση περιουσίας δεν μπορούν να εφαρμοστούν απευθείας. Ως εκ τούτου, η αγοραία αξία των υποχρεώσεων υπό το Solvency II, ονομάζεται Τεχνικά Αποθέματα (Technical Provisions - TP), και αποτελείται από τη Βέλτιστη Εκτίμηση των Υποχρεώσεων (Best Estimate Liabilities - BEL) και ένα Περιθώριο Κινδύνου (Risk Margin - RM).

Το **Περιθώριο Κινδύνου** μπορεί να ερμηνευθεί ως ένας μη αντισταθμιζόμενος κίνδυνος και πρέπει «να βεβαιώνει ότι η αξία των τεχνικών αποθεμάτων είναι ισοδύναμη του ποσού που ασφαλιστικές επιχειρήσεις θα αναμένεται να απαιτήσουν για να αναλάβουν και να εκπληρώσουν τις ασφαλιστικές υποχρεώσεις» (ΕΙΟΡΑ [12]). Έτσι, σε περίπτωση που μια εταιρεία καταστεί αφερέγγυα, το περιθώριο κινδύνου θα πρέπει να είναι αρκετά μεγάλο έτσι ώστε μια άλλη εταιρεία να μπορεί να εγγραφεί για τη σωστή διαχείριση του χαρτοφυλακίου των συμβολαίων. Η σύνθεση του γίνεται με μια προσέγγιση μέσω του κόστους κεφαλαίου και αντανακλά την απαιτούμενη απόδοση, πλέον της ακίνδυνης απόδοσης, σε περιουσιακά στοιχεία που καλύπτουν το μελλοντικό SCR.

Επομένως το περιθώριο κινδύνου μπορεί να οριστεί μέσω του παρακάτω τύπου (ΕΙΟΡΑ [16]):

$$RM := \sum_{t \geq 0} \frac{(CoC) \times (SCR_t)}{(1 + i_{t+1})^{t+1}} \quad (1)$$

όπου SCR_t είναι το SCR τη χρονική στιγμή t , i_t είναι το ετήσιο χωρίς κίνδυνο επιτόκιο τη στιγμή 0 για ληκτότητα t , και CoC είναι το ποσοστό κόστους κεφαλαίου (η απαιτούμενη απόδοση πλέον της ακίνδυνης απόδοσης).

Το SCR ορίζεται ως το 99.5% VaR του διαθέσιμου κεφαλαίου πάνω από ένα χρόνο, για παράδειγμα το ελάχιστο ποσό x για το οποίο (Bauer [3]):

$$P(AC_t > 0 | AC_0 = x) \geq 99.5\% \quad (2)$$

Αυτός όμως ο ορισμός δεν είναι αρκετά πρακτικός σε (αριθμητικούς) υπολογισμούς, συνήθεστερα χρησιμοποιείται ο ακόλουθος ισοδύναμος ορισμός [3]:

$$SCR_{VaR} := \underbrace{\operatorname{argmin}}_x \{P(AC_0 - \frac{AC_1}{1+i_1} > x) \leq 0.005\} \quad (3)$$

Από την (1) και (3), γίνεται φανερός ένας αμοιβαίος συσχετισμός μεταξύ AC (available capital) και SCR: Το SCR υπολογίζεται ως το Value-at-Risk του AC, και το AC εξαρτάται στη σειρά του από το SCR μέσω του Risk Margin. Προκειμένου να αντιμετωπιστεί αυτή η κυκλική σχέση, η ΕΙΟΡΑ [15] δηλώνει ότι – όποτε η μεταβολή του κινδύνου underwriting ζωής βασίζεται στην αλλαγή της αξίας των περιουσιακών στοιχείων μείον τις υποχρεώσεις – οι υποχρεώσεις δεν θα πρέπει να περιέχουν Risk Margin κατά τη σύνθεση του SCR. Επομένως, προκύπτει ότι το Risk Margin δε μεταβάλλεται σε διαφορετικά σενάρια και ότι η αλλαγή του Available Capital μπορεί να προσδιοριστεί από την αλλαγή στην Καθαρή Αξία Περιουσιακών Στοιχείων (Net Asset Value):

$$NAV_t := A_t - BEL_t$$

Εδώ, το A_t δείχνει την αγοραία αξία των ΠΣ (περιουσιακών στοιχείων) και το BEL_t , τη βέλτιστη εκτίμηση των υποχρεώσεων τη χρονική στιγμή t . Για λόγους απλότητας θα αναφερόμαστε στο BEL_t με τον όρο υποχρεώσεις στην υπόλοιπη εργασία.

2.4 Οι κεφαλαιακές απαιτήσεις για τον κίνδυνο μακροβιότητας

Όπως αναφέρθηκε στην εισαγωγή, το βασικό μοντέλο του Solvency II ακολουθεί μια προσέγγιση με κινδύνους και υπο-κινδύνους, όπου για κάθε κίνδυνο / υπο-κίνδυνο υπολογίζεται ένα ξεχωριστό SCR. Έπειτα όλα τα SCR αθροίζονται με βάση προσυμφωνημένους συντελεστές συσχέτισης που παρέχονται έτοιμοι από την ΕΙΟΠΑ. Επομένως, για την υποεπάρκεια του κινδύνου μακροβιότητας το SCR πρέπει, κατ' αρχήν, να υπολογίζεται ως:

$$SCR_{\text{long}}^{\text{VaR}} := \underbrace{\text{argmin}}_x \left\{ P\left(NAV_0 - \frac{NAV_1}{1+i_1} > x\right) \leq 0.005 \right\} \quad (4)$$

όπου τα BEL_t και A_t στον ορισμό του NAV_t , αντιστοιχούν στις υποχρεώσεις όλων των συμβολαίων που εκτίθενται στον κίνδυνο μακροβιότητας και στα συσχετιζόμενα περιουσιακά στοιχεία αντιστοίχως.

Σε αυτό το σημείο κρίνεται χρήσιμο και βοηθητικό για την γενικότερη κατανόηση του πλαισίου της εργασίας να παρατεθεί η παράγραφος IV της Οδηγίας 2009/138/EK, που αφορά την Τυποποιημένη μέθοδο για την Κεφαλαιακή Απαίτηση Φερεγγυότητας (SCR) και έχει δημοσιευθεί από την ΕΙΟΠΑ.

Στη συγκεκριμένη παράγραφο παρέχεται η παρακάτω ανάλυση σχετικά με τον υπολογισμό του SCR:

(i) Υπολογισμός της βασικής Κεφαλαιακής Απαίτησης Φερεγγυότητας

Η βασική Κεφαλαιακή Απαίτηση Φερεγγυότητας (SCR), υπολογίζεται ως εξής:

$$\text{Βασικό SCR} = \sqrt{\sum_{i,j} (\text{Corr}_{i,j}) \times (\text{SCR}_i) \times (\text{SCR}_j)}$$

όπου SCR_i αναπαριστά την ενότητα κινδύνου i και SCR_j αναπαριστά την ενότητα κινδύνου j και όπου i, j σημαίνει ότι το άθροισμα πρέπει να καλύπτει όλους τους δυνατούς συνδυασμούς των i και j . Στον υπολογισμό SCR_i και SCR_j αντικαθίστανται από τα εξής:

α) $SCR_{\zeta\eta\mu\acute{\iota}\omega\upsilon\upsilon}$ αναπαριστά την ενότητα του κινδύνου ανάληψης ασφαλίσεων κατά ζημιών

β) $SCR_{\zeta\omega\acute{\eta}\varsigma}$ αναπαριστά την ενότητα του κινδύνου ανάληψης ασφαλίσεων ζωής

γ) $SCR_{\upsilon\gamma\epsilon\iota\alpha\varsigma}$ αναπαριστά την ενότητα του κινδύνου ανάληψης ασφαλίσεων υγείας

δ) $SCR_{\alpha\gamma\omicron\rho\acute{\alpha}\varsigma}$ αναπαριστά την ενότητα του κινδύνου αγοράς

ε) $SCR_{\alpha\theta\acute{\epsilon}\tau\eta\sigma\eta}$ αναπαριστά την ενότητα του κινδύνου αθέτησης αντισυμβαλλόμενου

Ο παράγοντας $Corr_{i,j}$ αναπαριστά το στοιχείο που αναφέρεται στη γραμμή i και στη στήλη j του ακόλουθου πίνακα συσχέτισης:

$i \backslash j$	Αγορά	Αθέτηση	Ζωή	Υγεία	Ζημιές
Αγορά	1	0,25	0,25	0,25	0,25
Αθέτηση	0,25	1	0,25	0,25	0,5
Ζωή	0,25	0,25	1	0,25	0
Υγεία	0,25	0,25	0,25	1	0
Ζημιές	0,25	0,5	0	0	1

(ii) *Υπολογισμός της ενότητας «κίνδυνος ανάληψης ασφαλίσεων κατά ζημιών»*

Η ενότητα του κινδύνου ανάληψης ασφαλίσεων κατά ζημιών υπολογίζεται ως ακολούθως:

$$SCR_{\zeta\eta\mu\acute{\iota}\omega\upsilon\upsilon} = \sqrt{\sum_{i,j} (Corr_{i,j}) \times (SCR_i) \times (SCR_j)}$$

όπου SCR_i αναπαριστά την υποενότητα κινδύνου i και SCR_j αναπαριστά την υποενότητα κινδύνου j και όπου i, j σημαίνει ότι το άθροισμα πρέπει να καλύπτει όλους τους δυνατούς συνδυασμούς των i και j . Στον υπολογισμό SCR_i και SCR_j αντικαθίστανται από τα εξής:

α) $SCR_{\alpha\sigma\acute{\phi}\acute{\alpha}\lambda\iota\sigma\tau\rho\upsilon\ \kappa\alpha\iota\ \tau\epsilon\chi\eta\kappa\acute{\omega}\nu\ \pi\rho\omicron\beta\lambda\acute{\epsilon}\psi\epsilon\omega\upsilon\ \alpha\sigma\phi\acute{\alpha}\lambda\iota\sigma\epsilon\omega\upsilon\ \kappa\alpha\tau\acute{\alpha}\ \zeta\eta\mu\acute{\iota}\omega\upsilon\upsilon}$ αναπαριστά την υποενότητα του κινδύνου ασφάλιστρου και τεχνικών προβλέψεων ασφαλίσεων κατά ζημιών

β) $SCR_{\kappa\alpha\tau\alpha\sigma\tau\rho\omicron\phi\iota\kappa\acute{\omicron}\ \kappa\acute{\iota}\nu\delta\upsilon\iota\omicron\varsigma\ \alpha\sigma\phi\acute{\alpha}\lambda\iota\sigma\epsilon\omega\upsilon\ \kappa\alpha\tau\acute{\alpha}\ \zeta\eta\mu\acute{\iota}\omega\upsilon\upsilon}$ αναπαριστά την υποενότητα του καταστροφικού κινδύνου ασφαλίσεων κατά ζημιών

(iii) **Υπολογισμός της ενότητας «κίνδυνος ανάληψης ασφαλίσεων ζωής»**

Η ενότητα του κινδύνου ανάληψης ασφαλίσεων ζωής υπολογίζεται ως ακολούθως:

$$SCR_{ζωή} = \sqrt{\sum_{i,j} (\text{Corr}_{i,j}) \times (SCR_i) \times (SCR_j)}$$

όπου SCR_i αναπαριστά την υποενότητα κινδύνου i και SCR_j αναπαριστά την υποενότητα κινδύνου j και όπου i, j σημαίνει ότι το άθροισμα πρέπει να καλύπτει όλους τους δυνατούς συνδυασμούς των i και j . Στον υπολογισμό SCR_i και SCR_j αντικαθίστανται από τα εξής:

- α) $SCR_{\theta\eta\sigma\iota\mu\acute{o}\tau\eta\tau\alpha}$ αναπαριστά την υποενότητα του κινδύνου θνησιμότητας,
- β) **$SCR_{\mu\alpha\kappa\rho\beta\iota\acute{o}\tau\eta\tau\alpha}$ αναπαριστά την υποενότητα του κινδύνου μακροβιότητας,**
- γ) $SCR_{\alpha\nu\iota\kappa\alpha\nu\acute{o}\tau\eta\tau\alpha}$ αναπαριστά την υποενότητα του κινδύνου ανικανότητας – νοσηρότητας,
- δ) $SCR_{\epsilon\acute{x}\omicron\delta\omega\nu\zeta\omega\eta\varsigma}$ αναπαριστά την υποενότητα του κινδύνου εξόδων ασφάλισης ζωής,
- ε) $SCR_{\alpha\nu\alpha\theta\epsilon\acute{\omega}\rho\eta\sigma\eta}$ αναπαριστά την υποενότητα του κινδύνου αναθεώρησης,
- στ) $SCR_{\kappa\alpha\tau\alpha\gamma\gamma\epsilon\lambda\iota\alpha\varsigma}$ αναπαριστά την υποενότητα του κινδύνου καταγγελίας,
- ζ) $SCR_{\kappa\alpha\tau\alpha\sigma\tau\rho\omicron\phi\iota\kappa\acute{o}\varsigma\kappa\iota\nu\delta\upsilon\nu\omicron\varsigma\alpha\sigma\phi\acute{\alpha}\lambda\iota\sigma\eta\varsigma\zeta\omega\eta\varsigma}$ αναπαριστά την υποενότητα του καταστροφικού κινδύνου ασφάλισης ζωής

(iv) **Υπολογισμός της ενότητας «κίνδυνος αγοράς»**

Η ενότητα του κινδύνου υπολογίζεται ως ακολούθως:

$$SCR_{\alpha\gamma\omicron\rho\acute{\alpha}} = \sqrt{\sum_{i,j} (\text{Corr}_{i,j}) \times (SCR_i) \times (SCR_j)}$$

όπου SCR_i αναπαριστά την υποενότητα κινδύνου i και SCR_j αναπαριστά την υποενότητα κινδύνου j και όπου i, j σημαίνει ότι το άθροισμα πρέπει να καλύπτει

όλους τους δυνατούς συνδυασμούς των i και j . Στον υπολογισμό SCR_i και SCR_j αντικαθίστανται από τα εξής:

- α) $SCR_{\text{επιτοκίου}}$ αναπαριστά την υποεπένδυση του κινδύνου επιτοκίου,
- β) $SCR_{\text{μετοχών}}$ αναπαριστά την υποεπένδυση του κινδύνου μετοχών,
- γ) $SCR_{\text{τιμών ακινήτων}}$ αναπαριστά την υποεπένδυση του κινδύνου τιμών ακινήτων,
- δ) $SCR_{\text{πιστωτικού περιθωρίου}}$ αναπαριστά την υποεπένδυση του κινδύνου πιστωτικού περιθωρίου,
- ε) $SCR_{\text{συναλλαγματικός}}$ αναπαριστά την υποεπένδυση του συναλλαγματικού κινδύνου,
- στ) $SCR_{\text{συγκέντρωσης}}$ αναπαριστά την υποεπένδυση του κινδύνου συγκέντρωσης αγοράς.

Όπως φαίνεται λοιπόν ο κίνδυνος μακροβιότητας αποτελεί ένα σημαντικό κομμάτι του κινδύνου ανάληψης ασφαλίσεων ζωής. Για την ακρίβεια είναι συμπληρωματικός ως πιθανότητα του κινδύνου θνησιμότητας και μαζί συνθέτουν την πιο κύρια κατηγορία κινδύνου στις ασφαλίσεις ζωής.

Επομένως, στον τρέχον προσδιορισμό του βασικού μοντέλου του Solvency II, το SCR για τον κίνδυνο μακροβιότητας – σαν μια προσέγγιση του SCR_{long}^{VaR} – ορίζεται ως η αλλαγή στην Καθαρή Αξία Περιουσιακών Στοιχείων (NAV) εξαιτίας του άλματος μακροβιότητας (longevity shock) τη χρονική στιγμή $t=0$ (EIOPA [12]):

$$SCR_{long}^{shock} := NAV_0 - (NAV_0 | longevity\ shock) \quad (5)$$

Το άλμα μακροβιότητας είναι μια μόνιμη μείωση των ποσοστών θνησιμότητας για κάθε ηλικία κατά 25%. Το άλμα θεωρείται ότι συμβάλει σε συστημικές αλλαγές στη θνησιμότητα και δεν αντιμετωπίζεται σαν κάποιος μικρός δειγματικός κίνδυνος. Για αυτό, αγνοούμε οποιονδήποτε μικρό, δειγματικό κίνδυνο στην Value-at-Risk προσέγγιση μας παρακάτω, μιας και αν περιλαμβάναμε τέτοιου τύπου κινδύνους θα αλλοίωναν τα αποτελέσματα της σύγκρισης μας στα παρακάτω κεφάλαια. Στην υπόλοιπη εργασία, όταν αναφέρεται το SCR θα εννοούμε ότι είναι το SCR που αφορά τον κίνδυνο μακροβιότητας, και για αυτό το λόγο παραλείπεται ο δείκτης *long*.

2.5 Απαιτήσεις Μοντέλου Θνησιμότητας

Η σύνθεση του SCR για τον κίνδυνο μακροβιότητας μέσω της VaR προσέγγισης προφανώς απαιτεί στοχαστική μοντελοποίηση της θνησιμότητας. Υπάρχει βιβλιογραφία με αρκετά στοχαστικά μοντέλα που έχουν προταθεί. Παρόλα

αυτά, πολύ λίγα από αυτά τα μοντέλα είναι κατάλληλα για σύνθεση του VaR για ορίζοντα μεγαλύτερο του ενός χρόνου.

Από τη σκοπιά μια ασφαλιστικής, για ένα συνταξιοδοτικό πρόγραμμα, ο κίνδυνος μακροβιότητας, στον ορίζοντα ενός έτους υπό το Solvency II, αποτελείται από δύο τμήματα: **Πρώτον, υπάρχει ο κίνδυνος η θνησιμότητα του επόμενου χρόνου να είναι (σημαντικά) χαμηλότερη από την αναμενόμενη, π.χ. ένας ήπιος χειμώνας οδηγεί σε λιγότερους θανάτους λόγω ιώσεων. Δεύτερον, υπάρχει ο κίνδυνος μείωσης της θνησιμότητας πέρα του ενός χρόνου, όπου ένα κλασσικό παράδειγμα είναι η ανακάλυψη μεθόδων θεραπείας του καρκίνου.** Ένα καινούριο φάρμακο κατά του καρκίνου θα έπρεπε να εξεταστεί διεξοδικά στην αρχή και θα έπαιρνε αρκετό χρόνο μέχρι να γίνει διαθέσιμο σε ομάδα ανθρώπων αρκετά μεγάλη έτσι ώστε να επηρεαστούν τα ποσοστά θνησιμότητας. Έτσι, είναι σχετικά απίθανο να παρατηρηθεί αλλαγή στη θνησιμότητα του επόμενου χρόνου, αλλά μακροπρόθεσμα θα έπρεπε να γίνουν κάποιες υποθέσεις για τα επίπεδα θνησιμότητας. Και στις δύο περιπτώσεις του κινδύνου μακροβιότητας οδηγούμαστε σε υψηλότερες υποχρεώσεις τη χρονική στιγμή $t=1$: στην πρώτη περίπτωση αυτό συμβαίνει γιατί περισσότεροι ασφαλισμένοι είναι ζωντανόι απ' ότι περιμέναμε και στη δεύτερη περίπτωση γιατί όσοι είναι ακόμα εν ζωή επιφέρουν μεγαλύτερες υποχρεώσεις στη βάση βέλτιστης εκτίμησης απ' ότι είχαν υπολογιστεί την $t=0$. Επομένως, προκειμένου να εκτιμήσουμε τον κίνδυνο μακροβιότητας για ορίζοντα μεγαλύτερο του χρόνου, χρειαζόμαστε ένα στοχαστικό μοντέλο θνησιμότητας που να υπολογίζει και τα δύο παραπάνω ενδεχόμενα.

2.5.1 Spot Μοντέλα

Τα πιο συνηθισμένα μοντέλα θνησιμότητας ανήκουν στην κατηγορία των spot μοντέλων στα οποία μοντελοποιείται μόνο η περιοδική θνησιμότητα. Για να ληφθούν υπόψη αναμενόμενες αλλαγές στη θνησιμότητα σε βάθος χρόνου (συνηθέστερα υποθέτοντας μια μείωση στη θνησιμότητα), τα spot μοντέλα κάνουν μια υπόθεση τάσης θνησιμότητας. Στην πράξη όμως, στα περισσότερα spot μοντέλα αυτή η τάση ρυθμίζεται ως μέρος της διαδικασίας βαθμονόμησης (calibration process) και διαφορετικά σενάρια περιοδικής θνησιμότητας εκλαμβάνονται ως αποκλίσεις από αυτήν την αρχική ρύθμιση της τάσης. Αυτό σημαίνει ότι οι υποχρεώσεις τη στιγμή $t=1$ πάντα υπολογίζονται με βάση την υπόθεση τάσης θνησιμότητας που έγινε την $t=0$ και έτσι αυτά τα μοντέλα δεν υπολογίζουν την δεύτερη περίπτωση του κινδύνου μακροβιότητας.

