

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΩΣ



ΤΜΗΜΑ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗΣ ΚΑΙ ΑΣΦΑΛΙΣΤΙΚΗΣ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ

**ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΣΠΟΥΔΩΝ ΣΤΗΝ ΑΝΑΛΟΓΙΣΤΙΚΗ
ΕΠΙΣΤΗΜΗ ΚΑΙ ΔΙΟΙΚΗΤΙΚΟΙ ΚΙΝΔΥΝΟΥ**

**Εκτίμηση Κινδύνου Μακροζωίας και Θνησιμότητας με βάση τη
Φερεγγυότητα II**

Κατσαντούρα Μαρίνα

ΜΑΕ 18024

Διπλωματική εργασία

που υποβλήθηκε στο τμήμα Στατιστικής και Ασφαλιστικής Επιστήμης του Πανεπιστημίου Πειραιώς ως μέρος των απαιτήσεων για την απόκτηση του Μεταπτυχιακού Διπλώματος Ειδίκευσης στην Αναλογιστική Επιστήμη και Διοικητική Κινδύνου

Πειραιάς

Δεκέμβριος 2020

Η παρούσα Διπλωματική Εργασία εγκρίθηκε ομόφωνα από την Τριμελή Εξεταστική Επιτροπή που ορίστηκε από τη ΓΣ του τμήματος Στατιστικής και Ασφαλιστικής Επιστήμης του Πανεπιστημίου Πειραιώς στην υπ' αριθμόν 12^η /24.06.2019 συνεδρίαση του σύμφωνα με τον Εσωτερικό Κανονισμό Λειτουργίας του Προγράμματος Μεταπτυχιακών Σπουδών στην Αναλογιστική Επιστήμη και Διοικητική Κινδύνου.

Τα μέλη της Επιτροπής ήταν:

- Επίκ. Καθηγητής Πιτσέλης Γεώργιος (Επιβλέπων)
- Αναπλ. Καθηγήτρια Βερροπούλου Γεωργία
- Αναπλ. Καθηγητής Ψαρράκος Γεώργιος

Η έγκριση της Διπλωματικής Εργασίας από το Τμήμα Στατιστικής και Ασφαλιστικής Επιστήμης του Πανεπιστημίου Πειραιώς δεν υποδηλώνει αποδοχή των γνώμων του συγγραφέα.

UNIVERSITY OF PIRAEUS



DEPARTMENT OF STATISTICS & INSURANCE SCIENCE

**POSTGRADUATE PROGRAM IN ACTUARIAL SCIENCE & RISK
MANAGEMENT**

Longevity and Mortality Risk in Solvency II

Katsantoura Marina

MAE 18024

MSc Dissertation

submitted to the Department of Statistics & Insurance Science of the University of Piraeus in partial fulfilment of the requirements for the degree of Master in Science in Actuarial Science & Risk Management

Piraeus

December 2020

Στην οικογένειά μου

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Με αφορμή το πέρας της διπλωματικής μου εργασίας, θα ήθελα να ευχαριστήσω τον κύριο Πιτσέλη Γεώργιο για την ευκαιρία που μου έδωσε να ασχοληθώ με το συγκεκριμένο αντικείμενο της εργασίας, την καθοδήγησή του, καθώς επίσης και για το ενδιαφέρον του σε όλη την πορεία μου στο μεταπτυχιακό πρόγραμμα. Επιπλέον, θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον διδάκτορα του τμήματος, κύριο Μποζίκα Απόστολο, για την πολύτιμη βοήθειά του στην περάτωση της παρούσας εργασίας. Επίσης, θα ήθελα να ευχαριστήσω τους καθηγητές κυρία Γεωργία Βερροπούλου και κύριο Γεώργιο Ψαρράκο για τη συμμετοχή τους στην συμβουλευτική επιτροπή. Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω βαθιά την οικογένειά μου για την στήριξή τους σε όλη την διάρκεια των σπουδών μου.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Το πλαίσιο Φερεγγυότητας II θέτεται σε εφαρμογή από το 2016, τόσο για τις ασφαλιστικές όσο και για τις αντασφαλιστικές εταιρείες της Ευρώπης. Η ΕΙΟΡΑ εισήγαγε το νέο πλαίσιο Φερεγγυότητας, το οποίο βασίζεται στο προφίλ κινδύνου που αντικατοπτρίζει την εκάστοτε εταιρεία. Σύμφωνα με αυτό, οι ασφαλιστικές εταιρείες υποχρεούνται να αλλάξουν την πολιτική και τις διαδικασίες τους, πράγματα τα οποία παρέμειναν ίδια για χρόνια. Οι ασφαλιστικές εταιρείες θεωρούνται φερέγγυες όταν είναι ικανές να αντιμετωπίσουν τις οικονομικές τους υποχρεώσεις, λαμβάνοντας υπόψη τους κινδύνους στους οποίους είναι εκτεθειμένες. Βάσει του πλαισίου, οφείλουν να κρατούν το λεγόμενο απαιτούμενο κεφάλαιο φερεγγυότητας για όλους αυτούς τους κινδύνους. Η παρούσα εργασία εστιάζει στον υπολογισμό του κινδύνου θνησιμότητας και μακροζωίας, σύμφωνα με την τυποποιημένη μέθοδο. Υπολογίζεται το απαιτούμενο κεφάλαιο φερεγγυότητας ενώ λαμβάνεται υπόψη το αποτέλεσμα διαφοροποίησης. Αυτό αποδεικνύεται ως ένα πολύ χρήσιμο εργαλείο διαχείρισης των κινδύνων, αφού βοηθάει τις ασφαλιστικές εταιρείες να μειώνουν τις υποχρεώσεις τους. Τέλος, επιπλέον σκοπός της παρούσας εργασίας είναι η σύγκριση του απαιτούμενου κεφαλαίου φερεγγυότητας, των δύο κινδύνων που προαναφέρθηκαν, χρησιμοποιώντας τέσσερις διαφορετικούς πίνακες θνησιμότητας, προκειμένου να αναλυθεί η επίδρασή του όντας ως μια από τις πιο σημαντικές υποθέσεις, ένας από τους οποίους στηρίζεται στη χρήση του στοχαστικού μοντέλου Lee-Carter (1992), χρησιμοποιώντας πρόσφατα δεδομένα, διότι τα τελευταία χρόνια έχει παρατηρηθεί αύξηση του προσδόκιμου ζωής.

ABSTRACT

The Solvency II framework, which has been implemented since 2016, refers to the insurance and reinsurance undertakings all over Europe. EIOPA has proposed the Solvency II Directive, both to harmonize European insurance regulation, as well as introduce a risk-based regulation more tailored to the risk profile of the respective insurance company. Based on this new framework, the insurance companies are obliged to change their policies and their procedures, things that have remained the same for many years. Insurers are usually considered solvent when they are able to meet their long-term financial obligations, while taking into account the risks that they are exposed to. In order to account for these risks, Solvency II requires the insurance company to hold a so-called buffer in terms of capital: the Solvency Capital Requirement (SCR). This paper is focused on the calculation of mortality and longevity risk, according to the standard formula. The SCR is calculated taking into account the result of diversification effect. This is proved to be a very useful management risk tool, as it helps the insurance companies to reduce their liabilities. Finally, additional purpose of the present paper is to compare the solvency capital requirement of the aforementioned two risks, using four different mortality tables, in order to analyze its impact as it is one of the most important assumptions, and one of them is calculated based on the use of the stochastic Lee-Carter (1992) model, using recent data, because it is proved that life expectancy has increased in recent years.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΕΙΣΑΓΩΓΗ	1
ΚΕΦΑΛΑΙΟ_1: ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΗ ΦΕΡΕΓΓΥΟΤΗΤΑ ΙΙ	4
1.1. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΟΥ ΠΛΑΙΣΙΟΥ	4
1.2. ΙΣΤΟΡΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ.....	6
1.3. ΑΝΤΑΠΟΚΡΙΣΗ ΤΗΣ ΕΛΛΗΝΙΚΗΣ ΑΣΦΑΛΙΣΤΙΚΗΣ ΑΓΟΡΑΣ ΣΤΟ ΠΛΑΙΣΙΟ ΦΕΡΕΓΓΥΟΤΗΤΑΣ ΙΙ	8
1.4. ΚΙΝΔΥΝΟΣ ΘΝΗΣΙΜΟΤΗΤΑΣ ΚΑΙ ΜΑΚΡΟΖΩΙΑΣ	10
1.4.1 ΚΙΝΔΥΝΟΣ ΘΝΗΣΙΜΟΤΗΤΑΣ.....	11
1.4.2 ΚΙΝΔΥΝΟΣ ΜΑΚΡΟΖΩΙΑΣ.....	12
1.5. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑ ΔΙΑΦΟΡΟΠΟΙΗΣΗΣ “DIVERSIFICATION EFFECT”	14
ΚΕΦΑΛΑΙΟ_2: ΜΟΝΤΕΛΟΠΟΙΗΣΗ ΘΝΗΣΙΜΟΤΗΤΑΣ	17
2.1 ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ.....	17
2.2 ΜΟΝΤΕΛΟΠΟΙΗΣΗ ΤΗΣ ΘΝΗΣΙΜΟΤΗΤΑΣ ΜΕ ΤΟ ΜΟΝΤΕΛΟ LEE-CARTER .	20
2.3 ΠΙΘΑΝΟΤΗΤΕΣ ΘΝΗΣΙΜΟΤΗΤΑΣ ΜΕ ΤΟ ΜΟΝΤΕΛΟ LEE-CARTER.....	23
ΚΕΦΑΛΑΙΟ_3: ΜΕΘΟΔΟΙ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΟΥ ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ ΦΕΡΕΓΓΥΟΤΗΤΑΣ	28
3.1 ΜΕΘΟΔΟΙ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΚΙΝΔΥΝΩΝ	28
3.2 ΕΝΝΟΙΕΣ ΚΑΙ ΣΥΜΒΟΛΙΣΜΟΙ	29
3.3 ΜΟΝΤΕΛΟΠΟΙΗΣΗ ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΟΥ ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ ΦΕΡΕΓΓΥΟΤΗΤΑΣ	32
3.4 ΜΟΝΤΕΛΟΠΟΙΗΣΗ DIVERSIFICATION EFFECT.....	34
ΚΕΦΑΛΑΙΟ_4: ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΚΙΝΔΥΝΟΥ ΘΝΗΣΙΜΟΤΗΤΑΣ ΚΑΙ ΜΑΚΡΟΖΩΙΑΣ ...	37
4.1 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΠΡΟΙΟΝΤΩΝ ΚΑΙ ΧΑΡΤΟΦΥΛΑΚΙΟΥ.....	37
4.2 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΟΥ ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ ΦΕΡΕΓΓΥΟΤΗΤΑΣ ΤΟΥ ΚΙΝΔΥΝΟΥ ΘΝΗΣΙΜΟΤΗΤΑΣ ΚΑΙ ΜΑΚΡΟΖΩΙΑΣ.....	39
4.3 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ DIVERSIFICATION EFFECT	50
ΚΕΦΑΛΑΙΟ_5: ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	53
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	56
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ.....	60

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Οι ασφαλιστικές και αντασφαλιστικές εταιρείες είναι, γενικά, εκτεθειμένες σε κινδύνους που επηρεάζουν την οικονομική τους θέση. Τέτοιοι κίνδυνοι μπορεί να είναι είτε οικονομικοί, για παράδειγμα κίνδυνος επιτοκίων, συναλλαγματικός κίνδυνος, κίνδυνος μετοχών κ.α., είτε μη οικονομικοί όπως για παράδειγμα κίνδυνος θνησιμότητας, κίνδυνος μακροζωίας ή μακροβιότητας, κίνδυνος εξαγορών κ.α.

Οι ασφαλιστικές και αντασφαλιστικές εταιρείες θεωρούνται φερέγγυες όταν είναι ικανές να εκπληρώσουν τις μακροπρόθεσμες οικονομικές τους υποχρεώσεις, λαμβάνοντας υπόψιν τους προαναφερθέντες κινδύνους. Προκειμένου να διασφαλιστεί το γεγονός ότι οι εταιρείες αυτές, σε όλη την Ευρώπη, περιορίζουν τον κίνδυνο αφερεγγυότητας σε ένα επιθυμητό επίπεδο¹, η Ευρωπαϊκή Αρχή Ασφαλίσεων και Επαγγελματικών Συντάξεων (ΕΑΑΕΣ)² εισήγαγε την οδηγία της Φερεγγυότητας II με σκοπό την εναρμόνιση των ασφαλιστικών κανόνων καθώς και την εφαρμογή ενός κανονισμού βασισμένο στον κίνδυνο που αντικατοπτρίζει καλύτερα το προφίλ κινδύνου της εκάστοτε ασφαλιστικής ή αντασφαλιστικής εταιρείας.

Οι ασφαλιστικές εταιρείες που προσφέρουν προϊόντα συνδεδεμένα με την ζωή του ασφαλισμένου, για παράδειγμα συνταξιοδοτικά προγράμματα ή ασφαλίσεις ζωής, πρέπει να λαμβάνουν υπόψη το προσδόκιμο ζωής και την αβεβαιότητα ανάπτυξης της θνησιμότητας κατά την εκτίμηση των μελλοντικών τους υποχρεώσεων που απορρέουν από το χαρτοφυλάκιο τους. Δύο είναι τα είδη που σχετίζονται με την θνησιμότητα: κίνδυνος μακροζωίας, δηλαδή ο κίνδυνος μείωσης των πιθανοτήτων θνησιμότητας, και κίνδυνος θνησιμότητας, δηλαδή ο κίνδυνος αύξησης των πιθανοτήτων θνησιμότητας. Σε αντίθεση με τον κίνδυνο θνησιμότητας που είναι βραχυπρόθεσμος και συγκρίσιμος με έναν φυσικό κίνδυνο καταστροφής, ο κίνδυνος μακροζωίας είναι μακροπρόθεσμος, δηλαδή αφορά αλλαγές στην τάση. Προκειμένου να ληφθούν υπόψη αυτοί οι κίνδυνοι, το πλαίσιο Φερεγγυότητας II απαιτεί από τις ασφαλιστικές εταιρείες να διατηρούν το λεγόμενο απόθεμα ασφαλείας: την κεφαλαιακή απαίτηση φερεγγυότητας (Solvency Capital Requirement - SCR).

Το πλαίσιο Φερεγγυότητας II επιτρέπει την εφαρμογή δύο μεθόδων για τον υπολογισμό των SCR του κινδύνου θνησιμότητας και μακροζωίας αντίστοιχα. Η πρώτη μέθοδος, γνωστή ως τυποποιημένη μέθοδος, βασίζεται σε ένα σοκ σε όλα τα ποσοστά θνησιμότητας και η δεύτερη

¹ Το πλαίσιο Φερεγγυότητας II απαιτεί 99,5% πιθανότητα να παραμείνει φερέγγυα η εταιρεία κατά τη διάρκεια ενός έτους, δηλαδή να είναι σε θέση εκπληρώσει τις οικονομικές της υποχρεώσεις.

² European Insurance and Occupational Pensions Authority (EIOPA).

μέθοδος, γνωστή ως εσωτερικό μοντέλο, βασίζεται στο στοχαστικό μοντέλο θνησιμότητας που μπορεί να εκτιμήσει και να προβλέψει μελλοντικά ποσοστά θνησιμότητας. Οι ασφαλιστικές εταιρείες, προκειμένου να μειώσουν το απαιτούμενο SCR, μπορούν να χρησιμοποιήσουν μια στρατηγική διαχείρισης κινδύνων, γνωστή ως διαφοροποίηση (diversification effect).

Το αντικείμενο αυτής της μελέτης θα επικεντρωθεί κυρίως στον υπολογισμό του SCR του κινδύνου θνησιμότητας και του κινδύνου μακροζωίας, καθώς επίσης και της διαφοροποίησης, χρησιμοποιώντας την τυποποιημένη μέθοδο. Εν συνεχεία, θα υπολογιστούν τα προαναφερθέντα SCR χρησιμοποιώντας διαφορετικούς πίνακες θνησιμότητας, ένας από τους οποίους θα κατασκευαστεί μέσω του στοχαστικού μοντέλου Lee-Carter (1992).

Πιο συγκεκριμένα, στο 1^ο Κεφάλαιο θα παρουσιαστεί το πλαίσιο Φερεγγυότητας II, ο κίνδυνος θνησιμότητας και ο κίνδυνος μακροζωίας. Στο 2^ο Κεφάλαιο θα γίνει μια ανάλυση σχετικά με την μοντελοποίηση της θνησιμότητας και θα κατασκευαστεί ένας πίνακας θνησιμότητας με τη χρήση του στοχαστικού μοντέλου Lee-Carter (1992). Εν συνεχεία, στο 3^ο Κεφάλαιο θα παρουσιαστούν οι μέθοδοι υπολογισμού όλων των απαιτούμενων στοιχείων που συνθέτουν το SCR των κινδύνων θνησιμότητας και μακροζωίας, καθώς επίσης και της διαφοροποίησης. Ακολούθως, στο 4^ο Κεφάλαιο θα περιγραφούν τα προϊόντα και τα δεδομένα που χρησιμοποιούνται για τον υπολογισμό του SCR των κινδύνων θνησιμότητας και μακροζωίας, καθώς επίσης και της διαφοροποίησης, χρησιμοποιώντας διαφορετικούς πίνακες θνησιμότητας. Τέλος, στο 5^ο Κεφάλαιο αναλύονται τα συμπεράσματα και οι παρατηρήσεις από τη σύγκριση των SCR αλλάζοντας την παράμετρο των ποσοστών θνησιμότητας, όπως αυτά υπολογίστηκαν στο προηγούμενο Κεφάλαιο.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ_1: ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΗ ΦΕΡΕΓΓΥΟΤΗΤΑ ΙΙ

1.1. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΟΥ ΠΛΑΙΣΙΟΥ

Το πλαίσιο Φερεγγυότητας ΙΙ (Solvency ΙΙ) είναι ένα νέο εποπτικό πλαίσιο προληπτικών κανονισμών που ισχύει από το 2016, τόσο για τις ασφαλιστικές όσο και για τις αντασφαλιστικές εταιρείες της Ευρώπης. Επικεντρώνεται σε μια προσέγγιση διαχείρισης κινδύνων και βασίζεται στο προφίλ κινδύνου κάθε μεμονωμένης ασφαλιστικής εταιρείας με σκοπό την προώθηση της συγκρισιμότητας, της διαφάνειας και της ανταγωνιστικότητας. Το πλαίσιο εισήχθη από την Ευρωπαϊκή Αρχή Ασφαλίσεων και Επαγγελματικών Συντάξεων (ΕΑΑΕΣ), αλλά η καθημερινή εποπτεία του πλαισίου έχει ανατεθεί στις τοπικές ρυθμιστικές αρχές της εκάστοτε χώρας.

Το πλαίσιο θέτει κανονισμούς για το απαιτούμενο χρηματικό κεφάλαιο, τη διαχείριση κινδύνων καθώς και για τα καθιερωμένα πρότυπα των ασφαλιστικών εταιρειών. Κύριος στόχος του πλαισίου Φερεγγυότητας ΙΙ είναι να διασφαλίσει ότι οι ασφαλιστικές και αντασφαλιστικές εταιρείες διαθέτουν επαρκές χρηματικό κεφάλαιο για την προστασία των ασφαλισμένων, στοχεύοντας στη μείωση του κινδύνου περί μη ανταπόκρισης ενός ασφαλιστή στις χρηματοοικονομικές του απαιτήσεις. Άλλοι δηλωμένοι στόχοι είναι η βελτίωση της προστασίας των ασφαλισμένων και η εμπάθυνση της ολοκλήρωσης της αγοράς στην Ε.Ε. (Ευρωπαϊκή Ένωση) με την εναρμόνιση των εποπτικών καθεστώτων και την αύξηση της διεθνούς ανταγωνιστικότητας των ασφαλιστικών εταιρειών της Ε.Ε.

Με το νέο πλαίσιο Φερεγγυότητας οι ασφαλιστικές εταιρείες υποχρεούνται να αλλάξουν την πολιτική και τη φιλοσοφία τους, πράγματα τα οποία παρέμειναν ίδια για χρόνια. Αυτό τις έφερε αντιμέτωπες με τεράστιες δυσκολίες (μείωση πελατών, αύξηση αγορών, έλλειψη ρευστότητας, απόσβεση παγίων περιουσιακών στοιχείων, αύξηση της φορολογικής επιβάρυνσης, κ.α.). Επιπρόσθετα, οι νέες υποχρεώσεις των ασφαλιστικών εταιρειών προς τις εποπτικές αρχές, αυξάνουν το λειτουργικό τους κόστος (βελτίωση υποδομών, εκσυγχρονισμός συστημάτων υπολογιστών, εκπαίδευση προσωπικού, πρόσληψη ειδικευμένου προσωπικού, κ.α.). Ως επακόλουθο, για τις περισσότερες ασφαλιστικές εταιρείες δημιουργείται ανάγκη για αύξηση του μετοχικού κεφαλαίου προκειμένου να καλύψουν την Κεφαλαιακή Απαίτηση Φερεγγυότητας (Solvency Capital Requirement - SCR). Παρόλο που οι βραχυπρόθεσμες δυσκολίες εφαρμογής του πλαισίου Φερεγγυότητας ΙΙ φαίνονται ανυπέβλητες για τις ασφαλιστικές εταιρείες, τα μακροπρόθεσμα οφέλη από την εφαρμογή αυτού είναι αφετέρου τεράστια για τις ασφαλιστικές εταιρείες, τους ασφαλισμένους και ολόκληρη την αγορά.

Συνεχίζοντας, το πλαίσιο Φερεγγυότητας II ήρθε για να καλύψει τις αδυναμίες που είχε το πλαίσιο Φερεγγυότητας I, κατά τη διάρκεια των 40 χρόνων της ύπαρξής του. Το πλαίσιο αυτό, όπως και το πλαίσιο της Βασιλείας για τις τράπεζες, αποκαθιστά τις ελλείψεις της Φερεγγυότητας I, χωρίζοντας το νέο πλαίσιο σε τρεις “πυλώνες”. Το νέο πλαίσιο εξαλείφει, επίσης, τους υφιστάμενους περιορισμούς που επιβάλλουν τα κράτη μέλη στη σύνθεση των επενδυτικών χαρτοφυλακίων των ασφαλιστών.

Ο πρώτος πυλώνας του πλαισίου ορίζει τις ποσοτικές απαιτήσεις για το ποσό του κεφαλαίου που πρέπει να κατέχει μια ασφαλιστική εταιρεία, συμπεριλαμβανομένων των κανόνων για την αποτίμηση περιουσιακών στοιχείων και υποχρεώσεων (τεχνικών προβλέψεων), για τον υπολογισμό των κεφαλαιακών απαιτήσεων και για τον προσδιορισμό των επιλέξιμων ιδίων κεφαλαίων για την κάλυψη αυτών των απαιτήσεων. Ο δεύτερος πυλώνας καθορίζει τις απαιτήσεις για τη διαχείριση κινδύνων, τη διακυβέρνηση, καθώς και τις λεπτομέρειες της εποπτικής διαδικασίας με τις αρμόδιες αρχές. Ο πυλώνας αυτός εξασφαλίζει ότι το κανονιστικό πλαίσιο συνδυάζεται με το σύστημα διαχείρισης κινδύνων κάθε ασφαλιστικής εταιρείας, ενισχύοντας τις επιχειρηματικές αποφάσεις. Ο τρίτος πυλώνας αφορά τη διαφάνεια, την αναφορά στις εποπτικές αρχές και την ενημέρωση του κοινού σχετικά με την οικονομική κατάσταση της εταιρείας, ενισχύοντας έτσι την πειθαρχία της αγοράς και αυξάνοντας τη συγκρισιμότητα, οδηγώντας έτσι σε μεγαλύτερο ανταγωνισμό.

Το απαιτούμενο κεφάλαιο που πρέπει να έχει μια ασφαλιστική εταιρεία βασίζεται στους συγκεκριμένους κινδύνους που αντιμετωπίζει, επιτρέποντας τη βέλτιστη κατανομή κεφαλαίων σε ολόκληρη την Ε.Ε. Αυτή η κεφαλαιακή απαίτηση ονομάζεται Κεφαλαιακή Απαίτηση Φερεγγυότητας και καλύπτει όλους τους κινδύνους που αντιμετωπίζει μια ασφαλιστική εταιρεία. Η ΕΙΟΡΑ είναι επιφορτισμένη με τη διασφάλιση της συνεπούς εφαρμογής του πλαισίου του ενιαίου κανόνα σε όλη την Ευρώπη και με τον ορισμό του απαιτούμενου κεφαλαίου μιας ασφαλιστικής ή αντασφαλιστικής εταιρείας.

Σύμφωνα με το πλαίσιο Φερεγγυότητας II, οι κεφαλαιακές απαιτήσεις καθορίζονται ως η αξία σε κίνδυνο των βασικών ιδίων κεφαλαίων, σε επίπεδο εμπιστοσύνης 99,50% και σε περίοδο ενός έτους. Αυτό σημαίνει ότι οι ασφαλιστικές εταιρείες πρέπει να διατηρούν αρκετό κεφάλαιο για να καλύψουν τις συνέπειες της αγοράς από ενδεχόμενες ακραίες απώλειες που μπορεί να προκύψουν κατά το επόμενο έτος, με επίπεδο εμπιστοσύνης 99,50%. Οι συνέπειες της αγοράς μπορεί να προκύπτουν από αλλαγές στις αγοραίες αξίες των περιουσιακών στοιχείων που κατέχουν οι ασφαλιστές. Ακόμη, οι ασφαλιστικές εταιρείες υποχρεούνται να τηρούν μια

ελάχιστη κεφαλαιακή απαίτηση³, δηλαδή το κατώτατο όριο, κάτω από το οποίο θα επέμβουν οι τοπικές ρυθμιστικές αρχές.

Ακολούθως, οι παράγοντες κινδύνου στο πλαίσιο Φερεγγυότητας ΙΙ δεν μεταφράζονται άμεσα σε κεφαλαιακές απαιτήσεις (σε αντίθεση με τους συντελεστές στάθμισης που ισχύουν για τις χρηματοπιστωτικές εταιρείες). Η κεφαλαιακή απαίτηση ισούται με την καθαρή επίδραση στα ίδια κεφάλαια, λαμβάνοντας υπόψη ολόκληρο τον ισολογισμό. Κατ' ακολουθία, οι κεφαλαιακές απαιτήσεις του πλαισίου εξαρτώνται από τη διαφοροποίηση μεταξύ διαφορετικών πηγών κινδύνου και από τις υποχρεώσεις της εκάστοτε ασφαλιστικής εταιρείας. Όσο καλύτερα τα έσοδα του ενεργητικού ταιριάζουν με τις υποχρεώσεις μιας εταιρείας σε όλα τα διαφορετικά σενάρια, τόσο χαμηλότερη θα είναι η τελική κεφαλαιακή απαίτηση (Boonen, 2017; Europa, 2015).

1.2. ΙΣΤΟΡΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

Το πλαίσιο Φερεγγυότητας Ι εμφανίστηκε το 1973. Κατά τα χρόνια της ύπαρξης του έδειξε διαρθρωτικές αδυναμίες. Δεν ήταν ευαίσθητο στους κινδύνους και ορισμένοι βασικοί κίνδυνοι (συμπεριλαμβανομένων των κινδύνων αγοράς, των πιστωτικών κινδύνων και λειτουργικών κινδύνων) είτε δεν καταγράφονταν καθόλου στις κεφαλαιακές απαιτήσεις είτε δεν λαμβάνονταν υπόψη στην προσέγγιση ενός μοντέλου. Αυτές οι ελλείψεις ευαισθησίας στον κίνδυνο και το απλουστευμένο πλαίσιο της Φερεγγυότητας Ι επέφεραν κάποιες συνέπειες. Τέτοιες συνέπειες ήταν η μη ακριβή αξιολόγηση των κινδύνων των ασφαλιστικών εταιρειών, η μη διασφάλιση της ακριβούς και έγκαιρης παρέμβασης των εποπτών, καθώς και η μη βέλτιστη κατανομή κεφαλαίου, δηλαδή μη αποτελεσματική κατανομή σχετικά με τον κίνδυνο και την απόδοση των μετόχων.

Η πρώτη επίσημη αναφορά για εισαγωγή πρόσθετων παραμέτρων στην αξιολόγηση του πλαισίου φερεγγυότητας έγινε τον Απρίλιο του 1997 από το συνέδριο των ασφαλιστικών εποπτών⁴. Δύο χρόνια αργότερα, το 1999, η Ευρωπαϊκή Επιτροπή παρουσίασε το έγγραφο της με τίτλο “*The Review of the Overall Financial Position of an Insurance Undertaking*”. Το έγγραφο αυτό ξεκίνησε τη συζήτηση μεταξύ των ευρωπαϊκών θεσμικών οργάνων, των

³ Minimum Capital Requirement (MCR).

⁴ Insurance Supervisors Conference (ISC).

ρυθμιστικών αρχών και των εποπτικών αρχών σχετικά με τον εκσυγχρονισμό του πλαισίου φερεγγυότητας για την εποπτεία των ασφαλιστικών και αντασφαλιστικών εταιρειών.

Οι συζητήσεις περί αναβάθμισης του πλαισίου φερεγγυότητας έλαβαν ιδιαίτερη σημασία μετά την εμφάνιση της χρηματοπιστωτικής κρίσης, το 2007. Αν και η πλειονότητα των υπό κατάρρευση ιδρυμάτων ήταν τραπεζικοί οργανισμοί, αρκετές ασφαλιστικές εταιρείες επηρεάστηκαν, επίσης, από την κρίση. Ο επηρεασμός οφειλόταν σε ακατάλληλες επενδυτικές αποφάσεις από τις ασφαλιστικές εταιρείες που οδήγησαν σε σημαντικές απώλειες, στη διασύνδεση των εταιρειών αυτών με τα τραπεζικά ιδρύματα και, εν γένει, σε κακή διακυβέρνηση.