Κάποιοι συγγραφείς έχουν ξεπεράσει το πρόβλημα της υπόθεσης σταθερής τάσης θνησιμότητας και επιτρέπουν ρητώς αλλαγές στην τάση. Για παράδειγμα, ο Cox [20] προτείνει ένα πολύ κατανοητό μοντέλο που περιλαμβάνει παραδοχές για

άλματα θνησιμότητας και μειώσεις τάσης θνησιμότητας. Όμως, πέρα από το γεγονός ότι η βαθμονόμηση του μοντέλου του βασίζεται σημαντικά σε γνώμη ειδικού (expert judgment), επιτρέπονται μόνο προσωρινές αλλαγές τάσης. Μακροπρόθεσμα η υπόθεση τάσης θνησιμότητας είναι συγκεκριμένη και σταθερή και έτσι να μην ο κίνδυνος μακροβιότητας καλύπτεται σε βάθος χρόνου, αλλά μόνο ορισμένα σημεία του. Αρκετά παρόμοια σημεία υπάρχουν στα μοντέλα των Biffis [4] και Hari [31] όπου η διαδικασία που μοντελοποιεί την τάση θνησιμότητας είναι αυτή της αντιστροφής του μέσου με σταθερό μέσο τη χρονική στιγμή $t=0$ (mean reverting with the mean fixed at $t=0$). Ο Milidonis [42] έχει μια διαφορετική προσέγγιση και χρησιμοποιεί ένα σύστημα Markov με εναλλαγή μοντέλων με διαφορετικής υποθέσεις τάσης και μεταβλητότητας στα δύο υπό εξέταση συστήματα θνησιμότητας. Στο μοντέλο του όμως, η αναμενόμενη μακροπρόθεσμη τάση θνησιμότητας κυρίως ρυθμίζεται μέσω της στάσιμης κατανομής της Markov αλυσίδας και για αυτό το λόγο το μοντέλο δεν επαρκεί για τον εντοπισμό πιθανών αλλαγών στη αναμενόμενη μακροπρόθεσμη τάση θνησιμότητας. Ένας τρόπος για να ξεπεραστεί αυτό το πρόβλημα παρουσιάζεται από τον Sweeting [52] που ενσωματώνει μια μέθοδο αλλαγής τάσης στο μοντέλο του Cairns [7]. Οι παράμετροι τάσης στους δύο στοχαστικούς παράγοντες μπορούν να αλλάξουν με το χρόνο και, σε αντίθεση με τα προηγούμενα μοντέλα, οι τρέχοντες παράμετροι τάσης πάντα προσδιορίζουν την βέλτιστη τάση θνησιμότητας μέχρι το άπειρο. Παρόλα αυτά, εξαιτίας μόλις τριών πιθανών σεναρίων για κάθε παράμετρο τάσης σε προσομοίωση ενός χρόνου (ανοδική / καθοδική κίνηση κατά ένα συγκεκριμένο ποσό ή σταθερή), το εύρος των πιθανών αλλαγών τάσης πέρα του ενός χρόνου είναι πολύ περιορισμένο. Αυτό καθιστά τον υπολογισμό του 99.5% ποσοστημορίου αδύνατο μιας και για να είναι ένας τέτοιος υπολογισμός ακριβής, η κατανομή του μεγέθους των αλλαγών τάσης θα πρέπει να είναι (τουλάχιστον στο περίπου) συνεχής. Για αυτό το λόγο, καταλήγουμε στο γεγονός ότι ακόμα και αρκετά προσφάτως ανεπτυγμένα spot μοντέλα που λαμβάνουν υπόψη αλλαγές τάσης δεν μπορούν να εφαρμοστούν απευθείας στο πλαίσιο του Solvency II.

2.5.2 Forward Μοντέλα

Μια ομάδα μοντέλων θνησιμότητας που αντιμετωπίζει τα αναφερθέντα μειονεκτήματα των spot μοντέλων είναι τα λεγόμενα μοντέλα μελλοντικής θνησιμότητας (forward maturity models). Αυτά τα μοντέλα μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως μια προέκταση των spot μοντέλων στη διάσταση χρόνου / ληκτότητας μιας και δέχονται την προσδοκώμενη μελλοντική θνησιμότητα σαν μια μεταβλητή και έτσι το μοντέλο προσαρμόζεται συνεχώς ανάλογα με τις αλλαγές που συμβαίνουν στην προσδοκώμενη μελλοντική θνησιμότητα. Έτσι επιτρέπει την

ταυτόχρονη εξέλιξη της πραγματοποιηθείσας θνησιμότητας και τις αλλαγές στην μακροπρόθεσμη προσδοκώμενη θνησιμότητα. Ακόμα και αλλαγές σε προσδοκώμενη θνησιμότητα σε συγκεκριμένες χρονικές περιόδους στο μέλλον μπορούν να μοντελοποιηθούν σε αντίθεση με spot μοντέλα εναλλαγής τάσεων όπου αλλαγές στις παραμέτρους τάσης επηρεάζουν την προσδοκώμενη θνησιμότητα σε όλες τις μελλοντικές περιόδους. Αυτό καθιστά τα forward μοντέλα πιο πολύπλοκα από τα spot αλλά είναι κάτι που δε μπορεί να αποφευχθεί προκειμένου να έχουμε έναν λογικό υπολογισμό του Value-at-Risk ενός χρόνου. Επιπλέον, ακόμα και αν υπήρχε ένα επαρκές spot μοντέλο, και πάλι ένα forward μοντέλο θα είχε το πλεονέκτημα ότι δεν θα απαιτούσε εμφυτευμένες προσομοιώσεις για τον υπολογισμό των υποχρεώσεων τη στιγμή $t=1$. Σε ένα πλαίσιο forward μοντελοποίησης, αυτές οι υποχρεώσεις μπορούν να υπολογιστούν κατευθείαν με βάση τη τρέχον τάση θνησιμότητας, ενώ κατά τη χρήση ενός spot μοντέλου, για κάθε προσομοίωση διάρκειας ενός χρόνου κάθε φορά χρειάζεται και ένα διαφορετικό σετ παραδοχών προκειμένου εν τέλει να υπολογιστούν οι υποχρεώσεις μέσω Monte Carlo προσομοίωσης.

Για την ανάλυση μας στις παρακάτω ενότητες, χρησιμοποιείται μια ελαφρώς τροποποιημένη εκδοχή του μοντέλου μελλοντικής θνησιμότητας του Bauer [1,2]. Forward μοντέλα έχουν προταθεί και από άλλους συγγραφείς (Dahl [21], Miltersen and Persson [43], Cairns [8]), που όμως, δεν παρέχουν λεπτομερείς προδιαγραφές των μοντέλων τους. Έτσι, το μοντέλο Bauer είναι το μόνο forward μοντέλο που είναι άμεσα διαθέσιμο για πρακτικές εφαρμογές. Στην ακόλουθη υποενότητα, εισάγεται το πλαίσιο της μελλοντικής θνησιμότητας, στο οποίο περιλαμβάνεται και το μοντέλο Bauer.

2.6 Στοχαστική Προσέγγιση του Μοντέλου της Μελλοντικής Θνησιμότητας

Για το υπόλοιπο αυτής της εργασίας ορίζουμε ένα χρονικό ορίζοντα T^* και ένα φιλτραρισμένο χώρο πιθανοτήτων $(\Omega, \mathcal{F}, \mathbf{F}, \mathbf{P})$, όπου $\mathbf{F} = (\mathcal{F}_t)_{0 \leq t \leq T^*}$ ικανοποιεί τις συνήθεις υποθέσεις. Υποθέτουμε ένα μεγάλο αλλά συγκεκριμένο (fixed) πληθυσμό ατόμων, που είναι λογικός μιας και δε λαμβάνουμε υπόψη οποιονδήποτε μικρό δειγματικό κίνδυνο στις αρχικές παραδοχές μας. Κάθε ηλικιακή ομάδα σε αυτόν τον πληθυσμό, συμβολίζεται με x_0 τη στιγμή $t_0 = 0$. Επίσης υποθέτουμε ότι η βέλτιστη εκτίμηση μελλοντικής τάσης θνησιμότητας (μ_t) με λήξη T από τη στιγμή t ,

$$\mu_t(T, x_0) := - \frac{\partial}{\partial T} \log \{ \mathbf{E} \mathbf{p} [{}_T p_{x_0}^{(T)} \mid \mathbf{F}_t] \} \stackrel{T > t}{=} - \frac{\partial}{\partial T} \log \{ \mathbf{E} \mathbf{p} [{}_{T-t} p_{x_0+t}^{(T)} \mid \mathbf{F}_t] \} \quad (6)$$

είναι καλώς ορισμένη. Εδώ, το ${}_{T-t} p_{x_0+t}^{(T)}$ συμβολίζει την αναλογία όσων με ηλικία x_0+t τη στιγμή $t \leq T$ επιβιώνουν μέχρι τη στιγμή T , είναι δηλαδή ο ρυθμός επιβίωσης ή

αλλιώς η «πραγματοποιηθείσα πιθανότητα επιβίωσης». Επιπλέον, υποθέτουμε ότι $(\mu_t(T, x_0))$ ικανοποιεί τις στοχαστικές διαφορικές εξισώσεις:

$$d\mu_t(T, x_0) = \alpha(t, T, x_0)dt + \sigma(t, T, x_0)dW_t \quad (7)$$

όπου $\mu_0(T, x_0) > 0$ και $x_0, T \geq 0$

όπου $(W_t)_{t \geq 0}$ είναι μια κίνηση Brown (βλ. Παράρτημα) ανεξάρτητη της χρηματοοικονομικής αγοράς, και $\alpha(t, T, x_0)$ όπως και $\sigma(t, T, x_0)$ είναι συνεχής στο t . Επιπρόσθετα, ο όρος $\alpha(t, T, x_0)$ που συμβολίζει την ταχύτητα αλλαγής τάσης πρέπει να ικανοποιεί την παρακάτω εξίσωση (Bauer [1]):

$$\alpha(t, T, x_0) = \sigma(t, T, x_0) \times \int_t^T \sigma(t, s, x_0)' ds \quad (8)$$

Αυτό υποθέτει ότι ένα μοντέλο μελλοντικής θνησιμότητας ορίζεται πλήρως από τη διακύμανση $\sigma(t, T, x_0)$ και την αρχική καμπύλη $\mu_0(T, x_0)$.

Εξ ορισμού (6), μπορούμε να συμπεράνουμε τη βέλτιστη εκτίμηση πιθανότητας επιβίωσης για ένα άτομο ηλικίας x_0 , από τη στιγμή 0 μέχρι τη στιγμή T , τη χρονική στιγμή t ως:

$$\mathbf{E}p[\mathbf{TP}_{x_0}^{(T)} | \mathbf{F}_t] = \mathbf{E}p[e^{-\int_0^T \mu_u(u, x_0) du} | \mathbf{F}_t] = e^{-\int_0^T \mu_t(u, x_0) du} \quad (9)$$

Για $t=1$, παίρνουμε τις πιθανότητες επιβίωσης που χρειαζόμαστε προκειμένου να υπολογίσουμε τις υποχρεώσεις και την Καθαρή Αξία των Περιουσιακών Στοιχείων (NAV) μετά από ένα χρόνο. Πρέπει να σημειωθεί ότι $\mu_t(u, x_0) = \mu_u(u, x_0)$ για $u \leq t$ αφού η διακύμανση $\sigma(t, T, x_0)$ πρέπει προφανώς να είναι ίση με 0 για $u \leq t$. Ενσωματώνοντας την (7) στην (9) παίρνουμε:

$$\mathbf{E}p[\mathbf{TP}_{x_0}^{(T)} | \mathbf{F}_t] = \mathbf{E}p(\mathbf{TP}_{x_0}^{(T)}) \times (e^{-\int_0^T (\int_0^t \alpha(s, u, x_0) ds + \int_0^t \sigma(s, u, x_0) dW_s) du}) \quad (10)$$

που σημαίνει ότι δεν είναι ανάγκη να προσδιορισθεί η μελλοντική ένταση θνησιμότητας. Για τους δικούς μας σκοπούς, χρειάζεται – εκτός της διακύμανσης $\sigma(s, u, x_0)$ – η βέλτιστη εκτίμηση πιθανότητας επιβίωσης για T -χρόνια τη χρονική στιγμή $t=0$, η οποία είναι δυνατό, από τεχνική άποψη, να βρεθεί σε οποιονδήποτε πίνακα θνησιμότητας. Δοθέντος αυτών των ποσοτήτων, είναι δυνατό να υπολογιστεί το SCR για τον κίνδυνο μακροβιότητας μέσω της VaR προσέγγισης χρησιμοποιώντας Monte Carlo προσομοιώσεις.

Επειδή χρησιμοποιούμε ντετερμινιστική διακύμανση η μελλοντική ένταση θνησιμότητας ακολουθεί κανονική κατανομή. Για αυτό το λόγο, θα μπορούσε να γίνει αρνητική για ακραία σενάρια με τις πιθανότητες επιβίωσης να γίνονται μεγαλύτερες του 1. Παρόλα αυτά, για τα 50.000 σετ παραδοχών, που επιλέξαμε τυχαία για τον εμπειρικό υπολογισμό του VaR στην μετέπειτα ανάλυση μας, δε

συμβαίνει κάποιο τέτοιο σενάριο και έτσι θεωρούμε αυτό το μικρό εμπόδιο ασήμαντο στους πρακτικούς συλλογισμούς μας, ακόμα και σε σενάρια με μακριά ουρά (tail scenarios). Επιπλέον, πιθανότητες επιβίωσης μεγαλύτερες του 1 μπορούν επίσης να θεωρηθούν ως μη προβληματικές όσον αφορά τον κίνδυνο μακροβιότητας μιας και στην ουσία καθιστούν το μοντέλο μελλοντικής θνησιμότητας πιο συντηρητικό.

Ένα δυνατό σημείο αυτής της προσέγγισης είναι ότι – δοθέντος της ντετερμινιστικής διαδικασίας $(\lambda(t))_{t \geq 0}$ – οι διακυμάνσεις στον πραγματικό κόσμο (P) και στον ισοδύναμο martingale (Harrison and Kreps [32] ή Duffie and Skiadas [25])

$$\frac{\partial Q}{\partial P} |_{F_t} = \exp\left\{ \int_0^t \lambda(s)' dW_s - \frac{1}{2} \int_0^t (|\lambda(s)|)^2 ds \right\}$$

συμπίπτουν. Για αυτό, προσαρμοσμένες πιθανότητες επιβίωσης, π.χ. πιθανότητες επιβίωσης υπό το μέτρο Q, μπορούν εύκολα να βρεθούν από την αντίστοιχη βέλτιστη εκτίμηση μέσω:

$$\begin{aligned} E_Q[TP_{x_0}^{(T)} | F_t] &= E_Q \left[e^{-\int_0^T \mu_u(u, x_0) du} | F_t \right] \\ &= E_Q \left[e^{-\int_0^T \mu_u(u, x_0) du + \int_t^u a(s, u, x_0) ds + \int_t^u \sigma(s, u, x_0) dW_s} du | F_t \right] \\ &= e^{-\int_0^T (\int_t^u \sigma(s, u, x_0) \lambda(s) ds) du} \\ &= E_Q \left[e^{-\int_0^T (\mu_t(u, x_0) du + \int_t^u a(s, u, x_0) ds + \int_t^u \sigma(s, u, x_0) (dW_s - \lambda(s) ds)) du} | F_t \right] \\ &= e^{-\int_0^T (\int_t^u \sigma(s, u, x_0) \lambda(s) ds) du} \times E_P[TP_{x_0}^{(T)} | F_t], \quad (11) \end{aligned}$$

επειδή, η $\tilde{W}_t = W_t - \int_0^t \lambda(u) du$ είναι μια κίνηση Q-Brown σύμφωνα με το θεώρημα του Girsanov [36].

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

ΤΟ ΣΤΟΧΑΣΤΙΚΟ ΜΟΝΤΕΛΟ BAUER

3.1 Οι παραδοχές του μοντέλου του Bauer

Σε αυτήν την ενότητα, περιγράφεται το πεδίο της ανάλυσης για τον κίνδυνο μακροβιότητας στο βασικό μοντέλο του Solvency II, το οποίο περιλαμβάνει παραδοχές σχετικά με την εξέλιξη του επιτοκίου, τη στρατηγική διαχείρισης περιουσιακών στοιχείων της εταιρείας, τα υπό εξέταση συμβόλαια καθώς και τη βέλτιστη εκτίμηση θνησιμότητας.

Η εταιρεία που χρησιμοποιείται ως αναφορά βρίσκεται στο Η.Β. και δε προβαίνει σε νέα παραγωγή συμβολαίων. Θεωρούμε σαν $t=0$ τη χρονολογία 2007 και σαν risk-free επιτόκιο λαμβάνουμε με τη δομή των risk-free επιτοκίων που δίνει η ΕΙΟΡΑ [13] για το τέλος έτους 2007, ως μέρος του QIS4.

Προκειμένου ο προσεγγιστικός ορισμός του SCR να συμπίπτει με τον ακριβή ορισμό, υποθέτουμε ότι το ενεργητικό και τα τεχνικά αποθέματα της εταιρείας συμπίπτουν την στιγμή $t=0$. Μιας και επιθυμούμε η εταιρεία να είναι εκτεθειμένη αποκλειστικά στον κίνδυνο μακροβιότητας, κάνουμε την υπόθεση ότι επιλέγει μόνο risk-free επενδύσεις καθώς και ότι έχει πλήρως αντισταθμίσει οποιονδήποτε επιτοκιακό κίνδυνο. Εξαιτίας αυτής της παραδοχής, κρίνεται επαρκής μια ντετερμινιστική προσέγγιση για την εξέλιξη του επιτοκίου και η τιμή του risk-free επιτοκίου την χρονική στιγμή t προέρχεται από την τιμή του 2007. Συμβολίζουμε με $i(t,T)$ το ετήσιο επιτόκιο για λήξη σε χρόνο T τη χρονική στιγμή t , $t \leq T$. Οι risk-free επενδύσεις της εταιρείας πραγματοποιούνται μόνο όταν λαμβάνονται πληρωμές ασφαλιστρών ή καταβάλλονται παροχές επιβίωσης και σε κάθε περίπτωση οι ταμειακές ροές του ενεργητικού συμπίπτουν με τις ταμειακές ροές των υποχρεώσεων. Με αυτόν τον τρόπο καταφέρνουμε οι διαφορές στις τιμές μεταξύ του Ενεργητικού και των Τεχνικών Αποθεμάτων τη στιγμή $t > 0$ να οφείλονται αποκλειστικά σε αλλαγές της (προσδοκώμενης) θνησιμότητας. Τέλος, δε λαμβάνουμε υπόψη οποιονδήποτε λειτουργικό κίνδυνο.