Άλλωστε, η παγκόσμια χρηματοπιστωτική κρίση έδειξε τη σημασία μιας εναρμονισμένης κατανόησης των κινδύνων από όλους τους εμπλεκόμενους παράγοντες και την ανάγκη εξέτασης ευρύτερων επιπτώσεων στη χρηματοοικονομική σταθερότητα των αγορών. Φανέρωσε την ανάγκη να τεθεί το ρυθμιστικό πλαίσιο στην πρώτη γραμμή της σύγχρονης διαχείρισης κινδύνων, αντανακλώντας την πραγματικότητα των μεγάλων εταιρειών που λειτουργούν σε διάφορες χώρες. Η οικονομική κρίση έδειξε, επίσης, ότι η Ε.Ε. δεν ήταν επαρκώς εξοπλισμένη για να εξασφαλίσει αποτελεσματική συνεργασία και συντονισμό μεταξύ των εθνικών χρηματοπιστωτικών εποπτικών οργάνων, καθώς και συνεπή εφαρμογή του νομικού πλαισίου σε όλα τα κράτη μέλη.

Συνεχίζοντας, η Ευρωπαϊκή Επιτροπή αποφάσισε τη δημιουργία νέου πλαισίου, το 2007. Προγραμματισμένη ημερομηνία αναφοράς ορίστηκε η 31^η Οκτωβρίου 2012 και εφαρμογής η 1^η Νοεμβρίου του 2012. Ωστόσο, πραγματοποιήθηκαν πολλές αλλαγές στην ημερομηνία αναφοράς και εφαρμογής του πλαισίου αντίστοιχα, μέχρι τον Οκτώβριο του 2013, όπου η Επιτροπή εκδίδει οδηγία για την αλλαγή της ημερομηνίας εφαρμογής στην 1^η Ιανουαρίου του 2016.

Εν τέλει, το πλαίσιο Φερεγγυότητας II έγινε πραγματικότητα την 1^η Ιανουαρίου του 2016 (ΕΙΟΡΑ, 2020).

1.3. ΑΝΤΑΠΟΚΡΙΣΗ ΤΗΣ ΕΛΛΗΝΙΚΗΣ ΑΣΦΑΛΙΣΤΙΚΗΣ ΑΓΟΡΑΣ ΣΤΟ ΠΛΑΙΣΙΟ ΦΕΡΕΓΓΥΟΤΗΤΑΣ ΙΙ

Η αγορά ιδιωτικών ασφαλίσεων είναι μια αγορά με μακρά ιστορία στην Ελλάδα, η οποία έχει συμβάλλει τόσο στην οικονομική ανάπτυξη της χώρας όσο και στην ευημερία των Ελλήνων πολιτών.

Το νέο θεσμικό πλαίσιο ήρθε σε μια δύσκολη περίοδο για την ελληνική (όσο και για την παγκόσμια) οικονομία. Η ελληνική ασφαλιστική αγορά έχει παρουσιάσει σημαντική ανάπτυξη τα τελευταία χρόνια. Ωστόσο, ένα από τα πιο σοβαρά της προβλήματα είναι η έλλειψη εποπτείας και διαφάνειας. Αυτό έρχεται να καλυφθεί με το νέο εποπτικό πλαίσιο της Φερεγγυότητας ΙΙ.

Η Ελλάδα προσάρτησε το πλαίσιο Φερεγγυότητας ΙΙ της Ε.Ε. στην ελληνική νομοθεσία με το Νόμο 4364/2016.

ΝΟΜΟΣ ΥΠ' ΑΡΙΘ. 4364

Προσαρμογή της ελληνικής νομοθεσίας στην Οδηγία 2009/138/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου, της 25^{ης} Νοεμβρίου 2009, σχετικά με την ανάληψη και την άσκηση δραστηριοτήτων ασφάλισης και αντασφάλισης (Φερεγγυότητα ΙΙ), στα άρθρα 2 και 8 της Οδηγίας 2014/51/ΕΕ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 16^{ης} Απριλίου 2014 σχετικά με την τροποποίηση των Οδηγιών 2003/71/ΕΚ και 2009/138/ΕΚ, και των Κανονισμών (ΕΚ) αριθ. 1060/2009, (ΕΕ) αριθ. 1094/2010 και (ΕΕ) αριθ. 1095/2010, όσον αφορά τις εξουσίες της Ευρωπαϊκής Αρχής Ασφαλίσεων και Επαγγελματικών Συντάξεων (εφεξής ΕΑΑΕΣ) και της Ευρωπαϊκής Αρχής Κινητών Αξιών και Αγορών, καθώς και στο άρθρο 4 της Οδηγίας 2011/89/ΕΕ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου, της 16^{ης} Νοεμβρίου 2011, σχετικά με τη συμπληρωματική εποπτεία των χρηματοπιστωτικών οντοτήτων που ανήκουν σε χρηματοπιστωτικούς ομίλους ετερογενών δραστηριοτήτων και συναφείς διατάξεις της νομοθεσίας περί της ιδιωτικής ασφάλισης και άλλες διατάξεις.

Ο Νόμος 4364/2016 ορίζει τη λειτουργία και την εποπτεία των ασφαλιστικών και αντασφαλιστικών επιχειρήσεων στην ελληνική αγορά. Σύμφωνα με αυτόν, τα εποπτικά καθήκοντα στην Ελλάδα ασκούνται τώρα από τη Διεύθυνση Εποπτείας Ιδιωτικής Ασφάλισης (ΔΕΙΑ) της Τράπεζας της Ελλάδος (ΤτΕ). Οι ευθύνες της ΔΕΙΑ είναι οι ακόλουθες:

- Η προληπτική εποπτεία ασφαλιστικών και αντασφαλιστικών εταιρειών που είναι εγκατεστημένες στην Ελλάδα για το σύνολο των ασφαλιστικών συμβάσεων που συνάπτονται στην Ελλάδα και στα κράτη μέλη της Ε.Ε. και του ΕΟΧ⁵, είτε μέσω υποκαταστημάτων είτε μέσω της ελεύθερης παροχής υπηρεσιών.
- Η προληπτική εποπτεία ξένων ασφαλιστικών εταιρειών με έδρα τρίτες χώρες που δραστηριοποιούνται στην Ελλάδα μέσω υποκαταστημάτων.
- Η παρακολούθηση της συμμόρφωσης των εταιρειών της Ε.Ε. και της ΕΟΧ που λειτουργούν στην Ελλάδα με βάση το ελληνικό κανονιστικό πλαίσιο, ως προς τη συμπεριφορά της αγοράς, σε συνεργασία με τις αρμόδιες εποπτικές αρχές των χωρών καταγωγής τους.
- Η άσκηση εποπτείας ασφαλιστικών διαμεσολαβητών και ιδιωτικών καναλιών διανομής ασφαλιστικών προϊόντων.

Ακολούθως, οι στόχοι της Εποπτικής Αρχής και του Νόμου 4364/2016 είναι:

- Η προστασία των ασφαλισμένων και εκείνων που δικαιούνται αποζημίωση από τις ασφαλιστικές εταιρείες.
- Η ορθή λειτουργία της ιδιωτικής αγοράς ασφαλίσεων και η διατήρηση της εμπιστοσύνης των ασφαλισμένων σε αυτήν.
- Η διασφάλιση της χρηματοοικονομικής σταθερότητας στην Ελλάδα και σε άλλες χώρες, όπου λειτουργούν ελληνικές ασφαλιστικές και αντασφαλιστικές εταιρείες.

⁵ Ευρωπαϊκός Οικονομικός Χώρος.

Συνεχίζοντας, η έλευση του πλαισίου Φερεγγυότητας II επέφερε σημαντικές αλλαγές στην ασφαλιστική αγορά της Ελλάδας, με το πιο σημαντικό να είναι η προστασία των συμφερόντων των ασφαλισμένων. Το κύριο πρόβλημα που αντιμετωπίζουν οι ασφαλιστικές εταιρείες στην Ελλάδα, οι οποίες απαιτείται να προσαρμοστούν στους κανόνες του νέου πλαισίου Φερεγγυότητας, είναι η έλλειψη κεφαλαίου, ενώ, ένα από τα σημαντικότερα πλεονεκτήματα τους είναι το καλά εκπαιδευμένο προσωπικό.

Από την άλλη πλευρά, οι ελληνικές εποπτικές αρχές (ΔΕΙΑ) φαίνονται έτοιμες για να μπορέσουν να παίξουν τον νέο τους ρόλο βάσει του νέου πλαισίου. Τα στελέχη της αγοράς πιστεύουν ότι το νέο πλαίσιο Φερεγγυότητας έχει κάνει μια καλή αρχή στην Ελλάδα και βρίσκεται σε καλό δρόμο για την ενοποίηση της ελληνικής ασφαλιστικής αγοράς (Christofilou & Chatzara, 2020; Toudas & Giannopoulos, 2017).

1.4. ΚΙΝΔΥΝΟΣ ΘΝΗΣΙΜΟΤΗΤΑΣ ΚΑΙ ΜΑΚΡΟΖΩΙΑΣ

Στο κεφάλαιο αυτό περιγράφονται οι κίνδυνοι που συνδέονται με τους ασφαλιστικούς και συνταξιοδοτικούς κινδύνους που πηγάζουν από την αβεβαιότητα της ανθρώπινης ζωής. Οι κίνδυνοι αυτοί αποτελούν το πιο σημαντικό κομμάτι μιας μείζονος κατηγορίας ασφαλιστικών κινδύνων, οι οποίοι συχνά βρίσκονται υπό την κατηγορία των βιομετρικών κινδύνων.

Ο κίνδυνος θνησιμότητας (Mortality Risk) προκύπτει από διαφορές μεταξύ παρατηρούμενων και αναμενόμενων ποσοστών θνησιμότητας του ασφαλισμένου πληθυσμού. Πιο συγκεκριμένα, είναι ο κίνδυνος που μια ασφαλιστική εταιρεία καλείται να αντιμετωπίσει επειδή πάρα πολλοί από τους ασφαλισμένους της, με ασφαλιστήρια ζωής, πεθαίνουν πριν από την αναμενόμενη διάρκεια ζωής τους.

Αντίθετα, ο κίνδυνος μακροζωίας (Longevity Risk) σχετίζεται με το φαινόμενο αύξησης της διάρκειας ζωής του ανθρώπου. Πιο συγκεκριμένα, θεωρείται η προς τα πάνω απόκλιση των ποσοστών θνησιμότητας του ασφαλισμένου πληθυσμού από μια προβλεπόμενη τάση θνησιμότητας.

Οι κίνδυνοι αυτοί σχετίζονται με τα ασφαλιστικά προϊόντα που οι πληρωμές τους εξαρτώνται από την επιβίωση (πρόσοδος) ή το θάνατο (ασφάλιση ζωής) του ασφαλισμένου. Ο κίνδυνος θνησιμότητας είναι πιο σημαντικός για τις νεότερες ηλικίες. Ενώ, ο κίνδυνος μακροζωίας επηρεάζει ιδιαίτερα τις μεγαλύτερες ηλικίες.

Οι δύο αυτοί κίνδυνοι είναι σημαντικοί όχι μόνο για ασφαλιστικές εταιρείες με ιδιωτικά συνταξιοδοτικά προγράμματα και συνταξιοδοτικά ταμεία, που υπόσχονται σύνταξη κατά τη συνταξιοδότηση με βάση τον τελικό μισθό του εργαζομένου, αλλά και για δημόσιους φορείς, οι οποίοι συνήθως προσφέρουν γενναιόδωρα εφάπαξ κατά την συνταξιοδότηση.

Όσον αφορά την Ευρώπη, οι ευρωπαϊκές χώρες έχουν σημειώσει σημαντικές μειώσεις στα ποσοστά θνησιμότητας τον τελευταίο αιώνα, και πολλές από αυτές επηρεάζουν ηλικιακές ομάδες άνω των 65 ετών (Chuliá *et al.*, 2015).

1.4.1 ΚΙΝΔΥΝΟΣ ΘΝΗΣΙΜΟΤΗΤΑΣ

Παρόλο που η διάρκεια της ανθρώπινης ζωής είναι δύσκολα προβλέψιμη, δεδομένης της προσβασιμότητας σε υψηλής ποιότητας δεδομένα θνησιμότητας μεγάλων και σχετικά ομοιογενών ομάδων ατόμων, η κατανομή της διάρκειας ζωής του ασφαλισμένου πληθυσμού μπορεί να εκτιμηθεί επαρκώς και με ακρίβεια για αρκετούς πρακτικούς σκοπούς. Σημαντικό για την επίτευξη αυτού του γεγονότος αποτελεί η ευρεία διαθεσιμότητα προϊόντων ασφάλισης ζωής, τουλάχιστον στις ανεπτυγμένες χώρες.

Όταν οι ασφαλιστές εταιρείες πωλούν αυτά τα προϊόντα, αναλαμβάνουν τον κίνδυνο που προκύπτει από την αβεβαιότητα της διάρκειας ζωής των ασφαλισμένων πληθυσμών τους. Βάσει σχεδιασμού, τα κέρδη που προέρχονται από ασφάλισης ζωής, όπως για παράδειγμα πρόσκαιρες ασφάλισης ζωής (term life insurance), τείνουν να μειώνονται καθώς τα ποσοστά θνησιμότητας του ασφαλισμένου πληθυσμού αυξάνονται. Αυτό το φαινόμενο ονομάζεται κίνδυνος θνησιμότητας, ο οποίος μπορεί να οριστεί ως «η αλλαγή στην τιμή που προκαλείται από το πραγματικό ποσοστό θνησιμότητας όντας υψηλότερο από το αντίστοιχο αναμενόμενο».

Ο κίνδυνος θνησιμότητας επιδεινώνεται από πιθανά καταστροφικά γεγονότα, όπως επιδημίες και φυσικές καταστροφές, και συνήθως εντείνεται από την επιλογή των προϊόντων αυτών από άτομα ή ομάδες με δυνητικά υψηλότερα ποσοστά θνησιμότητας.

Από την άλλη πλευρά, ορισμένα άλλα προϊόντα ασφάλισης ζωής, όπως είναι οι πρόσοδοι (annuities) δεν εκθέτουν την ασφαλιστική εταιρεία στον κίνδυνο θνησιμότητας εξαιτίας του διαφορετικού σχεδιασμού τους. Είναι πολύ σημαντικό να διαχωριστεί ο κίνδυνος θνησιμότητας από τον κίνδυνο μακροζωίας καθώς ο τελευταίος είναι η αντίθετη έννοια του πρώτου. Επιπλέον, ο κίνδυνος μακροζωίας κυριαρχεί στα προϊόντα της κατηγορίας προσόδων και συντάξεων.

Παρόλο που η επιλογή των προϊόντων ασφαλίσεων ζωής από άτομα ή ομάδες με δυνητικά υψηλότερα ποσοστά θνησιμότητας μπορεί να αντιμετωπιστεί αποτελεσματικά από τα παραδοσιακά εργαλεία διαχείρισης κινδύνων ασφάλισης ζωής, όπως ιατρική ασφάλιση, η έκθεση στον κίνδυνο θνησιμότητας του κλάδου αυτού παραμένει σημαντική. Ως εκ τούτου, είναι ζωτικής σημασίας για τις ασφαλιστικές εταιρείες να αναγνωρίζουν ορθά, να αξιολογούν ποσοτικά και να διαχειρίζονται αποτελεσματικά τον κίνδυνο θνησιμότητας (Pompella & Scordis, 2017).

1.4.2 ΚΙΝΔΥΝΟΣ ΜΑΚΡΟΖΩΙΑΣ

Στις περισσότερες χώρες του κόσμου, βάσει εμπειρικών δεδομένων, η μέση ανθρώπινη διάρκεια ζωής έχει αυξηθεί σημαντικά κατά τη διάρκεια, τουλάχιστον, των δύο τελευταίων αιώνων. Η αύξηση αυτή μπορεί να αποδοθεί σε διάφορες αιτίες, όπως η πρόοδος στην ιατρική, τα σημαντικά μειωμένα ποσοστά βρεφικής και παιδικής θνησιμότητας, η βελτίωση ποιότητας της διατροφής, η οικονομική ανάπτυξη και οι αλλαγές στον τρόπο ζωής. Ο ρυθμός αύξησης εξαρτάται από την εκάστοτε χώρα και τις συνθήκες που επικρατούν στον τρόπο ζωής του πληθυσμού.

Το Διάγραμμα 1.1 (όπως και το Διάγραμμα 1.2 για την Ελλάδα) απεικονίζει την εξέλιξη του προσδόκιμου ζωής και για τα δύο φύλα μεταξύ των ετών 1950-2020 για διάφορες χώρες σύμφωνα με την Worldometers. Όπως δείχνουν τα δύο διαγράμματα, η συνολική αύξηση του προσδόκιμου ζωής ήταν σημαντική σε όλες τις εικονιζόμενες χώρες κατά την περίοδο αυτή (περισσότερο από μισό αιώνα), παρόλο που παρατηρούνται σημαντικές διαφορές μεταξύ των χωρών. Η αύξηση του προσδόκιμου ζωής του ανθρώπου, σε όλο τον κόσμο, ήταν αποτέλεσμα της μείωσης των ποσοστών θνησιμότητας των προαναφερθέντων αιτιών.

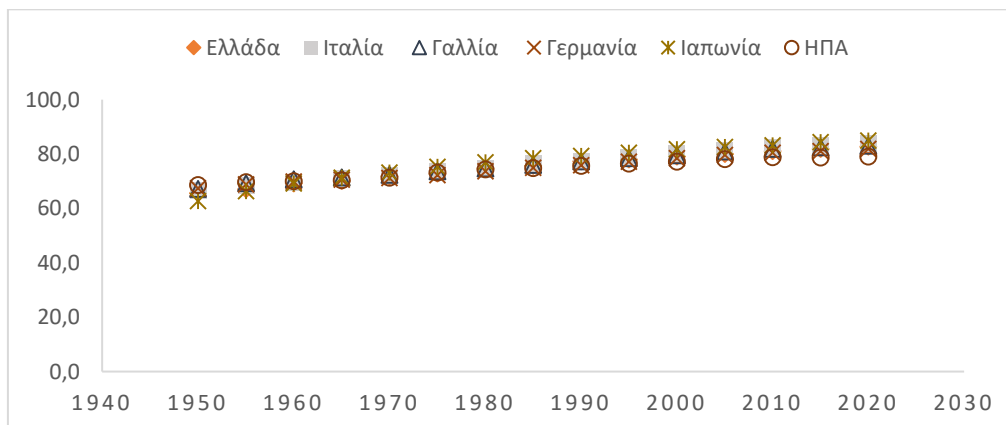
Παρόλο που η σημαντική πρόοδος στην ανθρώπινη μακροζωία είναι ένα εξαιρετικά θετικό φαινόμενο, αποτελεί μια πιθανή πηγή οικονομικών δυσκολιών για τις ασφαλιστικές εταιρείες, που έχουν εισχωρήσει στην αγορά συνταξιοδοτικών προϊόντων και προσόδων ζωής, καθώς μπορεί να οδηγήσει στην υποεκτίμηση των υποχρεώσεών τους. Αυτό το φαινόμενο ονομάζεται κίνδυνος μακροζωίας, ο οποίος μπορεί να οριστεί ως «η αλλαγή στην τιμή που προκαλείται από το πραγματικό ποσοστό θνησιμότητας όντας χαμηλότερο από το αντίστοιχο αναμενόμενο».

Όπως και με τον κίνδυνο θνησιμότητας, ο κίνδυνος μακροζωίας μπορεί να επιδεινωθεί από την επιλογή των προϊόντων, εκείνων που εκθέτουν την ασφαλιστική εταιρεία στον κίνδυνο

μακροζωίας, από άτομα με δυνητικά μεγαλύτερη διάρκεια ζωής από τον μέσο όρο, τα οποία τείνουν να καλύπτουν το μεγαλύτερο μέρος του χαρτοφυλακίου. Μια σημαντική διαφορά, ωστόσο, είναι ότι τα απλά εργαλεία διαχείρισης κινδύνων ασφάλισης ζωής, όπως ιατρική ασφάλιση, θεωρείται ανούσια σε αυτήν την περίπτωση. Ακόμα σημαντικότερο είναι ότι ο κύριος κίνδυνος μακροζωίας έγκειται στο γεγονός ότι συνήθως αποτελεί μια πολύ μακροχρόνια έκθεση, η οποία έχει συστηματικό χαρακτήρα και τείνει να συσσωρεύεται με την πάροδο του χρόνου.

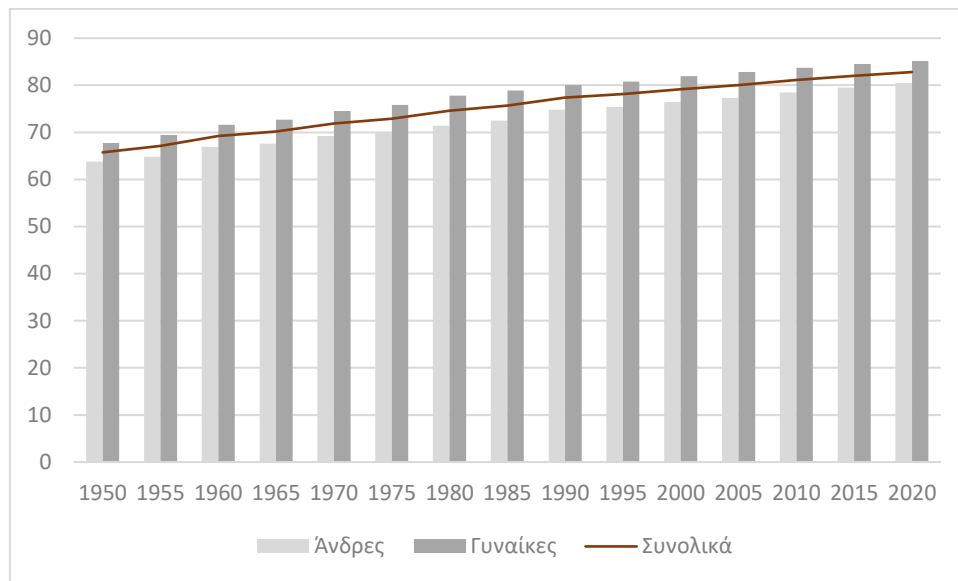
Είναι σαφές ότι ο κίνδυνος μακροζωίας αποτελεί σημαντική απειλή για την παγκόσμια ασφάλιση, τους συνταξιοδοτικούς και τους χρηματοοικονομικούς τομείς, των οποίων η κατάλληλη διαχείριση απαιτεί μεγάλη φροντίδα και κατά προτίμηση μια κοινή προσπάθεια μεταξύ διάφορων ιδρυμάτων (Pompella & Scordis, 2017).

Διάγραμμα_1.1: Προσδόκιο ζωής για τα έτη 1950-2020 και για τα δύο φύλα για διαφορετικές χώρες.



Πηγή: <https://www.worldometers.info/demographics/life-expectancy/>.

Διάγραμμα_1.2: Προσδόκιμο ζωής για τα έτη 1950-2020 για την Ελλάδα, για τους άνδρες και τις γυναίκες αντίστοιχα.



Πηγή: <https://www.worldometers.info/demographics/life-expectancy/>.

1.5. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑ ΔΙΑΦΟΡΟΠΟΙΗΣΗΣ “DIVERSIFICATION EFFECT”

Το φαινόμενο της διαφοροποίησης (diversification effect) εμφανίζεται στους κινδύνους που αντιμετωπίζει μια ασφαλιστική εταιρεία, τόσο σε επίπεδο περιουσιακών στοιχείων (assets) όσο και σε επίπεδο υποχρεώσεων (liabilities).

Πιο συγκεκριμένα, σε επίπεδο περιουσιακών στοιχείων η διαφοροποίηση είναι μια στρατηγική διαχείρισης και μείωσης κινδύνων που συνδυάζει μια μεγάλη ποικιλία επενδύσεων σε ένα χαρτοφυλάκιο. Ένα διαφοροποιημένο χαρτοφυλάκιο περιέχει ένα συνδυασμό διαφορετικών τύπων περιουσιακών στοιχείων και επενδυτικών προϊόντων, σε μια προσπάθεια περιορισμού της έκθεσης σε οποιοδήποτε μεμονωμένο περιουσιακό στοιχείο.

Το σκεπτικό πίσω από αυτήν την τεχνική είναι ότι ένα χαρτοφυλάκιο κατασκευασμένο από διαφορετικά είδη περιουσιακών στοιχείων, κατά μέσο όρο, θα αποφέρει υψηλότερες μακροπρόθεσμες αποδόσεις και θα μειώσει τον κίνδυνο οποιασδήποτε μεμονωμένης μετοχής. Οι περισσότεροι επενδυτές συμφωνούν ότι, αν και δεν εγγυάται την απώλεια, η διαφοροποίηση είναι το πιο σημαντικό στοιχείο της επίτευξης μακροπρόθεσμων οικονομικών στόχων, ελαχιστοποιώντας ταυτόχρονα τον κίνδυνο και τους απρόσμενους παράγοντες.

Η διαφοροποίηση προσπαθεί να εξομαλύνει μη συστηματικά, απρόσμενα, επικίνδυνα γεγονότα σε ένα χαρτοφυλάκιο, οπότε η θετική απόδοση ορισμένων επενδύσεων εξουδετερώνει την αρνητική απόδοση άλλων. Τα οφέλη της διαφοροποίησης ισχύουν μόνο εάν οι τίτλοι σε ένα χαρτοφυλάκιο δεν συσχετίζονται τέλεια, δηλαδή αποκρίνονται διαφορετικά και με αντίθετους τρόπους, στις επιρροές της αγοράς.

Μαθηματικά μοντέλα έχουν δείξει ότι η διατήρηση ενός καλά διαφοροποιημένου χαρτοφυλακίου, με 25 έως 30 μετοχές και επενδυτικά προϊόντα, αποδίδει το πιο οικονομικά αποδοτικό επίπεδο μείωσης του κινδύνου. Η επένδυση σε περισσότερα επενδυτικά προϊόντα παράγει περαιτέρω οφέλη διαφοροποίησης, αν και με δραστικά μικρότερο ποσοστό (Lioudis, 2019; Segal, 2020).

Αντίστοιχα, σε επίπεδο υποχρεώσεων το φαινόμενο της διαφοροποίησης εξαρτάται από μια ποικιλία παραγόντων, όπως το επίπεδο συσχετίσεων, τις εξαρτήσεις ουράς, τον αριθμό των παραγόντων κινδύνου, το σχήμα υποκείμενων κατανομών και τις δομές εξάρτησης. Στον τυποποιημένο τύπο, ακόμη και στα εσωτερικά μοντέλα, που χρησιμοποιούνται για τον υπολογισμό των κεφαλαιακών απαιτήσεων, η διαφοροποίηση έχει σημαντικό αντίκτυπο στις συνολικές κεφαλαιακές απαιτήσεις Φερεγγυότητας II των ασφαλιστικών εταιρειών.

Όπως πολλοί οργανισμοί, έτσι και οι ασφαλιστικές εταιρείες εκμεταλλεύονται τα αποτελέσματα της διαφοροποίησης προς όφελός τους, αποβλέποντας στη μείωση των ζημιών από απρόβλεπτα γεγονότα, καθώς και στη μείωση του συνολικού κινδύνου συγκεντρώνοντας πολλούς διαφορετικούς υποκείμενους κινδύνους. Για παράδειγμα, μηδενικός συσχετισμός μεταξύ ασφαλιστικών προϊόντων ζωής και προϊόντων γενικών ασφαλίσεων μπορεί να οδηγήσει σε σημαντικό όφελος για τις ασφαλιστικές εταιρείες.

Τα οφέλη της διαφοροποίησης παρατηρούνται ακόμη και μεταξύ ασφαλιστικών προϊόντων ζωής χρησιμοποιώντας τον τυποποιημένο τύπο του πλαισίου Φερεγγυότητας II. Τα οφέλη αυτά ποικίλλουν σε μεγάλο βαθμό και βασίζονται στα σχετικά βάρη των βασικών στοιχείων κεφαλαίου⁶, και όχι σε καμία μέτρηση που σχετίζεται με τον υπολογισμό του κινδύνου.

Ακόμη, κάνοντας χρήση εσωτερικού μοντέλου για τον υπολογισμό των κινδύνων (κίνδυνος θνησιμότητας και κίνδυνος μακροζωίας), κάτω από το πλαίσιο Φερεγγυότητας II, και για μια

⁶ Η Ευρωπαϊκή Επιτροπή αναγνωρίζει ότι τα στοιχεία αυτά είναι έξι τύποι κινδύνων. Οι κίνδυνοι αυτοί είναι ο κίνδυνος αγοράς, ο κίνδυνος αθέτησης, ο αναλαμβανόμενος κίνδυνος στον κλάδο ζωής, ο αναλαμβανόμενος κίνδυνος στον κλάδο ζημιών, ο κίνδυνος ασφάλισης υγείας και ο λειτουργικός κίνδυνος.

ρεαλιστική εκτίμηση των αποτελεσμάτων διαφοροποίησης, είναι απαραίτητη μια εύλογη και μη τετριμμένη δομή εξάρτησης μεταξύ των εξελίξεων θνησιμότητας για διαφορετικές ηλικίες.

Επιπροσθέτως, κάθε χαρτοφυλάκιο ασφαλίσεων ζωής αποτελείται από τουλάχιστον δύο πληθυσμούς, δηλαδή άνδρες και γυναίκες, στην ίδια χώρα.

Ακόμη και αν ληφθεί υπόψη μόνο ένας πληθυσμός, μπορεί να είναι χρήσιμο να χρησιμοποιηθεί ένα μοντέλο πολλαπλών πληθυσμών (Börger *et al.*, 2014; Cifuentes & Charlin, 2016; Koutsaris *et al.*, 2020).

Το μοντέλο Lee-Carter (1992) έχει χρησιμοποιηθεί ως βάση για την ανάπτυξη πολύ-πληθυσμιακών μοντέλων, τα οποία παρέχουν τη δυνατότητα ταυτόχρονης μοντελοποίησης δύο ή και περισσότερων πληθυσμών (Κρατημένου, 2020). Ωστόσο, για σκοπούς απλοποίησης, στην παρούσα εργασία χρησιμοποιείται το μοντέλο Lee-Carter για την κατασκευή πίνακα θνησιμότητας για άνδρες και γυναίκες ξεχωριστά, όπως αναλύεται στην Ενότητα 2.3.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ_2: ΜΟΝΤΕΛΟΠΟΙΗΣΗ ΘΝΗΣΙΜΟΤΗΤΑΣ

2.1 ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ

Οι συνεχείς αυξήσεις του προσδόκιμου ζωής, πέρα από τα όρια που είχαν θεσπιστεί τις προηγούμενες δεκαετίες, έφεραν στο προσκήνιο την κρίσιμη σημασία της πρόβλεψης και της μοντελοποίησης της θνησιμότητας. Καθώς το προσδόκιμο ζωής αυξάνεται, όλο και περισσότεροι άνθρωποι ενδιαφέρονται για τα ποσοστά θνησιμότητας σε υψηλότερες ηλικίες.

Η ακρίβεια των προβλέψεων θνησιμότητας για συγκεκριμένη ηλικία αποτελεί βασικό στόχο για τον ασφαλιστικό κλάδο, καθώς επηρεάζει δραματικά τη σωστή αποτίμηση των προϊόντων τους. Ακόμη, τα κέρδη των ασφαλιστικών εταιρειών και η κοινωνική ασφάλιση των πολιτών εξαρτώνται από αυτό. Ως εκ τούτου, η μοντελοποίηση της θνησιμότητας θα μπορούσε να έχει σημαντικές οικονομικές και κοινωνικές επιπτώσεις.

Η μοντελοποίηση της ανθρώπινης θνησιμότητας υπήρξε ένας σημαντικός και ενεργός τομέας έρευνας για διάφορους κλάδους (ασφαλιστές, μαθηματικούς, μελετητές ιατρικής) από τότε που ο Graunt εξέτασε για πρώτη φορά τη θνησιμότητα στο Λονδίνο, το 1662. Η δουλειά του Graunt έδειξε ότι, ενώ η ατομική διάρκεια ζωής ήταν αβέβαιη, υπήρχε ένα πιο προβλέψιμο μοτίβο θνησιμότητας, σε ομάδες και αιτίες θανάτου. Λίγα χρόνια αργότερα, το 1963, ο Halley έδειξε πως να κατασκευάσει πραγματικά έναν (μη-ανεπαρκή) πίνακα θνησιμότητας από εμπειρικά δεδομένα γέννησης-θανάτου. Μάλιστα, κατάφερε να παρουσιάσει μια μέθοδο για την εκτέλεση ενός υπολογισμού προσόδων ζωής βάσει αυτού του πίνακα. Ο υπολογισμός τέτοιων πινάκων ήταν χρονοβόρος.

Η μοντελοποίηση της θεωρητικής θνησιμότητας ξεκίνησε για πρώτη φορά με τον De Moivre, το 1725, ο οποίος υπέβαλε ένα ομοιόμορφο μοντέλο κατανομής θανάτων και έδειξε απλοποιημένες μεθόδους υπολογισμού προσόδων. Το 1825, ο Gompertz δημοσίευσε “Το Νόμο της Θνησιμότητας”. Ο Gompertz υπέθεσε ότι η δύναμη της θνησιμότητας στην ενηλικίωση δείχνει μια σχεδόν εκθετική αύξηση, όπου οι δύο παράμετροι του μοντέλου του είναι θετικές και ποικίλλουν ανάλογα με το επίπεδο θνησιμότητας και το ποσοστό αύξησης της θνησιμότητας με την ηλικία. Το μοντέλο Gompertz και η τροποποιημένη του έκδοση από τον Makeham, το 1867, όπου προστίθεται μια επιπλέον σταθερά για να ληφθεί υπόψη η θνησιμότητα λόγω αιτιών που δεν σχετίζονται με την ηλικία, χρησιμοποιήθηκαν ευρέως ως τα τυπικά μοντέλα θνησιμότητας ενηλίκων. Από τότε και ύστερα έχουν αναπτυχθεί πολλά μοντέλα.

Η πρόωμη ανακάλυψη σημαντικών αντιλήψεων στον τομέα της μοντελοποίησης της θνησιμότητας έγινε από τον Oppermann (1870) και τον Thiele (1871), με έκθεση στις ασφαλιστικές εταιρείες εκείνης της εποχής. Ωστόσο, η αναγνώριση της δουλειάς τους ήρθε λίγα χρόνια αργότερα λόγω ενός συνδυασμού παραγόντων, όπως η έλλειψη διεπιστημονικής συνεργασίας μεταξύ των κρατών (Pascariu, 2018).

Η πρόβλεψη της θνησιμότητας είναι μια πιο πρόσφατη διαδικασία που εμφανίστηκε μόλις πριν από τρεις δεκαετίες, περίπου. Όταν πρωτοεμφανίστηκε η έννοια της μοντελοποίησης της θνησιμότητας, οι μέθοδοι ήταν εντελώς απλές. Τα τελευταία 20 με 30 χρόνια έχουν αναπτυχθεί και εφαρμοστεί πιο εξελιγμένες μέθοδοι, με τη στοχαστική μέθοδο να έχει δώσει τα περισσότερα πλεονεκτήματα στην κατανομή των πιθανοτήτων πρόβλεψης και στη μοντελοποίηση της θνησιμότητας. Για τη σωστή μοντελοποίηση της θνησιμότητας απαιτούνται ποσοτικά εργαλεία, όπως μέθοδοι δειγματοληψίας, για την αξιολόγηση της τρέχουσας και μελλοντικής κατάστασης της συμπεριφοράς της θνησιμότητας.

Από το 1980 και ύστερα, η πρόβλεψη και η μοντελοποίηση της θνησιμότητας επανεξετάζονται μέσα από τρεις ευρείες προσεγγίσεις. Οι προσεγγίσεις αυτές είναι η προσδοκία, η εξήγηση και η παρέκταση. Γενικά, η προσδοκία δεν είναι πολύ καλή βάση για την μοντελοποίηση της θνησιμότητας, καθώς είναι υποκειμενική και εξαρτάται από τις εκτιμήσεις των ερευνητών. Άλλωστε, οι προσδοκίες των ερευνητών είναι πάντα συντηρητικές. Από την άλλη πλευρά, η εξήγηση περιορίζεται σε ορισμένες αιτίες θανάτου, με γνωστούς καθοριστικούς παράγοντες. Χρησιμοποιεί δομικά ή επιδημιολογικά μοντέλα θνησιμότητας από ορισμένες αιτίες θανάτου, για παράδειγμα την εξάρτηση του καρκίνου του πνεύμονα από το κάπνισμα.

Αντιθέτως, οι περισσότερες εξελίξεις στην μοντελοποίηση της θνησιμότητας έχουν γίνει στην προέκταση των προβλέψεων (γνωστή και ως “extrapolation”) και χρησιμοποιούν στατιστικές μεθόδους και όχι μοντέλα που απευθύνονται κυρίως για συγκεκριμένες ηλικιακές ομάδες. Από αυτές τις μεθόδους, οι μέθοδοι που χρησιμοποιούν μοντέλα δύο παραγόντων είναι οι πιο επιτυχημένες. Η μέθοδος δύο παραγόντων Lee-Carter⁷ (μεθοδολογία ηλικίας-περιόδου-κοόρτης), και ειδικότερα οι παραλλαγές της, είναι επιτυχημένη όσον αφορά την ακρίβεια.

Οι πρόσφατες εξελίξεις βελτίωσαν την εκτίμηση της προβλεπόμενης αβεβαιότητας, με το εν λόγω μοντέλο να θεωρείται πλέον μια πολλά υποσχόμενη μέθοδος στην μοντελοποίηση θνησιμότητας. Ακόμη, τα τελευταία χρόνια, το μοντέλο Lee-Carter έχει αναπτυχθεί και

⁷ Θα αναπτυχθεί περαιτέρω σε επόμενη υποενότητα.

διατεθεί εξειδικευμένο λογισμικό, και θεωρείται το καλύτερο μοντέλο γενικά και ειδικά, ως προς την ικανότητα πρόβλεψης για κάθε φύλο και κάθε χώρα (Atance *et al.*, 2020).

Από την άλλη πλευρά, οι μέθοδοι γενικευμένων γραμμικών μοντέλων παλινδρόμησης (GLM)⁸ είναι λιγότερο επιτυχημένες, λόγω μη γραμμικότητας στο χρόνο. Οι μέθοδοι τριών παραγόντων είναι πιο πρόσφατες (Booth & Tickle, 2008). Περαιτέρω, άλλα αξιοσημείωτα μοντέλα θνησιμότητας που εξετάζουν την επιβίωση, ως προς τους βιολογικούς δείκτες γήρανσης, είναι το μοντέλο των Strehler και Mildvan (το οποίο συσχετίζει τη θνησιμότητα με την ικανότητα των ατόμων να αντισταθμίζουν το άγχος) και το μοντέλο των Sacher και Trucco (το οποίο περιγράφει το ρόλο που διαδραματίζουν οι ομοιοστατικές δυνάμεις στη διαμόρφωση συγκεκριμένου ηλικιακού μοντέλου).

Τα τελευταία χρόνια, η ανάλυση διαχρονικών δεδομένων σε μελέτες γήρανσης και θνησιμότητας ενσωματώνει τις έννοιες της ετερογένειας και της αδυναμίας, καθώς και τις αλλαγές στην “ικανότητα επισκευής” των ατόμων. Ακόμη, άλλα μοντέλα που σχετίζονται με τη μοντελοποίηση θνησιμότητας μοντελοποιούν τις χρονικές σειρές του ποσοστού θνησιμότητας. Με αυτό τον τρόπο αλλάζουν τα επίπεδα του ποσοστού θνησιμότητας, κάνοντας ευκολότερη τη μοντελοποίηση της ανθρώπινης θνησιμότητας.

Ολοκληρώνοντας, κατά τις τελευταίες δεκαετίες έχουν αναπτυχθεί διάφορα μοντέλα θνησιμότητας, με τα δυνατά χαρακτηριστικά τους, αλλά και τα μειονεκτήματά τους. Ενώ, δεν έχουν λείψει και τα μοντέλα που στοχεύουν στον συνδυασμό άλλων μοντέλων, κρατώντας μόνο τα δυνατά χαρακτηριστικά, και προσπαθώντας να εξαλείψουν τα μειονεκτήματά τους.

Τα μοντέλα αυτά είναι απλά και συνήθως βασίζονται σε ιστορικά δεδομένα, εφαρμόζονται σε ένα πλήρες εύρος ηλικιών, αποτυπώνουν το φαινόμενο κοόρτης, έχουν μια απλή δομή συσχέτισης και δεν έχουν προβλήματα ανθεκτικότητας. Στον κλάδο της βιολογίας, οι επιστήμονες δεν ενδιαφέρονται μόνο για τους οργανισμούς και τον τρόπο αναπαραγωγής τους, αλλά ενδιαφέρονται επίσης για το τι συμβαίνει στους οργανισμούς αυτούς, με την πάροδο του χρόνου (Nielsen & Nielsen, 2014).

⁸ Generalized Linear Model (GLM).

2.2 ΜΟΝΤΕΛΟΠΟΙΗΣΗ ΤΗΣ ΘΝΗΣΙΜΟΤΗΤΑΣ ΜΕ ΤΟ ΜΟΝΤΕΛΟ LEE-CARTER

Αρκετές μέθοδοι έχουν αναπτυχθεί, όπως είδαμε, για την προβολή των δεικτών θνησιμότητας στο μέλλον. Η επιλογή του μοντέλου Lee-Carter, για την έρευνα της παρούσας εργασίας, οφείλεται κυρίως σε δύο λόγους. Αρχικά, πρόκειται για ένα στοχαστικό μοντέλο, το οποίο, σε αντίθεση με τα κλασσικά μοντέλα πρόβλεψης τα οποία παρέχουν σημειακές εκτιμήσεις, διαχειρίζεται καλύτερα την αβεβαιότητα των προβλέψεων στο μέλλον. Δεύτερον, αποτελεί μία από τις πιο δημοφιλείς και δοκιμασμένες μεθόδους στο πεδίο πρόβλεψης θνησιμότητας.

Η χρήση του μοντέλου Lee-Carter έχει δώσει ικανοποιητικά αποτελέσματα σχετικά με την εξέλιξη των ποσοστών θνησιμότητας του παρελθόντος, κατά τα επόμενα 40 χρόνια για την Ελλάδα (Μποζίκας, 2013). Επίσης, το μοντέλο Lee-Carter έχει εφαρμοστεί για τη σύγκριση της θνησιμότητας σε επιλεγμένες χώρες της Νότιας, Κεντρικής και Βόρειας Ευρώπης (Μαυρομμάτη, 2012).

Το μοντέλο Lee-Carter παρουσιάστηκε πρώτη φορά από τους Ronald D. Lee και Lawrence R. Carter, το 1992, με το άρθρο “*Modeling and Forecasting US Mortality*”. Σκοπός του μοντέλου είναι η πρόβλεψη της θνησιμότητας του γενικού πληθυσμού των ΗΠΑ, χρησιμοποιώντας μεθόδους χρονολογικών σειρών για την πραγματοποίηση μακροπρόθεσμων προβλέψεων, με διαστήματα εμπιστοσύνης, από το έτος 1990 έως το 2065.

Το μοντέλο αναπτύχθηκε ύστερα από δουλειά μερικών ετών, από τα τέλη της δεκαετίας του 1980 έως τις αρχές του 1990, προσπαθώντας να χρησιμοποιήσουν την αντίστροφη προβολή για να συμπεράνουν τα ποσοστά στην ιστορική δημογραφία. Στην έρευνα τους, οι Lee και Carter υπολόγισαν τα ιστορικά δεδομένα θνησιμότητας των ΗΠΑ, για την περίοδο 1933-1987. Στο αρχικό μοντέλο των ερευνητών, χρησιμοποιήθηκαν ποσοστά θανάτων έως 85 ετών. Οι ερευνητές αναγνώρισαν ότι μεγάλο μέρος του πληθυσμού των ΗΠΑ επιβιώνει την ηλικία των 85 ετών, και για το λόγο αυτό επέκτειναν το μοντέλο σε μεγαλύτερες ηλικίες, έως 105 ετών. Στη συνέχεια, το μοντέλο και τα αποτελέσματά του χρησιμοποιήθηκαν από την Υπηρεσία Κοινωνικής Ασφάλισης των ΗΠΑ, το Γραφείο Απογραφής των ΗΠΑ και τα Ηνωμένα Έθνη.

Επιπρόσθετα, κατά το ίδιο έτος (1992) οι Lee και Carter, στο άρθρο τους “*Forecasting demographic components. Modeling and forecasting US sex differentials in mortality*”, χρησιμοποίησαν το ίδιο μοντέλο προκειμένου να εξετάσουν τις προβλεπόμενες και μελλοντικές διαφορές στη θνησιμότητα των κατοίκων των ΗΠΑ, ανάλογα με την ηλικία και το φύλο, για τα έτη από το 1990 έως το 2065.

Πλέον, το μοντέλο Lee-Carter έχει γίνει η πιο διαδεδομένη τεχνική πρόβλεψης θνησιμότητας παγκοσμίως, αποτελώντας το τρέχων σημείο αναφοράς στις μελέτες θνησιμότητας που πραγματοποιούνται από κυβερνητικές υπηρεσίες και συνταξιοδοτικά ταμεία. Η μέθοδος εφαρμόζεται για όλα τα αίτια που προκαλούν συγκεκριμένα δεδομένα θνησιμότητας από διάφορες χώρες και χρονικές περιόδους (πολύ πέρα από την εφαρμογή για την οποία σχεδιάστηκε).

Ακολουθώς, το μοντέλο Lee-Carter αποτελεί ένα μη γραμμικό μοντέλο παραμετροποίησης, δύο παραγόντων. Οι Lee και Carter έκαναν μια ανάλυση των βασικών στοιχείων του πίνακα των ποσοστών θανάτου, για να προβλέψουν τη γονιμότητα. Κατασκεύασαν ένα σύστημα δύο παραμέτρων με βάση την ανάλυση βασικών στοιχείων. Με αυτό τον τρόπο, εάν χρειαζόταν, θα μπορούσαν να διορθώσουν τη μία παράμετρο και να προβλέψουν την άλλη.

Ο Lee και ο Carter επιδίωξαν τη σύνοψη και την παρακολούθηση της ηλικιακής περιόδου των ποσοστών καταγραφής θνησιμότητας, μέσω του φυσικού αλγορίθμου του δείκτη θνησιμότητας ($\ln(m_{x,t})$), σε όρους διανυσμάτων a_x και b_x , κατά την ηλικιακή διάσταση k_t . Έτσι, στο μοντέλο θνησιμότητας των Lee-Carter (LC), το πλέγμα των ποσοστών θανάτου έχει τη φόρμα:

$$\ln m_{x,t} = a_x + b_x k_t + \varepsilon_{x,t} \quad (2.2.1)$$

ή ισοδύναμα,

$$m_{x,t} = e^{a_x + b_x k_t + \varepsilon_{x,t}} \quad (2.2.2)$$

όπου,

x : η μεταβλητή που δηλώνει την ηλικία για $x = x_0, \dots, x_n$,

t : η μεταβλητή που δηλώνει το χρόνο για $t = t_0, \dots, t_T$,

$m_{x,t}$: ο παρατηρούμενος δείκτης θνησιμότητας στην ηλικία x το έτος t , για κάθε φύλο για την εκάστοτε υπό εξέταση χώρα,

a_x : η παράμετρος ηλικίας που εκφράζει τη μέση θνησιμότητα στην ηλικία x ,

b_x : η παράμετρος ηλικίας που εκφράζει την απόκλιση από τη μέση θνησιμότητα σε μια μεταβολή του δείκτη k_t στην ηλικία x ,

k_t : η παράμετρος του χρόνου που εκφράζει το γενικό επίπεδο θνησιμότητας στο έτος t ,

$\varepsilon_{x,t}$: η τιμή του σφάλματος στην ηλικία x για το έτος t που εκφράζει ειδικά πρότυπα ηλικίας και χρόνου που δεν λαμβάνονται υπόψη στο μοντέλο.

Τα σφάλματα $\varepsilon_{x,t}$ αναμένεται να ακολουθούν κανονική κατανομή με μέσο όρο μηδέν και διασπορά, τέτοια ώστε να αντικατοπτρίζει συγκεκριμένες περιόδους και ηλικίες που δεν λαμβάνονται υπόψη στο μοντέλο. Για το λόγο αυτό, υποθέτοντας ότι τα σφάλματα είναι ανεξάρτητα και ομοσκεδαστικά⁹ με μέσο όρο μηδέν, οι Lee και Carter (1992) πρότειναν μια προσέγγιση με τη μέθοδο Διάσπασης Ιδιαζουσών Τιμών (Singular Value Decomposition - SVD) υπό τους παρακάτω δύο περιορισμούς:

$$\sum_{x=x_0}^{x_n} b_x = 1 \quad \text{και} \quad \sum_{t=t_0}^{t_T} k_t = 0 \quad (2.2.3)$$

Λαμβάνοντας υπόψη όλα τα παραπάνω, πραγματοποιείται ο υπολογισμός των παραμέτρων από τις ακόλουθες σχέσεις:

$$a_x = \frac{1}{t_T - t_0 + 1} \sum_{t=t_0}^{t_T} \ln m_{x,t} \quad (2.2.4)$$

$$b_x = \frac{\sum_{t=t_0}^{t_T} [\ln m_{x,t} - a_x] k_t}{\sum_{t=t_0}^{t_T} k_t^2} \quad (2.2.5)$$

$$k_t = \sum_{x=x_0}^{x_n} [\ln m_{x,t} - a_x] \quad (2.2.6)$$

Ακολουθεί ένα διορθωτικό στάδιο εκτίμησης της παραμέτρου k_t , έτσι ώστε για κάθε έτος t , το εκτιμώμενο πλήθος θανάτων να ισούται με το παρατηρούμενο, σύμφωνα με την ακόλουθη σχέση:

$$\sum_{x=x_0}^{x_n} D_{x,t} = \sum_{x=x_0}^{x_n} E_{x,t} e^{(\hat{a}_x + \hat{b}_x \hat{k}_t)} \quad (2.2.7)$$

όπου,

$D_{x,t}$: το παρατηρούμενο πλήθος θανάτων στην ηλικιακή ομάδα x ($x = x_0, \dots, x_n$) το έτος t

($t=t_0, \dots, t_T$),

$E_{x,t}$: ο πληθυσμός της ηλικιακής ομάδας x στο μέσο του έτους (έκθεση στον κίνδυνο),

\hat{a}_x : η εκτίμηση της παραμέτρου a_x ,

\hat{b}_x : η εκτίμηση της παραμέτρου b_x ,

\hat{k}_t : η εκτίμηση της παραμέτρου k_t .

⁹ Διακύμανση σταθερή και ίση με σ^2 .

Μετά την πρόβλεψη της παραμέτρου χρόνου k_t μπορούμε να προβάλουμε τους ειδικούς κατά ηλικία δείκτες θνησιμότητας έως την επιθυμητή χρονική στιγμή t_{l+h} από τις παρακάτω σχέσεις (Lee, 2000):

$$\ln m_{x,l} = a_x + b_x k_l, t = l \quad (2.2.8)$$

$$\ln \hat{m}_{x,l+h} = a_x + b_x \hat{k}_{l+h}, t = l, h = 1, 2, \dots \quad (2.2.9)$$

ή ισοδύναμα, από τη σχέση:

$$\hat{m}_{x,l+h} = m_{x,l} e^{b_x(\hat{k}_{l+h} - k_l)}, h = 1, 2, \dots \quad (2.2.10)$$

όπου,

$\hat{m}_{x,t}$: η εκτίμηση του δείκτη θνησιμότητας τελευταία χρονική στιγμή του διαστήματος των πραγματικών δεδομένων,

l : η τελευταία χρονική στιγμή του διαστήματος των πραγματικών δεδομένων,

h : ο αριθμός των ετών πρόβλεψης.

2.3 ΠΙΘΑΝΟΤΗΤΕΣ ΘΝΗΣΙΜΟΤΗΤΑΣ ΜΕ ΤΟ ΜΟΝΤΕΛΟ LEE-CARTER

Στο παρόν κεφάλαιο προσαρμόζονται τα δεδομένα των δεικτών θνησιμότητας, αντίστοιχα για άνδρες και γυναίκες, όπως αυτά αντλήθηκαν από τη βάση δεδομένων Human Mortality Database (2020), προκειμένου να λάβουμε τις εκτιμώμενες παραμέτρους (\hat{a}_x , \hat{b}_x και \hat{k}_t) χρησιμοποιώντας το μοντέλο Lee-Carter. Κατόπιν, αυτές οι εκτιμώμενες παράμετροι εφαρμόζονται στο μοντέλο θνησιμότητας Lee-Carter με σκοπό την πρόβλεψη μελλοντικών δεικτών θνησιμότητας για το έτος 2019.

Τέλος, οι μελλοντικοί αυτοί δείκτες θνησιμότητας μετατρέπονται σε πιθανότητες θνησιμότητας προκειμένου να χρησιμοποιηθούν για τον υπολογισμό του SCR του κινδύνου θνησιμότητας και κινδύνου μακροζωίας, αντίστοιχα. Επιλέχθηκε το έτος 2019 καθώς, όπως παρουσιάζεται και στο 4^ο Κεφάλαιο, ο υπολογισμός του SCR πραγματοποιείται με ημερομηνία αναφοράς την 31^η Δεκεμβρίου του 2019. Στη συνέχεια, τα αποτελέσματα αυτά θα συγκριθούν με το SCR που θα υπολογιστεί βάσει πινάκων θνησιμότητας, οι οποίοι χρησιμοποιούνται ευρέως στην ασφαλιστική αγορά σήμερα.

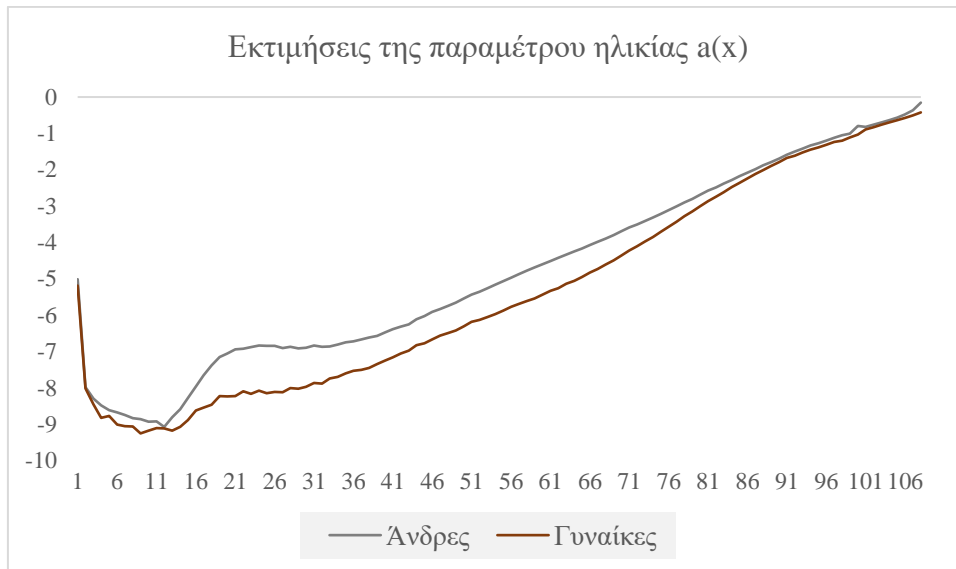
Πιο αναλυτικά, τα δεδομένα που χρησιμοποιούνται από το Human Mortality Database (HMD) αφορούν τον πληθυσμό της Ελλάδας και για τα δύο φύλα. Τα δεδομένα αυτά καλύπτουν μια περίοδο παρατήρησης 37 ετών, από το έτος 1981 έως το έτος 2017, όπου είναι όλα τα διαθέσιμα πραγματικά δεδομένα. Αυτά περιλαμβάνουν τους δείκτες θνησιμότητας ανδρών και γυναικών ηλικίας από 0 έως 107 ετών. Επιλέχθηκε όλο το εύρος ηλικιών καθώς σκοπός του παρόντος κεφαλαίου είναι η κατασκευή πιθανοτήτων θνησιμότητας, οι οποίες έμμεσα (μέσω του SCR) θα συγκριθούν με διάφορους πίνακες θνησιμότητας, που χρησιμοποιούνται από τις ασφαλιστικές εταιρείες, οι οποίοι περιλαμβάνουν το αντίστοιχο εύρος ηλικιών..

Για σκοπούς μοντελοποίησης του μοντέλου Lee-Carter έγινε χρήση του στατιστικού πακέτου R στην έκδοση «R i386 3.6.1» και πιο συγκεκριμένα, χρησιμοποιήθηκαν τα ενσωματωμένα πακέτα «Demography» (Hyndman *et al.*, 2019), «Forecast» (Hyndman *et al.*, 2020) και «Lifecontingencies» (Spedicato, 2013). Ο κώδικας που χρησιμοποιήθηκε στο πακέτο της R παρουσιάζεται αναλυτικά στο Παράρτημα Α.

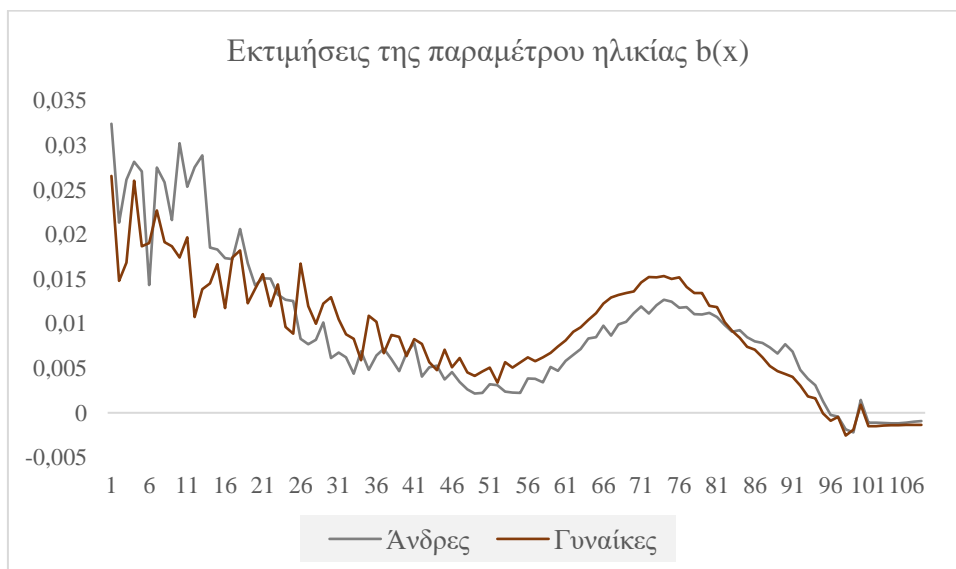
Προκειμένου να εκτιμηθούν οι παράμετροι του μοντέλου Lee-Carter βάσει των σχέσεων (2.2.4), (2.2.5) και (2.2.6), χρησιμοποιήθηκε η εντολή «lca» του πακέτου «Demography». Πιο συγκεκριμένα, οι εκτιμήσεις των παραμέτρων a_x και b_x , που προκύπτουν από τις σχέσεις (2.2.4) και (2.2.5) αντίστοιχα, δίνονται από τον Πίνακα Β1, ενώ οι εκτιμήσεις για την παράμετρο χρόνου k_t , που υπολογίζεται βάσει της σχέσης (2.2.6) δίνεται από τον Πίνακα Β2 του Παραρτήματος Β.

Ακολούθως, παρουσιάζονται τρεις γραφικές παραστάσεις, οι οποίες απεικονίζουν τις τιμές των εκτιμώμενων παραμέτρων ηλικίας a_x (Διάγραμμα 2.1) και b_x (Διάγραμμα 2.2), καθώς επίσης και της παραμέτρου του χρόνου k_t (Διάγραμμα 2.3) για τον πληθυσμό της Ελλάδας, για άνδρες και γυναίκες μαζί.