Σαν τυπικά συμβόλαια θεωρούμε άμεσες και μέλλουσες συντάξεις που πληρώνουν ένα σταθερό ποσό ετησίως αν ο ασφαλισμένος είναι ακόμα εν ζωή. Υποθέτουμε ότι αυτά τα συμβόλαια δεν περιέχουν δικαιώματα ή εξασφαλίσεις για παροχές θανάτου. Επιπλέον, δεν υπάρχει συμμετοχή κερδών από τη πλευρά του ασφαλιζόμενου και οποιεσδήποτε χρεώσεις δε λαμβάνονται υπόψη. Έτσι, σε

περίπτωση που άτομο ηλικίας x_0 τη στιγμή $t_0=0$, είναι ακόμα εν ζωή τη στιγμή t , οι υποχρεώσεις για ένα συμβόλαιο άμεσης σύνταξης που πληρώνει $1€$ είναι:

$$BEL_t = \sum_{T>t} \frac{1}{(1+i(t,T))^{T-t}} \times E_P[TP_{x_0}^{(T)} | F_t] \quad (12)$$

Η βέλτιστη εκτίμηση πιθανοτήτων επιβίωσης την $t=0$ είναι όπως το 2007. Πιο συγκεκριμένα, χρησιμοποιούμε σαν πίνακα βάσης τον PNMA00 που περιέχει ποσοστά θνησιμότητας βασισμένα στο ασφαλισμένο κεφάλαιο για κανονικές εισόδους το 2000, και μια πρόβλεψη βάση του μέσου όρου των προβλέψεων που χρησιμοποίησαν 5 μεγάλες ασφαλιστικές εταιρείες του Η.Β. το 2006. Για λεπτομέρειες σχετικά με αυτή την πρόβλεψη βάση μέσου όρου, παραπέμπουμε στους Bauer [2] και Grimshaw [28]. Ως συνέπεια των παραδοχών σε ημερομηνίες πληρωμών και την εξέλιξη του ενεργητικού, έχουμε:

$$A_1 = A_0 (1 + i(0, 1)) + CF_1 \quad (13)$$

όπου το CF_1 συμβολίζει την (στοχαστική) ταμειακή ροή της εταιρείας την $t=1$. Σε περίπτωση άμεσης σύνταξης, αυτή η ταμειακή ροή είναι πάντα αρνητική, για μέλλουσες συντάξεις είναι θετική με την προϋπόθεση ότι καταβάλλονται κανονικά τα ασφάλιστρα. Για ένα σύνθετο χαρτοφυλάκιο με άμεσες και μέλλουσες συντάξεις μπορεί να είτε αρνητική είτε θετική. Η συνάρτηση (13) υπονοεί ότι:

$$NAV_0 - \frac{NAV_1}{1 + i(0, 1)} = \frac{BEL_1 - CF_1}{1 + i(0, 1)} - BEL_0$$

και έτσι, ο υπολογισμός του SCR στην VaR προσέγγιση, (4), απλοποιείται σε

$$SCR^{VaR} = \underbrace{\arg\min}_x \{P(\frac{BEL_1 - CF_1}{1 + i(0, 1)} - BEL_0 > x) \leq 0.005\} \quad (14)$$

Έτσι, μπορούμε να παραβλέψουμε την εξέλιξη του ενεργητικού στους υπολογισμούς μας. Στην μετέπειτα ανάλυσή μας, το SCR υπολογίζεται εμπειρικά με βάση το μοντέλο μελλοντικής θνησιμότητας που παρουσιάστηκε στο προηγούμενο κεφάλαιο. Για $t=1$, η (10) περιγράφει πως μπορεί να προσομοιωθεί η βέλτιστη εκτίμηση πιθανοτήτων θνησιμότητας στο τέλος του χρόνου. Για κάθε σετ παραδοχών, υπολογίζονται έπειτα οι υποχρεώσεις και η ταμειακή ροή την $t=1$, με βάση αυτή την προσομοίωση πιθανοτήτων και έτσι το SCR ανταποκρίνεται στο εμπειρικό 99.5% ποσοστημόριο της μεταβλητής απώλειας:

$$\frac{BEL_1 - CF_1}{1 + i(0, 1)} - BEL_0$$

Αντίστοιχα με τον υπολογισμό του SCR στην VaR προσέγγιση, υπολογισμός του SCR στην προσέγγιση άλματος, (5), μπορεί να επαναπροσδιορισθεί μέσω των υποχρεώσεων ως εξής:

$$SCR^{shock} = NAV_0 - (BEL_0 | longevity shock) - BEL_0 \quad (15)$$

Ωστόσο, προτού ξεκινήσουμε την σύγκριση των διαφορετικών τρόπων υπολογισμού του SCR, χρειάζεται να επιβεβαιώσουμε ότι η σύγκριση δεν συγχέεται λόγω των διαφορετικών δομών των SCR formulas σε συνδυασμό με τις ιδιαιτερότητες των παραδοχών των μοντέλων μας. Για το σκοπό αυτό, μια σημαντική παρατήρηση μπορεί να γίνει από την απλοποιημένη SCR formula: το SCR στην VaR προσέγγιση εξαρτάται μόνο από την αναμενόμενη θνησιμότητα στο τέλος του χρόνου, για $t=1$, επειδή οι ταμειακές ροές συμβαίνουν μόνο ετήσια σύμφωνα με τις παραδοχές μας. Ως εκ τούτου, δεν έχει σημασία αν οι αλλαγές στη θνησιμότητα αναδύονται σιγά σιγά κατά τη διάρκεια του έτους ή μόνο με ένα άλμα την $t=0$. Επιπροσθέτως, κάθε σταδιακή εξέλιξη της θνησιμότητας, μπορεί να εκφραστεί σαν ένα μοναδικό άλμα την $t=0$, δηλαδή σαν ένα άλμα το οποίο μετασχηματίζει τις αναμενόμενες πιθανότητες επιβίωσης για $t=0$ σε αυτή που λαμβάνεται για $t=1$ μέσω της σταδιακής εξέλιξης. Ως εκ τούτου, αν εκφράσουμε ένα σενάριο μακροβιότητας το οποίο αποδίδει το SCR στην VaR προσέγγιση από ένα άλμα που συμβολίζεται με $shock^{VaR}$, έχουμε:

$$\begin{aligned} SCR^{VaR} &= \underset{x}{\operatorname{argmin}} \left\{ P\left(\frac{BEL_1 - CF_1}{1+i(0,1)} - BEL_0 > x\right) \leq 0.005 \right\} \\ &= \left(\frac{BEL_1 - CF_1}{1+i(0,1)} | shock^{VaR}\right) - BEL_0 \\ &= (BEL_0 | shock^{VaR}) - BEL_0 \\ &= SCR^{shock} \end{aligned}$$

Για την μετέπειτα ανάλυση, η ερώτηση είναι αν η μπορεί το $shock^{VaR}$ να είναι το 25% του άλματος. Αν το SCR υπολογίζεται σύμφωνα με τις εξισώσεις (14) και (15) συμπίπτει με μια μείωση 25% στην τιμή της θνησιμότητας που αντιστοιχεί σε ένα σενάριο 200 χρόνων για την εξέλιξη της θνησιμότητας κατά τη διάρκεια του έτους. Ή με άλλα λόγια, αν τα SCR διαφέρουν σημαντικά, το 25% της προσέγγισης άλματος δεν είναι μια λογική προσέγγιση της Value-at-Risk εκδοχής.

3.2 Εφαρμογές – Σύγκριση αποτελεσμάτων

Έχει άμεσο ενδιαφέρον λοιπόν να δούμε το ύψος των Κεφαλαιακών Απαιτήσεων Φερεγγυότητας (SCR) όπως αυτό προσδιορίζεται μέσω των δύο

μεθόδων που παρουσιάστηκαν στην προηγούμενη ενότητα. Για μια πιο λεπτομερή ανάλυση και πιο σαφή αποτελέσματα εξετάζουμε τα αποτελέσματα των δύο μεθόδων (Value-at-Risk και Άλμα μακροβιότητας) για διαφορετικούς παράγοντες κάθε φορά (επιτόκιο, ηλικία, κ.α.).

3.2.1 Ατομικό συμβόλαιο

Ξεκινάμε την ανάλυση μας με μια σύνταξη, ασφαλισμένου κεφαλαίου 1000€ και ηλικία του ασφαλισμένου ίση με 65 χρόνια. Οι υποχρεώσεις και τα SCR για την προσέγγιση άλματος και την προσέγγιση VaR δίνονται στον πίνακα 1 και παρατηρούμε ότι η προσέγγιση άλματος απαιτεί περίπου 26% περισσότερο κεφάλαιο από ότι η προσέγγιση VaR. Μολονότι το βασικό μοντέλο εκτίμησης του κινδύνου μακροβιότητας της EIOPA θεωρείται συντηρητικό, η απόκλιση φαίνεται μεγαλύτερη απ' αυτή που θα περιμέναμε. Σε σχέση λοιπόν με τις υποχρεώσεις για $t=0$, η απόκλιση του 1.4% είναι σημαντική.

Πίνακας 1 – Κεφαλαιακές Απαιτήσεις Φερεγγυότητας για έναν ασφαλισμένο ηλικίας 65 ετών

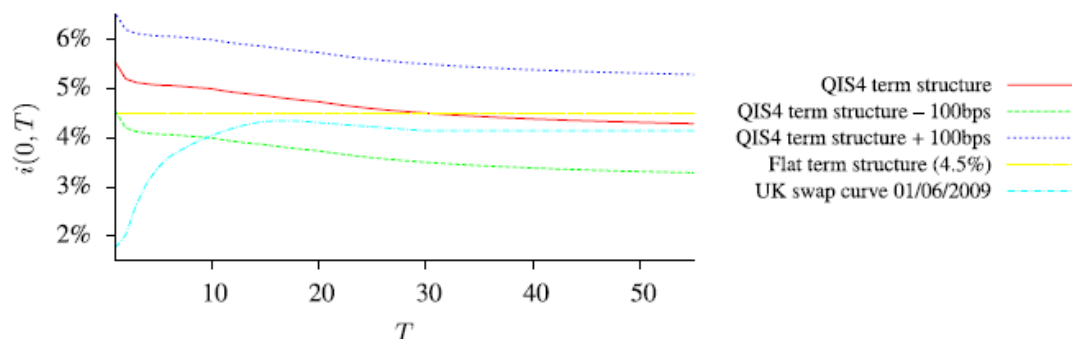
	BEL_0	$BEL_1 - CF_1$	SCR	SCR/ BEL_0
Shock approach	12,619.28	14,238.81	869.87	6.9%
VaR approach	12,619.28	14,050.62	691.59	5.5%

3.2.2 Ατομικό συμβόλαιο – Μεταβολές του επιτοκίου

Μία φυσιολογική απορία σε αυτό το σημείο είναι, τι συμβαίνει αν διαφέρουν ορισμένες παράμετροι στους υπολογισμούς μας, όπως η ηλικία, η καλύτερη εκτίμηση για πιθανότητες επιβίωσης, ή οι ημερομηνίες πληρωμής για τις παροχές σε περίπτωση επιβίωσης. Ωστόσο, προτού εξεταστεί το παραπάνω ενδεχόμενο, με σκοπό να επιβεβαιώσουμε ότι η απόκλιση των SCR δεν οφείλεται κατά κύριο λόγο σε ενδεχόμενες διαφορές επιτοκίου, κρίνεται σκόπιμο να επαναληφθεί ο υπολογισμός των SCR του πίνακα 1 για διαφορετικά επιτόκια. Εκτός από το QIS4 risk-free επιτόκιο, λαμβάνεται υπόψη το σενάριο η καμπύλη επιτοκίων να μετατοπίζεται προς τα πάνω και προς τα κάτω κατά 100 μονάδες βάσης, το σενάριο μια σταθερής καμπύλης επιτοκίων με επιτόκιο ίσο με 4.5%, και την καμπύλη των UK swap επιτοκίων ως έχει την 01/06/2009 (η πληροφορία αυτή πάρθηκε από το Bloomberg για την προαναφερθείσα ημερομηνία). Για το τελευταίο σενάριο, γίνονται γεωμετρικές παρεμβολές για τα 30 πρώτα έτη και υποθέτουμε μια σταθερή καμπύλη μετέπειτα. Οι διαφορές μεταξύ αυτών των διαφορετικών σεναρίων απεικονίζονται

στο γράφημα 1 και ο Πίνακας 2 παρουσιάζει τις προκύπτουσες υποχρεώσεις και τα αντίστοιχα SCR.

Γράφημα 1 - Διαφορετικές Καμπύλες Επιτοκίων



Πίνακας 2 – Κεφαλαιακές απαιτήσεις φερεγγυότητας για διαφορετικά επίπεδα επιτοκίου

Term structure	BEL_0	SCR^{shock}	$\frac{SCR^{shock}}{BEL_0}$	SCR^{VaR}	$\frac{SCR^{VaR}}{BEL_0}$	$\frac{\Delta SCR}{SCR^{VaR}}$
QIS4	12,619.28	869.87	6.9%	691.59	5.5%	25.8%
QIS4 – 100 bps	14,002.91	1,090.17	7.8%	848.91	6.1%	28.4%
QIS4 + 100 bps	11,448.34	701.71	6.1%	569.47	5.0%	23.2%
Flat (4.5%)	13,040.42	887.65	6.8%	710.19	5.5%	25.0%
Swap 01/06/2009	13,646.54	950.05	7.0%	753.73	5.5%	26.0%

Όπως αναμενόταν, οι υποχρεώσεις όπως επίσης και τα SCR αυξάνονται με την μείωση των επιτοκίων. Επιπροσθέτως, από τις τιμές SCR^{shock}/BEL_0 και SCR^{VaR}/BEL_0 , μπορούμε να παρατηρήσουμε ότι το SCR στην προσέγγιση άλματος είναι ελαφρώς πιο ευμετάβλητο από το αντίστοιχο στην προσέγγιση VaR και ως εκ τούτου πιο ευαίσθητο στην αλλαγή των επιτοκίων. Παρ' όλα αυτά, η σχετική απόκλιση μεταξύ των SCR

$$\frac{\Delta SCR}{SCR^{VaR}} = \frac{SCR^{shock} - SCR^{VaR}}{SCR^{VaR}}$$

παραμένει σταθερή, όπως φαίνεται στην τελευταία στήλη. Ως εκ τούτου, τα επιτόκια δεν έχουν σημαντικό αντίκτυπο στην ανάλυση μας.

3.2.3 Ατομικό συμβόλαιο - Διαφορετικές ηλικίες

Πίνακας 3 – Κεφαλαιακές Απαιτήσεις Φερεγγυότητας για διαφορετικές ηλικίες

Age	BEL_0	SCR^{shock}	$\frac{SCR^{shock}}{BEL_0}$	SCR^{VaR}	$\frac{SCR^{VaR}}{BEL_0}$	$\frac{\Delta SCR}{SCR^{VaR}}$	$\frac{\Delta SCR}{BEL_0}$
55	15,671.10	657.23	4.2%	729.88	4.7%	-10.0%	-0.5%
65	12,619.28	869.87	6.9%	691.59	5.5%	25.8%	1.4%
75	8,941.83	1,009.81	11.3%	513.27	5.7%	96.7%	5.6%
85	4,940.13	1,003.43	20.3%	304.89	6.2%	229.1%	14.1%
95	2,549.75	818.58	32.1%	214.38	8.4%	281.8%	23.7%
105	1,413.19	646.23	45.7%	180.79	12.8%	257.4%	32.9%

Με σκοπό να αναλύσουμε τα SCR για διαφορετικές ηλικίες, παίρνουμε τις ηλικίες μεταξύ 55 και 105 όπως δίνονται στην πρώτη στήλη του Πίνακα 3. Στην τρίτη και τέταρτη στήλη, βλέπουμε ότι το SCR στην προσέγγιση άλματος πρώτα αυξάνεται με την ηλικία και μετά μειώνεται ξανά και ότι το SCR σχετικά με τις υποχρεώσεις (BEL_0) γίνεται όλο και μεγαλύτερο όσο αυξάνεται η ηλικία. Αυτές οι παρατηρήσεις οφείλονται στην δομή του άλματος μακροβιότητας καθώς η επίδραση της 25% μείωσης αυξάνεται όσο τα ποσοστά θνησιμότητας αυξάνονται. Στην προσέγγιση VaR, το SCR μειώνεται με την ηλικία και τις μειούμενες υποχρεώσεις, και μόνο η αναλογία SCR-υποχρεώσεων αυξάνεται, το οποίο φαίνεται πιο φυσιολογικό. Στις τελευταίες δύο στήλες, μπορούμε να παρατηρήσουμε ότι για τις ηλικίες πάνω από 85, το SCR στην προσέγγιση άλματος είναι σχεδόν τριπλάσιο του SCR της προσέγγισης VaR και επίσης σε σχέση με τις υποχρεώσεις, η απόκλιση είναι πολύ μεγάλη. Αυτές οι παρατηρήσεις αμφισβητούν ξεκάθαρα την επάρκεια εκτίμησης του κινδύνου μακροβιότητας όπως αυτή παρέχεται από την EIOPA στο βασικό μοντέλο.

Από την άλλη πλευρά, για την ηλικία των 55 το SCR για την τρέχουσα βαθμονόμηση του άλματος είναι ήδη μικρότερο από το αντίστοιχο SCR στην προσέγγιση μέσω Value-at-Risk. Ωστόσο, μια απλή προσαρμογή στο μέγεθος του άλματος τέτοια ώστε τα SCR για τις μεγάλες ηλικίες περίπου να συμπίπτουν και για τις δύο μεθόδους μπορεί να οδηγήσει σε μία σημαντική υποτίμηση του κινδύνου μακροβιότητας για νεότερες ηλικίες. Ως εκ τούτου, η αδυναμία στο βασικό μοντέλο πάνω στον τρόπο που γίνεται αντιληπτός ο κίνδυνος μακροβιότητας φαίνεται να είναι διαρθρωτική, και έτσι μια εκτίμηση του κινδύνου μακροβιότητας που θα εξαρτάται από την ηλικία με μικρότερες σχετικές μειώσεις για τις μεγάλες ηλικίες ίσως είναι πιο κατάλληλη. Αυτό συμπίπτει με επιδημιολογικά ευρήματα: ο αριθμός των σχετικών αιτιών θανάτου είναι μεγαλύτερος για τις μεγάλες ηλικίες από τις μικρότερες (Tabeu [53]), που σημαίνει ότι ακόμα και αν κάποια αιτία θανάτου περιορισθεί (π.χ. εύρεση θεραπείας για ένα συγκεκριμένο τύπο καρκίνου) οι ηλικιωμένοι άνθρωποι είναι πιο

πιθανόν να πεθάνουν από άλλη αιτία. Ως εκ τούτου, σημαντικές μειώσεις στα ποσοστά θνησιμότητας φαίνεται να είναι πιο δύσκολο να επιτευχθούν στις μεγάλες ηλικίες συγκριτικά με τις μικρές.

3.2.4 Ατομικό συμβόλαιο – Διαφορετικά ποσοστά θνησιμότητας

Πίνακας 4 – Κεφαλαιακές Απαιτήσεις Φερεγγυότητας για διαφορετικά ποσοστά θνησιμότητας

Mortality shift	BEL_0	SCR^{shock}	$\frac{SCR^{shock}}{BEL_0}$	SCR^{VaR}	$\frac{SCR^{VaR}}{BEL_0}$	$\frac{\Delta SCR}{SCR^{VaR}}$	$\frac{\Delta SCR}{BEL_0}$
-20%	13,296.28	849.03	6.4%	844.65	6.4%	0.5%	0.03%
-10%	12,940.87	860.24	6.7%	758.61	5.9%	13.4%	0.79%
original	12,619.28	869.87	6.9%	691.59	5.5%	25.8%	1.41%
+10%	12,325.42	878.43	7.1%	637.37	5.2%	37.8%	1.96%
+20%	12,054.68	886.19	7.4%	593.84	4.9%	49.2%	2.43%

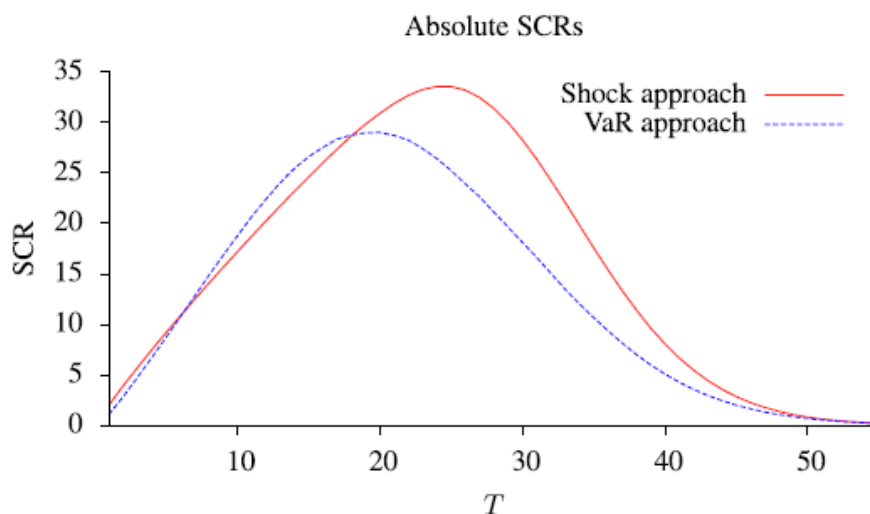
Ο Πίνακας 4 δείχνει τα για διάφορα επίπεδα θνησιμότητας για ένα άτομο ηλικίας 65 χρονών. Τα διαφορετικά επίπεδα έχουν συσταθεί με την μετατόπιση των ποσοστών θνησιμότητας στον πίνακα βάσης όπως αναφέρεται στην πρώτη στήλη του πίνακα. Εδώ, μπορούν να παρατηρηθούν δύο αντίθετες τάσεις. Με την αυξανόμενη θνησιμότητα, το SCR στην προσέγγιση άλματος αυξάνεται ενώ στην προσέγγιση VaR μειώνεται – σε απόλυτη τιμή. Αυτό οδηγεί σε ένα σχεδόν ταυτόσημο SCR για μια 20% μετατόπιση της θνησιμότητας προς τα κάτω και σε μία περαιτέρω αυξανόμενη απόκλιση στα SCR για μετατόπιση της θνησιμότητας προς τα πάνω. Η αιτία για την αύξηση του SCR^{shock} οφείλεται ξανά στη δομή του άλματος: όσο μεγαλύτερα είναι τα ποσοστά θνησιμότητας, τόσο μεγαλύτερα είναι τα άλματα στην μακροβιότητα στην απόλυτη τιμή τους. Για μικρά ποσοστά θνησιμότητας, ένας αυξημένος μακροπρόθεσμος κίνδυνος λόγω της μεγαλύτερης διάρκειας επιβίωσης δεν αντισταθμίζει τα μικρότερα άλματα που παρατηρούνται. Σε αντίθεση με αυτό το είδος υπόθεσης «σχετικής μεταβλητότητας» στην προσέγγιση άλματος, η μεταβλητότητα στο μοντέλο Bauer δεν εξαρτάται από το επίπεδο θνησιμότητας. Αυτό οδηγεί στη μείωση του SCR με αυξανόμενη θνησιμότητα καθώς πρόωροι θάνατοι μειώνουν τον μακροπρόθεσμο κίνδυνο. Η αυτόματη προσαρμογή στο επίπεδο θνησιμότητας υπό εξέταση είναι μία βολική παραδοχή του πρότυπου μοντέλου προσέγγισης και τα αποτελέσματα τονίζουν ότι το μοντέλο Bauer πρέπει να βαθμονομηθεί με τα δεδομένα του επιπέδου θνησιμότητας. Στην περίπτωση που τέτοια δεδομένα δεν είναι επαρκώς διαθέσιμα, το έλλειμμα ίσως να μειωθεί βαθμονομώντας το μοντέλο σε μία πιο εκτενή σειρά δεδομένων και μετά

προσαρμόζοντας τη μεταβλητότητα στο επίπεδο θνησιμότητας του υπό εξέταση πληθυσμού.