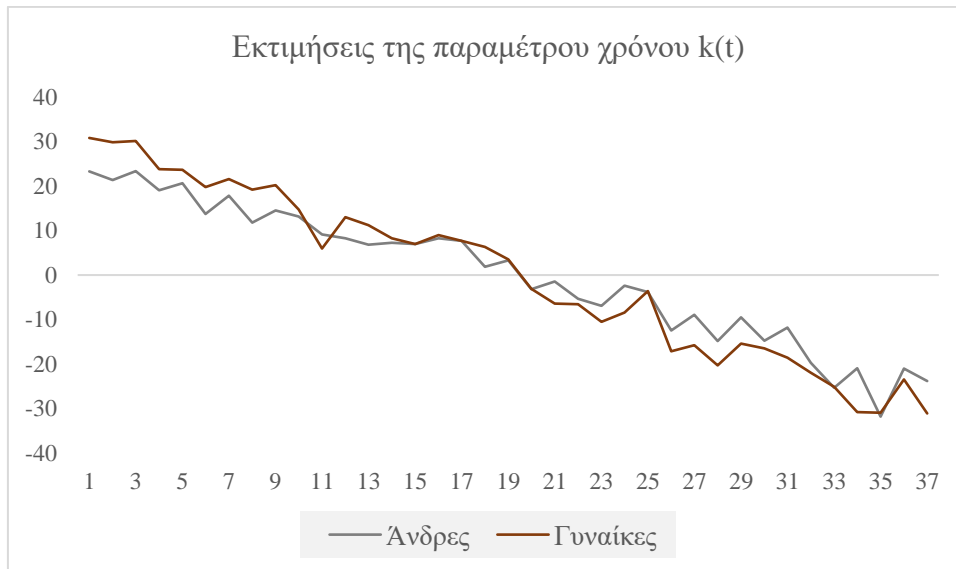
Διάγραμμα_2.1: Σύγκριση των εκτιμήσεων της παραμέτρου ηλικίας a_x μεταξύ ανδρών και γυναικών με το μοντέλο Lee-Carter (1992).



Διάγραμμα_2.2: Σύγκριση των εκτιμήσεων της παραμέτρου ηλικίας b_x μεταξύ ανδρών και γυναικών με το μοντέλο Lee-Carter (1992).



Διάγραμμα_2.3: Σύγκριση των εκτιμήσεων της παραμέτρου χρόνου k_t μεταξύ ανδρών και γυναικών με το μοντέλο Lee-Carter (1992).



Στο Διάγραμμα 2.1 και στο Διάγραμμα 2.2 παρατηρείται ότι οι εκτιμήσεις των παραμέτρων ηλικίας a_x και b_x , αντίστοιχα, παρουσιάζουν την ίδια συμπεριφορά για τα δύο φύλα, άντρες και γυναίκες. Ενώ, στο Διάγραμμα 2.3 παρατηρείται ότι οι εκτιμήσεις της παραμέτρου k_t μειώνονται σχεδόν γραμμικά, για άνδρες και γυναίκες αντίστοιχα, παρουσιάζοντας αυξομειώσεις κατά διαστήματα.

Επιπλέον, στο Διάγραμμα 2.1 παρατηρείται ότι οι γυναίκες τείνουν να εμφανίζουν χαμηλότερες τιμές μέσης θνησιμότητας, με μεγαλύτερη απόκλιση από αυτή των ανδρών μεταξύ των ηλικιών 20 έως 30 ετών.

Αντίθετα, στο Διάγραμμα 2.2 η μεγαλύτερη απόκλιση μεταξύ των ανδρών και γυναικών, για τις τιμές της παραμέτρου ηλικίας b_x , παρατηρείται μεταξύ των ηλικιών 10 έως 20 ετών. Η παράμετρος b_x εκφράζει την τάση θνησιμότητας (αύξηση/ μείωση) ανά ηλικία όσο αλλάζει το γενικό επίπεδο θνησιμότητας, k_t . Έτσι, ένα συμπέρασμα που μπορεί να εξαχθεί είναι ότι στις χαμηλότερες ηλικίες, και στα δύο φύλα, η θνησιμότητα τείνει να μεταβάλλεται πιο έντονα.

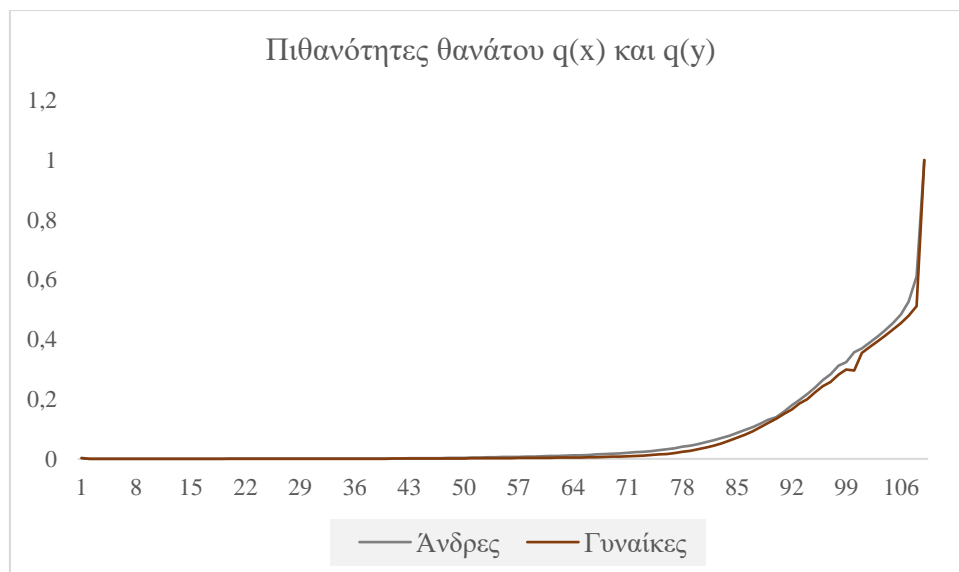
Επιπροσθέτως, στο Διάγραμμα 2.3 σημειώνεται ότι οι τιμές της παραμέτρου χρόνου k_t γυναικών ξεκινούν από υψηλότερα επίπεδα από αυτές των αντρών, ωστόσο, καταλήγουν σε χαμηλότερα επίπεδα συγκρινόμενες με τις αντίστοιχες τιμές των ανδρών.

Συνεχίζοντας τη μοντελοποίηση του μοντέλου Lee-Carter, μέσω του στατιστικού πακέτου R, μετά την πρόβλεψη της παραμέτρου χρόνου k_t , προβάλλονται οι ειδικοί κατά ηλικία δείκτες θνησιμότητας κατά την επιθυμητή χρονική στιγμή t_{l+h} . Σύμφωνα με τα δεδομένα που χρησιμοποιούνται, ισχύει ότι $l = 2017$ και $h = 2$. Με τον τρόπο αυτό, υπολογίζεται η σχέση (2.2.9) για το έτος 2019, χρησιμοποιώντας την εντολή «forecast» του πακέτου «Forecast».

Τέλος, αφού εκτιμήθηκαν οι κεντρικοί δείκτες θνησιμότητας για το έτος 2019, για άντρες και γυναίκες αντίστοιχα, χρησιμοποιήθηκε η εντολή «mx2qx» του πακέτου «Lifecontingencies» προκειμένου να μετατραπούν σε πιθανότητες θνησιμότητας, q_x για τους άνδρες και q_y για τις γυναίκες με τερματική ηλικία τα 108 έτη (δηλαδή $q_x = q_y = q_{108} = 1$). Οι τιμές των πιθανοτήτων αυτών δίνονται από τον Πίνακα Γ1 του Παραρτήματος Παράρτημα Γ και παρουσιάζονται στο Διάγραμμα 2.4.

Στο Διάγραμμα 2.4 συμπεραίνεται ότι οι πιθανότητες θνησιμότητας των δύο φύλων έχουν πολύ μικρή διαφορά μεταξύ τους για τις ηλικίες από 0 έως 50 ετών (σχεδόν ταυτίζονται), ενώ η μεγαλύτερη απόκλιση τους παρατηρείται μεταξύ των ηλικιών 95 έως 100 ετών. Γενικά, οι πιθανότητες θνησιμότητας των γυναικών, q_y , είναι μικρότερες από τις αντίστοιχες των ανδρών, q_x .

Διάγραμμα_2.4: Σύγκριση των πιθανοτήτων θνησιμότητας q_x και q_y , μεταξύ ανδρών και γυναικών αντίστοιχα, μέσω των κεντρικών δεικτών θνησιμότητας, όπως αυτοί προβλέφθηκαν από το μοντέλο Lee-Carter (1992) για το έτος 2019.



ΚΕΦΑΛΑΙΟ_3: ΜΕΘΟΔΟΙ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΟΥ ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ ΦΕΡΕΓΓΥΟΤΗΤΑΣ

3.1 ΜΕΘΟΔΟΙ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΚΙΝΔΥΝΩΝ

Όπως περιγράφεται στο 1^ο Κεφάλαιο, η εισαγωγή του πλαισίου Φερεγγυότητας II ήρθε για να καλύψει τις αδυναμίες του πλαισίου Φερεγγυότητας I, καθώς επικεντρώνεται σε μια προσέγγιση διαχείρισης κινδύνων και βασίζεται στο προφίλ κινδύνου κάθε μεμονωμένης ασφαλιστικής εταιρείας.

Το πλαίσιο αυτό παροτρύνει τις ασφαλιστικές εταιρείες να εφαρμόσουν εσωτερικά μοντέλα για να εκτιμήσουν τους κινδύνους στους οποίους είναι εκτεθειμένες. Ωστόσο, ειδικά για μικρές ασφαλιστικές εταιρείες, η ανάπτυξη ενός εσωτερικού μοντέλου είναι χρονοβόρα και δαπανηρή. Για το λόγο αυτό, ως εναλλακτική το πλαίσιο Φερεγγυότητας II δίνει στις ασφαλιστικές εταιρείες τη δυνατότητα να χρησιμοποιούν την τυποποιημένη μέθοδο (standard formula).

Προκειμένου να ληφθούν υπόψη οι παραπάνω αναφερόμενοι κίνδυνοι, το πλαίσιο Φερεγγυότητας II απαιτεί από τις ασφαλιστικές εταιρείες να διαθέτουν το λεγόμενο απόθεμα ασφαλείας ως προς το κεφάλαιο, δηλαδή τις Κεφαλαιακές Απαιτήσεις Φερεγγυότητας II.

Στο εν λόγω πλαίσιο Φερεγγυότητας, οι κεφαλαιακές απαιτήσεις μπορούν είτε να υπολογιστούν μέσω ενός τυπικού τύπου (τυποποιημένη μέθοδος, όπως διατυπώνεται από το πλαίσιο) είτε ενός εσωτερικού μοντέλου. Οι ασφαλιστικές εταιρείες προτιμούν την ανάπτυξη εσωτερικών μοντέλων διότι αντικατοπτρίζουν όσο το δυνατόν στενότερα το προφίλ κινδύνου του χαρτοφυλακίου τους.

Σε αντίθεση με την τυποποιημένη μέθοδο που βασίζεται στα σενάρια ευαισθησίας (εφάπαξ σοκ σε όλα τα ποσοστά θνησιμότητας), τα εσωτερικά μοντέλα είναι γενικά στοχαστικά και επομένως τεχνικά πιο περίπλοκα καθώς εκτιμούν και προβλέπουν τόσο μελλοντικά ποσοστά θνησιμότητας όσο και την αβεβαιότητα στις προβλέψεις.

Αρκετές έρευνες έχουν γίνει σχετικά με τη σύγκριση του SCR, του κινδύνου μακροζωίας, υπολογισμένο μέσω της τυποποιημένης μεθόδου (όπως δηλαδή ορίζεται από το πλαίσιο) και μέσω εσωτερικού μοντέλου, το οποίο χρησιμοποιεί στοχαστική διαδικασία βασισμένη στο μοντέλο θνησιμότητας Lee-Carter. Το μοντέλο Lee-Carter (1992) χρησιμοποιείται για την εκτίμηση και την πρόβλεψη μελλοντικής θνησιμότητας για έναν πληθυσμό ανθρώπων. Κατόπιν, οι προβλέψεις του μοντέλου χρησιμοποιούνται για την προσομοίωση του

προσδόκιμου ζωής των ανθρώπων με σκοπό τον προσδιορισμό του SCR με 99,5% τιμή σε κίνδυνο (Value at Risk - VaR).

Τα αποτελέσματα δείχνουν ότι το εσωτερικό μοντέλο δίνει μικρότερο SCR συγκριτικά με αυτό της τυποποιημένης μεθόδου. Αυτό οφείλεται κυρίως στο γεγονός ότι το στοχαστικό εσωτερικό μοντέλο αντικατοπτρίζει καλύτερα τον κίνδυνο μακροζωίας στο χαρτοφυλάκιο της εκάστοτε ασφαλιστικής εταιρείας, από ότι ένα αρκετά συντηρητικό εφάπαξ σοκ μείωσης 20% σε όλες τις πιθανότητες θανάτου που προτείνει το πλαίσιο Φερεγγυότητας II (τυποποιημένη μέθοδος) (Wu, 2015).

Στις ακόλουθες ενότητες του Κεφαλαίου αυτού θα αναλυθεί ο υπολογισμός του SCR με την τυποποιημένη μέθοδο, όπως αυτή ορίστηκε από το πλαίσιο Φερεγγυότητας II, καθώς η παρούσα εργασία στηρίζεται σε αυτήν για τον υπολογισμό του SCR του κινδύνου θνησιμότητας και του κινδύνου μακροζωίας στο 4^ο Κεφάλαιο.

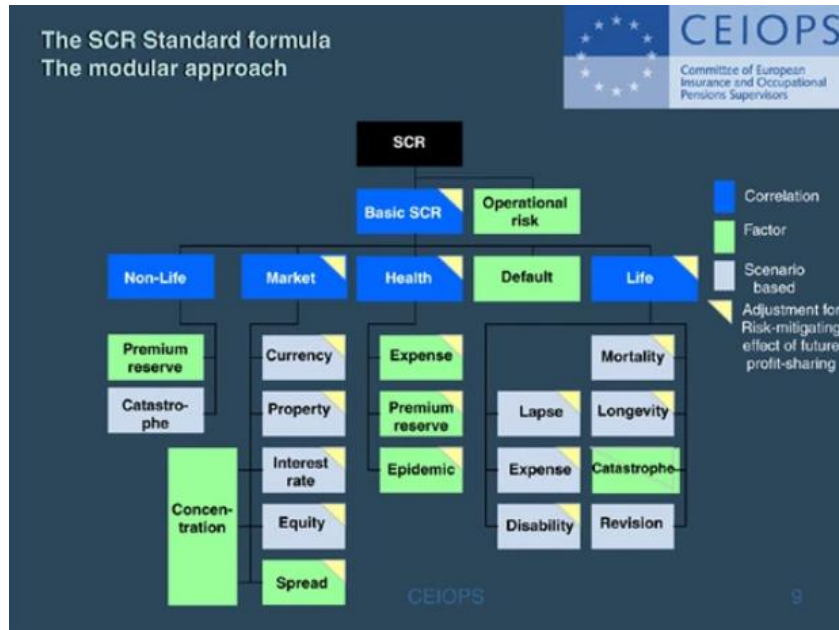
3.2 ENNOIΕΣ ΚΑΙ ΣΥΜΒΟΛΙΣΜΟΙ

Η τυποποιημένη μέθοδος συμπεριλαμβάνει έξι διαφορετικές ενότητες κινδύνου, για τις οποίες οι ασφαλιστικές εταιρείες οφείλουν να διαθέτουν το απόθεμα ασφαλείας ως προς το κεφάλαιο, δηλαδή το SCR. Κάποιες από αυτές τις ενότητες κινδύνων χωρίζονται περαιτέρω σε υποενότητες κινδύνων.

Για τις ασφαλιστικές εταιρείες που έχουν στο χαρτοφυλάκιο τους συνταξιοδοτικά προϊόντα, προσόδους ή ασφαλίσεις ζωής, ο κίνδυνος θνησιμότητας και ο κίνδυνος μακροζωίας, ως υποενότητα του κινδύνου ζωής, είναι πολύ ουσιαστικοί στη συνολική εκτίμηση του κινδύνου τους.

Για κάθε μία υποενότητα κινδύνου, όπως αυτές απεικονίζονται στο Διάγραμμα 3.1, το πλαίσιο Φερεγγυότητας II απαιτεί από τις ασφαλιστικές εταιρείες να καλύπτουν τις υποχρεώσεις τους, που απορρέουν από αυτούς τους κινδύνους, κατά τη διάρκεια του επόμενου έτους με 99,5% βεβαιότητα. Με άλλα λόγια, οι ασφαλιστικές εταιρείες πρέπει να υπολογίσουν το VaR του διαθέσιμου κεφαλαίου με χρονικό ορίζοντα το ένα έτος (Börger, 2010; Plat 2010).

Διάγραμμα_3.1: Οι έξι ενότητες κινδύνου και οι αντίστοιχες υποενότητες, που χρησιμοποιούνται για τον υπολογισμό του SCR.



Πηγή: (Steffen, 2008).

Ισοδύναμα, η αναλογία χρηματοδότησης (Funding Ratio - FR) μιας ασφαλιστικής εταιρείας έχει πιθανότητα 0,5% ή λιγότερη, τη χρονική στιγμή t , να πέσει κάτω από τη μονάδα. Η αναλογία αυτή έχει την ακόλουθη φόρμα:

$$FR_{t+1} = \frac{A_{t+1}}{L_{t+1}} \quad (3.2.1)$$

όπου,

A_{t+1} : η αξία των περιουσιακών στοιχείων τη χρονική στιγμή t ,

L_{t+1} : η αξία των υποχρεώσεων την χρονική στιγμή t .

Κατόπιν, η ασφαλιστική εταιρεία πρέπει να διατηρεί ένα ελάχιστο ποσό των περιουσιακών στοιχείων ίσο με αυτό της ακόλουθης σχέσης:

$$A_t^* = \min\{A_t | \mathbb{P}_t\left(\frac{A_{t+1}}{L_{t+1}} < 1\right) \leq 0,005\} \quad (3.2.2)$$

όπου, \mathbb{P}_t είναι το μέτρο πιθανότητας τη χρονική στιγμή t .

Επομένως, το SCR, μιας υποεπένδυσης κινδύνου, που πρέπει να κρατήσει μια ασφαλιστική εταιρεία τη χρονική στιγμή t , έχει την ακόλουθη φόρμα:

$$SCR_t = A_t^* - L_t \quad (3.2.3)$$

Με την υπόθεση ότι η ασφαλιστική εταιρεία έχει μια απόδοση r_t από το χαρτοφυλάκιο των περιουσιακών της στοιχείων κατά τη διάρκεια του χρόνου t , και οι υποχρεώσεις της πληρώνονται στο τέλος της χρονικής στιγμής t , \tilde{L}_t , τότε:

$$A_{t+1} = A_t^*(1 + r_t) - \tilde{L}_t \quad (3.2.4)$$

Από τις σχέσεις (3.2.2) και (3.2.4), προκύπτει η ακόλουθη σχέση:

$$\mathbb{P}_t \left(\frac{A_{t+1}}{L_{t+1}} < 1 \right) = \mathbb{P} \left((1 + r_t)A_t - \tilde{L}_t < L_{t+1} \right) \quad (3.2.5)$$

Κι έτσι προκύπτει, τελικά, η σχέση υπολογισμού του SCR ως ακολούθως:

$$SCR_t = Q_{0.995,t} \left(\frac{\tilde{L}_t + L_{t+1}}{1 + r_t} \right) - L_t \quad (3.2.6)$$

όπου, $Q_{0.995,t}$ είναι η συνάρτηση που υπολογίζει το 99,5% ποσοστό της κατανομής που ακολουθεί το $\frac{\tilde{L}_t + L_{t+1}}{1 + r_t}$, εξαρτώμενο από τις διαθέσιμες πληροφορίες του χρόνου t .

Επομένως, ένα συμπέρασμα που μπορεί να εξαχθεί από όλα τα παραπάνω είναι ότι το SCR αποτελεί το ποσό των περιουσιακών στοιχείων που απαιτείται πάνω από την αναμενόμενη παρούσα αξία των υποχρεώσεων, προκειμένου να διασφαλιστεί με βεβαιότητα 99,5% η κάλυψη των υποχρεώσεων της ασφαλιστικής εταιρείας κατά τη διάρκεια του χρόνου t .

Τέλος, για να προσδιορίσει μια ασφαλιστική εταιρεία το SCR των κινδύνων, στους οποίους είναι εκτεθειμένη, πρέπει να εκφράσει την ποσότητα των υποχρεώσεών της με μία σχέση, καθώς δεν παρατηρείται τιμή στην αγορά για αυτές. Το πλαίσιο Φερεγγυότητας II λύνει αυτό το πρόβλημα προτείνοντας μια προσέγγιση για τον υπολογισμό των υποχρεώσεων, μέσω των λεγόμενων τεχνικών προβλέψεων (Technical Provisions - TPs) (Börger, 2010).

Οι τεχνικές προβλέψεις συντίθενται από δύο όρους, την βέλτιστη εκτίμηση των μελλοντικών υποχρεώσεων (Best Estimate Liabilities - BEL) κι ένα περιθώριο κινδύνου (Risk Margin - RM). Το περιθώριο κινδύνου είναι απαραίτητο για την κάλυψη των μη αντισταθμιζόμενων κινδύνων, όπως ο κίνδυνος θνησιμότητας και μακροζωίας. Περισσότερη ανάλυση για τον υπολογισμό όλων των παραπάνω ακολουθεί στην επόμενη ενότητα.

3.3 ΜΟΝΤΕΛΟΠΟΙΗΣΗ ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΟΥ ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ ΦΕΡΕΓΓΥΟΤΗΤΑΣ

Οι τεχνικές ασφαλιστικές προβλέψεις (TPs), στον ασφαλιστικό τομέα, αποτελούν τις μελλοντικές υποχρεώσεις που πιθανότατα να αντιμετωπίσει μια ασφαλιστική εταιρεία, δηλαδή πρόκειται για «τις ζημιές που σχετίζονται με ένα ασφαλιστικό συμβόλαιο, οι οποίες δεν έχουν διευθετηθεί τη χρονική στιγμή οριστικοποίησης των οικονομικών καταστάσεων της ασφαλιστικής εταιρείας». Ένα παράδειγμα είναι οι μελλοντικές καταβολές σε έναν ασφαλισμένο συνταξιοδοτικού προϊόντος (δηλαδή, μηνιαία σύνταξη) (Barrieu *et al.*, 2012).

Οι τεχνικές ασφαλιστικές προβλέψεις αποτελούνται από την βέλτιστη εκτίμηση των μελλοντικών υποχρεώσεων (BEL) κι ένα περιθώριο κινδύνου (RM). Πιο συγκεκριμένα, τη χρονική στιγμή t , ισχύει η παρακάτω σχέση:

$$TPS_t = BEL_t + RM_t \quad (3.3.1)$$

όπου,

BEL_t : η αναμενόμενη παρούσα αξία όλων των μελλοντικών υποχρεώσεων (δηλαδή, οι μελλοντικές πληρωμές της εταιρείας προς τους ασφαλισμένους της),

RM_t : το περιθώριο κινδύνου τη χρονική στιγμή t , ο κύριος σκοπός του οποίου είναι η ασφαλιστική εταιρεία να δύναται μεταφοράς των υποχρεώσεων της σε τρίτο (άλλη επιχείρηση). Ουσιαστικά, αντικατοπτρίζει τους μη αντισταθμιζόμενους κινδύνους που φέρει η ασφαλιστική εταιρεία. Το RM καταβάλλεται στους παρόχους επιχειρηματικών κεφαλαίων, στο τέλος του έτους, ανεξάρτητα από την αξία της ζημίας (Munroe *et al.*, 2018; Stevens *et al.*, 2009).

Πιο αναλυτικά, τα BEL_t υπολογίζονται σύμφωνα με την ακόλουθη σχέση:

$$BEL_t = \sum_{s \geq 0} \mathbb{E}_t [\hat{L}_{t+s}] P_t^{(s+1)} \quad (3.3.2)$$

όπου,

$P_t^{(s+1)}$: ο παράγοντας προεξόφλησης (ή ισοδύναμα, η τιμή τη χρονική στιγμή t ενός ομολόγου με μηδενικό κουπόνι, το οποίο λήγει τη στιγμή $t + s + 1$)¹⁰.

Συνεχίζοντας, το RM υπολογίζεται σύμφωνα με τη μέθοδο κόστους κεφαλαίου (CoC)¹¹. Αυτή η μέθοδος βασίζεται στην τιμή πώλησης των υποχρεώσεων μια ασφαλιστικής εταιρείας σε μια άλλη, έχοντας κενό χαρτοφυλάκιο. Η τιμή αυτή είναι το άθροισμα της αξίας όλων των υποχρεώσεων, της πρώτης, και ενός ασφαλιστρού κινδύνου, που αντικατοπτρίζει την ανάληψη όλων των κινδύνων που συνδέονται με τις υποχρεώσεις, βασιζόμενο στα μελλοντικά SCRs (European Commission, 2010).

Στη συνέχεια, το ασφάλιστρο κινδύνου πολλαπλασιάζεται με το κόστος κεφαλαίου, δηλαδή το επιτόκιο εκείνο που προστίθεται πάνω από το άνευ κινδύνου επιτόκιο, και αντικατοπτρίζει τα μερίσματα που πρέπει να καταβληθούν για να προσελκύσουν επενδυτές (δηλαδή κεφάλαιο) για την αγορά των υποχρεώσεων. Στο πλαίσιο Φερεγγυότητας II, ο συντελεστής αυτός ορίζεται στο 6%. Με βάση όλα τα παραπάνω, το περιθώριο κινδύνου υπολογίζεται ως ακολούθως:

$$RM_t = CoC \sum_{s \geq 0} SCR_{t+s} \cdot P_t^{(s+1)} \quad (3.3.3)$$

Από τις σχέσεις (3.2.6) και (3.3.3), παρατηρείται ότι ο υπολογισμός του RM και του SCR οδηγεί σε μία λούπα, καθώς το SCR εξαρτάται από το RM, το οποίο στη σχέση (3.2.6) είναι συνθετικό στοιχείο των υποχρεώσεων L_t και κρατείται από το έτος t και μετά, και αντιστρόφως. Για το λόγο αυτό, το CEIOPS (2009) προτείνει την απόρριψη του περιθωρίου κινδύνου από τον υπολογισμό των υποχρεώσεων για το SCR, καθώς αυτό εκτιμάται πως είναι σχετικά μικρό σε σύγκριση με το σύνολο των υποχρεώσεων.

Με τον τρόπο αυτό, λύνεται το πρώτο πρόβλημα κι έτσι καθίσταται δυνατός ο υπολογισμός τόσο του SCR όσο και του RM, ωστόσο η διαδικασία παραμένει δύσκολη διότι πρέπει να προσομοιωθεί η ανάπτυξη ολόκληρου του ασφαλιστικού χαρτοφυλακίου στο μέλλον ή να προσεγγιστεί η κατανομή των μεταβλητών σε κλειστή φόρμουλα. Για τη λύση του δεύτερου προβλήματος, η πέμπτη μελέτη ποσοτικών επιπτώσεων (QIS5)¹² στην προσαρμογή στο πλαίσιο Φερεγγυότητας II, προτείνει επιπλέον απλοποιήσεις σχετικά με τον υπολογισμό του SCR (CEIOPS, 2010).

¹⁰ Οι υποχρεώσεις είναι ληξιπρόθεσμες την τελευταία χρονική στιγμή του έτους t , γι' αυτό χρησιμοποιείται $s + 1$ αντί για s .

¹¹ Cost of Capital

¹² Quantitative Impact Study

Πιο αναλυτικά, η απλοποίηση σχετίζεται με την αβεβαιότητα των ποσοστών θνησιμότητας. Παρόλο που η τυποποιημένη μέθοδος απαιτεί το 99,5% VaR για τον υπολογισμό του SCR, αρκετές ασφαλιστικές εταιρείες χρησιμοποιούν την βέλτιστη εκτίμηση με αποτέλεσμα να κάνουν, τελικά, χρήση ντετερμινιστικών ποσοστών θνησιμότητας. Ως εκ τούτου, αντίστοιχο του 99,5% ποσοστημορίου, στο QIS5 εισάγεται ένα 20% εφάπαξ ποσοστιαίο σοκ μείωσης των πιθανοτήτων θνησιμότητας για τον υπολογισμό του SCR του κινδύνου μακροζωίας, και 15% εφάπαξ ποσοστιαίο σοκ αύξησης των πιθανοτήτων θνησιμότητας για τον υπολογισμό του SCR του κινδύνου θνησιμότητας, ενώ παράλληλα, η βέλτιστη εκτίμηση των υποχρεώσεων υπολογίζεται με ντετερμινιστικές πιθανότητες θνησιμότητας (European Parliament, 2015).

Συνεπώς, το SCR υπολογίζεται ως η διαφορά των δύο αυτών τιμών, όπως φαίνεται και από την παρακάτω σχέση:

$$SCR_t = \sum_{s \geq 0} (\hat{L}_{t+s}^{shock} - \hat{L}_{t+s}^{BE}) \cdot P_t^{(s+1)} \quad (3.3.4)$$

όπου,

\hat{L}_{t+s}^{shock} : οι υποχρεώσεις της ασφαλιστικής εταιρείας που αναφέρονται στο σοκ σενάριο,

\hat{L}_{t+s}^{BE} : η βέλτιστη εκτίμηση των υποχρεώσεων της ασφαλιστικής εταιρείας.

Το QIS5 περιλαμβάνει και δύο ακόμα απλοποιήσεις, οι οποίες αφορούν τον υπολογισμό του RM. Ωστόσο, δεν παρουσιάζονται στην παρούσα εργασία καθώς δεν περιλαμβάνει τον υπολογισμό του. Η περαιτέρω ανάλυση του υπολογισμού του RM μπορεί να αντληθεί από το QIS5 (CEIOPS, 2010).

3.4 ΜΟΝΤΕΛΟΠΟΙΗΣΗ DIVERSIFICATION EFFECT

Όπως αναφέρθηκε στο Κεφάλαιο 1.4., οι ασφαλιστικές εταιρείες εκμεταλλεύονται τα αποτελέσματα της διαφοροποίησης προς όφελός τους, αποβλέποντας στη μείωση των ζημιών από απρόβλεπτα γεγονότα, καθώς και στη μείωση του συνολικού κινδύνου συγκεντρώνοντας πολλούς διαφορετικούς υποκείμενους κινδύνους.

Πιο αναλυτικά, η κεφαλαιακή απαίτηση καθορίζεται ξεχωριστά για όλους τους παράγοντες κινδύνου (υποενότητες κινδύνων). Για κάθε δευτερεύοντα κίνδυνο, η κεφαλαιακή απαίτηση καθορίζεται ως $SCR_{sub-risk}$. Αφού συγκεντρωθεί το SCR των δευτερευόντων κινδύνων, τότε

αντλείται η συνολική κεφαλαιακή απαίτηση μιας από τις έξι ενότητες κινδύνου, δηλαδή το $SCR_{overall}$.

Μια απλή μέθοδος υπολογισμού του συνολικού SCR είναι η χρήση πινάκων συσχέτισης μεταξύ των SCR των δευτερευόντων κινδύνων. Έτσι, η συνολική κεφαλαιακή απαίτηση υπολογίζεται σύμφωνα με την ακόλουθη σχέση:

$$SCR_{overall} = \sqrt{\sum_{i,j} Corr_{i,j} \cdot SCR_i \cdot SCR_j} \quad (3.4.1)$$

όπου,

i και j αντιπροσωπεύουν όλους τους δευτερεύοντες κινδύνους,

$Corr_{i,j}$: υποδηλώνει τα στοιχεία των πινάκων συσχέτισης, δηλαδή τις παραμέτρους συσχέτισης.

Ο κίνδυνος θνησιμότητας και ο κίνδυνος μακροζωίας, όπως παρουσιάζεται και στο Διάγραμμα 3.1, αποτελούν δευτερεύοντες κινδύνους της ενότητας κινδύνου ζωής (UW)¹³. Οι κίνδυνοι αυτοί, μαζί με τον κίνδυνο νοσηρότητας¹⁴, τον κίνδυνο εξαγορών¹⁵, τον κίνδυνο εξόδων¹⁶, τον κίνδυνο αναθεώρησης¹⁷ και τον καταστροφικό κίνδυνο¹⁸, συνθέτουν ολόκληρο τον κίνδυνο UW. Επομένως, το συνολικό SCR του UW κινδύνου υπολογίζεται από τη σχέση (3.4.1) χρησιμοποιώντας τον ακόλουθο πίνακα συσχέτισης (European Parliament, 2015):

Πίνακας 3.1: Ο πίνακας συσχέτισης που απεικονίζει τις παραμέτρους συσχέτισης μεταξύ των δευτερευόντων κινδύνων του κινδύνου ζωής.

i \ j	Mortality	Longevity	Disability	Lapse	Expenses	Revision	CAT
Mortality	1	-0,25	0,25	0	0,25	0	0,25
Longevity	-0,25	1	0	0,25	0,25	0,25	0
Disability	0,25	0	1	0	0,5	0	0,25
Lapse	0	0,25	0	1	0,5	0	0,25
Expenses	0,25	0,25	0,5	0,5	1	0,5	0,25
Revision	0	0,25	0	0	0,5	1	0
CAT	0,25	0	0,25	0,25	0,25	0	1

¹³ Life Underwriting Risk (UW)

¹⁴ Disability Risk

¹⁵ Lapse Risk

¹⁶ Expense Risk

¹⁷ Revision Risk

¹⁸ CAT Risk

Μπορεί να υποθεθεί μεγάλη διαφοροποίηση μεταξύ του κινδύνου θνησιμότητας και του κινδύνου μακροζωίας. Για έναν ασφαλισμένο οι δύο αυτοί κίνδυνοι μπορούν να αντισταθμίσουν ο ένας τον άλλο. Ωστόσο, το ίδιο ενδέχεται να μην ισχύει για τις ασφαλιστικές εταιρείες, οι οποίες έχουν επιμέρους χαρτοφυλάκιο κάτω από τον κίνδυνο θνησιμότητας και επιμέρους χαρτοφυλάκιο κάτω από τον κίνδυνο μακροζωίας, για τους ακόλουθους λόγους:

- ο Οι ασφαλισμένοι και των δύο επιμέρους χαρτοφυλακίων ενδέχεται να διαφέρουν σημαντικά στα δημογραφικά τους χαρακτηριστικά. Πιο συγκεκριμένα, το επιμέρους χαρτοφυλάκιο του κινδύνου θνησιμότητας μπορεί να σχετίζεται με διαφορετική ηλικιακή ομάδα από το επιμέρους χαρτοφυλάκιο του κινδύνου μακροζωίας. Για παράδειγμα, ο ασφαλισμένος με συμβόλαιο κάλυψης θνησιμότητας μπορεί να είναι νέος, ενώ ο ασφαλισμένος με συμβόλαιο κάλυψης μακροζωίας (π.χ. συνταξιοδότηση) μπορεί να είναι γέρος. Έτσι, μια αλλαγή στον πίνακα θνησιμότητας μπορεί να επηρεάσει και τα δύο επιμέρους χαρτοφυλάκια με τέτοιο τρόπο που οι ζημιές, οι οποίες προκαλούνται από το ένα επιμέρους χαρτοφυλάκιο, να μην αντισταθμίζουν τα κέρδη, που προκαλούνται από το άλλο.
- ο Μπορεί να ισχύουν διαφορετικοί πίνακες στα δύο επιμέρους χαρτοφυλάκια. Για παράδειγμα, οι πίνακες αυτοί ενδεχομένως να βασίζονται σε διαφορετικές βάσεις και να ανανεώνονται ανεξάρτητα. Σε αυτήν την περίπτωση ο ένας πίνακας αλλάζει ενώ ο άλλος παραμένει αμετάβλητος. Όπως παραπάνω, έτσι κι εδώ, δεν θα παρατηρηθεί αντιστάθμιση μεταξύ κέρδους και ζημιάς.

Παρόλα αυτά, οι παραπάνω περιορισμοί σε μια αντιστάθμιση μεταξύ κινδύνου θνησιμότητας και μακροζωίας, μπορεί να περιορίζονται σε περίπτωση πιο σοβαρού συστηματικού σοκ στην εμπειρία θνησιμότητας (για παράδειγμα, σεισμός, ανάπτυξη της ιατρικής επιστήμης), το οποίο θα είχε γενικότερα αντίκτυπο στη θνησιμότητα που επηρεάζει τους ασφαλισμένους ευρέως.

Για τους λόγους αυτούς, ο συντελεστής συσχέτισης δεν πρέπει να οριστεί -1. Μια χαμηλή αρνητική, όπως -0.25, φαίνεται να είναι κατάλληλη, όπως φαίνεται και στον Πίνακα 3.1 (CEIOPS, 2010).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ_4: ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΚΙΝΔΥΝΟΥ ΘΝΗΣΙΜΟΤΗΤΑΣ ΚΑΙ ΜΑΚΡΟΖΩΙΑΣ

4.1 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΠΡΟΙΟΝΤΩΝ ΚΑΙ ΧΑΡΤΟΦΥΛΑΚΙΟΥ

Σκοπός της παρούσας ενότητας είναι η περιγραφή των προϊόντων και των δεδομένων που χρησιμοποιούνται στην επόμενη ενότητα προκειμένου να υπολογιστεί το SCR του κινδύνου θνησιμότητας και του κινδύνου μακροζωίας.

Πιο συγκεκριμένα, επιλέχθηκαν δύο προϊόντα τέτοια ώστε να είναι ρεαλιστικά. Επιπλέον, λόγω χαρακτηριστικών τους το ένα να εκθέτει την ασφαλιστική εταιρεία μόνο σε κίνδυνο θνησιμότητας και το άλλο μόνο σε κίνδυνο μακροζωίας.

Πιο αναλυτικά, το πρώτο προϊόν (προϊόν Α) ανήκει στην κατηγορία ασφαλίσεων ζωής (whole life insurance). Πρόκειται για μια ασφάλιση κατά την οποία ο ασφαλισμένος πληρώνει ένα ασφάλιστρο, είτε εφάπαξ είτε περιοδικό, και σε περίπτωση θανάτου του, οποιαδήποτε στιγμή, οι δικαιούχοι θα λάβουν αποζημίωση από την ασφαλιστική εταιρεία ίση με το ασφαλισμένο κεφάλαιο (SA)¹⁹. Είναι προφανές λοιπόν, πως η ασφαλιστική εταιρεία πωλώντας αυτό το προϊόν είναι εκτεθειμένη στον κίνδυνο θνησιμότητας, καθώς οι υποχρεώσεις της (προς τους δικαιούχους) εξαρτώνται από τον θάνατο του ασφαλισμένου.

Το δεύτερο προϊόν (προϊόν Β) ανήκει στην κατηγορία των αναβαλλόμενων προσόδων ζωής (deferred annuity). Πρόκειται για μια ασφάλιση κατά την οποία ο ασφαλισμένος πληρώνει ένα ασφάλιστρο, είτε εφάπαξ είτε περιοδικό μέχρι μια συγκεκριμένη περίοδο. Από μια χρονική στιγμή κι έπειτα (ορίζεται στο εκάστοτε ασφαλιστήριο συμβόλαιο η ημερομηνία αυτή), εφόσον ο ασφαλισμένος βρίσκεται εν ζωή, λαμβάνει από την ασφαλιστική εταιρεία το ασφαλισμένο κεφάλαιο σε μορφή σύνταξης μέχρι την ημερομηνία θανάτου του. Σε περίπτωση θανάτου του ασφαλισμένου, οποιαδήποτε στιγμή κατά τη διάρκεια του συμβολαίου, υπάρχουν διάφορες μορφές αποζημίωσης. Ωστόσο, για απλούστευση, στην παρούσα εργασία η ασφαλιστική εταιρεία δεν παρέχει καμία αποζημίωση σε περίπτωση θανάτου του ασφαλισμένου. Είναι προφανές λοιπόν, πως η ασφαλιστική εταιρεία πωλώντας αυτό το προϊόν είναι εκτεθειμένη στον κίνδυνο μακροζωίας, καθώς οι υποχρεώσεις της (προς τον ασφαλισμένο) εξαρτώνται από την επιβίωσή του.

¹⁹ Sum Assured

Τα δεδομένα που χρησιμοποιούνται για την υλοποίηση του υπολογισμού του SCR, που προκύπτει από τα δύο παραπάνω προϊόντα, βασίζονται σε πραγματικά δεδομένα ασφαλιστικής εταιρείας της Ελληνικής αγοράς. Τα δεδομένα χωρίζονται σε δύο επιμέρους χαρτοφυλάκια, έτσι όπως παραλήφθηκαν από την εταιρεία κι έχουν διαμορφωθεί κατά την 31^η Δεκεμβρίου 2019.

Το ένα χαρτοφυλάκιο (χαρτοφυλάκιο Α) αντιπροσωπεύει τους ασφαλισμένους που έχουν αγοράσει το προϊόν Α και το άλλο (χαρτοφυλάκιο Β) αντιπροσωπεύει εκείνους που έχουν αγοράσει το προϊόν Β. Παρακάτω περιγράφονται τα δημογραφικά στατιστικά των δύο χαρτοφυλακίων, τα οποία παρουσιάζονται αναλυτικά στο Παράρτημα Δ.



Χαρτοφυλάκιο Α	Ανδρες	Γυναίκες
Αριθμός ασφαλισμένων	555	275
Μέση ηλικία	53	52
Μέσο ασφαλισμένο κεφάλαιο (σε €)	44.674	23.919

Χαρτοφυλάκιο Β	Ανδρες	Γυναίκες
Αριθμός ασφαλισμένων	7.324	6.583
Μέση ηλικία	50	49
Μέση ετήσια σύνταξη (σε €)	10.233	8.433

Από τα παραπάνω προκύπτει ότι τα δημογραφικά χαρακτηριστικά των δύο χαρτοφυλακίων διαφέρουν σημαντικά, πράγμα που ενισχύει τους λόγους για τους οποίους ο συντελεστής συσχέτισης του SCR του κινδύνου θνησιμότητας και του SCR κινδύνου μακροζωίας τέθηκε ίσο με -0.25 (Ενότητα 3.4).

4.2 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΟΥ ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ ΦΕΡΕΓΓΥΟΤΗΤΑΣ ΤΟΥ ΚΙΝΔΥΝΟΥ ΘΝΗΣΙΜΟΤΗΤΑΣ ΚΑΙ ΜΑΚΡΟΖΩΙΑΣ

Η παρούσα ενότητα έχει σκοπό τον υπολογισμό της κεφαλαιακής απαίτησης (SCR) σύμφωνα με την τυποποιημένη μέθοδο, όπως αυτή ορίστηκε από το πλαίσιο Φερεγγυότητας II. Ο υπολογισμός του SCR γίνεται για το προϊόν Α και προϊόν Β, λαμβάνοντας υπόψη τα αντίστοιχα χαρτοφυλάκια Α και Β, τα στοιχεία των οποίων αναλύθηκαν στην προηγούμενη ενότητα. Κατόπιν, χρησιμοποιούνται διαφορετικοί πίνακες θνησιμότητας προκειμένου να αναλυθεί η επίπτωσή του στο SCR μιας εταιρείας.

Για τον υπολογισμό των βέλτιστων εκτιμήσεων των υπερχρεώσεων, μια ασφαλιστική εταιρεία πρέπει να λαμβάνει υπόψιν της διάφορες υποθέσεις. Αυτές ονομάζονται βέλτιστες υποθέσεις καθώς αντικατοπτρίζουν όσο το δυνατόν καλύτερα τις μελλοντικές υποχρεώσεις της ασφαλιστικής εταιρείας έως τη λήξη και του μακροβιότερου ενεργού συμβολαίου, που έχει στο χαρτοφυλάκιό της. Οι πιο συνηθισμένες υποθέσεις είναι οι ακόλουθες:

- **Θνησιμότητα:** αντιπροσωπεύει τις πιθανότητες θανάτου (ή επιβίωσης) των ασφαλισμένων. Χρησιμοποιείται ένα πίνακας θνησιμότητας.
- **Εξαγορά:** αντιπροσωπεύει τις πιθανότητες εξαγοράς των συμβολαίων από τους ασφαλισμένους. Συνήθως, οι πιθανότητες προκύπτουν από εμπειρική μελέτη στα ιστορικά στοιχεία της εταιρείας.
- **Νοσηρότητα:** αντιπροσωπεύει τις πιθανότητες νοσηρότητας των ασφαλισμένων. Χρησιμοποιείται πίνακας νοσηρότητας.
- **Ελευθεροποίηση:** αντιπροσωπεύει τις πιθανότητες ελευθεροποίησης των συμβολαίων. Συνήθως, οι πιθανότητες προκύπτουν από εμπειρική μελέτη στα ιστορικά στοιχεία της εταιρείας. Η διαφορά με την υπόθεση της εξαγοράς είναι ότι η ελευθεροποίηση αφορά συμβόλαια για τα οποία οι ασφαλισμένοι έχουν πάψει να πληρώνουν τα ασφάλιστρά τους, αλλά το συμβόλαιό τους παραμένει ενεργό με κάποιες κυρώσεις στο ασφαλισμένο κεφάλαιο. Αντίθετα, η εξαγορά αφορά συμβόλαια για τα οποία οι ασφαλισμένοι έχουν λύσει τη σύμβασή τους με την ασφαλιστική εταιρεία και έχουν εισπράξει την αξία του (δηλαδή το απόθεμα που έχει δημιουργηθεί εκείνη τη χρονική στιγμή).

Πέραν των παραπάνω βέλτιστων υποθέσεων, μια ασφαλιστική εταιρεία μπορεί να εισάγει επιπλέον υποθέσεις στο μοντέλο υπολογισμού του SCR (είτε αυτό υπολογίζεται σύμφωνα με την τυποποιημένη μέθοδο είτε με το εσωτερικό μοντέλο), αν αυτές αντικατοπτρίζουν καλύτερα τα προφίλ κινδύνου που είναι εκτεθειμένη, ή αν κατέχει προϊόντα με ιδιαίτερα χαρακτηριστικά. Για παράδειγμα, υπάρχουν προϊόντα στην ασφαλιστική αγορά τα οποία δίνουν τη δυνατότητα στους ασφαλισμένους να εισπράξουν, στη λήξη, το ασφαλισμένο κεφάλαιο είτε σε μορφή εφάπαξ ποσού είτε σε μορφή ισόβιας σύνταξης. Αυτή η υπόθεση είναι γνωστή ως take up rate.

Στην παρούσα εργασία, μελετάται η υπόθεση της θνησιμότητας, και πιο συγκεκριμένα η επίδρασή της στο SCR. Για το λόγο αυτό, η μόνη πιθανότητα εξόδου από τα δύο προϊόντα είναι αυτή της θνησιμότητας.

Μια επιπλέον υπόθεση που έγινε κατά την μοντελοποίηση των προϊόντων A και B, είναι τα έξοδα διαχείρισης²⁰ των συμβολαίων και τα έξοδα που απαιτούνται κατά τη στιγμή απόδοσης της αποζημίωσης²¹ στον ασφαλισμένο (ή στους δικαιούχους, για το προϊόν A). Πιο συγκεκριμένα, χρησιμοποιούνται έξοδα διαχείρισης ίσα με $0,013\% \cdot SA_k$ ²², όπου $k = 1, \dots, 14.737$, δηλαδή για κάθε συμβόλαιο σταθερά για όλη την περίοδο που είναι ενεργό. Τέλος, χρησιμοποιείται έξοδο αποζημίωσης ίσο με 25€. Οι υποθέσεις αυτές δεν έγιναν αυθαίρετα, καθώς είναι κομμάτι των υποθέσεων της ασφαλιστικής εταιρείας από την οποία αντλήθηκαν τα δεδομένα του χαρτοφυλακίου.

Για την μοντελοποίηση των προϊόντων χρησιμοποιήθηκε το excel και η γλώσσα προγραμματισμού (VBA)²³. Πιο συγκεκριμένα, με τη χρήση του excel αποτυπώνονται οι μελλοντικές χρηματοροές (Cash Flows - CFs) για ένα συμβόλαιο που ανήκει στο χαρτοφυλάκιο του προϊόντος A και, αντίστοιχα, για ένα συμβόλαιο που ανήκει στο χαρτοφυλάκιο του προϊόντος B. Ωστόσο, λόγω του μεγάλου όγκου των ενεργών συμβολαίων των δύο χαρτοφυλακίων είναι απαραίτητη η χρήση κώδικα, καθώς χρειάζονται αρκετές χιλιάδες γραμμές του excel, οι οποίες θα αποτυπώνουν τον υπολογισμό και θα αποθηκεύουν το αποτέλεσμα κάθε ενός συμβολαίου ξεχωριστά. Για να ξεπεραστεί το πρόβλημα αυτό χρησιμοποιήθηκε ο κώδικας VBA, ο οποίος διευκόλυνε στη διαδικασία υπολογισμού των υποχρεώσεων σχετικά με τη μεγάλη οντότητα των δεδομένων (συνολικά 14.737 συμβόλαια). Ο κώδικας VBA που χρησιμοποιήθηκε στο excel παρουσιάζεται αναλυτικά στο Παράρτημα

²⁰ Admin expenses

²¹ Benefit expenses

²² Ασφαλισμένο κεφάλαιο (Sum Assured - SA)

²³ Virtual Basic

Ε. Τέλος, στο Παράρτημα Η παρουσιάζονται οι φόρμουλες που χρησιμοποιήθηκαν στο excel για ένα συμβόλαιο του προϊόντος Α και, αντίστοιχα, για ένα συμβόλαιο του προϊόντος Β. Οι φόρμουλες αυτές περιγράφονται αναλυτικά παρακάτω.

Προκειμένου να υπολογιστεί το SCR για τα δύο προϊόντα, χρησιμοποιήθηκε ο τύπος της σχέσης (3.3.4), από τον οποίο ακολουθεί η ακόλουθη σχέση:

$$SCR_t = \sum_{s \geq 0} \hat{L}_{t+s}^{shock} \cdot P_t^{(s+1)} - \hat{L}_{t+s}^{BE} \cdot P_t^{(s+1)} \quad (4.2.1)$$

όπου,

SCR_t : το SCR τη χρονική στιγμή t , όπου $t = 1$ για τους σκοπούς της παρούσας εργασίας, δηλαδή 31^η Δεκέμβρη 2019.

$P_t^{(s+1)}$: ο παράγοντας προεξόφλησης (ή ισοδύναμα, η τιμή τη χρονική στιγμή t ενός ομολόγου με μηδενικό κουπόνι, το οποίο λήγει τη στιγμή $t + s + 1$). Για τους σκοπούς της παρούσας εργασίας, ο παράγοντας προεξόφλησης υπολογίζεται σύμφωνα με την καμπύλη επιτοκίων άνευ κινδύνου, όπως αυτή παρέχεται από την ΕΙΟΡΑ. Η καμπύλη επιτοκίων μαζί με τον αντίστοιχο παράγοντα προεξόφλησης παρουσιάζονται στο Παράρτημα ΣΤ.

\hat{L}_{t+s}^{shock} : η βέλτιστη εκτίμηση των υποχρεώσεων της ασφαλιστικής εταιρείας που αναφέρονται στο σοκ σενάριο, δηλαδή 20% ποσοστιαία μείωση των πιθανοτήτων θνησιμότητας για τον υπολογισμό του SCR του κινδύνου μακροζωίας (SCR_1^{long}), και 15% ποσοστιαία αύξηση των πιθανοτήτων θνησιμότητας για τον υπολογισμό του SCR του κινδύνου θνησιμότητας (SCR_1^{mort}) (European Parliament, 2015).

Επίσης, $t = 1$ και $s = 0, \dots, \omega$ με ω να είναι η ημερομηνία λήξης του μακροβιότερου ενεργού συμβολαίου. Λόγω φύσης των προϊόντων Α και Β, το ω συμπίπτει με την εκάστοτε τερματική ηλικία των πινάκων θνησιμότητας.

\hat{L}_{t+s}^{BE} : η βέλτιστη εκτίμηση των υποχρεώσεων της ασφαλιστικής εταιρείας. Επίσης, $t = 1$ και $s = 0, \dots, \omega$ με το ω να είναι η ημερομηνία λήξης του μακροβιότερου ενεργού συμβολαίου. Λόγω φύσης των προϊόντων Α και Β, το ω συμπίπτει με την εκάστοτε τερματική ηλικία των πινάκων θνησιμότητας.

Πιο αναλυτικά, το \hat{L}_{1+s}^{BE} είναι οι μελλοντικές ροές της ασφαλιστικής εταιρείας, CFs , προεξοφλημένες στη χρονική στιγμή 1, δηλαδή προκύπτει από την ακόλουθη φόρμα:

$$\hat{L}_{1+s}^{BE} = \sum_{s \geq 0} CF_{1+s} \cdot P_1^{(s+1)} \quad (4.2.2)$$

Πιο συγκεκριμένα, τα CF είναι η διαφορά των εξόδων²⁴ από τα έσοδα²⁵ μιας ασφαλιστικής εταιρείας, για όλες τις μελλοντικές ροές της. Επομένως, η σχέση (4.2.2) τελικά γίνεται:

$$\hat{L}_{1+s}^{BE} = \sum_{s \geq 0} (Outflows_{1+s} - Inflows_{1+s}) \cdot P_1^{(s+1)} \quad (4.2.3)$$

όπου,

$Outflows_{1+s}$: τα έξοδα της ασφαλιστικής εταιρείας για το εκάστοτε συμβόλαιο (δηλαδή, τα διαχειριστικά έξοδα, τα έξοδα αποζημίωσης και η αποζημίωση),

$Inflows_{1+s}$: τα έσοδα της ασφαλιστικής εταιρείας για το εκάστοτε συμβόλαιο (δηλαδή τα ασφάλιστρα).

Ακολούθως, παρουσιάζονται αναλυτικά οι σχέσεις που χρησιμοποιούνται για των υπολογισμό των εξόδων και εσόδων για κάθε ένα συμβόλαιο, και για τα 2 προϊόντα (Παράρτημα Η). Κατόπιν χρησιμοποιείται ο κώδικας VBA (Παράρτημα Ε) για να αθροιστούν όλα τα συμβόλαια, όπως ορίζει η σχέση (4.2.3).

Πριν παρουσιαστούν οι φόρμουλες, που υπολογίζουν τα έσοδα και τα έξοδα των προϊόντων Α και Β, παρακάτω περιγράφονται οι έννοιες που χρησιμοποιούνται. Πιο συγκεκριμένα:

p_x : η πιθανότητα επιβίωσης του ασφαλισμένου ηλικίας x το επόμενο έτος (δηλαδή, στην ηλικία $x + 1$),

q_x : η πιθανότητα θανάτου του ασφαλισμένου ηλικίας x το επόμενο έτος (δηλαδή, στην ηλικία $x + 1$). Γενικά ισχύει η σχέση $q_x = 1 - p_x$,

d_x : ο αριθμός των θανόντων στην ηλικία x . Ισχύει, δηλαδή, η σχέση $d_x = p_{x-1} \cdot q_x$. Αυτή η έννοια ορίζεται μόνο για το προϊόν Α,

²⁴ Outflows

²⁵ Inflows

GAP_t ²⁶: το ακαθάριστο περιοδικό ετήσιο ασφάλιστρο που λαμβάνει η ασφαλιστική εταιρεία από τον εκάστοτε ασφαλισμένο, τη χρονική στιγμή $t = 1, 2, \dots, \omega$, όπου ω είναι η τερματική ηλικία του πίνακα θνησιμότητας που χρησιμοποιείται,

$Admin_t$: τα διαχειριστικά έξοδα του εκάστοτε συμβολαίου τη χρονική στιγμή $t = 1, 2, \dots, \omega$,

$Benefit_t$: τα έξοδα αποζημίωσης του εκάστοτε συμβολαίου τη χρονική στιγμή $t = 1, 2, \dots, \omega$,

$DeathOutgo_t$: το ποσό της αποζημίωσης που οφείλει να πληρώσει η ασφαλιστική εταιρεία, λόγω θανάτου του ασφαλισμένου, στους δικαιούχους τη χρονική στιγμή $t = 1, 2, \dots, \omega$. Αυτή η έννοια ορίζεται μόνο για το προϊόν A,

$MaturityOutgo_t$: το ποσό της σύνταξης που οφείλει να πληρώσει η ασφαλιστική εταιρεία στον ασφαλισμένο, όσο αυτός βρίσκεται εν ζωή, από τη χρονική στιγμή $t = \lambda$ (στιγμή έναρξης συνταξιοδότησης) έως τη χρονική στιγμή $t = \omega$. Αυτή η έννοια ορίζεται μόνο για το προϊόν B,

$Pens$: το ετήσιο ποσό σύνταξης, ορίζεται μόνο για το προϊόν B,

GAP : ετήσιο ποσό ασφάλιστρου,

SA : ασφαλισμένο κεφάλαιο, δηλαδή η αποζημίωση, σε περίπτωση θανάτου του ασφαλισμένου, προς τους δικαιούχους. Η έννοια αυτή ορίζεται μόνο για το προϊόν B.

Για να υπολογιστούν τα έσοδα και τα έξοδα κάθε συμβολαίου που ανήκει στο χαρτοφυλάκιο του προϊόντος A, χρησιμοποιούνται οι παρακάτω φόρμουλες:

Για τις ροές των εισόδων:

$$GAP_1 = GAP \cdot 1$$

$$GAP_2 = GAP \cdot p_{x-1}$$

$$GAP_3 = GAP \cdot p_{x-2}$$

⋮

$$GAP_\omega = GAP \cdot p_{\omega-1}$$

$$GAP_\omega = GAP \cdot p_\omega = 0$$

²⁶ Gross Annual Premium

Σε περίπτωση εφάπαξ ασφαλίστρου, οι παραπάνω ροές είναι όλες ίσες με 0, καθώς δεν υπάρχουν συμβόλαια στο χαρτοφυλάκιο με ημερομηνία έναρξης το έτος 2019.

Για τις ροές των εξόδων:

$$\begin{array}{ll}
 Admin_1 = 0,013\% \cdot SA \cdot 1 & Benefit_1 = 25 \cdot d_x \\
 Admin_2 = 0,013\% \cdot SA \cdot p_{x-1} & Benefit_2 = 25 \cdot d_{x+1} \\
 Admin_3 = 0,013\% \cdot SA \cdot p_{x-2} & Benefit_3 = 25 \cdot d_{x+2} \\
 \vdots & \vdots \\
 Admin_\omega = 0,013\% \cdot SA \cdot p_{\omega-1} & Benefit_\omega = 25 \cdot d_{x+\omega-1} \\
 Admin_{\omega+1} = 0,013\% \cdot SA \cdot p_\omega = 0 & Benefit_{\omega+1} = 25 \cdot d_{x+\omega} = 0
 \end{array}$$

$$\begin{array}{l}
 DeathOutgo_1 = SA \cdot d_x \\
 DeathOutgo_2 = SA \cdot d_{x+1} \\
 DeathOutgo_3 = SA \cdot d_{x+2} \\
 \vdots \\
 DeathOutgo_\omega = SA \cdot d_{x+\omega-1} \\
 DeathOutgo_{\omega+1} = SA \cdot d_{x+\omega} = 0
 \end{array}$$

Αφού υπολογιστούν οι ροές των υποχρεώσεων, τότε πολλαπλασιάζονται με τον αντίστοιχο παράγοντα προεξόφλησης προκειμένου να βρεθεί η παρούσα αξία όλων των ροών στη χρονική στιγμή $t = 1$. Το άθροισμα αυτών οδηγεί στον υπολογισμό του \hat{L}_{1+s}^{BE} , όπως φαίνεται στη σχέση (4.2.3), για το προϊόν Α.