3.2.5 Ατομικό συμβόλαιο - Διαφορετικές διάρκειες (T) συμβολαίου

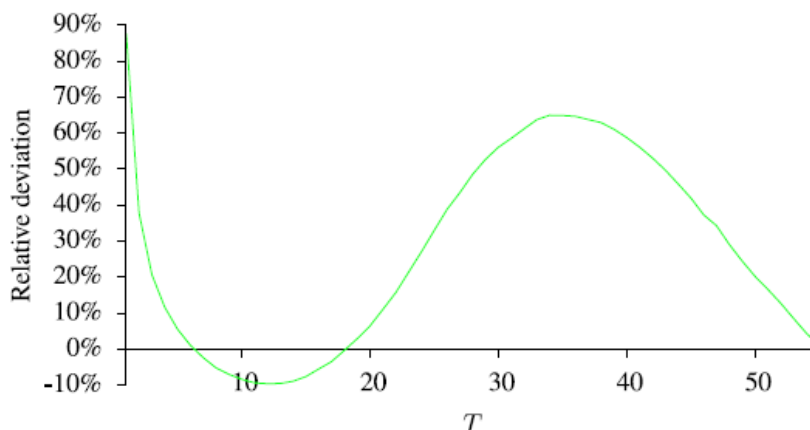
Τέλος, αναλύεται η επίδραση διαφορετικών ημερομηνιών πληρωμής στην διακύμανση του SCR. Για αυτήν την ανάλυση δε χρησιμοποιούμε μια συνταξιοδοτική ασφάλιση όπως στις προηγούμενες περιπτώσεις αλλά μια απλή μικτή ασφάλιση, με ηλικία ασφαλισμένου ίση με 65 χρόνια με μια μόνο πληρωμή των 1000€ υπό την προϋπόθεση επιβίωσης του ασφαλισμένου ως το χρόνο T. Στην οριζόντια γραμμή του Γραφήματος 2 δίνονται οι διάφορες διάρκειες, ενώ στην κάθετη το υπολογισμένο SCR. Παρατηρούμε ότι μέχρι $T=20$, τα SCR και με τις δύο προσεγγίσεις (VaR και Shock) είναι αρκετά κοντά σε απόλυτες τιμές. Για $T>20$ φαίνεται ότι η προσέγγιση άλματος απαιτεί σημαντικά μεγαλύτερο SCR.

Γράφημα 2 – SCR για συμβόλαια απλής μικτής ασφάλισης ενός χρόνου με διάρκεια T



Τελικά, το SCR και με τις δύο προσεγγίσεις καταλήγει στο 0, αναμενόμενο αφού μετά από τόσα χρόνια (50) ο ασφαλισμένος που εξετάζουμε έχει ηλικία ($65+50=115$) και άρα ελάχιστες πιθανότητες επιβίωσης.

Γράφημα 3 – Μεταβλητότητα SCR για συμβόλαια απλής μικτής ασφάλισης ενός χρόνου με διάρκεια T



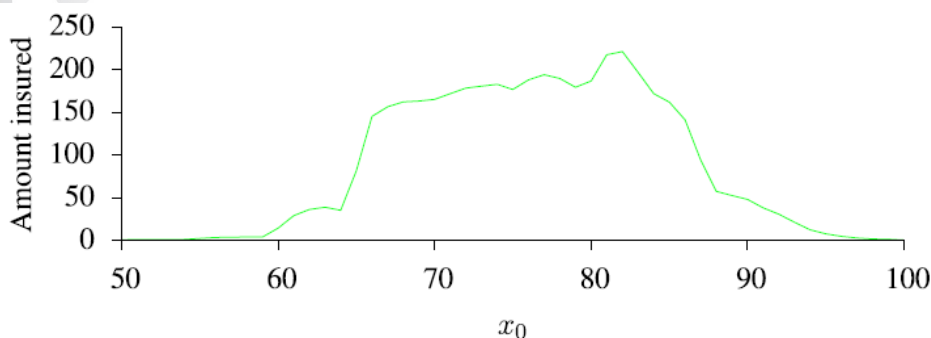
Επίσης όπως φαίνεται και στο γράφημα 3, η σχετική διακύμανση του SCR μεταβάλλεται σημαντικά για διαφορετικές διάρκειες συμβολαίου. Συγκεκριμένα κυμαίνεται από -10% ως και 80%, κάτι που σημαίνει ότι η εκτίμηση της μακροβιότητας εξαρτάται άμεσα από τη διάρκεια T και έτσι αυτός ο παράγοντας δε μπορεί να εξαιρεθεί από τη μελέτη του μοντέλου.

3.2.6 Χαρτοφυλάκιο συμβολαίων – Μέλλουσες Συντάξεις

Μέχρι τώρα έχουμε κάνει συγκρίσεις του SCR για ατομικά συμβόλαια. Το επόμενο βήμα είναι να δούμε αν οι αδυναμίες της τυποποιημένης μεθόδου που έχουν εντοπιστεί εμφανίζονται και σε ένα χαρτοφυλάκιο ασφαλίσεων. Έχει επιλεγεί ένα χαρτοφυλάκιο ασφαλισμένων σύμφωνα με δεδομένα του συνταξιοδοτικού ταμείου του Η.Β. έτσι ώστε να εξασφαλισθεί μια λογική ηλικιακή σύνθεση.

Εξετάζονται μόνο άνδρες ασφαλισμένοι και έτσι έχουμε την παρακάτω σύνθεση χαρτοφυλακίου.

Γράφημα 4 – Σύνθεση χαρτοφυλακίου (ηλικία = x , ασφαλισμένο κεφάλαιο = amount insured)



πό τον πίνακα 5, παρατηρούμε ότι για αυτό το χαρτοφυλάκιο συμβολαίων το SCR

στην προσέγγιση άλματος είναι κάτι παραπάνω από διπλάσιο του αντίστοιχου SCR στην προσέγγιση VaR.

Πίνακας 5 – SCR για το χαρτοφυλάκιο συμβολαίων

	BEL_0	$BEL_1 - CF_1$	SCR	SCR/ BEL_0
Shock approach	36,394.73	42,939.27	4,283.83	11.8%
VaR approach	36,394.73	40,587.52	2,055.90	5.7%

Δεδομένης της ηλικιακής σύνθεσης του χαρτοφυλακίου, τα αποτελέσματα εδώ συνάδουν με αυτά που είδαμε νωρίτερα στον Πίνακα 3, όπου υπολογίσαμε το για διαφορετικές ηλικίες. Επομένως παρατηρούμε ότι τα μειονεκτήματα της τυποποιημένης μεθόδου που παρατηρήθηκαν στα ατομικά συμβόλαια, επεκτείνονται όπως θα ανέμενε κανείς και σε ένα χαρτοφυλάκιο συμβολαίων. Επιπλέον, σύμφωνα με τον πίνακα 5, μια ασφαλιστική εταιρεία που υιοθετεί την τυποποιημένη μέθοδο του Solvency II για την εκτίμηση του κινδύνου μακροβιότητας θα έπρεπε να κρατήσει περίπου 6% περισσότερο κεφάλαιο στα αποθεματικά της σε σχέση με κάποια εταιρεία που θα χρησιμοποιήσει το μοντέλο Bauer για τον υπολογισμό του VaR στα πλαίσια ενός εσωτερικού μοντέλου. Αυτό είναι ένα αρκετά μεγάλο ποσό αν σκεφτεί κανείς ότι συνήθως σε μια ασφαλιστική εταιρεία, κατά μέσο όρο η Καθαρή Αξία των Περιουσιακών Στοιχείων της αντιστοιχεί στο 18% των υποχρεώσεών της (ΕΙΟΡΑ [18]).

Αναλύοντας το SCR για διαφορετικές ηλικίες, διαπιστώσαμε ότι η συσχέτιση μεταξύ των SCR (SCR-VaR approach & SCR-shock approach) φαίνεται να αντιστρέφεται για μικρότερες ηλικίες. Για να το εξετάσουμε αυτό περαιτέρω, υποθέτουμε μέλλουσες συνταξιοδοτικές ασφαλίσεις για διαφορετικές ηλικίες, που πληρώνουν 1000€ ετησίως, ξεκινώντας από τα 65. Στον πίνακα 6 φαίνονται τα αντίστοιχα SCR.

Πίνακας 6 – SCR για μέλλουσες συνταξιοδοτικές ασφαλίσεις σε διαφορετικές ηλικίες

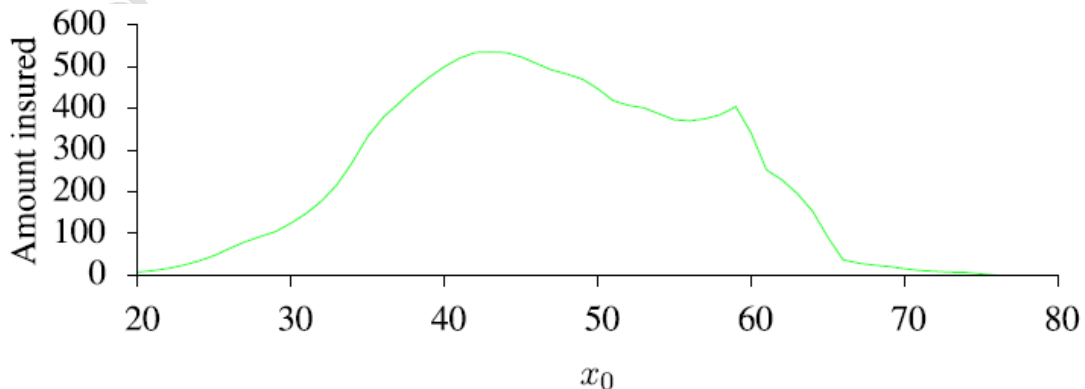
Age	BEL_0	SCR^{shock}	$\frac{SCR^{shock}}{BEL_0}$	SCR^{VaR}	$\frac{SCR^{VaR}}{BEL_0}$	$\frac{\Delta SCR}{SCR^{VaR}}$	$\frac{\Delta SCR}{BEL_0}$
30	3,205.97	217.90	6.8%	382.66	11.9%	-43.1%	-5.1%
35	3,851.54	268.30	7.0%	428.53	11.1%	-37.4%	-4.2%
40	4,623.92	329.89	7.1%	489.79	10.6%	-32.7%	-3.5%
45	5,549.28	404.85	7.3%	561.71	10.1%	-27.9%	-2.8%
50	6,676.64	495.51	7.4%	631.44	9.5%	-21.5%	-2.0%
55	8,100.16	604.29	7.5%	688.98	8.5%	-12.3%	-1.1%
60	9,978.02	733.27	7.4%	724.06	7.3%	1.3%	0.1%

Το SCR αυξάνεται παράλληλα με την ηλικία, και στην ηλικία των 60, σχεδόν συμπίπτει και για τις δύο προσεγγίσεις. Όμως, όπως παρατηρείται, στις πιο μικρές ηλικίες το SCR που υπολογίζεται μέσω της VaR προσέγγισης είναι σημαντικά μεγαλύτερο από το αντίστοιχο που υπολογίζεται μέσω της προσέγγισης άλματος, με τη σχετική διακύμανση να μεγαλώνει όσο μικραίνει η ηλικία. Εδώ, η αντιμετώπιση της διακύμανσης της μακροβιότητας (longevity stress) στην τυποποιημένη μέθοδο φαίνεται να υποτιμά τον κίνδυνο μακροβιότητας. Έτσι φαίνεται ότι ανεξαρτήτου ηλικίας, ένα άλμα μακροβιότητας, δε κρίνεται συνετή προσέγγιση.

3.2.7 Χαρτοφυλάκιο συμβολαίων – Άμεσες Συντάξεις

Εξετάστηκαν μέχρι τώρα οι μέλλουσες ασφαλίσεις, αλλά μας ενδιαφέρουν και οι άμεσες. Γίνεται κατ' αντίστοιχο τρόπο εκ νέου μια σύνθεση χαρτοφυλακίου ασφαλισμένων, παραλείποντας δεδομένα για ηλικίες μικρότερες των 20 ετών μιας και το μοντέλο Bauer δεν καλύπτει αυτές τις ηλικίες. Αυτή η παράληψη δεν αποτελεί πρόβλημα καθώς η έκθεση στον κίνδυνο μακροβιότητας για ηλικίες κάτω των 20 ετών είναι σχετικά μικρή. Η σύνθεση του χαρτοφυλακίου απεικονίζεται στο παρακάτω γράφημα.

Γράφημα 5 – Σύνθεση χαρτοφυλακίου



Τα αποτελέσματα όπως φαίνονται στον Πίνακα 7 επιβεβαιώνουν την παρατήρηση ότι η προσέγγιση άλματος απαιτεί σημαντικά λιγότερο SCR στις νεαρές ηλικίες.

Πίνακας 7 – SCR για άμεσες συνταξιοδοτικές ασφαλίσεις

	BEL_0	$BEL_1 - CF_1$	SCR	SCR/ BEL_0
Shock approach	88,165.37	100,062.89	6,629.31	7.5%
VaR approach	88,165.37	101,485.14	7,976.68	9.1%

Η διαφορά αυτή είναι αρκετά σημαντική και υποστηρίζεται από το γεγονός ότι το SCR στην προσέγγιση άλματος (6.629,31) αντιστοιχεί σε μια πιθανότητα πτώχευσης 1,5% στην προσέγγιση VaR. Επομένως, υπό την υπόθεση ότι το μοντέλο Bauer αξιολογεί σωστά τον κίνδυνο μακροβιότητας, η πραγματική πιθανότητα πτώχευσης θα ήταν τρεις φορές μεγαλύτερη από το αποδεκτό επίπεδο αν η εταιρεία χρησιμοποιούσε την τυποποιημένη μέθοδο του Solvency II.

Για ένα χαρτοφυλάκιο που αποτελείται τόσο από άμεσες όσο και μέλλουσες συνταξιοδοτικές ασφαλίσεις οι αποκλίσεις στο SCR στις δύο μεθόδους προφανώς θα ακύρωναν η μια την άλλη ως ένα σημείο. Επομένως, αν και η εκτίμηση του κινδύνου μακροβιότητας εντός της τυποποιημένης μεθόδου περιέχει μειονεκτήματα, σε συγκεκριμένες περιπτώσεις μπορεί να καταλήξει σε μια λογική εκτίμηση του SCR μακροβιότητας. Παρόλα αυτά, υπάρχουν ασφαλιστικές εταιρείες στην αγορά με χαρτοφυλάκια που εμφανίζουν μεγάλη συγκέντρωση σε συγκεκριμένα ηλικιακά γκρουπ. Έτσι, μια ισοδύναμη μείωση των ποσοστών θνησιμότητας για όλες τις ηλικίες και διάρκειες συμβολαίων, όπως αυτό υπαγορεύεται με την τυποποιημένη μέθοδο δε φαίνεται σωστή. Για γίνει καλύτερα κατανοητό αυτό, αρκεί να πούμε ότι θα χρειαζόταν ένα άλμα μακροβιότητας ίσο με 13% για τις άμεσες ασφαλίσεις και 29,4% για τις αναβαλλόμενες έτσι ώστε το SCR που θα προκύψει να είναι ισοδύναμο με αυτό της Value-at-Risk προσέγγισης στην κάθε περίπτωση.

Για αυτό το λόγο, στο επόμενο κεφάλαιο προτείνεται μια τροποποίηση του κινδύνου μακροβιότητας στην τυποποιημένη μέθοδο του Solvency μέσω της οποίας αντιμετωπίζονται οι αδυναμίες της αρχικής προσέγγισης χωρίς να απαιτείται στοχαστική προσομοίωση της θνησιμότητας

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

ΑΝΑΘΕΩΡΗΣΗ ΤΟΥ ΒΑΣΙΚΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ

4.1 Τροποποίηση του βασικού μοντέλου

Κρίνεται σκόπιμο να εξετασθεί πως και αν ναι σε τι βαθμό μπορεί να τροποποιηθεί το βασικό μοντέλο εκτίμησης του κινδύνου μακροβιότητας όπως αυτό παρουσιάζεται στα πλαίσια του Solvency II. Αυτό γίνεται προκειμένου να προκύψει κάποιο τροποποιημένο μοντέλο που θα μπορεί να αντιμετωπίσει τις αδυναμίες του βασικού μοντέλου όπως αυτές παρουσιάστηκαν στο Κεφάλαιο 3 και οι οποίες οφείλονται στο γεγονός ότι εφαρμόζεται ένα μοναδικό άλμα μακροβιότητας (longevity shock) για όλες τις ηλικίες και διάρκειες συμβολαίου.

Διατηρούμε την ίδια μορφοποίηση του κινδύνου μακροβιότητας, δηλαδή και πάλι εφαρμόζεται ένα μοναδικό άλμα μακροβιότητας στα πλαίσια του βασικού μοντέλου. Αυτή η προσέγγιση δεν είναι εκτός πραγματικότητας, μπορεί να γίνει αποδεκτή κυρίως αν εξαιρέσουμε τον πρώτο χρόνο, αφού οι χρηματοροές του πρώτου χρόνου είναι αυτές που επηρεάζονται κυρίως εξαιτίας της διαφοροποίησης μεταξύ του ενός άλματος μακροβιότητας και μιας σταδιακής εξέλιξης. Οι χρηματοροές μετά τον πρώτο χρόνο βασίζονται κυρίως περισσότερο στην προσδοκώμενη θνησιμότητα την $t=1$ χρονική στιγμή και όχι τόσο στο πως αυτή έχει διαμορφωθεί. Επίσης, όσον αφορά τις χρηματοροές στον πρώτο χρόνο, όπως είδαμε στο Γράφημα 2, το που τους αντιστοιχεί είναι σχετικά μικρό σε σύγκριση με το SCR των επόμενων χρόνων. Επιπλέον, η ενσωμάτωση στο βασικό μοντέλο μιας σταδιακής αύξησης των ποσοστών θνησιμότητας θα έκανε το μοντέλο αρκετά πιο περίπλοκο, δεδομένου ότι όλοι οι υπόλοιποι κίνδυνοι εξαιρούνται αυθαίρετα με τον υπολογισμό των υποχρεώσεων την $t=0$.

Το επόμενο βήμα είναι η τροποποίηση του άλματος μακροβιότητας σύμφωνα με τη διακύμανση που δίνεται για αυτό στο μοντέλο Bauer, όπου εισάγεται μια εξάρτηση του μεγέθους και της έντασης του άλματος από την ηλικία και τη διάρκεια. Αντί να χρησιμοποιηθεί το άλμα επί των ποσοστών θνησιμότητας, χρησιμοποιείται επί των προσδοκώμενων πιθανοτήτων επιβίωσης για T -χρόνια. Αυτές οι πιθανότητες είναι ποσότητες που χρησιμοποιούνται στον υπολογισμό των υποχρεώσεων που απορρέουν από συμβόλαια συνταξιοδοτικών ασφαλίσεων. Επομένως φαίνεται λογικό να προσδιοριστεί ένα άλμα μακροβιότητας με βάση τις μεταβολές των προσδοκώμενων πιθανοτήτων θνησιμότητας. Επιπλέον, με αυτήν την προσέγγιση, η αυξανόμενη αβεβαιότητα που χαρακτηρίζει την αναμενόμενη εξέλιξη των

μελλοντικών ποσοστών θνησιμότητας λαμβάνεται υπόψη με έναν πιο λογικό τρόπο. Αντιθέτως όταν χρησιμοποιείται ένα μοναδικό άλμα επί των ετήσιων ποσοστών θνησιμότητας, αυτή η αυξανόμενη βεβαιότητα λαμβάνεται υπόψη με έναν πιο έμμεσο και λιγότερο σαφή τρόπο, μέσω τη συσσώρευσης του αυξανόμενου αριθμού των ετήσιων υποχρεώσεων. Αν κάποιος επέμενε να χρησιμοποιήσει αυτή τη μέθοδο, δηλαδή ένα άλμα επί των ποσοστών θνησιμότητας, θα έπρεπε να προσδιορίσει με διαφορετικό τρόπο τα άλματα για διαφορετικές διάρκειες T, έτσι ώστε το συσσωρευμένο άλμα να είναι λογικό.