Προκειμένου να υπολογιστεί το SCR_1^{long} για το προϊόν Α, υπολογίζεται το \hat{L}_{1+s}^{shock} , αντίστοιχα όπως το \hat{L}_{1+s}^{BE} παραπάνω, με τη διαφορά ότι όλες οι πιθανότητες θνησιμότητας πολλαπλασιάζονται με 0.80%. Επιπλέον, προκειμένου να υπολογιστεί το SCR_1^{mort} για το προϊόν Α, υπολογίζεται το \hat{L}_{1+s}^{shock} , αντίστοιχα όπως το \hat{L}_{1+s}^{BE} παραπάνω, με τη διαφορά ότι όλες οι πιθανότητες θνησιμότητας πολλαπλασιάζονται με 0.80%.

Συνεχίζοντας, για να υπολογιστούν τα έσοδα και τα έξοδα κάθε συμβολαίου που ανήκει στο χαρτοφυλάκιο του προϊόντος B, χρησιμοποιούνται οι παρακάτω φόρμουλες:

Για τις ροές των εισόδων:

$$\begin{aligned}
 GAP_1 &= GAP \cdot 1 \\
 GAP_2 &= GAP \cdot p_{x-1} \\
 GAP_3 &= GAP \cdot p_{x-2} \\
 &\vdots \\
 GAP_\lambda &= GAP \cdot p_{\lambda-1} \\
 GAP_{\lambda+1} &= 0 \cdot p_\lambda = 0 \\
 &\vdots \\
 GAP_\omega &= 0
 \end{aligned}$$

Σε περίπτωση εφάπαξ ασφαλιστρού, οι παραπάνω ροές είναι όλες ίσες με 0, καθώς δεν υπάρχουν συμβόλαια στο χαρτοφυλάκιο με ημερομηνία έναρξης το έτος 2019.

Για τις ροές των εξόδων:

$$\begin{array}{ll}
 Admin_1 = 0,013\% \cdot Pens \cdot 1 & Benefit_1 = 0 \\
 Admin_2 = 0,013\% \cdot Pens \cdot p_{x-1} & Benefit_2 = 0 \\
 Admin_3 = 0,013\% \cdot Pens \cdot p_{x-2} & \vdots \\
 \vdots & Benefit_\lambda = 25 \cdot p_{\lambda-1} \\
 Admin_\lambda = 0,013\% \cdot Pens \cdot p_{\lambda-1} & Benefit_{\lambda+1} = 25 \cdot p_\lambda \\
 Admin_{\lambda+1} = 0 & \vdots \\
 \vdots & \\
 Admin_\omega = 0 & Benefit_\omega = 25 \cdot p_{\omega-1} \\
 & Benefit_{\omega+1} = 25 \cdot p_\omega = 0
 \end{array}$$

$$\begin{aligned}
 MaturityOutgo_1 &= 0 \\
 MaturityOutgo_2 &= 0 \\
 &\vdots \\
 MaturityOutgo_\lambda &= Pens \cdot p_{\lambda-1}
 \end{aligned}$$

$$MaturityOutgo_{\lambda+1} = Pens \cdot p_{\lambda}$$

⋮

$$MaturityOutgo_{\omega} = Pens \cdot p_{\omega-1}$$

$$MaturityOutgo_{\omega+1} = Pens \cdot p_{\omega} = Pens$$

Αφού υπολογιστούν οι ροές των υποχρεώσεων, τότε πολλαπλασιάζονται με τον αντίστοιχο παράγοντα προεξόφλησης προκειμένου να βρεθεί η παρούσα αξία όλων των ροών στη χρονική στιγμή $t = 1$. Το άθροισμα αυτών οδηγεί στον υπολογισμό του \hat{L}_{1+s}^{BE} , όπως φαίνεται στη σχέση (4.2.3), για το προϊόν B.

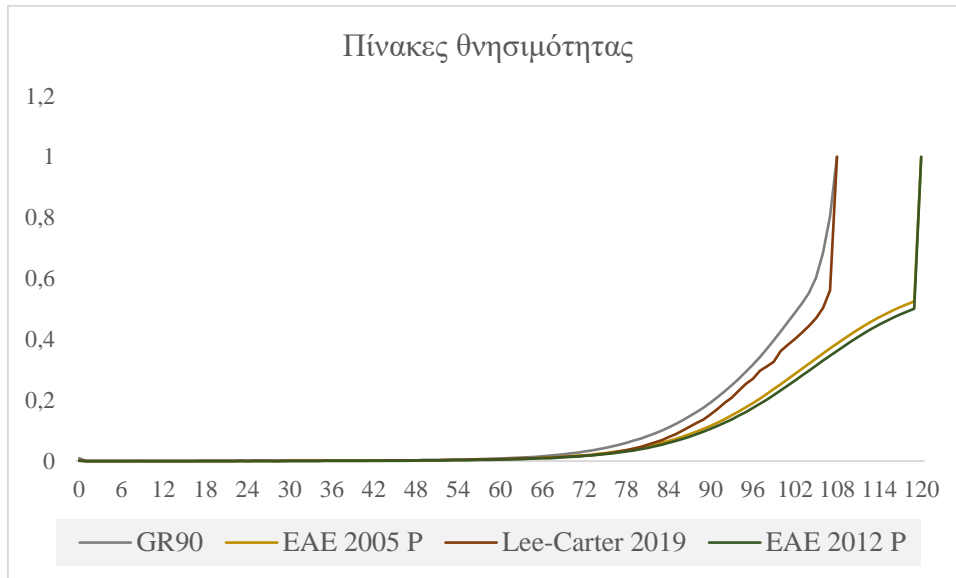
Προκειμένου να υπολογιστεί το SCR_1^{long} για το προϊόν B, υπολογίζεται το \hat{L}_{1+s}^{shock} , αντίστοιχα όπως το \hat{L}_{1+s}^{BE} παραπάνω, με τη διαφορά ότι όλες οι πιθανότητες θνησιμότητας πολλαπλασιάζονται με 0.80%. Επιπλέον, προκειμένου να υπολογιστεί το SCR_1^{mort} για το προϊόν B, υπολογίζεται το \hat{L}_{1+s}^{shock} , αντίστοιχα όπως το \hat{L}_{1+s}^{BE} παραπάνω, με τη διαφορά ότι όλες οι πιθανότητες θνησιμότητας πολλαπλασιάζονται με 0.80%.

Χρησιμοποιώντας τις παραπάνω φόρμουλες των δύο προϊόντων, για τον υπολογισμό του \hat{L}_{1+s}^{BE} και του \hat{L}_{1+s}^{shock} , θεωρούνται διαφορετικοί πίνακες θνησιμότητας με σκοπό την απεικόνιση που έχει η υπόθεση της θνησιμότητας στον υπολογισμό του SCR. Οι πίνακες θνησιμότητας που χρησιμοποιούνται απεικονίζονται στο ακόλουθο διάγραμμα, οι πιθανότητες των οποίων παρουσιάζονται αναλυτικά στο Παράρτημα Z (Society of Actuaries, 2020).

Ακολουθεί η γραφική απεικόνιση των πιθανοτήτων θνησιμότητας όλων των πινάκων που χρησιμοποιούνται για τον υπολογισμό του SCR. Πρέπει να σημειωθεί ότι οι πίνακες, GR90, EAE²⁷ 2005 P και ο πίνακας που κατασκευάστηκε μέσω του μοντέλου Lee Carter για το έτος 2019 (Πίνακας Γ1, Παράρτημα Γ) περιέχουν διαφορετικές πιθανότητες για τα δύο φύλα, άντρες γυναίκες. Αντίθετα, ο πίνακας θνησιμότητας EAE 2012 P περιέχει τις ίδιες πιθανότητες θνησιμότητας για τα δύο φύλλα (είναι, δηλαδή, unisex). Ακόμη, οι πίνακες GR90 και Lee-Carter 2019 έχουν ως τερματική ηλικία τα 108 έτη, σε αντίθεση με τον EAE 2005 P και 2012 P, που έχουν τα 120 έτη αντίστοιχα.

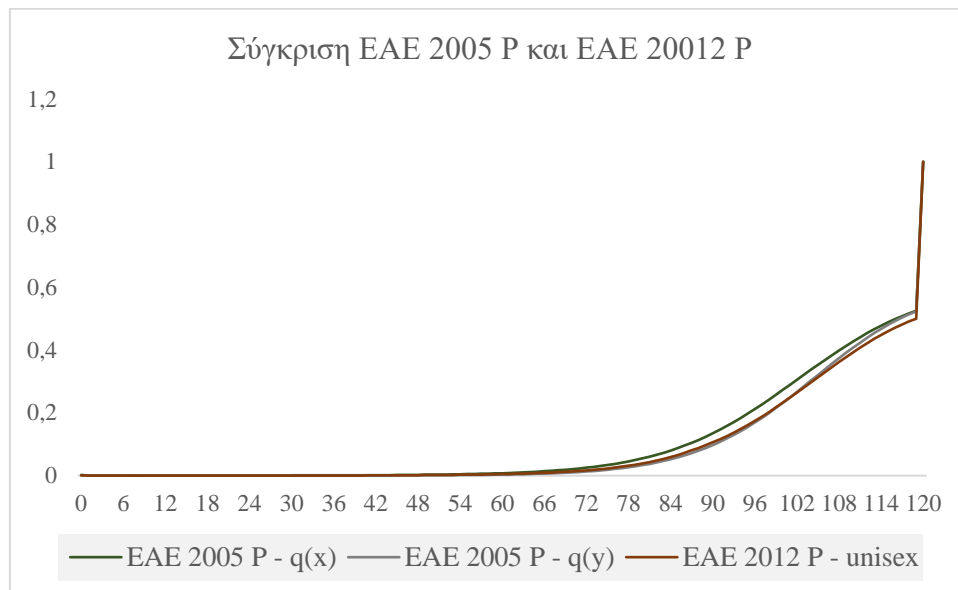
²⁷ Ένωση Αναλογιστών Ελλάδος

Διάγραμμα_4.1: Σύγκριση των πιθανοτήτων θνησιμότητας των πινάκων GR90, EAE 2005 P, Lee-Carter 2019 και EAE 2012 P.



Στο παραπάνω διάγραμμα, παρατηρείται ότι οι πιθανότητες θνησιμότητας στους πιο πρόσφατους πίνακες βαίνει μειούμενη. Αυτό επιβεβαιώνει την αύξηση του προσδόκιμου ζωής της Ελλάδας, όπως φαίνεται Διάγραμμα 1.2. Επιπλέον, τα στοιχεία που χρησιμοποιούνται για τον πίνακα GR90 στηρίζονται στην απογραφή του έτους 1980. Για το λόγο αυτό, παρατηρείται όμοια συμπεριφορά με τον πίνακα Lee-Carter, ο οποίος στηρίχθηκε στη βάση δεδομένων HMD για τα έτη 1981-2017. Αντίθετα, οι πίνακες EAE 2005 P και EAE 2012 P στηρίχθηκαν σε δεδομένα τα οποία αντλήθηκαν από την εμπειρία των ασφαλιστικών εταιρειών για τα έτη 2000-2003. Τέλος, συμπεραίνεται ότι οι πιθανότητες θνησιμότητας των γηραιότερων ατόμων αυξάνεται πιο ομαλά στους πίνακες EAE 2005 P και EAE 2012 P συγκριτικά με τους πίνακες GR90 και Lee-Carter 2019.

Διάγραμμα_4.2: Σύγκριση των πιθανοτήτων θνησιμότητας των πινάκων θνησιμότητας EAE 2005 P και EAE 2012 P.



Παρατηρείται ότι ο πιο πρόσφατος πίνακας θνησιμότητας (EAE 2012 P) περιέχει τις ίδιες πιθανότητες θνησιμότητας για τα δύο φύλα, άνδρες και γυναίκες. Οι πίνακες θνησιμότητας, εκτός από την εκτίμηση των υποχρεώσεων μιας ασφαλιστικής εταιρείας, χρησιμοποιούνται επίσης, και για την τιμολόγηση των προϊόντων τους. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα τη χρέωση διαφορετικού ασφαλιστρού για δύο άτομα ίδιας ηλικίας, αλλά διαφορετικού φύλου, πράγμα που προκάλεσε σύγχυση στους ασφαλισμένους. Προκειμένου να λυθεί αυτό, δημιουργήθηκε ο πίνακας unisex, ο οποίος εξομάλυνε τη διαφορά μεταξύ των πιθανοτήτων θνησιμότητας για άνδρες και γυναίκες, όπως φαίνεται και στο Διάγραμμα 4.2.

Αφού αναλύθηκαν οι διαφορετικοί πίνακες θνησιμότητας, ακολουθεί ο υπολογισμός του SCR χρησιμοποιώντας τις σχέσεις (4.2.1) και (4.2.3), καθώς επίσης και τις φόρμουλες που εξάγουν της μελλοντικές ροές (έσοδα και τα έξοδα) των προϊόντων A και B. Τα αποτελέσματα του SCR για τα δύο προϊόντα παρουσιάζονται στους επόμενους πίνακες:

Πίνακας_4.2: Συγκεντρωτικός πίνακας που παρουσιάζει τα αποτελέσματα υπολογισμού του SCR του κινδύνου θνησιμότητας και του κινδύνου μακροζωίας αντίστοιχα, για το προϊόν A, σύμφωνα με τους διαφορετικούς πίνακες θνησιμότητας.

Προϊόν Α (ποσά σε €)					
L & SCR Πίνακας	\hat{L}_{BE}	\hat{L}_{shock}^{mort}	\hat{L}_{shock}^{long}	SCR_{mort}	SCR_{long}
GR 90	68.223.124	74.267.578	56.968.877	6.044.453	-
EAE 2005 P	64.834.144	72.554.996	52.096.676	7.720.851	-
Lee-Carter 2019	55.688.736	62.409.949	44.569.733	6.721.213	-
EAE 20012 P	55.217.565	62.487.454	43.483.737	7.269.889	-

Πίνακας 4.3: Συγκεντρωτικός πίνακας που παρουσιάζει τα αποτελέσματα υπολογισμού του SCR του κινδύνου θνησιμότητας και του κινδύνου μακροζωίας αντίστοιχα, για το προϊόν B, σύμφωνα με τους διαφορετικούς πίνακες θνησιμότητας.

Προϊόν Β (ποσά σε €)					
L & SCR Πίνακας	\hat{L}_{BE}	\hat{L}_{shock}^{mort}	\hat{L}_{shock}^{long}	SCR_{mort}	SCR_{long}
GR 90	340.830.957	333.979.351	349.966.432	-	9.135.475
EAE 2005 P	375.787.509	369.626.709	384.001.907	-	8.214.399
Lee-Carter 2019	351.220.601	345.927.441	358.278.147	-	7.057.546
EAE 20012 P	379.520.622	373.919.790	386.988.398	-	7.467.776

Αρχικά, στον Πίνακα 4.2 παρατηρείται ότι το προϊόν Α εκθέτει την ασφαλιστική εταιρεία μόνο στον κίνδυνο θνησιμότητας, αφού, για τον κίνδυνο μακροζωίας δεν απαιτείται να κρατήσει κεφάλαιο Φερεγγυότητας ($SCR_{long} = 0$, για κάθε πίνακα θνησιμότητας). Αντίστοιχα, στον Πίνακα 4.3, το προϊόν Β εκθέτει την ασφαλιστική εταιρεία μόνο στον κίνδυνο μακροζωίας, αφού δεν απαιτείται να κρατήσει κεφάλαιο Φερεγγυότητας ($SCR_{mort} = 0$, για κάθε πίνακα θνησιμότητας).

Συγκρίνοντας το SCR που προκύπτει από τους πίνακες θνησιμότητας, EAE 2012 P και EAE 2005 P, οι οποίοι έχουν την ίδια τερματική ηλικία κι έχουν στηριχθεί στα ίδια δεδομένα πληθυσμού, ο EAE 2005 P παρουσιάζει μεγαλύτερη κεφαλαιακή απαίτηση για τον κίνδυνο θνησιμότητας (προϊόν Α) και κίνδυνο μακροζωίας (προϊόν Β). Αυτό είναι λογικό, καθώς ο EAE 2012 P αποτελεί μια εξομάλυνση των πιθανοτήτων θνησιμότητας μεταξύ ανδρών και γυναικών.

Συγκρίνοντας το SCR που προκύπτει από τους πίνακες θνησιμότητας, GR90 και Lee-Carter 2019, οι οποίοι έχουν την ίδια τερματική ηλικία, ο GR90 παρουσιάζει μικρότερη κεφαλαιακή απαίτηση για τον κίνδυνο θνησιμότητας (προϊόν Α) και μεγαλύτερη κεφαλαιακή απαίτηση για τον κίνδυνο μακροζωίας (προϊόν Β). Αυτό μπορεί να οφείλεται στο γεγονός ότι, οι πιθανότητες θνησιμότητας του πίνακα Lee-Carter 2019 στις μεγαλύτερες ηλικίες φαίνεται να μην βαίνουν

ομαλά προς τη λήξη. Αυτό παίζει σημαντικό ρόλο, καθώς το χαρτοφυλάκιο έχει νεαρό πληθυσμό, μέση ηλικία περίπου 50 (και για τα δύο προϊόντα και για τα δύο φύλα), με αποτέλεσμα οι πιθανότητες των γηραιότερων ηλικιών να επηρεάζουν σημαντικά τα αποτελέσματα του μοντέλου.

Επιπλέον, είναι εύλογο να σημειωθεί πως η βέλτιστη εκτίμηση των μελλοντικών υποχρεώσεων \hat{L}_{BE} του πίνακα GR90 είναι μεγαλύτερη, για το προϊόν A, από αυτή του πίνακα Lee-Carter 2019, διότι ενώ έχουν την ίδια τερματική ηλικία, οι πιθανότητες θνησιμότητας του πρώτου είναι κατά μέσο όρο μεγαλύτερες από αυτές του δεύτερου. Η παρατήρηση αυτή οφείλεται στο γεγονός ότι η ασφαλιστική εταιρεία αποζημιώνει τους δικαιούχους σε περίπτωση θανάτου του ασφαλισμένου. Συνεπώς, όσο μεγαλύτερες είναι οι πιθανότητες θνησιμότητας τόσο μεγαλύτερη είναι και η βέλτιστη εκτίμηση των μελλοντικών υποχρεώσεων. Το αντίστοιχο ισχύει για τον πίνακα EAE 2012 P και EAE 2005P, οι οποίοι έχουν την ίδια τερματική ηλικία. Δηλαδή, ο πίνακας με τις μεγαλύτερες, κατά μέσο όρο, πιθανότητες θανάτου (EAE 2005 P), έχει μεγαλύτερη υποχρέωση (\hat{L}_{BE}) από τον άλλο πίνακα (EAE 2012 P).

Το ακριβώς αντίστροφο ισχύει όταν συγκρίνονται τα αποτελέσματα της βέλτιστης εκτίμησης των υποχρεώσεων, μεταξύ των ίδιων πινάκων όπως συγκρίθηκαν στην παραπάνω παράγραφο, αλλά για το προϊόν B. Δηλαδή, ο πίνακας με τις μεγαλύτερες πιθανότητες θνησιμότητας (άρα, μικρότερες πιθανότητες επιβίωσης, λόγω $p_x = 1 - q_x$), κατά μέσο όρο, παρέχει μικρότερη βέλτιστη εκτίμηση υποχρεώσεων από τον πίνακα με τις μικρότερες πιθανότητες θνησιμότητας (Lee-Carter 2019 πίνακα). Η παρατήρηση αυτή συμπεραίνεται από το γεγονός ότι η ασφαλιστική εταιρεία αποζημιώνει τον ασφαλισμένο όσο βρίσκεται εν ζωή. Επομένως, όσο μεγαλύτερες είναι οι πιθανότητες θνησιμότητας τόσο μικρότερη είναι η υποχρέωση της εταιρείας. Το αντίστοιχο ισχύει και για τον πίνακα EAE 2005 P συγκρινόμενος με τον πίνακα EAE 2012 P.

4.3 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ DIVERSIFICATION EFFECT

Στην παρούσα ενότητα θα χρησιμοποιηθούν τα αποτελέσματα του SCR των δύο προϊόντων όπως αυτά υπολογίστηκαν σύμφωνα με τη μοντελοποίηση που περιεγράφηκε αναλυτικά στην προηγούμενη ενότητα (Πίνακας 4.2 και Πίνακας 4.3), με σκοπό να υπολογιστεί το αποτέλεσμα διαφοροποίησης για τον τελικό υπολογισμό τους συνολικού SCR της ασφαλιστικής εταιρείας.

Όπως αναλύθηκε στην Ενότητα 1.5, οι ασφαλιστικές εταιρείες εκμεταλλεύονται τα αποτελέσματα της διαφοροποίησης προς όφελός τους, αποβλέποντας στη μείωση των ζημιών από απρόβλεπτα γεγονότα, καθώς και στη μείωση του συνολικού κινδύνου συγκεντρώνοντας πολλούς διαφορετικούς υποκείμενους κινδύνους.

Μια ασφαλιστική εταιρεία, η οποία δραστηριοποιείται στο χώρο ασφαλίσεων ζωής, είναι εκτεθειμένη στον κίνδυνο ζωής (UW), ο οποίος, εκτός των άλλων, αποτελείται και από τον κίνδυνο θνησιμότητας και μακροζωίας (ορίζονται από το πλαίσιο Φερεγγυότητας II, ως δευτερεύοντες κίνδυνοι). Πιο συγκεκριμένα, αν αναλυθεί ο τύπος της σχέσης (3.4.1) για τον κίνδυνο θνησιμότητας και μακροζωίας, μόνο, και χρησιμοποιώντας τους αντίστοιχους παράγοντες συσχέτισης του Πίνακα 3.1, προκύπτει η παρακάτω φόρμα:

$$SCR_{UW} = (1 \cdot SCR_{mort} \cdot SCR_{mort} - 0,25 \cdot SCR_{mort} \cdot SCR_{long} - 0,25 \cdot SCR_{long} \cdot SCR_{mort} + 1 \cdot SCR_{long} \cdot SCR_{long})^{(1/2)}$$

⇔

$$SCR_{UW} = (SCR_{mort}^2 - 0,50 \cdot SCR_{mort} \cdot SCR_{long} + SCR_{long}^2)^{(1/2)} \quad (4.3.1)$$

Συνεχίζοντας, στη σχέση (4.3.1), εισάγονται τα αποτελέσματα του Πίνακα 4.2 και του Πίνακα 4.3, προκειμένου να υπολογιστεί το συνολικό SCR_{UW} , και να αξιολογηθεί το αποτέλεσμα διαφοροποίησης, τα οποία απεικονίζονται στον ακόλουθο πίνακα, για κάθε πίνακα θνησιμότητας:

Πίνακας 4.4: Συγκεντρωτικός πίνακας που παρουσιάζει τα αποτελέσματα υπολογισμού του συνολικού SCR της ασφαλιστικής εταιρείας και το αντίστοιχο αποτέλεσμα διαφοροποίησης, που προκύπτει από τα δύο προϊόντα Α και Β.

Diversification Effect (ποσά σε €)					
Πίνακας	SCR_{mort}	SCR_{long}	SCR_{UW}	$\sum SCR_{mort} + SCR_{long}$	Επίδραση
GR 90	6.044.453	9.135.475	9.611.600	15.179.928	-36,68%
EAE 2005 P	7.720.851	8.214.399	9.766.105	15.935.250	-38,71%
Lee-Carter 2019	6.721.213	7.057.546	8.441.921	13.778.759	-38,73%
EAE 20012 P	7.269.889	7.467.776	9.026.296	14.737.665	-38,75%

Αρχικά, στον Πίνακα 4.4, φαίνεται το αποτέλεσμα διαφοροποίησης, δηλαδή το συνολικό SCR υπολογισμένο σύμφωνα με τη σχέση (4.3.1). Κατόπιν συγκρίνεται με το συνολικό SCR

υπολογισμένο αθροίζοντας το SCR_{mort} και το SCR_{long} . Η τελευταία στήλη του πίνακα αποτυπώνει την επίδραση που έχει το αποτέλεσμα διαφοροποίησης στον υπολογισμό του SCR. Δηλαδή, το -36.68% του πίνακα GR90, για παράδειγμα, δείχνει το ποσοστό μείωσης των απαιτούμενων κεφαλαίων που έχει η ασφαλιστική εταιρεία, η οποία διασπείρει τον κίνδυνο της (δεν είναι εκτεθειμένη μόνο σε ένα είδος κινδύνου).

Η σημαντικότητα του φαινομένου αυτού, το οποίο αποτελεί μια καλή στρατηγική για τη διαχείριση κινδύνων, φαίνεται και από το απαιτούμενο κεφάλαιο φερεγγυότητας που χρειάζεται ένα προϊόν συγκρινόμενο με αυτό που χρειάζονται και τα δύο προϊόντα μαζί. Για παράδειγμα, η ασφαλιστική εταιρεία πωλώντας μόνο το προϊόν Β και χρησιμοποιώντας τον πίνακα GR90, θα έπρεπε να έχει SCR ίσο με €9,1 εκατομμύρια. Ωστόσο, πωλώντας και τα δύο προϊόντα θα έπρεπε να έχει συνολικό SCR ίσο με €9,6 εκατομμύρια. Με αυτό τον τρόπο, η ασφαλιστική εταιρεία πουλάει προϊόντα με διαφορετικά χαρακτηριστικά, ευνοώντας τα έσοδά της και ελαχιστοποιώντας το απαιτούμενο κεφάλαιο φερεγγυότητας.

Επιπλέον, για όλους τους πίνακες θνησιμότητας, με μια μικρή μη-σημαντική απόκλιση για τον GR90, το ποσοστό διαφοροποίησης (τελευταία στήλη του Πίνακα 4.4) είναι περίπου ίδιο. Τέλος, παρατηρείται ότι παρόλο που στους Πίνακες 4.2 και 4.3, το SCR_{mort} και το SCR_{long} διαφοροποιούνται σημαντικά από πίνακα σε πίνακα, ωστόσο το ίδιο δεν ισχύει για το συνολικό SCR, δηλαδή το SCR_{UW} . Αυτό σημαίνει ότι η επιλογή πίνακα θνησιμότητας, ως μια από τις βέλτιστες υποθέσεις, αποτελεί σημαντική υπόθεση που πρέπει να λαμβάνεται υπόψη από τις ασφαλιστικές εταιρείες, οι οποίες είναι εκτεθειμένες στον κίνδυνο ζωής (UW).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ_5: ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Στην παρούσα εργασία, μελετάται η επίδραση του πλαισίου Φερεγγυότητας II στην ασφαλιστική αγορά σχετικά με την εκτίμηση των υποχρεώσεων της και του απαιτούμενου κεφαλαίου φερεγγυότητας για τον κίνδυνο ζωής. Συγκεκριμένα, μοντελοποιήθηκαν δύο προϊόντα, τέτοια ώστε να είναι ρεαλιστικά και να εκθέτουν μια ασφαλιστική εταιρεία στον κίνδυνο θνησιμότητας και στον κίνδυνο μακροζωίας (δευτερεύοντες κίνδυνοι του κινδύνου ζωής).

Το απαιτούμενο κεφάλαιο φερεγγυότητας (SCR) υπολογίστηκε σύμφωνα με την τυποποιημένη μέθοδο, όπως αυτό ορίζεται από το πλαίσιο Φερεγγυότητας II, με ημερομηνία αναφοράς την 31/12/2019, λαμβάνοντας υπόψη την επίδραση του αποτελέσματος διαφοροποίησης.

Ακολούθως χρησιμοποιήθηκαν τα πραγματικά δεδομένα ασφαλισμένων, οι οποίοι έχουν ατομικά συμβόλαια των δύο προϊόντων, έτσι, χωρίζονται σε δύο χαρτοφυλάκια. Συνολικά, πρόκειται για 14.737 ασφαλισμένους, άνδρες και γυναίκες, μέσης ηλικίας περίπου 50 ετών. Τα χαρτοφυλάκια των ασφαλισμένων αντλήθηκαν από τη βάση μιας ασφαλιστικής εταιρείας, που δραστηριοποιείται στην Ελλάδα πολλά χρόνια, όπως αυτή διαμορφώθηκε στο τέλος του έτους 2019.

Σκοπός τη εργασίας, ήταν να συγκρίνει τον υπολογισμό του συνολικού SCR (υπολογισμένο βάσει του πίνακα συσχέτισης μεταξύ του κινδύνου θνησιμότητας και μακροζωίας, δηλαδή λαμβάνοντας υπόψη το αποτέλεσμα διαφοροποίησης) χρησιμοποιώντας τέσσερις διαφορετικούς πίνακες θνησιμότητας. Ένας από τους πίνακες θνησιμότητας κατασκευάστηκε μέσω του μοντέλου Lee-Carter (1992).

Πιο αναλυτικά, βασίστηκε στα δεδομένα που χρησιμοποιούνται από το Human Mortality Database, τα οποία αφορούν τον πληθυσμό της Ελλάδας και για τα δύο φύλα. Τα δεδομένα αυτά καλύπτουν μια περίοδο παρατήρησης 37 ετών, από το έτος 1981 έως το έτος 2017, όπου είναι όλα τα διαθέσιμα πραγματικά δεδομένα. Αυτά περιλαμβάνουν τους δείκτες θνησιμότητας ανδρών και γυναικών ηλικίας από 0 έως 107 ετών. Κατόπιν, αφού εκτιμήθηκαν οι κεντρικοί δείκτες θνησιμότητας για το έτος 2019, για άντρες και γυναίκες αντίστοιχα, μετατράπηκαν πιθανότητες θνησιμότητας, q_x για τους άνδρες και q_y για τις γυναίκες με τερματική ηλικία τα

108 έτη. Οι υπόλοιποι τρεις πίνακες θνησιμότητας χρησιμοποιούνται από την ελληνική ασφαλιστική αγορά ευρέως. Αυτοί είναι, ο GR90, ο EAE205 P και ο EAE 2012P.