Για το τροποποιημένο άλμα, θέτουμε κάθε T-πιθανότητα επιβίωσης σύμφωνα με το αντίστοιχο 99,5% ποσοστημόριο όπως αυτό παρέχεται από το μοντέλο Bauer για προσομοίωση ενός χρόνου. Από την (10) που ορίσαμε στο Κεφάλαιο 3, μπορούμε εύκολα να πάρουμε συντελεστές για κάθε ηλικία και διάρκεια, οι οποίοι αφού πολλαπλασιαστούν με τη βέλτιστη εκτίμηση των T-πιθανοτήτων επιβίωσης, αποδίδουν τα επιθυμητά ποσοστημόρια. Έτσι, μόλις το μοντέλο Bauer θα έχει ρυθμιστεί, οι ελεγκτικές αρχές θα πρέπει απλά να παρέχουν στις ασφαλιστικές εταιρείες έναν πίνακα με αυτούς τους συντελεστές και έτσι ο υπολογισμός του SCR με βάση το τροποποιημένο άλμα θα παραμείνει στην ίδια λογική με τον υπολογισμό ως έχει σήμερα (25% μοναδικό άλμα).

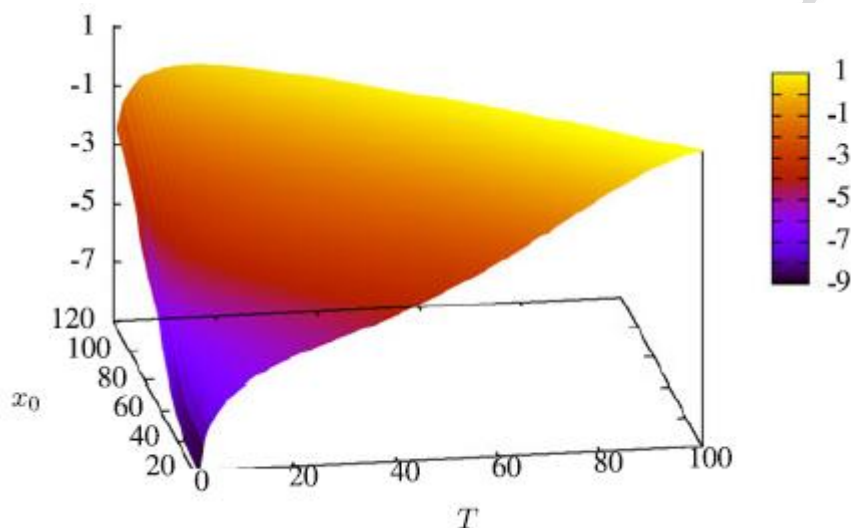
Και πάλι βέβαια, το τροποποιημένο άλμα υπολογίζει ένα SCR σαφώς μεγαλύτερο από αυτό που παίρνουμε μέσω VaR προσέγγισης με το μοντέλο Bauer, αφού οποιεσδήποτε διαφοροποιήσεις μεταξύ των διαφορετικών ηλικιών και διαρκειών αγνοούνται κατά τον υπολογισμό των 99,5% ποσοστημορίων της κάθε πιθανότητας επιβίωσης. Παρόλα αυτά, θεωρούμε αυτή την αδυναμία αποδεκτή, λόγω των καλύτερων αποτελεσμάτων που προσφέρει το τροποποιημένο άλμα σε σχέση με το αρχικό 25%. Επιπλέον, αυτή η αδυναμία ίσως να είναι και επιθυμητή στα πλαίσια του βασικού μοντέλου, αφού όπως ειπώθηκε και νωρίτερα, σκοπός του βασικού μοντέλου είναι να έχει μια πιο συντηρητική προσέγγιση έτσι ώστε να έχουν κίνητρο οι εταιρείες να αναπτύξουν τα δικά τους μοντέλα.

Όπως αναλύθηκε νωρίτερα στην εργασία, το μοντέλο Bauer προϋποθέτει τη χρήση μια απόλυτης διακύμανσης και έτσι προφανώς το ίδιο ισχύει και για την τροποποιημένη εκδοχή του βασικού μοντέλου. Πρέπει επίσης να σημειωθεί ότι οι συντελεστές άλματος που χρησιμοποιούνται είναι επαρκείς μόνο σε περίπτωση που το επίπεδο θνησιμότητας (περίπου) συμπίπτει με αυτό για το οποίο ρυθμίστηκε το μοντέλο Bauer. Αυτό όμως είναι μια αδυναμία που είναι εύκολο να αντιμετωπιστεί, απλά ρυθμίζοντας το μοντέλο σε θνησιμότητες διαφορετικών πληθυσμών έτσι ώστε οι συντελεστές άλματος που θα βγαίνουν με βάση αυτό να αντιπροσωπεύουν διαφορετικά προφίλ κινδύνου.

Σε περίπτωση που η κατάρτιση ενός πίνακα με συντελεστές άλματος θεωρείται μη πρακτική ή αρκετά πολύπλοκη για το βασικό μοντέλο, το σύνολο των

συντελεστών θα μπορούσε να προσδιορισθεί μέσω μιας συνάρτησης που θα δέχεται σα μεταβλητές την ηλικία και τη διάρκεια. Εξετάζοντας τη σχέση μεταξύ των συντελεστών που προκύπτουν, της ηλικίας και τη διάρκειας παίρνουμε το παρακάτω τρισδιάστατο διάγραμμα:

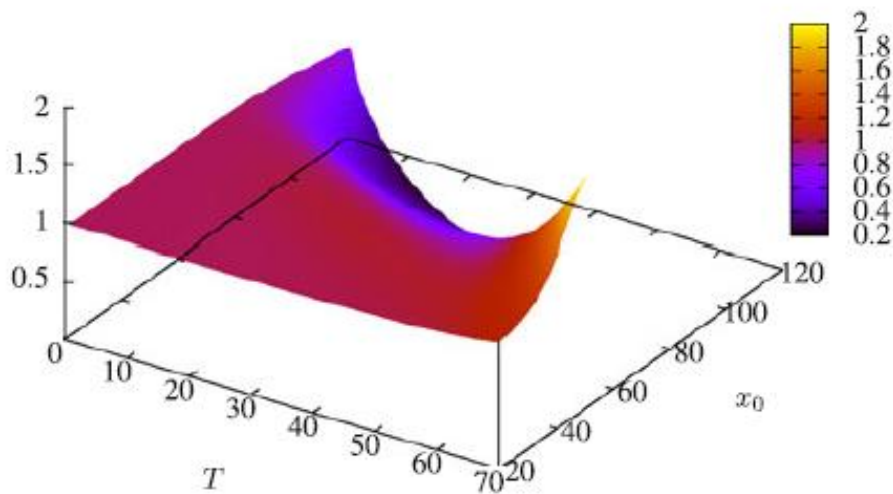
Γράφημα 6 – Log(log(συντελεστών άλματος))



Στο παραπάνω γράφημα φαίνεται ότι ενδεχομένως μια συνάρτηση της μορφής $\exp\{\exp\{f(x_0, T)\}\}$ μπορεί να αποτελέσει ένα καλό μέτρο προσδιορισμού των απαραίτητων συντελεστών. Παρόλα αυτά η επιφάνεια του διαγράμματος μπορεί να μεταβάλλεται για διαφορετικούς πληθυσμούς και έτσι κάθε φορά η συνάρτηση αυτή θα πρέπει να μεταβάλλεται αντιστοίχως, κάτι που δε φαντάζει πρακτικό για ένα ενιαίο βασικό μοντέλο που θα χρησιμοποιηθεί σε όλη την Ευρωπαϊκή αγορά. Επομένως αυτό είναι ένα πρόβλημα που αφήνεται να αντιμετωπιστεί μελλοντικά.

Ενδιαφέρον έχει να εξεταστεί και τη συσχέτιση μεταξύ των προσαρμοσμένων αλμάτων που προκύπτουν μέσω των συντελεστών με το άλμα όπως αυτό δίνεται στο βασικό μοντέλο (25% επί των ποσοστών θνησιμότητας). Το παρακάτω διάγραμμα βοηθάει σε αυτό.

Γράφημα 7 – Ο λόγος μεταξύ των τροποποιημένων αλμάτων και του αρχικού



Παρατηρείται ότι ο λόγος για ηλικίες ως και 60 και για διάρκειες μέχρι και 50 έτη βρίσκεται κοντά στη μονάδα, που σημαίνει ότι τα δύο άλματα βρίσκονται κοντά. Όμως για αρχικές ηλικίες μεγαλύτερες των 60 ετών ο λόγος αυτός μειώνεται σημαντικά που δείχνει ότι μέσω του τροποποιημένου άλματος απαιτείται λιγότερο SCR σε αυτές τις ηλικίες. Από την άλλη για σχετικά νεαρές ηλικίες και μεγάλες διάρκειες ($T > 70$), ο λόγος αυξάνεται απότομα. Επομένως σε αυτήν την περίπτωση το άλμα όπως εισάγεται στο βασικό μοντέλο μπορεί να υποεκτιμά σε σημαντικό βαθμό την πιθανότητα αλλαγών στα μακροπρόθεσμα ποσοστά θνησιμότητας.

4.2 Το περιθώριο κινδύνου και ο κίνδυνος μακροβιότητας

Στα πλαίσια αυτής της εργασίας εξετάστηκε η επίδραση διαφορετικών προσεγγίσεων για τον κίνδυνο μακροβιότητας και έγινε σύγκριση τους με βάση το υπολογισμένο SCR. Ενδιαφέρον ποσότητα αποτελεί και το Περιθώριο Κινδύνου (Risk Margin) στα πλαίσια του Solvency II. Επομένως είναι χρήσιμο να γίνει μια μικρή αναφορά και στα αποτελέσματα που παρατηρούνται επί του περιθωρίου κινδύνου μεταξύ των δύο προσεγγίσεων, αυτής όπως εισάγεται στο Solvency II (25% άλμα) και της τροποποιημένης, όπως αυτή παρουσιάζεται στην εργασία, στην προηγούμενη ενότητα.

Το περιθώριο κινδύνου προσδιορίζεται από την EIOPA [12] μέσω των ακόλουθων τεσσάρων διαφορετικών τύπων:

(I) Υπολογισμός του SCR_t , υπό την παραδοχή εξέλιξης της θνησιμότητας σύμφωνα με τη βέλτιστη εκτίμηση. Έτσι προκύπτει:

$$RM(I) = \left(\sum_{t \geq 0} \frac{CoC}{(1 + i(0, t + 1))^{t+1}} \right) \times (SCR_t^{BE})$$

Στην πράξη αυτός ο υπολογισμός θεωρείται ότι αποδίδει το ακριβές Περιθώριο Κινδύνου, και έτσι αυτόν θα χρησιμοποιήσουμε ως βάση αναφοράς για τις υπόλοιπες μεθόδους υπολογισμού.

(II) Υπολογισμός του SCR_t με τη χρήση μιας προxyφόρμουλας της EIOPA:

$$RM(II) = \left(\sum_{t \geq 0} \frac{CoC}{(1 + i(0, t + 1))^{t+1}} \right) \times (25\%) \times (q_t^{av}) \times 1.1^{\frac{(dur_t - 1)}{2}} \times (dur_t) \times (BEL_t)$$

Όπου q_t^{av} είναι το ετήσιο αναμενόμενο ποσοστό θανάτων τη χρονική στιγμή t , σταθμισμένο με το ασφαλισμένο κεφάλαιο και το προσαρμοσμένο duration των υποχρεώσεων στον χρόνο t (dur_t).

(III) Υπολογισμός του SCR_t ως το μέρος των υποχρεώσεων BEL_t που αντιστοιχεί στο κλάσμα SCR_0/BEL_0 , υποθέτοντας ένα σταθερό λόγο των SCR και των υποχρεώσεων σε βάθος χρόνου.

$$RM(III) = \sum_{t \geq 0} \frac{CoC}{(1 + i(0, t + 1))^{t+1}} \times \frac{SCR_0}{BEL_0} \times BEL_t$$

(IV) Άμεσος υπολογισμός του περιθωρίου κινδύνου μέσω του προσαρμοσμένου duration των υποχρεώσεων:

$$RM(IV) = CoC \times dur_0 \times SCR_0$$

Ο πίνακας που ακολουθεί περιέχει τα αποτελέσματα για το περιθώριο κινδύνου όπως αυτά υπολογίζονται και με τις τέσσερις μεθόδους, υπό τις διαφορετικές προσεγγίσεις που εξετάστηκαν και για διαφορετικά χαρτοφυλάκια. Το κόστος κεφαλαίου (CoC) ρυθμίζεται σύμφωνα με τα όσα ισχύουν στην οδηγία Solvency II, στο 6%. Για την τροποποιημένη μέθοδο υπολογισμού του κινδύνου

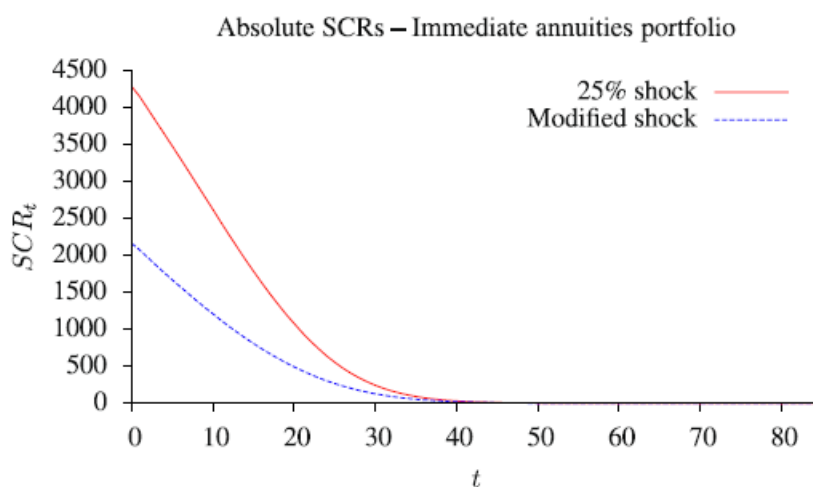
μακροβιότητας, ο τρόπος υπολογισμού (II) του περιθωρίου κινδύνου, προφανώς δεν είναι εφαρμόσιμος αφού βασίζεται στο άλμα 25% των ποσοστών θνησιμότητας.

Πίνακας 8 – Αποτελέσματα για το περιθώριο κινδύνου (RM)

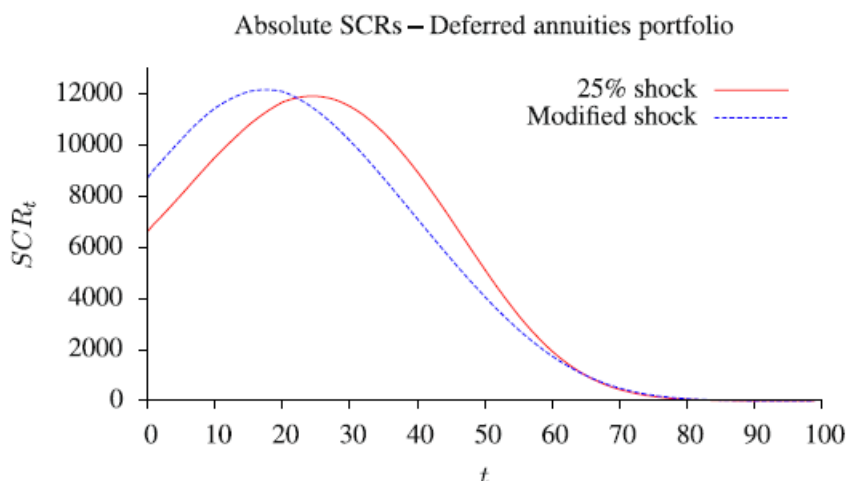
Portfolio	Method	BEL_0	25% longevity shock			Modified longevity shock		
			RM	Rel. dev.	$\frac{RM}{BEL_0}$	RM	Rel. dev.	$\frac{RM}{BEL_0}$
Immediate annuities	(I)	36,394.73	2,383.87		6.6%	1,143.08		3.1%
	(II)	36,394.73	2,751.71	15.4%	7.6%	n/a	n/a	n/a
	(III)	36,394.73	1,957.24	-17.9%	5.4%	988.11	-13.6%	2.7%
	(IV)	36,394.73	2,051.70	-13.9%	5.6%	1,035.80	-9.4%	2.9%
Deferred annuities	(I)	88,165.37	11,240.74		12.8%	12,159.44		13.8%
	(II)	88,165.37	10,126.91	-9.9%	11.5%	n/a	n/a	n/a
	(III)	88,165.37	10,034.70	-10.7%	11.4%	13,206.71	8.6%	15.0%
	(IV)	88,165.37	10,488.60	-6.7%	11.9%	13,804.08	13.5%	15.7%

Σε ότι αφορά τα δύο χαρτοφυλάκια φαίνεται ότι το Περιθώριο Κινδύνου σε σχέση με τις υποχρεώσεις είναι γενικά μεγαλύτερο για τις μέλλουσες συντάξεις, κάτι που είναι λογικό, δεδομένου ότι σε αυτές εκ φύσεως εμπεριέχεται μεγαλύτερος κίνδυνος μακροβιότητας που οδηγεί σε μεγαλύτερη αβεβαιότητα. Αυτό το συμπέρασμα υποστηρίζεται και από τα ακόλουθα γραφήματα όπου η εξέλιξη των SCR σύμφωνα με την πρώτη μέθοδο υπολογισμού (I) απεικονίζονται και για τα δύο χαρτοφυλάκια και για τις δύο μεθόδους προσέγγισης.

Γράφημα 8 – Αποτελέσματα SCR για τις το χαρτοφυλάκιο άμεσων συντάξεων



Γράφημα 9 – Αποτελέσματα SCR για τις το χαρτοφυλάκιο μελλουσών συντάξεων



Για τις άμεσες συντάξεις, οι τιμές του SCR πέφτουν κοντά στο 0 αρκετά γρήγορα ενώ για τις μέλλουσες συντάξεις, το SCR πρώτα αυξάνεται και στη συνέχεια πέφτει αφού όλοι και λιγότεροι ασφαλισμένοι επιβιώνουν.

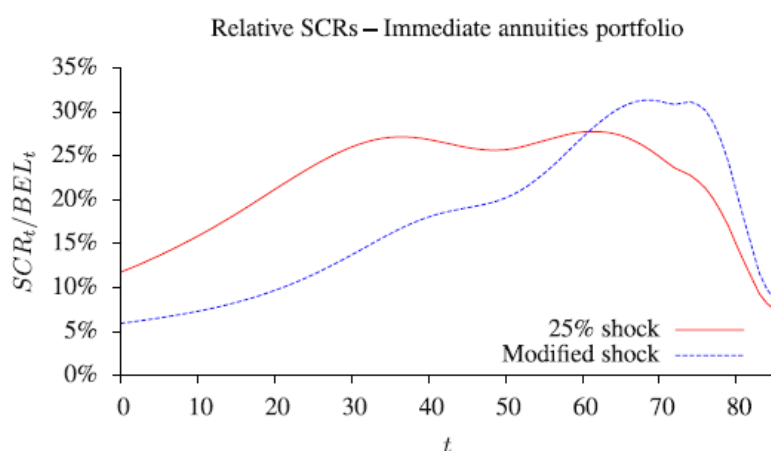
Επιπρόσθετα, για την μέθοδο ακριβή υπολογισμού (I) και το χαρτοφυλάκιο άμεσων συντάξεων, παρατηρείται ότι το περιθώριο κινδύνου στην περίπτωση του 25% άλματος υπό το βασικό μοντέλο είναι υπερδιπλάσιο του αντίστοιχου που υπολογίζεται υπό τον προσδιορισμό του τροποποιούμενου μοντέλου. Αυτό είναι κάτι αναμενόμενο αφού παρόμοια συσχέτιση εντοπίστηκε και μεταξύ των SCR τη χρονική στιγμή $t=0$ (πίνακας 5). Επιπλέον, παρατηρείται, ότι αυτή η σχέση συνεχίζεται και στην εξέλιξη των χρόνων σύμφωνα με το Γράφημα 8. Όμως, για το χαρτοφυλάκιο των μελλουσών συντάξεων, το Περιθώριο Κινδύνου είναι παρόμοιο, παρόλο που τη χρονική στιγμή 0 διαφέρει σημαντικά (πίνακας 7). Αυτό που συμβαίνει είναι ότι σε αυτήν την περίπτωση καταβάλλονται αποζημιώσεις αργότερα στο χρόνο. Έτσι όσο υψηλότερο είναι το SCR για τα αρχικά χρόνια, τόσο χαμηλότερο είναι αργότερα, σε σχέση με το βασικό άλμα μακροβιότητας. Ανεξαρτήτως αυτού πάντως, οι αδυναμίες στο 25% άλμα μακροβιότητας υπό το βασικό μοντέλο επηρεάζουν και το περιθώριο κινδύνου.