Τα αποτελέσματα, που παρουσιάζονται αναλυτικά στις Ενότητες 4.2 και 4.3, έδειξαν ότι ο υπολογισμός του SCR του κινδύνου θνησιμότητας έχει σημαντική απόκλιση σε συγκρίνοντας και τους τέσσερις πίνακες μαζί. Το ίδιο συμβαίνει και για το SCR του κινδύνου μακροζωίας. Ωστόσο, παρατηρώντας τον τελικό υπολογισμό του SCR του κινδύνου ζωής για τους τέσσερις διαφορετικούς πίνακες θνησιμότητας, Πίνακας 4.4, συμπεραίνεται ότι δεν υπάρχει σημαντική απόκλιση. Αυτό μπορεί να δικαιολογηθεί από το γεγονός ότι το τελικό SCR συνυπολογίζει τον κίνδυνο θνησιμότητας και τον κίνδυνο μακροζωίας, με αποτέλεσμα η μεγάλη επίδραση του ενός να εξομαλύνεται από την επίδραση του άλλου.

Με άλλα λόγια, το αποτέλεσμα διαφοροποίησης δείχνει ότι δεν μπορούν να συμβούν γεγονότα που να επηρεάσουν το ίδιο σημαντικά τους δύο αυτούς κινδύνους. Για παράδειγμα, σε περίπτωση πανδημίας είναι λογικό η ασφαλιστική εταιρεία να έχει περισσότερους θανάτους από ότι ανέμενε, αλλά ταυτόχρονα να επιβιώσουν λιγότεροι ασφαλισμένοι από ότι ανέμενε. Έτσι, από τη μία παρατηρείται αύξηση του SCR του κινδύνου θνησιμότητας και από την άλλη μείωση του SCR του κινδύνου μακροζωίας. Τελικά, προκύπτει το συμπέρασμα ότι το αποτέλεσμα διαφοροποίησης αποτελεί πολύ σημαντικό εργαλείο διαχείρισης κινδύνων, και όχι μόνο για τις ασφαλιστικές εταιρείες.

Επιπλέον, η κατασκευή του πίνακα θνησιμότητας μέσω του μοντέλου Lee-Carter οδηγεί σε μικρότερες πιθανότητες θνησιμότητας συγκρινόμενος με τις αντίστοιχες πιθανότητες θνησιμότητας του πίνακα GR90, με τον οποίο έχουν την ίδια τερματική ηλικία. Αυτό οφείλεται στο ότι ο πίνακας θνησιμότητας Lee-Carter 2019 βασίστηκε σε πιο πρόσφατα δεδομένα, όπου παρατηρείται αύξηση του προσδόκιμου ζωής, με αποτέλεσμα να έχει ευνοϊκότερα αποτελέσματα σχετικά με το συνολικό υπολογισμό του SCR του κινδύνου ζωής για την ασφαλιστική εταιρεία.

Κλείνοντας, λαμβάνοντας υπόψη όλα τα παραπάνω, η υπόθεση της θνησιμότητας για την ανάπτυξη των βέλτιστων μελλοντικών ροών μιας ασφαλιστικής εταιρείας αποτελεί πολύ σημαντικό παράγοντα. Λογική απόρροια αυτού είναι ότι μια ασφαλιστική εταιρεία, για να ορίσει την υπόθεση της θνησιμότητας κατάλληλα, θα πρέπει να πραγματοποιήσει εμπειρικές μελέτες (σχετικά με την θνησιμότητα των ασφαλισμένων της) προκειμένου να καταλήξει σ' έναν πίνακα θνησιμότητας, ο οποίος θα αντικατοπτρίζει επαρκώς τα χαρακτηριστικά και την συμπεριφορά του πληθυσμού του χαρτοφυλακίου της.

Με βάση την εμπειρία της λοιπόν, η ασφαλιστική εταιρεία μπορεί είτε να κατασκευάσει δικό της πίνακα θνησιμότητας, μια μεθοδολογία αυτού θα μπορούσε να είναι η χρήση του μοντέλου Lee-Carter όπως παρουσιάστηκε στην παρούσα εργασία, είτε να ορίσει κατάλληλους παράγοντες θνησιμότητας. Οι παράγοντες αυτοί αντιπροσωπεύουν το ποσοστό εκείνο που θα πρέπει να χρησιμοποιηθεί πάνω στους ήδη διαθέσιμους πίνακες, για να επιβεβαιωθεί ο αριθμός θανάτων που έχει παρατηρήσει στα ιστορικά της στοιχεία.

Τέλος, για την κατασκευή του πίνακα θνησιμότητας μέσω του στοχαστικού μοντέλου Lee-Carter (1992) χρησιμοποιήθηκε κώδικας στο πρόγραμμα του πακέτου R (Παράρτημα Α). Για τη μοντελοποίηση και τον υπολογισμό του απαιτούμενου κεφαλαίου φερεγγυότητας του κινδύνου ζωής έγινε χρήση του Microsoft excel (Παράρτημα Η) και του κώδικα VBA (Παράρτημα Ε).

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Ξένη Βιβλιογραφία

- Atance, D., Debon, A., & Navarro, E. (2020). A Comparison of Forecasting Mortality Models Using Resampling Methods. *Mathematics*, 8 (1550), 1 - 21.
- Barrieu, P., Bensusan, H., Karoui, E. N., Hillairet, C., Loisel, S., Ravanelli, C. & Salhi, Y. (2012). Understanding, modelling and managing longevity risk: key issues and main challenges. *Scandinavian Actuarial Journal*, 1 - 35.
- Boonen, J. T. (2017). Solvency II solvency capital requirement for life insurance companies based on expected shortfall. *European Actuarial Journal*, 7, 405 - 434.
- Booth, H., & Tickle, L. (2008). Mortality Modelling and Forecasting: A Review of Methods. *A.A.S.*, 3, 3 - 43.
- Börger, M., (2010). Deterministic Shock vs. Stochastic Value-at-Risk - An analysis of the Solvency II Standard Model Approach to Longevity Risk. *Blätter der DGVMF*, 31, 225 - 259.
- Börger, M., Fleischer, D., & Kuksin, N. (2014). Modeling The Mortality Trend Under Modern Solvency Regimes. *ASTIN Bulletin*, 44, 1 - 38.
- Carter, R. L., & Lee, D. R. (1992). Forecasting demographic components. Modeling and forecasting US sex differentials in mortality. *International Journal of Forecasting*, 8, 393 - 411.
- CEIOPS. (2009). *Final CEIOPS' Advice for Level 2 Implementing Measures on Solvency II: Technical Provisions - Article 86(d) Calculation of the Risk Margin*. (Διαθέσιμο στην ιστοσελίδα της EIOPA).
- CEIOPS. (2010). Solvency II. QIS5 Calibration Paper. *Committee of European Insurance and Occupational Pensions Supervisors.*, 1 - 384.
- Christofilou, A., & Chatzara, V. (2020). *Conducting insurance and reinsurance business in Greece*. <https://www.lexology.com/library/detail.aspx?g=be49db4e-a0e6-4fea-961c-9845955c3e23> [Πρόσβαση 30 Οκτωβρίου 2020].

- Chuliá, H., Guillén, M., & Uribe, J. M. (2015). Mortality and longevity risks in the United Kingdom: Dynamic factor models and copula-functions. *Research Group on Risk in Insurance and Finance, Working paper 2015/03, UB Riskcenter Working Paper Series, University of Barcelona*, 1 - 30 .
- Cifuentes, A., & Charlin, V. (2016). Operational risk and the Solvency II capital aggregation formula: implications of the hidden correlation assumptions. *Journal of Operational Risk* 11(4), 23 - 33.
- EIOPA. (2020). *History*. Ανάκτηση από European Insurance and Occupational Pensions Authority: https://www.eiopa.europa.eu/browse/solvency-ii/history_en [Πρόσβαση 30 Οκτωβρίου 2020].
- Europa. (2015). *Solvency II Overview*. Ανάκτηση από European Commission: https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/MEMO_15_3120 [Πρόσβαση 30 Οκτωβρίου 2020].
- European Commission. (2010). *QIS5 Technical Specification. Annex to Call for Advice from CEIOPS on QIS5*. (Διαθέσιμο στην ιστοσελίδα της EIOPA).
- European Parliament. (2015). COMMISSION DELEGATED REGULATION (EU) 2015/35. *Official Journal of the European Union*, 87 - 89.
- Human Mortality Database. (2020). University of California, Berkeley (USA) and MAx Planck Institute for Demographic Research (Germany): <https://www.mortality.org/> [Πρόσβαση 16 Οκτωβρίου 2020].
- Hyndman, R., Booth, H., Tickle, L., & Maindonald, J. (2019). *demography: Forecasting Mortality, Fertility, Migration and Population Data*. R package version 1.22. <https://CRAN.R-project.org/package=demography>.
- Hyndman, R., Athanasopoulos, G., Bergmeir, C., Caceres, C., Chhay, L., O'Hara-Wild, M., Petropoulos, F., Razbash, S., Wang, E., & Yasmeeen F. (2020). *forecast: Forecasting functions for time series and linear models*. R package version 8.13, <URL: <https://pkg.robjhyndman.com/forecast/>>.
- Koutsaris, A., Hannibal, C., & Ogrodzki, J. (2020). *EIOPA Launches Study on Diversification in Solvency II Internal Models*. Ανάκτηση από Moody's Analytics:

- <https://www.moodyanalytics.com/regulatory-news/oct-02-20-eiopa-launches-study-on-diversification-in-solvency-ii-internal-models> [Πρόσβαση 05 Νοεμβρίου 2020].
- Lee, D. R., & Carter, R. L. (1992). Modeling and Forecasting U. S. Mortality. *Journal of the American Statistical Association*, 87(419), 659 - 671.
- Lee, D. R., (2000). The Lee-Carter method for forecasting mortality, with various extensions and applications. *North American Actuarial Journal* 4, 80 - 93.
- Life Expectancy of the World Population. (2020). Life expectancy. Ανάκτηση από worldometers: <https://www.worldometers.info/demographics/life-expectancy/> [Πρόσβαση 18 Νοεμβρίου 2020].
- Lioudis, K. N. (2019). *The Importance Of Diversification*. Ανάκτηση από Investopedia: <https://www.investopedia.com/investing/importance-diversification/> [Πρόσβαση 05 Νοεμβρίου 2020].
- Munroe, D., Zehnirith, B., & Goldenberg, I. (2018). Solvency capital requirement and the claims development result. *British Actuarial Journal*, 23, 1 - 16.
- Nielsen, B., & Nielsen, J. P. (2014). Identification and Forecasting in Mortality Models. *The Scientific World Journal*, 2014.
- Pascariu, M. (2018). Modelling and forecasting mortality. *Ph. D. Thesis, Unit of Epidemiology, Biostatistics and Biodemography, Institute of Public Health, Faculty of Health Sciences, University of Southern Denmark, Odense, Denmark*.
- Plat, R. (2010). *One-Year Value-At-Risk For Longevity And Mortality*. Λονδίνο: Discussion Paper PI-1015, The Pensions Institute, Cass Business School, City University.
- Pompella, M. & Scordis, A. N. (2017). *The Palgrave Handbook of Unconventional Risk Transfer (2017, Springer International Publishing) - libgen.lc.*, 269 - 272.
- Segal, T. (2020). *Diversification*. Ανάκτηση από Investopedia: <https://www.investopedia.com/terms/d/diversification.asp> [Πρόσβαση 05 Νοεμβρίου 2020].
- Society of Actuaries (2020). Mortality and other rate tables. Ανάκτηση από SOA: <https://mort.soa.org/> [Πρόσβαση 15 Οκτωβρίου 2020].

- Spedicato, G. A. (2013). The lifecontingencies Package: Performing Financial and Actuarial Mathematics Calculations in R. *Journal of Statistical Software*, 55(10), 1-36. URL <http://www.jstatsoft.org/v55/i10/>.
- Steffen, T. (2008). Solvency II and the Work of CEIOPS. *The Geneva Papers on Risk and Insurance - Issues and Practice*, 33, 60 - 65.
- Stevens, R., Waegenare, D. A., & Melenberg, B. (2009). Calculating Capital Requirements for Longevity Risk in Life Insurance Products Using an Internal Model in Line with Solvency II. *Electronic Journal*, 1 - 45.
- Toudas, K., & Giannopoulos, C. (2017). The Insurance Market in Greece and the development of Bancassurance. All Changes in Greek insurance market after the implementation of Solvency II. *International Conference on Business & Economics of the Hellenic Open University*, 1 - 30.
- Wu, F. Q. (2015). Longevity Risk in Solvency II: Standard Formula and Internal Model Compared. *Thesis, MSc in Quantitative Finance and Actuarial Science, Tilburg School of Economics and Management, Tilburg University, Τίλμπουργκ, Netherlands*.

Ελληνική Βιβλιογραφία

- Κρατημένου, Ε. (2020). Πολυπληθυσμιακά Μοντέλα πρόβλεψης του ρυθμού Θνησιμότητας στην Ελλάδα και Επιπτώσεις στα Συνταξιοδοτικά (Διπλωματική εργασία). *Τμήμα Στατιστικής και Ασφαλιστικής Επιστήμης, Πανεπιστήμιο Πειραιώς*.
- Μαυρομμάτη, Ε. (2012). Μοντελοποίηση και πρόβλεψη θνησιμότητας: το μοντέλο του Lee-Carter και προεκτάσεις του (Διπλωματική εργασία). *Τμήμα Στατιστικής και Ασφαλιστικής Επιστήμης, Πανεπιστήμιο Πειραιώς*.
- Μποζίκας, Α. (2013). Προβολή θνησιμότητας για προγράμματα κοινωνικής ασφάλισης στην Ελλάδα (Διπλωματική εργασία). *Τμήμα Στατιστικής και Ασφαλιστικής Επιστήμης, Πανεπιστήμιο Πειραιώς*.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ

Παράρτημα Α – Ο κώδικας στο πακέτο της R για τις εκτιμήσεις των παραμέτρων του μοντέλου Lee-Carter, τις προβλεπόμενες τιμές του κεντρικού δείκτη θνησιμότητας και των πιθανοτήτων θνησιμότητας

```
#Με τις ακόλουθες εντολές πραγματοποιείται εγκατάσταση των απαιτούμενων πακέτων
install.packages("demography")
install.packages("forecast")
install.packages("lifecontingencies")

#Φόρτωση των νέων πακέτων
library(demography)
library(forecast)
library(lifecontingencies)

#Έχει γίνει λήψη των death rates της Ελλάδας από το Human Mortality Database (HMD)
#Εισαγωγή των death rates στη μεταβλητή data
data <- read.demogdata("Mx_1x1.txt", "Exposures_1x1.txt",type="mortality", label= "Greece"); data

#Διαχωρισμός των death rates σε άντρες και γυναίκες αντίστοιχα
males_mx <- data$rate$male[1:108,1:37]
females_mx <- data$rate$female[1:108,1:37]

#Εφαρμογή του μοντέλου Lee-Carter για τους άνδρες, και για τις γυναίκες αντίστοιχα, για το
διάστημα 1981-2017
lc_male<-lca(data, series="male", years=1981:2017, ages=0:107, max.age = 110, adjust="none",
interpolate=TRUE)

lc_female<-lca(data, series="female", years=1981:2017, ages=0:107, max.age = 110, adjust="none",
interpolate=TRUE)

#Εμφάνιση των παραμέτρων που υπολογίστηκαν μέσω του Lee-Carter για τους άνδρες
axbx_male<- cbind(lc_male$ax, lc_male$bx); colnames(axbx_male)<-c("ax","bx"); axbx_male
kt_male<-cbind("",lc_male$kt); colnames(kt_male)<-c("", "kt"); kt_male

#Εμφάνιση των παραμέτρων που υπολογίστηκαν μέσω του Lee-Carter για τις γυναίκες
axbx_female<- cbind(lc_female$ax, lc_female$bx); colnames(axbx_female)<-c("ax","bx");
axbx_female
kt_female<-cbind("",lc_female$kt); colnames(kt_female)<-c("", "kt"); kt_female

#Προβολή για 2 έτη (2018 και 2019) των death rates για άντρες και γυναίκες αντίστοιχα
for_males <- forecast(lc_male, h=2)$rate$male
for_females <- forecast(lc_female, h=2)$rate$female

#Μετατροπή των death rates σε probability of death (qx) για τα 2 έτη (2018 και 2019) για άντρες και
γυναίκες αντίστοιχα
for_mxt_males <- mx2qx(for_males, ax = 0.5); for_mxt_males
for_mxt_females <- mx2qx(for_females, ax = 0.5);for_mxt_females
```


Παράρτημα Β – Οι εκτιμήσεις (\hat{a}_x , \hat{b}_x και \hat{k}_t) των παραμέτρων a_x , b_x και k_t , αντίστοιχα, του μοντέλου Lee-Carter

Πίνακας Β1 - Εκτιμήσεις των παραμέτρων ηλικίας				
Ηλικία	Άνδρες		Γυναίκες	
	a(x)	b(x)	a(x)	b(x)
0	-5,0086241	0,0324215	-5,1815091	0,0265676
1	-7,9782208	0,0213264	-8,0115970	0,0148178
2	-8,2932371	0,0261367	-8,4505740	0,0168447
3	-8,4734175	0,0281738	-8,8174644	0,0260376
4	-8,6055037	0,0270832	-8,7704967	0,0186882
5	-8,6680143	0,0143228	-9,0014317	0,0190330
6	-8,7381911	0,0275153	-9,0446319	0,0227068
7	-8,8254136	0,0258580	-9,0602068	0,0191309
8	-8,8520219	0,0216315	-9,2471756	0,0186890
9	-8,9284592	0,0302230	-9,1737781	0,0174148
10	-8,9119090	0,0253711	-9,1036783	0,0196669
11	-9,0684408	0,0275424	-9,1061581	0,0107408
12	-8,8040474	0,0288692	-9,1711817	0,0138617
13	-8,5826122	0,0185325	-9,0684023	0,0145163
14	-8,2721230	0,0183079	-8,8853367	0,0166664
15	-7,9532309	0,0173631	-8,6144735	0,0117574
16	-7,6450018	0,0172350	-8,5371414	0,0174305
17	-7,3806685	0,0206120	-8,4562097	0,0182112
18	-7,1432889	0,0167860	-8,2184969	0,0123037
19	-7,0519485	0,0142858	-8,2316470	0,0139105
20	-6,9406460	0,0150896	-8,2194160	0,0155633
21	-6,9166421	0,0150669	-8,0896877	0,0119694
22	-6,8714189	0,0132396	-8,1631407	0,0143962
23	-6,8331628	0,0126656	-8,0731066	0,0096259
24	-6,8439990	0,0125279	-8,1458954	0,0088860
25	-6,8386111	0,0083156	-8,1088975	0,0167221
26	-6,9042782	0,0077017	-8,1180527	0,0119782
27	-6,8637948	0,0082062	-7,9975619	0,0100023
28	-6,9074595	0,0101247	-8,0199274	0,0122406
29	-6,8927814	0,0061336	-7,9647114	0,0129808
30	-6,8336022	0,0067697	-7,8618414	0,0104767
31	-6,8649063	0,0062013	-7,8769927	0,0087989
32	-6,8555151	0,0043763	-7,7381880	0,0082934
33	-6,8058017	0,0068933	-7,6942029	0,0059126
34	-6,7439920	0,0048044	-7,5987307	0,0108870
35	-6,7207397	0,0064332	-7,5233217	0,0102004
36	-6,6648824	0,0071781	-7,5018559	0,0066771
37	-6,6144385	0,0059939	-7,4466443	0,0087330
38	-6,5657417	0,0046627	-7,3412578	0,0084993
39	-6,4737522	0,0066829	-7,2409810	0,0063680
40	-6,3849083	0,0078233	-7,1563511	0,0082731
41	-6,3158018	0,0040747	-7,0487764	0,0077272
42	-6,2462886	0,0051077	-6,9716918	0,0056827
43	-6,1058391	0,0052990	-6,8223691	0,0048004
44	-6,0196029	0,0037562	-6,7668642	0,0070985
45	-5,9054939	0,0045785	-6,6623954	0,0051227
46	-5,8269702	0,0034538	-6,5580102	0,0061548
47	-5,7435201	0,0026327	-6,4907733	0,0045321
48	-5,6515124	0,0021678	-6,4144442	0,0041269
49	-5,5358450	0,0022347	-6,3069032	0,0046306
50	-5,4312658	0,0032188	-6,1776527	0,0050530

Πίνακας Β1 (συνέχεια)				
Ηλικία	Άνδρες		Γυναίκες	
	a(x)	b(x)	a(x)	b(x)
51	-5,3501449	0,0030949	-6,1241254	0,0033842
52	-5,2579356	0,0023942	-6,0461157	0,0056821
53	-5,1584840	0,0022673	-5,9668074	0,0050805
54	-5,0638663	0,0022319	-5,8733511	0,0056555
55	-4,9630219	0,0038668	-5,7657474	0,0062100
56	-4,8671326	0,0038119	-5,6856003	0,0058047
57	-4,7711625	0,0034269	-5,6081636	0,0062118
58	-4,6853446	0,0051290	-5,5349718	0,0067381
59	-4,5929362	0,0047274	-5,4337566	0,0074516
60	-4,5076129	0,0058091	-5,3297993	0,0081122
61	-4,4160889	0,0064929	-5,2585693	0,0090777
62	-4,3285666	0,0071395	-5,1369095	0,0095906
63	-4,2462386	0,0083256	-5,0499308	0,0104308
64	-4,1638112	0,0084800	-4,9508112	0,0111766
65	-4,0658200	0,0097607	-4,8285857	0,0122608
66	-3,9790090	0,0086572	-4,7284403	0,0129510
67	-3,8915677	0,0099272	-4,6072894	0,0132077
68	-3,7981342	0,0102019	-4,4886376	0,0134253
69	-3,6867373	0,0111737	-4,3575960	0,0136117
70	-3,5824500	0,0119276	-4,2194090	0,0146046
71	-3,5072780	0,0111311	-4,1007189	0,0152215
72	-3,4093302	0,0120888	-3,9720891	0,0151783
73	-3,3107811	0,0126767	-3,8472849	0,0153493
74	-3,2156198	0,0124587	-3,7056866	0,0150148
75	-3,1053372	0,0117913	-3,5653593	0,0151812
76	-2,9992505	0,0118481	-3,4251169	0,0141208
77	-2,8998420	0,0110501	-3,2755886	0,0134335
78	-2,8042414	0,0110452	-3,1412815	0,0134409
79	-2,6839329	0,0112164	-3,0071884	0,0120098
80	-2,5743153	0,0107540	-2,8585822	0,0118656
81	-2,4840962	0,0098316	-2,7408164	0,0101541
82	-2,3807229	0,0090836	-2,6145642	0,0092040
83	-2,2824961	0,0092604	-2,4779380	0,0084168
84	-2,1770632	0,0084932	-2,3580221	0,0074040
85	-2,0751686	0,0080271	-2,2382491	0,0070657
86	-1,9795119	0,0078407	-2,1164871	0,0062307
87	-1,8790095	0,0073211	-2,0076497	0,0052618
88	-1,7883255	0,0066505	-1,8988629	0,0046891
89	-1,6916350	0,0076903	-1,7877322	0,0043642
90	-1,5848975	0,0068729	-1,6787730	0,0040458
91	-1,5016542	0,0048346	-1,6122913	0,0030622
92	-1,4216571	0,0038167	-1,5251628	0,0018318
93	-1,3343664	0,0030928	-1,4489877	0,0016387
94	-1,2682767	0,0013142	-1,3828931	-0,0000696
95	-1,1966527	-0,0002554	-1,3138115	-0,0009060
96	-1,1206653	-0,0004069	-1,2372422	-0,0004454
97	-1,0464467	-0,0018507	-1,2028964	-0,0025557
98	-1,0101026	-0,0021986	-1,1131883	-0,0019070
99	-0,7971464	0,0014443	-1,0283376	0,0008886
100	-0,8195005	-0,0010923	-0,8942976	-0,0015017
101	-0,7576537	-0,0011078	-0,8275588	-0,0014875
102	-0,6958927	-0,0011596	-0,7636451	-0,0014285
103	-0,6327739	-0,0011819	-0,7018296	-0,0013916
104	-0,5639373	-0,0011943	-0,6405791	-0,0013914
105	-0,4803855	-0,0011220	-0,5773610	-0,0013547
106	-0,3624931	-0,0009936	-0,5083877	-0,0013482
107	-0,1535642	-0,0009290	-0,4229121	-0,0013621

Πίνακας Β2 - Ετκιμήσεις της παραμέτρου του χρόνου $k(t)$		
Έτος	Άνδρες	Γυναίκες
1981	23,2811089	30,8081724
1982	21,3226332	29,8276063
1983	23,3501791	30,1250812
1984	19,0128771	23,8016045
1985	20,6155355	23,6573084
1986	13,7539253	19,7891419
1987	17,8006964	21,5529355
1988	11,7993771	19,2261108
1989	14,5348929	20,2011269
1990	13,1298785	14,7029674
1991	9,1467080	5,9581762
1992	8,2913477	13,0111408
1993	6,8053143	11,1730822
1994	7,2187213	8,2526676
1995	6,9458327	6,9555264
1996	8,2565383	8,9996999
1997	7,7172752	7,6601431
1998	1,8907591	6,2925020
1999	3,2880409	3,5217181
2000	-3,1832533	-3,0754819
2001	-1,4526982	-6,4361227
2002	-5,3639511	-6,5856582
2003	-6,9004653	-10,4905107
2004	-2,3661343	-8,3908423
2005	-3,8104036	-3,5850461
2006	-12,4573897	-17,1373444
2007	-8,9594552	-15,7782592
2008	-14,8496200	-20,2947443
2009	-9,5410623	-15,4021372
2010	-14,7805257	-16,5138500
2011	-11,8366244	-18,5323059
2012	-19,7428512	-21,9507630
2013	-25,3245654	-25,0829061
2014	-20,9602804	-30,8050510
2015	-31,8091531	-30,9148397
2016	-20,9951398	-23,4465924
2017	-23,8280685	-31,0942564

Παράρτημα Γ – Οι πιθανότητες θνησιμότητας q_x και q_y , για άνδρες και γυναίκες αντίστοιχα, χρησιμοποιώντας τον προβλέψιμο κεντρικό δείκτη θνησιμότητας \hat{m}_x (ανδρών και γυναικών) μέσω του μοντέλου Lee-Carter.

Πίνακας Γ1 - Πιθανότητες θνησιμότητας Lee-Carter 2019		
Ηλικία	Άνδρες	Γυναίκες
	$q(x)$	$q(y)$
0	0,0028301	0,0022426
1	0,0001950	0,0001988
2	0,0001253	0,0001195
3	0,0000992	0,0000603
4	0,0000895	0,0000814
5	0,0001178	0,0000639
6	0,0000774	0,0000539
7	0,0000742	0,0000600
8	0,0000808	0,0000505
9	0,0000596	0,0000568
10	0,0000689	0,0000564
11	0,0000556	0,0000766
12	0,0000700	0,0000644
13	0,0001147	0,0000698
14	0,0001575	0,0000778
15	0,0002221	0,0001209
16	0,0003033	0,0001074
17	0,0003613	0,0001133
18	0,0005068	0,0001763
19	0,0005932	0,0001646
20	0,0006490	0,0001574
21	0,0006652	0,0002028
22	0,0007304	0,0001733
23	0,0007705	0,0002236
24	0,0007650	0,0002133
25	0,0008597	0,0001689
26	0,0008182	0,0001971
27	0,0008407	0,0002380
28	0,0007650	0,0002155
29	0,0008627	0,0002219
30	0,0009000	0,0002682
31	0,0008855	0,0002799
32	0,0009380	0,0003273
33	0,0009224	0,0003713
34	0,0010369	0,0003440
35	0,0010165	0,0003798
36	0,0010539	0,0004383
37	0,0011437	0,0004314
38	0,0012437	0,0004832
39	0,0012926	0,0005750
40	0,0013706	0,0005859
41	0,0016216	0,0006648
42	0,0016914	0,0007706
43	0,0019364	0,0009223
44	0,0021984	0,0009006
45	0,0024108	0,0010703
46	0,0026861	0,0011464
47	0,0029836	0,0012967
48	0,0033110	0,0014192
49	0,0037097	0,0015530
50	0,0040123	0,0017415

Πίνακας Γ1 (συνέχεια)		
Ηλικία	Άνδρες	Γυναίκες
	$q(x)$	$q(y)$
51	0,0043648	0,0019460
52	0,0048747	0,0019434
53	0,0054011	0,0021478
54	0,0059411	0,0023116
55	0,0062923	0,0025251
56	0,0069333	0,0027741
57	0,0077068	0,0029553
58	0,0080265	0,0031222
59	0,0088937	0,0033702
60	0,0094103	0,0036546
61	0,0101238	0,0037955
62	0,0108584	0,0042103
63	0,0114229	0,0044610
64	0,0123480	0,0047998
65	0,0131604	0,0052234
66	0,0147670	0,0056364
67	0,0155777	0,0063041
68	0,0169677	0,0070425
69	0,0184719	0,0079734
70	0,0200812	0,0088425
71	0,0220874	0,0097426
72	0,0237314	0,0110890
73	0,0257587	0,0124803
74	0,0284552	0,0145308
75	0,0322760	0,0166066
76	0,0357708	0,0197877
77	0,0402599	0,0234871
78	0,0442150	0,0268112
79	0,0495082	0,0321251
80	0,0557446	0,0373584
81	0,0623032	0,0444258
82	0,0701820	0,0518866
83	0,0768003	0,0608410
84	0,0866433	0,0706737
85	0,0966206	0,0802043
86	0,1063014	0,0926358
87	0,1184048	0,1060506
88	0,1310753	0,1197291
89	0,1398093	0,1342658
90	0,1574498	0,1500931
91	0,1785283	0,1646475
92	0,1966920	0,1853222
93	0,2163915	0,1997305
94	0,2392096	0,2233712
95	0,2640786	0,2435622
96	0,2829598	0,2568388
97	0,3113802	0,2818114
98	0,3235423	0,2985042
99	0,3564300	0,2955471
100	0,3697195	0,3543552
101	0,3888516	0,3740870
102	0,4090092	0,3932695
103	0,4301287	0,4127489
104	0,4539397	0,4331707
105	0,4832241	0,4545627
106	0,5264143	0,4791627
107	0,6106176	0,5111778
108	1,0000000	1,0000000

Παράρτημα Δ – Τα δύο χαρτοφυλάκια, όπως αυτά διαμορφώθηκαν κατά την 31^η Δεκέμβρη του 2019, χρησιμοποιούνται για τον υπολογισμό του SCR, όπως αυτά παραλήφθηκαν από την ασφαλιστική εταιρεία, η οποία δραστηριοποιείται στην Ελλάδα. Λόγω μεγάλου μεγέθους παρουσιάζονται οι πρώτοι 100 ασφαλισμένοι των δύο χαρτοφυλακίων.