Σε ότι έχει να κάνει με τους τύπους υπολογισμού του περιθωρίου κινδύνου, παρατηρείται ότι χρειάζονται ρυθμίσεις επί αυτών αφού ο καλύτερος υπολογισμός απέχει 6,7% από την «ακριβή» τιμή. Το μεγάλο εύρος των τιμών του περιθωρίου κινδύνου που προκύπτουν από τους διαφορετικούς υπολογισμούς αυτού είναι ένα πρόβλημα (EIOPA [16]). Η οδηγία Solvency II υποτίθεται ότι αυτό που επιχειρεί είναι να καταστήσει ευκολότερα συγκρίσιμες μεταξύ τους τα επίπεδα φερεγγυότητας των ασφαλιστικών εταιρειών ανά την Ευρώπη, όμως τέτοιες συγκρίσεις μπορεί να μην είναι ξεκάθαρες μόνο και μόνο επειδή οι ασφαλιστικές θα χρησιμοποιούν διαφορετικό τύπο υπολογισμού του περιθωρίου κινδύνου. Επιπλέον, οι ασφαλιστικές εταιρίες μπορεί σκοπίμως να διαλέγουν να εφαρμόσουν τον τύπο υπολογισμού που

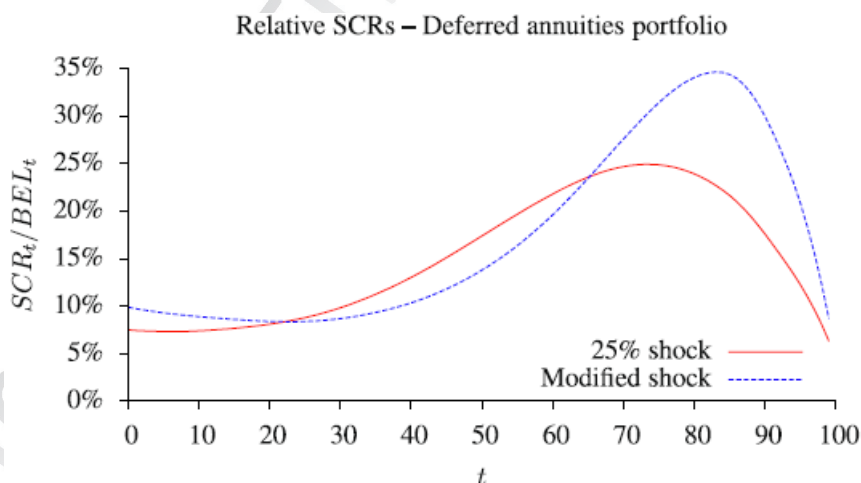
θα αποφέρει το μικρότερο περιθώριο κινδύνου και έτσι στην ουσία να αποφεύγουν να το εκτιμήσουν σωστά.

Τέλος, εξετάζεται λίγο περισσότερο ο τύπος υπολογισμού (III), που στην πράξη είναι και ο πιο δημοφιλής. Από τον πίνακα 8, φαίνεται ότι, η παραδοχή ότι το μελλοντικό SCR είναι ανάλογο των μελλοντικών υποχρεώσεων, οδηγεί στη μεγαλύτερη διακύμανση στις τρεις από τις τέσσερις περιπτώσεις. Σε όλες αυτές τις περιπτώσεις, το «ακριβές» περιθώριο κινδύνου εμφανίζεται υποτιμημένο. Αυτό συμβαίνει γιατί ο λόγος SCR_0/BEL_0 δεν αποτελεί ένα καλό μέτρο προσδιορισμού των μελλοντικών αντίστοιχων ποσοτήτων, όπως φαίνεται και από τα παρακάτω γραφήματα.

Γράφημα 10 – Χαρτοφυλάκιο Άμεσων συντάξεων (SCR_t/BEL_t)



Γράφημα 11– Χαρτοφυλάκιο μελλουσών συντάξεων (SCR_t/BEL_t)



Και για τα δύο χαρτοφυλάκια υπό τις δύο διαφορετικές προσεγγίσεις για το καθένα, παρατηρούμε ότι ο λόγος SCR_t/BEL_t δεν είναι σταθερός, αλλά γενικά, αυξάνεται με την πάροδο του χρόνου. Αυτή η παρατήρηση συνάδει και με τα ευρήματα του Haslip [33] για τον κλάδο των ασφαλίσεων ζημιών. Επομένως, φαίνεται ότι ο τύπος υπολογισμού (III) του Περιθωρίου Κινδύνου δεν είναι κατάλληλος στην τρέχουσα

μορφή του. Μια εξάρτηση του για παράδειγμα από την μέση ηλικία του χαρτοφυλακίου ενδεχομένως να βελτιώνει αρκετά τα αποτελέσματα.

4.3 Κόστος κεφαλαίου

Πολλές συζητήσεις γίνονται και επί του ύψους του κόστους κεφαλαίου. Επί του παρόντος είναι ρυθμισμένο στο 6%, αλλά στην ΕΙΟΡΑ οι εκτιμήσεις που γίνονται μέσω των μοντέλων αποδίδουν τιμές από 2% ως 8%. Επίσης, οι Olivieri και Pitacco [47], παρουσίασαν μια εναλλακτική ιδέα για τον προσδιορισμό του κόστους κεφαλαίου που βασίζεται στα premiums της αντασφάλισης αλλά αυτό δεν έχει προχωρήσει καθώς τα δεδομένα που υπάρχουν για αυτά τα premiums δεν είναι επαρκή.

Στην ακόλουθη ανάλυση που αφορά το κόστος κεφαλαίου, εξετάζεται μια διαφορετική προσέγγιση για τον προσδιορισμό του. Κάνοντας την υπόθεση ύπαρξης μιας υγιούς αγοράς για τον κίνδυνο μακροβιότητας, κάποια εταιρεία που αντιμετωπίζει δυσκολίες κεφαλαιακής επάρκειας, θα μπορούσε να πετύχει τους απαραίτητους δείκτες φερεγγυότητας μεταφέροντας μέρος του κινδύνου στην αγορά σε τιμή ίση με το κόστος της Βέλτιστης Εκτίμησης Υποχρεώσεων και του Περιθωρίου Κινδύνου.

Υποθέτουμε ότι σε μια αγορά κινδύνου μακροβιότητας, η τιμή στην οποία θα διαπραγματεύεται ο κίνδυνος μακροβιότητας θα περιγράφεται από μία διαδικασία $\lambda(t)$, με ένα σταθερό συντελεστή Sharpe = λ . Έτσι γίνεται έπειτα η σύγκριση μεταξύ των δύο διαφορετικών προσεγγίσεων υπολογίζοντας το συντελεστή Sharpe για τον οποίο οι υποχρεώσεις ισούνται με το κόστος κεφαλαίου του Περιθωρίου Κινδύνου.

Πίνακας 9 – Περιθώρια Κινδύνου και οι αντίστοιχοι συντελεστές Sharpe

Portfolio of contracts	25% longevity shock		Modified longevity shock	
	<i>RM</i>	λ	<i>RM</i>	λ
Immediate annuities	2,383.87	18.6%	1,143.08	13.2%
Deferred annuities	11,240.74	8.7%	12,159.44	8.9%

Στον πίνακα 9 φαίνονται οι συντελεστές Sharpe και αντίστοιχα Περιθώρια Κινδύνου για όλους τους συνδυασμούς χαρτοφυλακίων που εξετάστηκαν ως τώρα. Για κάθε χαρτοφυλάκιο παρατηρούμε ότι ο συντελεστής Sharpe αυξάνεται μαζί με το Περιθώριο Κινδύνου, που είναι κάτι αναμενόμενο. Επιπλέον, φαίνεται ότι, ο συντελεστής Sharpe για τις μέλλουσες συντάξεις είναι μικρότερος από τις άμεσες. Αυτό σημαίνει ότι η προσαρμογή που γίνεται στις πιθανότητες επιβίωσης εκλαμβάνει

μεγαλύτερο κίνδυνο στις μέλλουσες συντάξεις με μεγαλύτερη διάρκεια απ' αυτόν που αποτυπώνεται στο περιθώριο κινδύνου, αφού οι συντελεστές Sharpe επιλέγονται με τέτοιο τρόπο έτσι ώστε οι προσαυξήσεις στην αγορά κινδύνου μακροβιότητας να συμπίπτουν με τα περιθώρια κινδύνου. Παρατηρείται πάντως, ότι οι συντελεστές Sharpe είναι λογικού μεγέθους. Για το τροποποιημένο άλμα μακροβιότητας, όπου ο υπολογισμός του περιθωρίου κινδύνου και η προσαρμογή των πιθανοτήτων επιβίωσης γίνονται με βάση το ίδιο μοντέλο / διακύμανση, οι συντελεστές Sharpe δε φαίνονται ιδιαίτερα μεγάλοι. Για σύγκριση, ο Bauer [2] βρίσκει ότι οι συντελεστές Sharpe για τον κίνδυνο μακροβιότητας μπορεί να κυμαίνονται κάπου μεταξύ του 5% και 17%, και ο Loeys [40] θεωρεί μια τιμή του 25% λογική. Οι τιμές που δίνονται στον πίνακα 9 για το συντελεστή Sharpe, δείχνουν ότι, τουλάχιστον στην περίπτωση του κινδύνου μακροβιότητας, το κόστος κεφαλαίου στο 6% δεν είναι ιδιαίτερα συντηρητική προσέγγιση.

4.4 Η αγορά των παραγώγων στον κίνδυνο μακροβιότητας

Τέλος αξίζει να γίνει μια αναφορά στο θέμα των παραγώγων προϊόντων επί του κινδύνου μακροβιότητας. Όπως έχει σημειωθεί νωρίτερα στην εργασία από το 1960 και έπειτα έχει υπάρξει μια σταθερή και σταδιακή αύξηση του προσδόκιμου ζωής στην Ευρώπη και τη Βόρεια Αμερική. Αυτός είναι ένας σημαντικός κίνδυνος που έχουν να διαχειριστούν τα ασφαλιστικά ταμεία και οι ασφαλιστικές εταιρείες ζωής. Πολλές τεχνικές περιορισμού αυτού του κινδύνου έχουν επιχειρηθεί πρόσφατα. Αντασφαλιστικές καλύψεις και λύσεις προερχόμενες από τις αγορές κεφαλαίου είναι κάποιες επιλογές που έχουν το περισσότερο ενδιαφέρον.

4.4.1 Σύγκλιση μεταξύ των ασφαλιστικών και χρηματιστηριακών αγορών

Αν και ακόμα δεν έχει ολοκληρωθεί κάποια τιτλοποίηση συνδυαζόμενη με την ασφάλιση όσον αφορά τον κίνδυνο μακροβιότητας, η αγορά των τιτλοποιήσεων για άλλους ασφαλιστικούς κινδύνους γνωρίζει τα τελευταία χρόνια μια συνεχή ανάπτυξη. Αυτό κυρίως οφείλεται στην αλλαγή του ρυθμιστικού πλαισίου (Solvency II) που επιβάλλει την ανάγκη εξοικονόμησης περισσότερων κεφαλαίων από τη μεριά της ασφαλιστικής αγοράς. Σήμερα, οι συζητήσεις για τιτλοποίηση του κινδύνου μακροβιότητας εντείνονται ολοένα και παραπάνω και απ' ότι φαίνεται δεν θα αργήσει να υπάρξει κάποια εξέλιξη προς αυτήν την κατεύθυνση.

Η σύγκλιση της ασφαλιστικής με τη χρηματιστηριακή αγορά έχει γίνει ακόμα πιο σημαντική τα τελευταία χρόνια. Ακαδημαϊκά, η πρώτη φορά που αναφέρθηκαν οι χρηματιστηριακές αγορές ως μέσο για αντιστάθμιση ασφαλιστικού κινδύνου, ήταν το

1973, σε ένα άρθρο των Goshay και Sandor, όπου οι συγγραφείς εκφράζουν τις σκέψεις τους σχετικά με τη σύσταση μια οργανωμένης χρηματιστηριακής αγοράς για τους διάφορους ασφαλιστικούς κινδύνους και πως κάτι τέτοιο θα μπορούσε να αποδειχθεί καταστροφικό για τις ανασφαλιστικές εταιρείες. Στην πράξη, αν και έχουν γίνει κάποιες προσπάθειες για την ανάπτυξη μιας αγοράς με futures και options επί ασφαλιστικών κινδύνων, τα αποτελέσματα έχουν υπάρξει απογοητευτικά. Παράλληλα με αυτές τις προσπάθειες όμως, η αγορά των τιτλοποιήσεων έχει γνωρίσει συνεχή ανάπτυξη τα τελευταία 15 χρόνια. Τα πιο συχνά κίνητρα για να κινηθεί μια ασφαλιστική στην αγορά των τιτλοποιήσεων είναι αυτά της μεταφοράς κινδύνου, ανακούφισης από περιορισμούς κεφαλαίου, επιτάχυνσης κερδών και ταχύτητας διεκπεραίωσης. Όπως φαίνεται για κάθε επιλογή υπάρχει και διαφορετική λύση.

Ενώ ο κλάδος ζημιών έχει πιο ορατή παρουσία στην αγορά ασφαλιστικών τιτλοποιήσεων εξαιτίας των πολύ πετυχημένων catastrophe bonds, ο κλάδος ζωής καταλαμβάνει μεγαλύτερο μέρος της αγοράς σε όρους τζίρου συναλλαγών. Σήμερα, εξαιτίας της οικονομικής κρίσης υπάρχει μεγάλη αντίθεση μεταξύ της πορείας των δύο αγορών. Ενώ η αγορά τιτλοποιήσεων του κλάδου ζημιών συνεχίζει να είναι σταθερή και με ρευστότητα κυρίως λόγω του τρόπου που είναι δομημένα τα σχετικά προϊόντα, ο κλάδος ζωής αντιμετωπίζει αρκετά προβλήματα. Στον κλάδο ζωής οι κίνδυνοι που συνοδεύουν τα προϊόντα είναι διαφορετικής φύσεως και έτσι οι συναλλαγές έχουν μειωθεί αισθητά.

4.4.2 Πρόσφατες εξελίξεις στην αντιστάθμιση του κινδύνου μακροβιότητας

Επιστρέφοντας στον κίνδυνο μακροβιότητας, έχουν παρατηρηθεί κάποιες σημαντικές εξελίξεις τα τελευταία χρόνια, κυρίως με την αυξανόμενη παρακολούθηση του θέματος των τιτλοποιήσεων από ασφαλιστικές εταιρείες ζωής και συντάξεων από τις Η.Π.Α και το Η.Β. λόγω της εκτίμησης μια τεράστιας δυνητικής έκθεσης (δημόσιας και ιδιωτικής), πάνω από 20 τρις. \$. Αν και πολλές συναλλαγές δε δημοσιεύονται, από αυτές που γνωστοποιούνται, μόλις ελάχιστες έγιναν υπό τη μορφή παράγωγων προϊόντων (swaps).

Παρόλο που υπάρχει χαμηλή δραστηριότητα σε αυτόν τον τομέα, η χρήση των χρηματιστηριακών αγορών για μερική εξουδετέρωση του κινδύνου μακροβιότητας φαίνεται σα μια λογική κίνηση. Αυτό που πρέπει να αλλάξει, είναι η δομή των ασφαλιστικών προϊόντων, η οποία πρέπει να έλθει πιο κοντά με τα στοιχεία που διαθέτει ένα χρηματιστηριακό προϊόν. Με αυτόν τον τρόπο θα υπάρξει αύξηση της ζήτησης και άνοδος της αγοράς αυτής.

Ο κυριότερος λόγος που δεν είναι εύκολο να συμβεί κάτι τέτοιο έγκειται στο γεγονός ότι ο κίνδυνος μακροβιότητας συνδέεται από τη φύση του με παράγοντες όπως το φύλο και η ηλικία ή ακόμα και γεωγραφικούς ή κοινωνικοοικονομικούς. Έτσι παρόλο που μπορούν να δημιουργηθούν παράγωγα προϊόντα επί του κινδύνου μακροβιότητας, τα συνταξιοδοτικά ταμεία ή οι ασφαλιστικές εταιρείες που προβαίνουν στη χρήση τους μένουν με κάποιο ακάλυπτο κίνδυνο που αρκετές φορές είναι δύσκολο να ερμηνευθεί και να διαχειρισθεί. Επομένως το να καταστεί δυνατή η εξουδετέρωση του κινδύνου μακροβιότητας μέσω της χρήσης παραγώγων είναι μια πρόκληση που ακόμα δεν έχει ξεπεραστεί.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Στο βασικό μοντέλο της οδηγίας Solvency II, οι Κεφαλαιακές Απαιτήσεις Φερεγγυότητας (SCR) για τον κίνδυνο μακροβιότητας υπολογίζονται ως η αλλαγή που επέρχεται στην καθαρή περιουσιακή αξία (net asset value) της επιχείρησης λόγω μιας μόνιμης μείωσης των ποσοστών θνησιμότητας κατά 25%. Αυτός ο υπολογισμός γίνεται έτσι ώστε να προσεγγισθεί ικανοποιητικά το 99,5% Value-at-Risk του Διαθέσιμου κεφαλαίου (available capital) εντός ενός χρόνου το οποίο μπορεί να προσδιορισθεί επακριβώς μέσω στοχαστικής προσομοίωσης της θνησιμότητας. Παρόλα αυτά, η αντιμετώπιση του κινδύνου μακροβιότητας υπό το βασικό μοντέλο έχει γίνει αντικείμενο συζητήσεων και διαφωνιών εξαιτίας της πιθανότητα πολύ απλής δόμησης του. Πιο συγκεκριμένα, η μείωση των ποσοστών θνησιμότητας δε βασίζεται στην ηλικία και τη διάρκεια, κάτι που μπορεί να οδηγήσει σε λανθασμένη εκτίμηση του κινδύνου μακροβιότητας. Για την αντιμετώπιση αυτού του θέματος, γίνεται σύγκριση της προσέγγισης του κινδύνου μακροβιότητας υπό το βασικό μοντέλο του Solvency II με μια προσέγγιση που βασίζεται στο 99,5% VaR του κινδύνου μακροβιότητας και το οποίο υπολογίζεται μέσω του μοντέλου μελλοντικής θνησιμότητας του Bauer [1].

Διαπιστώνεται για τις παραδοχές που χρησιμοποιούνται ότι το SCR διαφέρει σημαντικά μεταξύ των δύο προσεγγίσεων. Γενικά, η προσέγγιση μέσω Value-at-Risk υπολογίζει μεγαλύτερο SCR για μικρές ηλικίες ενώ η προσέγγιση άλματος απαιτεί περισσότερο SCR στις μεγαλύτερες ηλικίες. Επιπλέον, παρατηρούμε ότι το SCR αλλάζει για διαφορετικές διάρκειες. Επομένως, ανάλογα με την σύνθεση ενός ασφαλιστικού χαρτοφυλακίου, ο κίνδυνος μακροβιότητας που εκτιμάται μέσω του βασικού μοντέλου μπορεί να υπερεκτιμά ή υποεκτιμά σε σημαντικό βαθμό τον πραγματικό κίνδυνο μακροβιότητας. Στην πρώτη περίπτωση, οι ασφαλιστικές εταιρείες υποχρεούνται να κρατάνε περισσότερα κεφάλαια απ' ότι πρέπει για να θεωρούνται φερέγγυες. Στη δεύτερη περίπτωση ο κίνδυνος χρεοκοπίας της επιχείρησης θα είναι σημαντικά μεγαλύτερος από το επιτρεπτό όριο του 0,5% όπως αυτός ορίζεται υπό το Solvency II. Για παράδειγμα, παρατηρήσαμε ότι για ένα ρεαλιστικό χαρτοφυλάκιο συνταξιοδοτικών ασφαλίσεων το βασικό μοντέλο εκτιμά ένα SCR για τον κίνδυνο μακροβιότητας, ισοδύναμο του SCR που εκτιμάται μέσω της προσέγγισης VaR για 1,5% πιθανότητα χρεοκοπίας.

Επομένως, φαίνεται ότι, η εκτίμηση του κινδύνου μακροβιότητας στο βασικό μοντέλο έχει κάποιες σημαντικές αδυναμίες. Συγκεκριμένα, το γεγονός ότι το μέγεθος του άλματος μακροβιότητας είναι ανεξάρτητο της ηλικίας και της διάρκειας δε φαίνεται σε μια σωστή παραδοχή. Αν και η ανάλυση που προηγήθηκε έγινε σε ένα πλαίσιο απλών και συγκεκριμένων παραδοχών, τα αποτελέσματα αυτής είναι αποδεκτά και σε ένα γενικότερο πλαίσιο. Αν για παράδειγμα, εξετάζονταν πιο

πολύπλοκα συμβόλαια, με συμμετοχή κερδών και προσφορά εγγυήσεων και δικαιωμάτων, μπορεί να αλλάζει η έκθεση της εταιρείας στον κίνδυνο μακροβιότητας. Δηλαδή, ο κίνδυνος για συγκεκριμένες ηλικίες ή διάρκειες μπορεί να μειωθεί και το SCR μπορεί να αλλάξει σε σημαντικό βαθμό. Όμως, η φύση του κινδύνου μακροβιότητας παραμένει σχεδόν ίδια και αναμένεται ότι οι παρατηρηθείσες αποκλίσεις μεταξύ των δύο προσεγγίσεων και οι δομικές αδυναμίες της εκτίμησης του κινδύνου μακροβιότητας του βασικού μοντέλου θα παραμείνουν ως έχουν.

Έτσι, γίνεται αντιληπτό, ότι μια τροποποίηση στην εκτίμηση του κινδύνου μακροβιότητας είναι απαραίτητη, προκειμένου να αποτυπώνει ορθότερα τον κίνδυνο στον οποίο εκτίθενται οι ασφαλιστικές εταιρείες. Κάτι τέτοιο προτείνεται στα πλαίσια αυτής της εργασίας. Προκειμένου να παραμείνει η εκτίμηση του κινδύνου υπό το βασικό μοντέλο όσο το δυνατόν απλούστερη, διατηρείται το μοναδικό άλμα («shock») που προβλέπεται από την τυποποιημένη μέθοδο. Όμως γίνονται κάποιες αλλαγές σε αυτό και πιο συγκεκριμένα προσδιορίζεται με διαφορετικό τρόπο – για κάθε ηλικία x_0 και διάρκεια T – σύμφωνα με το 99,5% ποσοστημόριο της προσδοκώμενης T -πιθανότητας επιβίωσης για ένα άτομο ηλικίας x_0 , όπως δηλαδή και στη προσομοίωση ενός χρόνου που γίνεται με το μοντέλο Bauer. Στη συνέχεια αυτό το τροποποιημένο άλμα μπορεί να εφαρμοστεί πρακτικά μέσω του πολλαπλασιασμού των βέλτιστων πιθανοτήτων επιβίωσης με τα αντίστοιχα υπολογισμένα άλματα. Έτσι και πάλι το SCR υπολογίζεται με τρόπο παρόμοιο (25% άλμα) αλλά βελτιώνεται ο τρόπος που γίνεται αντιληπτός και ενσωματώνεται στο μοντέλο ο κίνδυνος μακροβιότητας.

Έπειτα η ανάλυση που γίνεται για το Περιθώριο Κινδύνου – στην περίπτωση μας μόνο για τον κίνδυνο μακροβιότητας – δείχνει ότι οι προτεινόμενοι τρόποι προσδιορισμού του, όπως αυτοί δίνονται από την EIOPA [12], οδηγούν σε σημαντικά διαφορετικές τιμές. Επομένως, η μέτρηση κεφαλαιακής επάρκειας μεταξύ δύο εταιρειών, μπορεί να διαφέρει σημαντικά, απλά και μόνο επειδή έχουν επιλέξει μια διαφορετική μέθοδο υπολογισμού του Περιθωρίου Κινδύνου. Επιπλέον, παρατηρείται ότι παρόλο που στην πράξη το μελλοντικό SCR υπολογίζεται με βάση ένα σταθερό λόγο μεταξύ του τρέχων SCR και των υποχρεώσεων, στην πραγματικότητα αυτό συχνά οδηγεί σε ανεπαρκή αποτελέσματα. Εντοπίζεται κυρίως μια αυξανόμενη τάση στην απαίτηση Περιθωρίου Κινδύνου με την πάροδο του χρόνου, κάτι που σημαίνει ότι αυτό που υπολογίζεται σήμερα μπορεί να είναι πολύ λίγο για να εγγυηθεί την ασφαλή εκπλήρωση των υποχρεώσεων που απορρέουν από το χαρτοφυλάκιο της εταιρείας σε περίπτωση που αυτή εισέλθει σε καθεστώς αφερεγγυότητας. Αυτό είναι κάτι που πρέπει να απασχολήσει τις ελεγκτικές αρχές.

Παρατηρείται επίσης ότι το κόστος κεφαλαίου, ύψους 6% όπως αυτό προβλέπεται από την EIOPA, αντιστοιχεί σε λογικούς δείκτες Sharpe και έτσι

συμπεραίνεται ότι το ποσοστό του 6% δε φαίνεται να είναι μια συντηρητική προσέγγιση, όπως θα αναμενόταν.

Τέλος, γίνεται μια παρουσίαση των δεδομένων ως έχουν τώρα πάνω στην αγορά παραγώγων του κινδύνου μακροβιότητας και γίνεται φανερό ότι η τιτλοποίηση του κινδύνου μακροβιότητας είναι ένα πολλά υποσχόμενο πεδίο που αν ερευνηθεί σε βάθος και αναπτυχθεί μπορεί να αποτελέσει ένα πολύ σημαντικό εργαλείο για τις ασφαλιστικές εταιρείες.

Πανεπιστήμιο Πειραιώς

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

Αξία σε Κίνδυνο – Value at Risk

Στις αρχές της δεκαετίας του '90 εμφανίστηκε ένας σημαντικός αριθμός εταιρικών πτωχεύσεων μεγάλου μεγέθους που οφείλονταν στη μη κατάλληλη χρήση των παραγώγων και στην έλλειψη επαρκούς εσωτερικού ελέγχου π.χ. Orange County (1994, ζημιά 1,8 δις \$), Metallgesellschaft (1994, ζημιά 1,3 δις \$), Barings (1995, ζημιά 1,3 δις \$) και Daiwa (1995, ζημιά 1,1 δις \$).

Παρόλο, ότι ολόκληρα χρηματοοικονομικά συστήματα κατέρρεαν όχι μόνο στις υπό ανάπτυξη χώρες όπως η Αργεντινή, η Βραζιλία ή το Μεξικό αλλά και στις ανεπτυγμένες χώρες (κρίση αποταμιεύσεων και δανείων στις ΗΠΑ στην δεκαετία του '80, κρίση του τραπεζικού συστήματος της Ιαπωνίας στην δεκαετία του '90), τα προαναφερθέντα γεγονότα έφεραν στο προσκήνιο τους κινδύνους που αντιμετωπίζουν οι επιχειρήσεις και κατά συνέπεια τα χρηματοοικονομικά συστήματα. Επομένως, η ανάγκη για βελτιωμένη διαχείριση κινδύνου ήταν πλέον ξεκάθαρη (κυρίως από τους χρηματοπιστωτικούς οργανισμούς) και δεν δημιουργήθηκε ως αποτέλεσμα κακών κυβερνητικών επιλογών και έλλειψης αυστηρής εποπτείας. Μάλιστα αποτέλεσμα ερευνάς έχει καταγράψει περισσότερες από 80 εταιρείες λογισμικού που προσφέρουν πληροφοριακά συστήματα διαχείρισης κινδύνου.

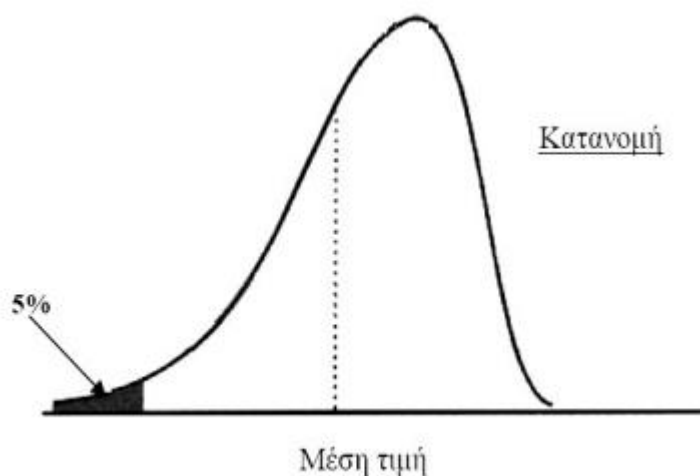
Ως μέσο αντίδρασης σ' αυτού του είδους τα γεγονότα, αναπτύχθηκε η Αξία σε Κίνδυνο (Value at Risk – VaR), μια νέα μέθοδος για την μέτρηση του κινδύνου, η οποία επικεντρώνεται στην ζημία που θα έχει μια επιχείρηση με βάση μια λογική πιθανότητα (Ντρέγκας [60]). Αναπτύχθηκε το 1993 και έγινε ευρέως εφαρμόσιμη το 1994 διαμέσου του Risk Metrics της J.P.Morgan, ενώ συμπληρώθηκε το 1997 με το Credit Metrics και το 1999 με το Corporate Metrics και Pension Metrics. Η VaR έχει γίνει πολύ δημοφιλής, όπως αποδεικνύεται κυρίως από την εφαρμογή της σε χρηματοπιστωτικούς οργανισμούς και εποπτικούς φορείς.

Αρχικά η VaR αποσκοπούσε στη μέτρηση των κινδύνων στις αγορές των παραγώγων, αλλά διευρύνθηκε η χρήση της στους χρηματοπιστωτικούς οργανισμούς για την μέτρηση των επενδυτικών κινδύνων και ιδιαίτερα του κινδύνου αγοράς και του πιστωτικού κινδύνου. Άλλες εφαρμογές πέρα από τους χρηματοπιστωτικούς οργανισμούς, αρχικά εμφανίστηκαν στις εταιρείες που έχουν ιδιαίτερη έκθεση σε χρηματοοικονομικές αγορές όπως εταιρείες που εμπορεύονται προϊόντα τα οποία αποτελούν χρηματιστηριακά υποκείμενα και στην συνέχεια από εταιρείες διαφόρων κλάδων λόγω κυρίως ότι η VaR αποτελεί ένα μέτρο μέτρησης κινδύνου που εύκολα κατανοείται και από μη ειδικούς στη διαχείριση κινδύνων.

Ως ορισμό, μπορούμε να πούμε ότι η VaR υπολογίζει τη μέγιστη δυνατή ζημία που μπορεί να υποστεί ένα χαρτοφυλάκιο για μία δεδομένη χρονική περίοδο και για ένα δεδομένο επίπεδο εμπιστοσύνης. Η VaR δηλαδή αποτελεί μία συνοπτική απεικόνιση του κινδύνου της αγοράς και παράλληλα περιλαμβάνει δύο πολύ σημαντικά χαρακτηριστικά: (α) την πιθανότητα, που εκφράζει το πόσο πιθανό είναι οι ζημίες να είναι μεγαλύτερες από το δεδομένο ποσό και (β) μετράει τον κίνδυνο, σε νομισματικές μονάδες, δηλαδή μετράει το ποσό το οποίο θα χαθεί σε μία δεδομένη χρονική περίοδο, η οποία εξαρτάται από τη χρονική περίοδο για την οποία το χαρτοφυλάκιο παραμένει σταθερό.

Αν δηλαδή το α είναι το επιλεγμένο διάστημα εμπιστοσύνης, η VaR αναφέρεται στο $1-\alpha$ διάστημα εμπιστοσύνης, στην αριστερή ουρά της κατανομής. Για παράδειγμα, με 95% διάστημα εμπιστοσύνης η VaR πρέπει να είναι τόση ώστε να μην ξεπερνά το 5% του συνολικού αριθμού των παρατηρήσεων στην κατανομή

Διαγραμματική Απεικόνιση της VaR



Για παράδειγμα, ένα χρηματοπιστωτικό ίδρυμα μπορεί να ισχυριστεί ότι η δυνητική ζημία του χαρτοφυλακίου του είναι 10 εκατομμύρια Ευρώ σε διάστημα εμπιστοσύνης 95%. Με πιο απλά λόγια, κάτω από φυσιολογικές συνθήκες στην αγορά, υπάρχουν μόνο πέντε στις εκατό πιθανότητες η αξία του χαρτοφυλακίου του ιδρύματος να μειωθεί περισσότερο από 10 εκατομμύρια Ευρώ.

Σε αντίθεση με τις παραδοσιακές μεθόδους μέτρησης κινδύνων, η VaR παρέχει μία ολοκληρωμένη εικόνα του κινδύνου ενός χαρτοφυλακίου, η οποία λαμβάνει υπόψη της, τη μόχλευση (leverage), τις διαφορές συσχετίσεις (correlations) καθώς και την τρέχουσα θέση (current position) του χαρτοφυλακίου. Η μόχλευση και οι συσχετίσεις είναι πολύ σημαντικοί παράγοντες για τη μέτρηση της VaR σε χαρτοφυλάκια με μεγάλες θέσεις σε χρηματοοικονομικά παράγωγα. Συνεπώς, η VaR

είναι μία μέθοδος, η οποία προβλέπει τους πιθανούς μελλοντικούς κινδύνους με πολύ μεγάλη ακρίβεια. Παράλληλα, η μεθοδολογία της VaR μπορεί να χρησιμοποιηθεί ευρέως και για τη μέτρηση και άλλων μορφών κινδύνων.

Στοχαστικές Διαδικασίες

Από τη θεωρία πιθανοτήτων ξέρουμε ότι μια τυχαία μεταβλητή X είναι μια συνάρτηση που καθορίζει έναν αριθμό $X(\omega)$, σε κάθε εξαγόμενο ω ενός τυχαίου πειράματος, που ορίζεται σε χώρο πιθανοτήτων $(\Omega, \mathfrak{F}, P)$ (Φίλης [58]).

Μια στοχαστική διαδικασία (stochastic process) $\{X_t(\omega), t \in T\}$ είναι μια οικογένεια τυχαίων μεταβλητών ορισμένων σε κοινό χώρο πιθανοτήτων $(\Omega, \mathfrak{F}, P)$ με παράμετρο την πραγματική μεταβλητή t (χρόνος). Έτσι σε κάθε εξαγόμενο ω του τυχαίου πειράματος ορίζουμε μια συνάρτηση $X_t(\omega)$. Προφανώς $\omega \in \Omega$.

Αν το σύνολο T είναι ο άξονας των πραγματικών τότε η διαδικασία λέγεται διαδικασία συνεχούς χρόνου. Αν το T είναι σύνολο ακεραίων τότε η διαδικασία λέγεται διακεκριμένου χρόνου.

Επί πλέον η διαδικασία $X_t(\omega)$ λέγεται διακεκριμένης κατάστασης αν οι τιμές της είναι μετρητέες (αριθμήσιμες). Αλλιώς λέγεται συνεχούς κατάστασης.

Επομένως η στοχαστική διαδικασία συνίσταται από μια οικογένεια συναρτήσεων $X_t(\omega)$. Για δεδομένο ω η $X_t = X_t(\omega)$ είναι συνάρτηση του χρόνου, ενώ για δεδομένο χρόνο t η $X(\omega) = X_t(\omega)$ είναι μια τυχαία μεταβλητή. Συνήθως παραλείπουμε το ω και γράφουμε X_t ή $X(t)$.

Η θεωρία τυχαίων μεταβλητών δεν παρέχει τα μέσα για την εξέταση φαινομένων που είναι τυχαία και εξελίσσονται στο χρόνο, όπως συμβαίνει σε πολλά φυσικά συστήματα. Αυτό είναι το κίνητρο για την ανάπτυξη της θεωρίας των στοχαστικών διαδικασιών.

(i) Κίνηση Brown

Μια από τις πιο σημαντικές στοχαστικές διαδικασίες είναι η κίνηση Brown. Η κίνηση Brown (που μπορεί κανείς να συναντήσει και με το όνομα διαδικασία Wiener) παρουσιάζει μεγάλο ενδιαφέρον τόσο από θεωρητικής απόψεως όσο και από πλευράς εφαρμογών. Η στοχαστική αυτή διαδικασία παίζει πολύ σημαντικό ρόλο στην θεωρία των στοχαστικών διαφορικών εξισώσεων και αποτελεί έναν από τους ακρογωνιαίους λίθους των χρηματοοικονομικών μαθηματικών, όσον αφορά τα μοντέλα σε συνεχή χρόνο.

Ορισμός της κίνησης Brown

Η κίνηση Brown είναι μια στοχαστική B_t η οποία παίρνει τιμές στον \mathbb{R} και έχει τις ακόλουθες ιδιότητες

- (i) Αν $t_0 < t_1 < \dots < t_n$ τότε οι τυχαίες μεταβλητές $B_{t_0}, B_{t_1} - B_{t_0}, \dots, B_{t_n} - B_{t_{n-1}}$ είναι **ανεξάρτητες** (ανεξάρτητες μεταβολές)
- (ii) Αν $s, t \geq 0$, τότε

$$P(B_{s+t} - B_s) \in A = \int_A \frac{1}{(2\pi t)^{1/2}} \exp\left(-\frac{|x|^2}{2t}\right),$$

όπου A κάποιο σύνολο Borel, δηλαδή οι μεταβολές της κίνησης Brown είναι κατανεμημένες με την κανονική κατανομή (κατανομή Gauss).

- (iii) Οι τροχιές της κίνησης Brown είναι συνεχείς με πιθανότητα 1, δηλαδή η $t \rightarrow B_t$ είναι συνεχής συνάρτηση

Οι τρεις αυτές ιδιότητες ορίζουν μια και μοναδική στοχαστική διαδικασία. Μπορεί να αποδειχθεί αυστηρά μαθηματικά η ύπαρξη μιας στοχαστικής διαδικασίας με τις παραπάνω ιδιότητες (Γιαννακόπουλος [57]).

Από τις ιδιότητες της κίνησης Brown μπορούμε να συνάγουμε τις ιδιότητες του μέτρου μ που αυτή επάγει (μέτρο Wiener)

$$\mu_{t_1, t_2, \dots, t_n}(A_1 \times A_2 \times \dots \times A_n) = \int_{A_1} dx_1 \int_{A_2} dx_2 \dots \int_{A_n} dx_n \prod_{i=1}^n p(t_i - t_{i-1}, x_{i-1}, x_i)$$

όπου $x_0 = x, t_1 = 0$, και

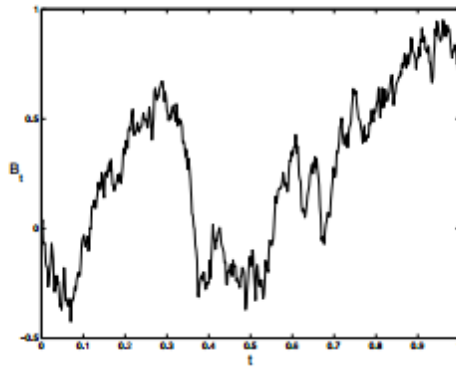
$$p(t, x, y) = \frac{1}{(2\pi t)^{1/2}} \exp\left(-\frac{|y - x|^2}{2t}\right)$$

Η παραπάνω ποσότητα είναι κατά κάποιο τρόπο η πιθανότητα να βρίσκεται η στοχαστική διαδικασία τις χρονικές στιγμές t_i , στα υποσύνολα $A_i \in B(\mathbb{R})$. Μπορούμε να σκεφτούμε τα υποσύνολα αυτά σαν διαστήματα του \mathbb{R} οπότε και η παραπάνω ποσότητα είναι ουσιαστικά η πιθανότητα να βρίσκεται η κίνηση Brown τις χρονικές στιγμές t_i σε συγκεκριμένα διαστήματα του \mathbb{R} . Η ποσότητα

$$\mu_{t_1, t_2, \dots, t_n}(A_1 \times A_2 \times \dots \times A_n) = P(B_{t_1} \in A_1, B_{t_2} \in A_2, \dots, B_{t_n} \in A_n)$$

ονομάζεται πεπερασμένης διάστασης κατανομή και η γνώση της είναι πολύ σημαντική στο να κατασκευάσουμε το μέτρο μ (Θεώρημα επέκτασης του Kolmogorov).

Η κατανομή B_t εξαρτάται από το αρχικό σημείο στο οποίο ξεκινάμε τη διαδικασία, δηλαδή το σημείο B_0 . Αν $B_0 = x$ τότε η συνάρτηση κατανομής θα συμβολίζεται $P_x(B_t \in A)$ για κάποιο σύνολο Borel A . Η μέση τιμή ή υπο συνθήκη μέση τιμή ως προς το μέτρο αυτό θα συμβολίζεται E_x ή $E_x[\cdot]$ αντιστοίχως.



Μία τροχιά της κίνησης Brown

(ii) Γεωμετρική Κίνηση Brown

Αν και ο Γάλλος μαθηματικός Bachelier, στη διδακτορική του διατριβή το 1900, πρώτος χρησιμοποίησε την κίνηση Brown για την περιγραφή της εξέλιξης των τιμών των μετοχών η συγκεκριμένη ανέλιξη δεν είναι κατάλληλη για την περιγραφή τέτοιων φαινομένων διότι

- (i) μπορεί να λάβει και αρνητικές τιμές, κάτι που δεν είναι αποδεκτό, ενώ
- (ii) η αύξηση ή μείωση μιας τιμής είναι, σύμφωνα με το μοντέλο αυτό, ανεξάρτητη από την ίδια την τιμή (π.χ. είναι το ίδιο πιθανό το ενδεχόμενο «η τιμή 100 να κινηθεί στο $100+10=110$ σε διάστημα μήκους h » με το ενδεχόμενο «η τιμή 10 να κινηθεί στο $10+10=20$ σε διάστημα μήκους h ») κάτι που δεν φαίνεται λογικό και δεν ταιριάζει σε πραγματικά δεδομένα. Αντίθετα, θα περίμενε κανείς η ποσοστιαία αύξηση ή μείωση της τιμής να είναι ανεξάρτητη από την τιμή (δηλαδή το 100 πάει στο $100 \times 1.1 = 110$ με την ίδια πιθανότητα που το 10 πάει στο $10 \times 1.1 = 11$).

Πράγματι, στο διωνυμικό μοντέλο είχαμε υποθέσει ότι η ποσοστιαία αύξηση ή μείωση της τιμής $S_{ih}/S_{(i-1)h}$ είναι ανεξάρτητη από την τιμή. Ιδιαίτερα είχαμε υποθέσει ότι:

$$S_{ih} = \begin{cases} S_{(i-1)h}b, & \text{με πιθαν. } p \\ S_{(i-1)h}a, & \text{με πιθαν. } 1 - p \end{cases}$$

όπου S_t τιμή μετοχής στο χρόνο t . Στο συνεχές μοντέλο μπορούμε να θεωρήσουμε ότι, σε ένα πολύ μικρό χρονικό διάστημα μήκους h , η τιμή S_t , μπορεί είτε να αυξηθεί είτε να μειωθεί με κάποια πιθανότητα και ανεξάρτητα από το παρελθόν ως εξής:

$$S_{ih} = \begin{cases} S_{(i-1)h} e^{\sigma\sqrt{h}}, & \text{με πιθαν. } p \\ S_{(i-1)h} e^{-\sigma\sqrt{h}}, & \text{με πιθαν. } 1-p \end{cases} \quad \text{όπου } p = \frac{1}{2} \left(1 + \frac{\mu}{\sigma} \sqrt{\Delta} \right)$$

Δηλαδή η ποσοστιαία μείωση ή αύξηση της τιμής $S_{ih}/S_{(i-1)h}$ σε κάθε απειροστό διάστημα χρόνου είναι σταθερή και ανεξάρτητη από το παρελθόν, ενώ η αντίστοιχη πιθανότητα μείωσης ή αύξησης είναι κοντά στο 0.5.

Παρατηρούμε ότι αν θέσουμε $X_t = \ln S_t$ τότε η $X_{ih} = X_{(i-1)h} \pm \sigma h^{1/2}$ (με πιθαν. p το $+$ και $1-p$ το $-$) και επομένως η $X_t = \ln S_t \geq 0$ είναι μια κίνηση Brown. Δηλαδή, η τ.μ. $X_{t+y} - X_t = \ln S_{t+y} - \ln S_t = \ln(S_{t+y}/S_t)$ ακολουθεί κανονική κατανομή $N(\mu t, \sigma^2 t)$ και είναι ανεξάρτητη από το παρελθόν $S_u, 0 \leq u < t$.

Μια στοχαστική ανέλιξη με τις παραπάνω ιδιότητες καλείται γεωμετρική κίνηση Brown (Μπούτσικας [59]).

(iii) Martingale

Οι διαδικασίες martingale παίζουν πολύ σημαντικό ρόλο στην σύγχρονη θεωρία πιθανοτήτων, τη στοχαστική ανάλυση και τις εφαρμογές της. Επίσης βρίσκουν μεγάλη εφαρμογή σε διάφορα χρηματοοικονομικά υποδείγματα

Αν και το μεγαλύτερο μέρος της μαθηματικής θεωρίας οφείλεται στον Αμερικανό πιθανοθεωρητικό Doob, η βασική ιδέα ήταν γνωστή αρκετά νωρίτερα, ίσως ακόμα και από την εποχή του Bachelier στις αρχές του 20^{ου} αιώνα.

Ορισμός των martingale

Πρώτα ορίζεται η έννοια της διήθησης (filtration).

Μια **διήθηση (filtration)** είναι μια οικογένεια από σ -άλγεβρες F_t τέτοια ώστε:

$$s \leq t \Rightarrow F_s \subset F_t$$

Η F_t μπορεί να θεωρηθεί σαν μια πληροφορία η οποία διαθέσιμη μέχρι τη χρονική στιγμή t . Μια διήθηση μπορεί να θεωρηθεί απλά σαν μια αυξανόμενη δομή πληροφορίας καθώς περνάει ο χρόνος. Μια αρκετά συνηθισμένη έννοια είναι η έννοια της φυσικής διήθησης. Αυτή είναι η διήθηση η οποία παράγεται από μία στοχαστική διαδικασία X_t . Όσο περνάει ο χρόνος και παρατηρούμε την εν λόγω στοχαστική διαδικασία τόσο αυξάνεται και η πληροφορία που έχουμε στη διάθεση μας για τη διαδικασία αυτή (Γιαννακόπουλος [57]).

Στη συνέχεια ορίζεται η έννοια των **προσαρμοσμένων** (adapted) τυχαίων μεταβλητών.

Ορισμός 1: Μια οικογένεια τυχαίων μεταβλητών X_t ονομάζεται προσαρμοσμένη στην διήθηση \mathcal{F}_t αν η X_t είναι \mathcal{F}_t -μετρήσιμη για κάθε t .

Αυτό σημαίνει ότι όλη η πληροφορία η οποία αφορά τη στοχαστική μεταβλητή X_t περιέχεται στην σ -άλγεβρα \mathcal{F}_t . Από τον ίδιο ορισμό της φυσικής διηθήσεως μπορούμε να δούμε ότι μια στοχαστική διαδικασία X_t είναι προσαρτημένη στη φυσική της διήθηση.

Έχοντας ορίσει τις παραπάνω έννοιες μπορούμε τώρα να ορίσουμε μια ενδιαφέρουσα ειδική κατηγορία τυχαίων μεταβλητών (ή στοχαστικών διαδικασιών) τις martingale καθώς και τις συναφείς με αυτές supermartingale και submartingale.

Ορισμός 2: Έστω (Ω, \mathcal{F}, P) ένας χώρος πιθανοτήτων, \mathcal{F}_t μια διήθηση στην \mathcal{F} ($\mathcal{F}_t \subset \mathcal{F}$) και X_t μια οικογένεια πραγματικών ολοκληρώσιμων ($E[|X_t|] < \infty$) τυχαίων μεταβλητών που είναι προσαρμοσμένη στην διήθηση \mathcal{F}_t .

(i) Η οικογένεια X_t είναι μια **martingale** αν:

$$E[X_t | \mathcal{F}_s] = X_s \quad \sigma. \beta. s \leq t$$

(ii) Η οικογένεια X_t είναι μια **supermartingale** αν:

$$E[X_t | \mathcal{F}_s] \leq X_s \quad \sigma. \beta. s \leq t$$

(iii) Η οικογένεια X_t είναι μια **submartingale** αν:

$$E[X_t | \mathcal{F}_s] \geq X_s \quad \sigma. \beta. s \leq t$$

Σχόλιο: Το t μπορεί να είναι είτε ένας συνεχής δείκτης $t \in (\mathbb{R})$ είτε ένας διακριτός δείκτης. Στην περίπτωση αυτή ο δείκτης θα συμβολίζεται συνήθως με n, k ή m και θα έχουμε ότι $n, k, m, n \in \mathbb{N}$.

Με απλά λόγια οι παραπάνω ορισμοί λέμε ότι μια martingale έχοντας υπόψη μας την πληροφορία που περιέχεται στην \mathcal{F}_s η καλύτερη πρόβλεψη που μπορούμε να κάνουμε για την τιμή της X_t είναι η τιμή X_s . Αν η X_t είναι supermartingale η καλύτερη πρόβλεψη που μπορούμε να κάνουμε για την τιμή της X_t έχοντας υπόψη την πληροφορία που περιέχεται στην \mathcal{F}_s θα είναι μικρότερη από την τιμή X_s . Τέλος, αν η X_t είναι submartingale η καλύτερη πρόβλεψη που μπορούμε να κάνουμε για την τιμή της X_t έχοντας υπόψη την πληροφορία που περιέχεται στην \mathcal{F}_s θα είναι μεγαλύτερη από την τιμή X_s .

Η παραπάνω εικόνα γίνεται πιο καθαρή αν θεωρήσουμε την X_t σαν μια στοχαστική διαδικασία με το t να έχει την έννοια του χρόνου. Η \mathcal{F}_t μπορεί να είναι

οποιαδήποτε διήθηση αλλά μία επιλογή μπορεί να είναι η φυσική διήθηση $F_t = \sigma(X_u, u \leq t)$, δηλαδή η διήθηση παράγεται από τις τροχιές της τυχαίας διαδικασίας. Η F_t στην περίπτωση αυτή μπορεί να θεωρηθεί σαν η πληροφορία που αποκομίζουμε για την συμπεριφορά της στοχαστικής διαδικασίας X_t παρατηρώντας την από την αρχή των χρόνων $t = 0$ ως τη χρονική στιγμή t . Αν η X_t είναι martingale, έχοντας πλήρη γνώση του ότι έχει συμβεί μέχρι τη χρονική στιγμή s η καλύτερη πρόβλεψη για το X_t , $t > s$ είναι η τιμή X_s δηλαδή η τελευταία της τιμή όταν τελειώσει η περίοδος της παρατήρησης. Συνεπώς για μία martingale η πληροφορία που περιέχεται στην F_s δεν θα μας βοηθήσει να προβλέψουμε τίποτε σχετικά με το μέλλον της στοχαστικής διαδικασίας X_t .

Για να γίνουν τα πράγματα πιο απλά υποθέτουμε ότι η martingale X_t μπορεί να θεωρηθεί σαν το κέρδος από κάποιο τυχερό παιχνίδι, τότε η καλύτερη πρόβλεψη για το κέρδος μας τη χρονική στιγμή t έχοντας παρακολουθήσει την έκβαση του παιχνιδιού μέχρι τη χρονική στιγμή s θα είναι το κέρδος που είχαμε τη χρονική στιγμή s , δηλαδή το X_s . Μια martingale μπορεί λοιπόν να θεωρηθεί σαν το κέρδος από ένα τίμιο παιχνίδι. Αντίθετα, αν η X_t είναι μια supermartingale τότε η καλύτερη πρόβλεψη για το κέρδος μας έχοντας παρακολουθήσει το παιχνίδι μέχρι τη χρονική στιγμή s θα είναι ότι το κέρδος μας θα μειωθεί. Συνεπώς μια supermartingale μπορεί να θεωρηθεί σαν το κέρδος από ένα μη τίμιο παιχνίδι όταν ποντάρουμε στο ενδεχόμενο που δεν ευνοείται από τον σχεδιασμό του παιχνιδιού. Τέλος αν η X_t είναι submartingale τότε η καλύτερη μας πρόβλεψη για το κέρδος μας έχοντας παρακολουθήσει το παιχνίδι μέχρι τη χρονική στιγμή s θα είναι ότι το κέρδος μας θα αυξηθεί. Συνεπώς μια submartingale μπορεί να θεωρηθεί σαν το κέρδος από ένα μη τίμιο παιχνίδι αν ποντάρουμε στο ενδεχόμενο το οποίο ευνοείται από το σχεδιασμό του παιχνιδιού.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- [1] Bauer D., Börger M, Ruß J, Zwiesler H-J (2008). *The volatility of mortality*. Asia-Pac J Risk Insur 3:184-211
- [2] Bauer D., Börger M, Ruß J (2010). *On the pricing of longevity-linked securities*. Insur, Math Econ 46:139-149
- [3] Bauer D., Bergmann D., Reuß A. (2010) *On the calculation of the solvency capital requirement based on nested simulations*. Working Paper, Georgia State University and Ulm University
- [4] Biffis E (2005) *Affine processes for dynamic mortality and actuarial valuations*. Insur, Math Econ 37:443-468
- [5] Booth H, Tickle L (2008) *Mortality modeling and forecasting: a review of methods*. Ann Actuar Sci 3:3-41
- [6] Booth H, Maindonald J, Smith L (2002) *Applying Lee-Carter under conditions of variable mortality decline*. Popul Stud 56:325-336
- [7] Cairns A, Blake D, Dowd K (2006) *A two-factor model for stochastic mortality with parameter uncertainty: theory and calibration*. J Risk Insur 73:678-718
- [8] Cairns A, Blake D, Dowd K (2006) *Pricing death: frameworks for the valuation and securitization of mortality risk*. ASTIN Bull 36:79-120
- [9] Cairns A, Blake D, Dowd K (2008) *Modelling and management of mortality risk: a review*. Scand Actuar J 2:79-113
- [10] Cairns A, Blake D, Dowd K, Coughlan G, Epstein D, Ong A, Balevich I (2009) *A quantitative comparison of stochastic mortality models using data from England & Wales and the United States*. North Am Actuar J 13:1-35
- [11] EIOPA (2007) QIS3 *Calibration of the underwriting risk, market risk and MCR*.
- [12] EIOPA (2008) QIS4 *technical specifications*.
- [13] EIOPA (2008) QIS4 *term structures*
- [14] EIOPA (2008) *EIOPA's report on its fourth quantitative impact study (QIS4) for Solvency II*
- [15] EIOPA (2009) Consultation Paper No 49, *Draft EIOPA's advice for level 3 implementing measures on Solvency II: standard formula SCR – article 109 c life underwriting risk*

- [16] EIOPA (2009) Consultation Paper No 42, *Draft EIOPA's advice for level 2 implementing measures on Solvency II*: article 85(d) – calculation of the risk margin
- [17] EIOPA (2010) *Solvency II calibration paper*
- [18] Chan W, Li S, Cheung S (2008) *Testing deterministic versus stochastic trends in the Lee-Carter mortality indexes and its implication for projecting mortality improvements at advanced ages*.
- [19] Continuous Mortality Investigation (CMI) (2009) Working Paper 37 – Version 1.1 of the CMI library of mortality projections
- [20] Cox S, Lin Y, Pedersen H (2009) *Mortality risk modeling: applications to insurance securitization*.
- [21] Dahl M (2004) *Stochastic mortality in life insurance: market reserves and mortality-linked insurance contracts*. *Insur, Math Econ* 35:113-136
- [22] Devineau L, Loisel S (2009) *Risk aggregation in Solvency II: how to converge the approaches of the internal models and those of the standard formula?* *Bull Fr Actuar* 18:107-145
- [23] Doff R (2008) *A critical analysis of the Solvency II proposals*. Geneva Pap Risk Insur, Issues Pract 33:193-206
- [24] Dowd K, Cairns A, Blake D (2006) *Mortality-dependent financial risk measures*. *Insur, Math Econ* 38:427-440
- [25] Duffie D, Skiadas C (1994) *Continuous-time security pricing: a utility gradient approach*. *J Math Econ* 23:107-131
- [26] Eling M, Schmeiser H, Schmit J, (2007) *The solvency II process: overview and critical analysis*. *Risk Manag Insur Rev* 10:69-85
- [27] European Commission (2010) *QIS5 technical specifications*.
- [28] Grimshaw D (2007) *Mortality Projections*. Presentation at the Current Issues in Life Assurance seminar, 2007
- [29] Hanewald K (2009) *Mortality Modeling: Lee-Carter and the macroeconomy*. Working Paper, Humboldt University Berlin
- [30] Hari N, De Waegenaere A, Melenberg B, Nijman T (2008) *Longevity risk in portfolios of pensions annuities*. *Insur, Math Econ* 42:505-519
- [31] Hari N, De Waegenaere A, Melenberg B, Nijman T (2008) *Estimating the term structure of mortality*. *Insur, Math Econ* 42:495-504
- [32] Harrison M, Kreps D (1979) *Martingales and arbitrage in multiperiod security markets*. *J Econ Theory* 20:381-408

- [33] Haslip G (2008) *Risk assessment*. The Actuary, Dec 2008
- [34] Holzmüller I (2009) *The United States RBC standards, Solvency II and the Swiss solvency test: a comparative assessment*. Geneva Risk Insur, Issues Pract 34:56-77
- [35] Human Mortality Database (2009) University of California, Berkeley, USA and Max Planck Institute for Demographic Research, Germany.
- [36] Karatzas I, Shreve S (1991) *Brownian motion and stochastic calculus. Graduate texts in mathematics*, vol 113. Springer, New York
- [37] Lee R, Carter L (1992) *Modeling and forecasting US mortality*. J Am Stat Assoc 87:659-671
- [38] Lee R, Miller T (2001) *Evaluating the performance of Lee-Carter method for forecasting mortality*. Demography 38:537-549
- [39] Lin Y, Cox S (2005) *Securitization of mortality risk in life annuities*. J Risk Insur 72:227-252
- [40] Loeys J, Panigirtzoglou N, Ribeiro R (2007) *Longevity: a market in the making*. JPMorgan Global Market Strategy
- [41] Matthias Börger (2010) *Deterministic shock vs. stochastic value-at-risk – an analysis of the Solvency II standard model approach to longevity risk*. Original Research paper, Springer
- [42] Milidonis A, Lin Y, Cox S (2010) *Mortality regimes and pricing*. North Am Actuar J
- [43] Miltersen K, Persson S (2005) *Is mortality dead? Stochastic force of mortality determined by no arbitrage*. Working Paper, Norwegian School of Economics and Business Administration, Bergen and Copenhagen Business School
- [44] Olivieri A (2009) *Stochastic mortality: experience-based modeling and application issues consistent with Solvency 2*. Working Paper, University of Parma
- [45] Olivieri A, Pitacco E (2008) *Solvency Requirements for life annuities: some comparisons*. Working Paper, University of Parma and University of Trieste
- [46] Olivieri A, Pitacco E (2008) *Stochastic mortality: the impact on target capital*. CAREFIN Working Paper, University Bocconi
- [47] Olivieri A, Pitacco E (2008) *Assessing the cost of capital for longevity risk*. Insur, Math Econ 42:1013-1021
- [48] Plat R (2009) *Stochastic portfolio specific mortality and the quantification of mortality basis risk*. Insur, Math Econ 45:123-132
- [49] Prof Steven Haberman, Prof Vladimir Kaisher, Dr Pietro Millosovich, Andres Villegas, Steven Baxter, Andrew Gaches, Sveinn Gunnlaugsson GradStat, Mario

- Sison (2014). *Longevity Basis Risk – A Methodology for Assessing Basis Risk*. Institute and Faculty of Actuaries
- [50] Steffen T (2008) *Solvency II and the work of EIOPA*. Geneva Pap Risk Insur, Issues Pract 33:60-65
- [51] Stevens R, De Waegenare A, Melenberg B (2010) *Longevity risk in pension annuities with exchange options: the effect of product design*. Insur, Math Econ 46:222-234
- [52] Sweeting P (2009) *A trend-change extension of the Cairns-Blake-Dowd model*. Working Paper, The Pensions Institute
- [53] Tabeau E, van den Berg Jeths A, Heathcote C (2001) *Towards an integration of the statistical, demographic and epidemiological prospective in forecasting mortality*. In: Tabeau E, van den Berg Jeths A, Heathcote C (eds) *Forecasting mortality in developed countries*. Kluwer Academic, Dordrecht
- [54] Thatcher A, Kannisto V, Vaupel J (1998) *The force of mortality at ages 80 to 120*. In: *Odense monographs on population aging*, vol 5. Odense University Press, Odense
- [55] Vaupel J (1986) *How change in age-specific mortality affects life expectancy*. Popul Stud 40:147-157
- [56] Wilmoth J (1993) *Computational methods for fitting and extrapolating the Lee-Carter model of mortality change*. Technical Report. University of California, Berkeley
- [57] Α. Ν. Γιαννακόπουλος " *Στοχαστική Ανάλυση και Εφαρμογές στη Χρηματοοικονομική* ", Τόμος Ι: Εισαγωγή στη Στοχαστική Ανάλυση, Πανεπιστήμιο Αιγαίου, 2003
- [58] Γιάννης Α. Φίλης. «*Στοχαστικές Διαδικασίες*», Πολυτεχνείο Κρήτης, 2006
- [59] Μπούτσικας Μιχαήλ. Σημειώσεις Παραδόσεων: «*Μέθοδοι Προσομοίωσης & Υπολογιστικές και Στατιστικές Τεχνικές*», Πανεπιστήμιο Πειραιώς, Τμήμα Στατιστικής και Ασφαλιστικής Επιστήμης, 2004
- [60] Ντρέγκας, Γ. (2007), *Εκτίμηση του κινδύνου των εισηγμένων στο Χ.Α.Α. ακτοπλοϊκών εταιρειών με χρήση της μεθόδου Value at Risk (VaR)*, Πανεπιστήμιο Αιγαίου, Χίος
- [61] Φωτεινάκης Παναγιώτης (2013). *Μέθοδοι Αποθεματοποίησης στις Γενικές Ασφάλειες και Φερεγγυότητα ΙΙ*. Διπλωματική Εργασία, Πανεπιστήμιο Πειραιώς, Τμήμα Στατιστικής και Ασφαλιστικής Επιστήμης