Πίνακας Δ1 - Στοιχεία χαρτοφυλακίου Α							
ID	Sex	Age at entry	Current age	Issue year	Maturity Year	Gross premium	Sum Assured
1	Female	34	43	04/11/10	04/11/96	265	22.000
2	Male	42	51	24/11/10	24/11/88	791	30.000
3	Male	29	38	25/11/10	25/11/01	304	25.000
4	Male	51	60	03/12/10	03/12/79	1.471	50.000
5	Male	29	38	07/12/10	07/12/01	304	15.000
6	Male	58	66	18/01/11	18/01/73	8.331	200.000
7	Female	36	45	21/12/10	21/12/94	259	20.000
8	Female	44	53	28/12/10	28/12/86	265	15.000
9	Male	43	51	14/01/11	14/01/88	330	16.000
10	Male	51	59	18/01/11	18/01/80	2.280	60.000
11	Male	43	51	21/01/11	21/01/88	1.237	60.000
12	Male	40	48	25/01/11	25/01/91	1.825	100.000
13	Female	33	41	02/02/11	02/02/98	256	22.000
14	Male	37	45	28/01/11	28/01/94	1.624	100.000
15	Male	48	56	10/02/11	10/02/83	1.140	30.000
16	Female	37	45	28/02/11	28/02/94	269	20.000
17	Male	50	58	28/01/11	28/01/81	281	10.000
18	Female	28	36	03/03/11	03/03/03	266	27.000
19	Male	42	50	08/03/11	08/03/89	1.978	100.000
20	Male	48	56	24/03/11	24/03/83	3.840	150.000
21	Male	42	50	22/03/11	22/03/89	3.956	200.000
22	Female	41	49	17/03/11	17/03/90	250	16.000
23	Male	36	44	17/03/11	17/03/95	266	17.000
24	Female	58	66	17/03/11	17/03/73	1.009	30.000
25	Female	52	60	03/04/11	03/04/79	250	10.000
26	Male	51	59	03/05/11	03/05/80	294	10.000
27	Male	22	30	16/05/11	16/05/09	608	62.000
28	Female	25	33	07/05/11	07/05/06	555	62.000
29	Male	35	43	17/05/11	17/05/96	275	15.000
30	Female	30	38	25/05/11	25/05/01	503	40.000
31	Male	26	34	25/05/11	25/05/05	501	40.000
32	Male	44	52	06/06/11	06/06/87	593	20.000
33	Female	40	48	06/06/11	06/06/91	406	20.000
34	Male	37	45	09/06/11	09/06/94	252	15.500
35	Female	59	67	28/06/11	28/06/72	1.064	30.000
36	Female	33	41	05/07/11	05/07/98	582	50.000
37	Male	23	31	05/07/11	05/07/08	262	26.000
38	Female	47	55	09/06/11	09/06/84	260	13.000
39	Male	31	39	28/06/11	28/06/00	261	20.000
40	Female	40	48	28/05/11	28/05/91	256	17.000
41	Female	33	41	28/05/11	28/05/98	262	22.500
42	Male	44	52	28/05/11	28/05/87	860	40.000
43	Male	43	51	03/06/11	03/06/88	250	10.700
44	Male	39	47	23/05/11	23/05/92	211	12.000
45	Male	51	59	15/05/11	15/05/80	1.323	45.000
46	Male	29	37	25/05/11	25/05/02	845	60.000
47	Female	31	39	11/05/11	11/05/00	245	22.500
48	Male	43	51	17/05/11	17/05/88	1.958	70.000
49	Male	38	46	11/03/11	11/03/93	1.856	110.000
50	Female	35	43	23/02/11	23/02/96	275	22.000

Πίνακας Δ1 (συνέχεια)							
ID	Sex	Age at entry	Current age	Issue year	Maturity Year	Gross premium	Sum Assured
51	Female	33	41	07/02/11	07/02/98	256	22.000
52	Male	30	38	07/02/11	07/02/01	252	20.000
53	Male	47	56	28/11/10	28/11/83	245	10.000
54	Male	34	42	07/01/11	07/01/97	436	30.000
55	Female	35	43	07/01/11	07/01/96	375	30.000
56	Male	41	49	08/02/11	08/02/90	2.469	130.000
57	Male	45	53	27/01/11	27/01/86	448	20.000
58	Female	31	39	18/01/11	18/01/00	272	25.000
59	Male	37	45	28/01/11	28/01/94	650	40.000
60	Male	48	57	09/12/10	09/12/82	1.485	58.000
61	Male	49	58	15/12/10	15/12/81	255	9.500
62	Male	30	39	16/12/10	16/12/00	252	20.000
63	Female	35	44	22/11/10	22/11/95	250	20.000
64	Male	28	37	25/11/10	25/11/02	189	16.000
65	Male	38	47	18/11/10	18/11/92	3.182	150.000
66	Male	33	41	18/07/11	18/07/98	700	50.000
67	Male	43	51	27/07/11	27/07/88	2.061	100.000
68	Male	42	50	25/07/11	25/07/89	1.187	60.000
69	Male	54	62	26/07/11	26/07/77	1.020	30.000
70	Male	68	76	28/07/11	28/07/63	366	5.000
71	Male	38	46	01/08/11	01/08/93	253	15.000
72	Female	35	43	02/08/11	02/08/96	283	18.000
73	Male	38	46	14/09/11	14/09/93	1.181	70.000
74	Female	40	48	20/09/11	20/09/91	1.014	50.000
75	Male	32	40	28/08/11	28/08/99	1.351	100.000
76	Female	40	48	12/09/11	12/09/91	256	17.000
77	Male	44	52	19/09/11	19/09/87	645	30.000
78	Male	37	45	26/09/11	26/09/94	1.624	100.000
79	Male	50	58	28/09/11	28/09/81	4.382	100.000
80	Female	39	47	04/10/11	04/10/92	1.448	100.000
81	Male	40	48	19/10/11	19/10/91	1.825	100.000
82	Male	38	46	27/10/11	27/10/93	253	15.000
83	Female	47	55	04/11/11	04/11/84	799	40.000
84	Male	49	57	18/11/11	18/11/82	268	10.000
85	Female	56	64	13/11/11	13/11/75	258	8.500
86	Male	43	51	21/11/11	21/11/88	251	12.200
87	Female	61	69	23/11/11	23/11/70	297	7.500
88	Male	54	62	28/11/11	28/11/77	1.020	30.000
89	Female	46	54	09/12/11	09/12/85	268	14.000
90	Female	27	35	13/12/11	13/12/04	558	50.000
91	Female	25	33	13/12/11	13/12/06	517	50.000
92	Male	36	44	22/12/11	22/12/95	864	45.000
93	Female	37	45	22/12/11	22/12/94	251	18.700
94	Male	34	42	28/12/11	28/12/97	262	15.000
95	Female	61	68	05/01/12	05/01/71	1.386	35.000
96	Male	32	39	04/01/12	04/01/00	675	50.000
97	Female	39	46	17/01/12	17/01/93	1.448	100.000
98	Male	43	50	20/06/12	20/06/89	824	40.000
99	Male	45	52	20/01/12	20/01/87	336	10.700
100	Female	38	45	06/02/12	06/02/94	1.158	83.000

Πίνακας Δ2 - Στοιχεία χαρτοφυλακίου Β							
ID	Sex	Age at entry	Current age	Issue year	Maturity Year	Gross premium	Pension Installments
1	Male	28	50	28/08/97	28/08/29	134	763
2	Female	21	43	28/08/97	28/08/31	73	382
3	Male	27	49	02/06/97	02/06/30	74	880
4	Male	39	61	28/08/97	28/08/23	284	2.495
5	Male	18	40	01/09/97	01/09/29	133	587
6	Female	32	54	20/06/97	20/06/30	346	2.260
7	Male	25	47	08/09/97	08/09/22	70	191
8	Female	18	40	08/08/97	08/08/29	141	587
9	Male	27	49	08/04/97	08/04/35	150	2.993
10	Female	19	46	05/02/92	05/02/23	77	587
11	Male	27	54	14/02/92	14/02/20	51	382
12	Male	34	61	12/02/92	12/02/23	23	294
13	Male	24	51	02/04/92	02/04/28	202	2.935
14	Female	27	54	12/02/92	12/02/20	85	587
15	Female	18	45	15/02/92	15/02/24	79	646
16	Male	28	50	15/05/97	15/05/24	102	704
17	Female	39	61	21/05/97	21/05/23	88	352
18	Female	42	64	22/05/97	22/05/20	72	880
19	Female	29	51	20/05/97	20/05/23	90	543
20	Female	30	52	21/05/97	21/05/22	79	440
21	Male	22	44	17/05/97	17/05/40	103	2.788
22	Female	32	54	22/05/97	22/05/20	153	734
23	Female	26	48	21/05/97	21/05/36	77	734
24	Female	18	40	19/05/97	19/05/29	90	734
25	Male	14	36	12/05/97	12/05/33	135	763
26	Male	29	51	26/05/97	26/05/28	78	822
27	Male	37	59	27/05/97	27/05/25	254	2.583
28	Female	35	57	23/05/97	23/05/22	233	1.467
29	Male	19	41	22/05/97	22/05/28	76	616
30	Male	28	50	27/05/97	27/05/34	15	147
31	Female	29	51	28/05/97	28/05/33	68	543
32	Male	32	54	22/05/97	22/05/20	177	464
33	Male	34	56	28/05/97	28/05/23	199	1.467
34	Female	22	44	27/05/97	27/05/25	281	1.761
35	Male	27	49	27/05/97	27/05/25	91	675
36	Male	33	56	01/12/96	01/12/23	169	1.340
37	Female	29	51	24/05/97	24/05/23	173	528
38	Male	30	52	28/05/97	28/05/27	107	2.054
39	Male	28	55	05/02/92	05/02/29	55	528
40	Male	33	55	28/05/97	28/05/24	362	1.467
41	Male	30	52	12/05/97	12/05/22	327	998
42	Female	28	50	12/05/97	12/05/24	281	924
43	Male	23	45	28/05/97	28/05/29	91	880
44	Male	25	47	28/05/97	28/05/22	285	778
45	Female	27	49	28/05/97	28/05/35	116	2.054
46	Male	31	53	05/05/97	05/05/26	80	734
47	Male	24	46	03/06/97	03/06/28	194	1.761
48	Male	22	44	28/05/97	28/05/30	111	587
49	Female	31	53	01/06/97	01/06/31	69	484
50	Female	27	49	28/05/97	28/05/25	107	740

Πίνακας Δ2 (συνέχεια)							
ID	Sex	Age at entry	Current age	Issue year	Maturity Year	Gross premium	Pension Installments
51	Male	39	61	01/06/97	01/06/23	354	1.585
52	Male	37	59	28/05/97	28/05/20	224	1.321
53	Male	23	45	28/05/97	28/05/29	261	1.291
54	Male	28	50	02/06/97	02/06/29	72	411
55	Male	20	47	04/02/92	04/02/27	54	323
56	Female	37	64	16/01/92	16/01/20	58	528
57	Female	24	51	27/01/92	27/01/23	34	147
58	Female	23	45	05/06/97	05/06/24	136	792
59	Male	28	50	05/06/97	05/06/24	149	1.027
60	Male	27	49	06/06/97	06/06/20	561	1.321
61	Male	29	51	01/05/97	01/05/23	143	470
62	Female	31	53	02/06/97	02/06/26	175	1.467
63	Male	28	50	06/06/97	06/06/29	92	1.027
64	Female	21	43	06/06/97	06/06/36	341	2.759
65	Male	30	52	05/06/97	05/06/27	88	440
66	Male	12	39	01/02/92	01/02/30	115	734
67	Female	26	53	01/02/92	01/02/21	99	734
68	Female	21	49	10/10/91	10/10/25	169	1.732
69	Female	22	44	11/06/97	11/06/30	175	1.686
70	Male	32	54	06/01/97	06/01/25	86	734
71	Male	40	62	12/06/97	12/06/22	177	734
72	Male	4	26	12/06/97	12/06/53	56	1.321
73	Male	29	51	11/06/97	11/06/23	160	1.027
74	Male	28	50	07/01/97	07/01/24	142	499
75	Male	26	48	11/06/97	11/06/26	109	440
76	Female	29	51	17/06/97	17/06/23	103	616
77	Female	24	46	10/06/97	10/06/23	92	499
78	Female	33	55	05/03/97	05/03/29	71	851
79	Male	18	40	17/06/97	17/06/34	355	9.244
80	Female	24	46	14/06/97	14/06/23	81	440
81	Female	42	64	10/05/97	10/05/20	70	440
82	Female	34	56	18/06/97	18/06/23	110	1.467
83	Male	27	49	25/01/97	25/01/25	124	470
84	Female	35	57	02/06/97	02/06/27	93	499
85	Male	21	43	17/06/97	17/06/31	99	558
86	Male	21	43	25/01/97	25/01/31	294	1.649
87	Female	30	52	23/06/97	23/06/22	79	440
88	Male	32	54	18/06/97	18/06/25	172	1.467
89	Female	28	50	28/07/97	28/07/24	98	323
90	Female	25	47	27/06/97	27/06/22	104	528
91	Male	34	56	26/06/97	26/06/23	179	1.321
92	Female	21	43	23/06/97	23/06/31	281	1.467
93	Female	29	51	22/07/97	22/07/33	141	2.201
94	Male	26	48	28/07/97	28/07/31	92	1.174
95	Female	20	48	03/09/91	03/09/26	48	528
96	Male	36	63	10/01/92	10/01/21	56	311
97	Female	34	61	10/01/92	10/01/23	56	323
98	Male	16	43	07/02/92	07/02/26	110	587
99	Female	26	53	10/02/92	10/02/21	54	205
100	Male	32	59	07/02/92	07/02/20	41	352

Παράρτημα Ε – Χρήση κώδικα VBA στο excel για τον υπολογισμό του SCR των δύο προϊόντων (Α και Β) για συνολικά 14.737 συμβόλαια.

'Whole life calculation

Sub WL_BEL()

Dim current_age As Integer, sex As String, SA As Double, GAP As Double, issue_year As Date

from = Sheet2.Cells(2, 12)

too = Sheet2.Cells(3, 12)

For i = from To too

Sheet2.Cells(4, 12).Value = i

 issue_year = Sheet3.Cells(i, 5).Value

 sex = Sheet3.Cells(i, 2).Value

 current_age = Sheet3.Cells(i, 4).Value

 SA = Sheet3.Cells(i, 8).Value

 GAP = Sheet3.Cells(i, 7).Value

 Sheet2.Cells(4, 6).Value = GAP

 Sheet2.Cells(4, 5).Value = SA

 Sheet2.Cells(4, 3).Value = sex

 Sheet2.Cells(4, 4).Value = current_age

 Sheet2.Cells(4, 9).Value = issue_year

 If Sheet2.Cells(1, 11).Value = 1 Then

 Sheet3.Cells(i, 9).Value = Sheet2.Cells(8, 15)

 ElseIf Sheet2.Cells(1, 11).Value = 2 Then

 Sheet3.Cells(i, 10).Value = Sheet2.Cells(8, 15)

 Else

 Sheet3.Cells(i, 11).Value = Sheet2.Cells(8, 15)

 End If

Next

End Sub

'Deferred Annuity calculation

Sub DA_BEL()

Dim current_age As Integer, sex As String, SA As Double, GAP As Double, issue_year As Date, maturity_year As Date

from = Sheet2.Cells(2, 12)

too = Sheet2.Cells(3, 12)

For i = from To too

Sheet2.Cells(4, 12).Value = i

 issue_year = Sheet3.Cells(i, 5).Value

 sex = Sheet3.Cells(i, 2).Value

 current_age = Sheet3.Cells(i, 4).Value

 SA = Sheet3.Cells(i, 8).Value

 GAP = Sheet3.Cells(i, 7).Value

 maturity_year = Sheet3.Cells(i, 6).Value


```
Sheet2.Cells(4, 6).Value = GAP
Sheet2.Cells(4, 5).Value = SA
Sheet2.Cells(4, 3).Value = sex
Sheet2.Cells(4, 4).Value = current_age
Sheet2.Cells(4, 9).Value = issue_year
Sheet2.Cells(4, 10).Value = maturity_year

If Sheet2.Cells(1, 11).Value = 1 Then
    Sheet3.Cells(i, 9).Value = Sheet2.Cells(8, 15)
ElseIf Sheet2.Cells(1, 11).Value = 2 Then
    Sheet3.Cells(i, 10).Value = Sheet2.Cells(8, 15)
Else
    Sheet3.Cells(i, 11).Value = Sheet2.Cells(8, 15)
End If

Next

End Sub
```

**Παράρτημα ΣΤ – Καμπύλη επιτοκίου άνευ κινδύνου με ημερομηνία αναφοράς την 31^η
 Δεκεμβρίου του 2019, όπως αυτή λήφθηκε από την ΕΙΟΡΑ. Επιπλέον,
 υπολογίζεται ο αντίστοιχος παράγοντας προεξόφλησης.**

Πίνακας ΣΤΙ - Καμπύλη επιτοκίων από την ΕΙΟΡΑ 31/12/2019			Πίνακας ΣΤΙ (συνέχεια)		
Έτος	Καμπύλη επιτοκίων άνευ κινδύνου	Προεξοφλητικός παράγοντας	Έτος	Καμπύλη επιτοκίων άνευ κινδύνου	Προεξοφλητικός παράγοντας
1	-0,421%	1,0042278	51	2,226%	0,3253646
2	-0,391%	1,0078661	52	2,257%	0,3133008
3	-0,338%	1,0102089	53	2,287%	0,3016592
4	-0,285%	1,0114817	54	2,316%	0,2904344
5	-0,229%	1,0115291	55	2,345%	0,2794701
6	-0,164%	1,0098967	56	2,372%	0,2690627
7	-0,084%	1,0058998	57	2,398%	0,2590514
8	-0,018%	1,0014412	58	2,424%	0,2492869
9	0,047%	0,9957799	59	2,448%	0,2400460
10	0,113%	0,9887699	60	2,472%	0,2310400
11	0,164%	0,9821363	61	2,495%	0,2224009
12	0,213%	0,9747904	62	2,518%	0,2139894
13	0,268%	0,9658049	63	2,539%	0,2060573
14	0,321%	0,9561237	64	2,560%	0,1983386
15	0,362%	0,9472408	65	2,581%	0,1908313
16	0,389%	0,9397708	66	2,601%	0,1836516
17	0,409%	0,9329644	67	2,620%	0,1767890
18	0,431%	0,9255073	68	2,638%	0,1702330
19	0,460%	0,9164942	69	2,657%	0,1637528
20	0,500%	0,9050629	70	2,674%	0,1576762
21	0,553%	0,8906444	71	2,691%	0,1517752
22	0,616%	0,8736248	72	2,708%	0,1460469
23	0,685%	0,8546931	73	2,724%	0,1405885
24	0,758%	0,8342401	74	2,740%	0,1352921
25	0,833%	0,8127047	75	2,755%	0,1302500
26	0,908%	0,7905593	76	2,770%	0,1253594
27	0,983%	0,7678860	77	2,785%	0,1206174
28	1,057%	0,7449734	78	2,799%	0,1161092
29	1,130%	0,7219046	79	2,813%	0,1117392
30	1,201%	0,6989657	80	2,826%	0,1075882
31	1,270%	0,6762307	81	2,840%	0,1034838
32	1,336%	0,6539729	82	2,852%	0,0996679
33	1,401%	0,6318386	83	2,865%	0,0958929
34	1,463%	0,6102928	84	2,877%	0,0923131
35	1,523%	0,5891753	85	2,889%	0,0888463
36	1,581%	0,5685263	86	2,901%	0,0854899
37	1,637%	0,5483805	87	2,912%	0,0823107
38	1,690%	0,5289646	88	2,923%	0,0792329
39	1,742%	0,5099052	89	2,934%	0,0762540
40	1,791%	0,4916146	90	2,945%	0,0733714
41	1,839%	0,4737190	91	2,956%	0,0705828
42	1,884%	0,4566133	92	2,966%	0,0679464
43	1,928%	0,4399258	93	2,976%	0,0653959
44	1,971%	0,4236685	94	2,986%	0,0629289
45	2,011%	0,4082111	95	2,995%	0,0605991
46	2,051%	0,3930120	96	3,005%	0,0582911
47	2,088%	0,3786076	97	3,014%	0,0561130
48	2,125%	0,3644691	98	3,023%	0,0540069
49	2,160%	0,3509431	99	3,032%	0,0519708
50	2,193%	0,3380201	100	3,040%	0,0500513

Πίνακας ΣΤ1 (συνέχεια)		
Έτος	Καμπύλη επιτοκίων άνευ κινδύνου	Προεξοφλητικός παράγοντας
101	3,049%	0,0481480
102	3,057%	0,0463549
103	3,065%	0,0446216
104	3,073%	0,0429466
105	3,081%	0,0413280
106	3,089%	0,0397643
107	3,096%	0,0382936
108	3,104%	0,0368336
109	3,111%	0,0354613
110	3,118%	0,0341356
111	3,125%	0,0328549
112	3,132%	0,0316180
113	3,139%	0,0304236
114	3,145%	0,0293027
115	3,152%	0,0281884
116	3,158%	0,0271433
117	3,165%	0,0261043
118	3,171%	0,0251303
119	3,177%	0,0241900
120	3,183%	0,0232821
121	3,189%	0,0224057
122	3,195%	0,0215598
123	3,200%	0,0207681
124	3,206%	0,0199796
125	3,212%	0,0192188
126	3,217%	0,0185074
127	3,222%	0,0178206
128	3,228%	0,0171363
129	3,233%	0,0164971
130	3,238%	0,0158801
131	3,243%	0,0152848
132	3,248%	0,0147103
133	3,253%	0,0141561
134	3,258%	0,0136214
135	3,262%	0,0131228
136	3,267%	0,0126249
137	3,272%	0,0121447
138	3,276%	0,0116972
139	3,281%	0,0112502
140	3,285%	0,0108339
141	3,289%	0,0104322
142	3,294%	0,0100308
143	3,298%	0,0096573
144	3,302%	0,0092970
145	3,306%	0,0089494
146	3,310%	0,0086142
147	3,314%	0,0082909
148	3,318%	0,0079791
149	3,322%	0,0076784
150	3,326%	0,0073885

Παράρτημα Ζ – Πιθανότητες θνησιμότητας, για άνδρες και γυναίκες, διαφόρων πινάκων θνησιμότητας που χρησιμοποιούνται στην ελληνική ασφαλιστική αγορά. Ο πίνακας θνησιμότητας GR90 αντλήθηκε από την ασφαλιστική εταιρεία, ενώ οι υπόλοιποι από την ιστοσελίδα των Αναλογιστών (Society of Actuaries, 2020).

Πίνακας Ζ1 - GR90		
Ηλικία	Άνδρες	Γυναίκες
	q(x)	q(y)
0	0,010070	0,009540
1	0,000495	0,000368
2	0,000393	0,000241
3	0,000319	0,000211
4	0,000282	0,000189
5	0,000256	0,000177
6	0,000233	0,000171
7	0,000209	0,000166
8	0,000188	0,000160
9	0,000175	0,000151
10	0,000176	0,000140
11	0,000193	0,000129
12	0,000225	0,000122
13	0,000273	0,000125
14	0,000347	0,000141
15	0,000454	0,000169
16	0,000589	0,000206
17	0,000741	0,000247
18	0,000891	0,000289
19	0,001025	0,000326
20	0,001129	0,000357
21	0,001196	0,000380
22	0,001226	0,000397
23	0,001222	0,000410
24	0,001192	0,000422
25	0,001148	0,000433
26	0,001101	0,000446
27	0,001064	0,000458
28	0,001041	0,000470
29	0,001036	0,000480
30	0,001046	0,000488
31	0,001071	0,000496
32	0,001110	0,000505
33	0,001160	0,000517
34	0,001221	0,000533
35	0,001294	0,000556
36	0,001379	0,000587
37	0,001479	0,000628
38	0,001596	0,000679
39	0,001730	0,000742
40	0,001876	0,000819
41	0,002026	0,000909
42	0,002175	0,001011
43	0,002323	0,001124
44	0,002476	0,001245
45	0,002646	0,001369
46	0,002846	0,001494
47	0,003087	0,001619
48	0,003378	0,001746
49	0,003723	0,001879
50	0,004120	0,002025

Πίνακας Ζ1 (συνέχεια)		
Ηλικία	Άνδρες	Γυναίκες
	q(x)	q(y)
51	0,004571	0,002188
52	0,005075	0,002377
53	0,005635	0,002598
54	0,006258	0,002856
55	0,006950	0,003156
56	0,007719	0,003503
57	0,008574	0,003904
58	0,009524	0,004363
59	0,010576	0,004888
60	0,011734	0,005461
61	0,013001	0,006062
62	0,014372	0,006677
63	0,015834	0,007312
64	0,017394	0,008034
65	0,019135	0,008980
66	0,021124	0,010219
67	0,023357	0,011764
68	0,025817	0,013586
69	0,028510	0,015706
70	0,031459	0,018150
71	0,034687	0,020944
72	0,038218	0,024115
73	0,042079	0,027693
74	0,046301	0,031710
75	0,050915	0,036198
76	0,055955	0,041193
77	0,061457	0,046735
78	0,067462	0,052860
79	0,074009	0,059611
80	0,081145	0,067032
81	0,088917	0,075166
82	0,097373	0,084062
83	0,106567	0,093766
84	0,116553	0,104330
85	0,127388	0,115801
86	0,139132	0,128231
87	0,151843	0,141670
88	0,165581	0,156163
89	0,180411	0,171762
90	0,196388	0,188504
91	0,213571	0,206437
92	0,232001	0,225593
93	0,251743	0,246001
94	0,272837	0,267671
95	0,295321	0,290626
96	0,319173	0,314861
97	0,344429	0,340348
98	0,371111	0,367073
99	0,399072	0,394939
100	0,428245	0,423806
101	0,458500	0,453717
102	0,489381	0,484131
103	0,520796	0,515120
104	0,558491	0,546237
105	0,606838	0,597156
106	0,673913	0,694118
107	0,800000	0,807692
108	1,000000	1,000000

Πίνακας Ζ2 - ΕΑΕ 2005 Ρ		
Ηλικία	Ανδρες	Γυναίκες
	q(x)	q(y)
0	0,001785	0,001171
1	0,000264	0,000179
2	0,000226	0,000157
3	0,000192	0,000140
4	0,000162	0,000126
5	0,000139	0,000115
6	0,000123	0,000105
7	0,000112	0,000097
8	0,000108	0,000093
9	0,000111	0,000093
10	0,000122	0,000096
11	0,000143	0,000103
12	0,000175	0,000112
13	0,000219	0,000124
14	0,000275	0,000137
15	0,000338	0,000151
16	0,000403	0,000164
17	0,000463	0,000176
18	0,000516	0,000186
19	0,000565	0,000196
20	0,000599	0,000205
21	0,000626	0,000213
22	0,000646	0,000219
23	0,000661	0,000225
24	0,000674	0,000230
25	0,000687	0,000235
26	0,000699	0,000239
27	0,000711	0,000243
28	0,000722	0,000247
29	0,000730	0,000253
30	0,000737	0,000259
31	0,000745	0,000267
32	0,000754	0,000278
33	0,000767	0,000290
34	0,000786	0,000305
35	0,000812	0,000322
36	0,000847	0,000342
37	0,000890	0,000366
38	0,000944	0,000393
39	0,001012	0,000425
40	0,001095	0,000463
41	0,001195	0,000508
42	0,001317	0,000561
43	0,001461	0,000622
44	0,001628	0,000693
45	0,001819	0,000773
46	0,002033	0,000862
47	0,002269	0,000959
48	0,002526	0,001064
49	0,002814	0,001177
50	0,003121	0,001294
51	0,003446	0,001415
52	0,003786	0,001541
53	0,004146	0,001672
54	0,004516	0,001811
55	0,004921	0,001972
56	0,005371	0,002165
57	0,005875	0,002392
58	0,006427	0,002655
59	0,007047	0,002958
60	0,007712	0,003307

Πίνακας Ζ2 (συνέχεια)		
Ηλικία	Ανδρες	Γυναίκες
	q(x)	q(y)
61	0,008510	0,003703
62	0,009402	0,004150
63	0,010389	0,004655
64	0,011481	0,005223
65	0,012681	0,005865
66	0,014009	0,006587
67	0,015473	0,007403
68	0,017085	0,008323
69	0,018868	0,009358
70	0,020821	0,010521
71	0,022979	0,011829
72	0,025351	0,013292
73	0,027957	0,014937
74	0,030817	0,016774
75	0,033966	0,018838
76	0,037417	0,021147
77	0,041211	0,023729
78	0,045379	0,026612
79	0,049933	0,029842
80	0,054925	0,033430
81	0,060389	0,037425
82	0,066363	0,041865
83	0,072856	0,046794
84	0,079897	0,052255
85	0,087482	0,058271
86	0,095667	0,064855
87	0,104477	0,072038
88	0,113886	0,079845
89	0,123949	0,088299
90	0,134677	0,097454
91	0,146016	0,107372
92	0,158013	0,118079
93	0,170657	0,129591
94	0,183929	0,141916
95	0,197719	0,155053
96	0,211973	0,168985
97	0,226806	0,183685
98	0,241986	0,199110
99	0,257530	0,215202
100	0,273254	0,231888
101	0,289177	0,249080
102	0,305213	0,266679
103	0,321275	0,284572
104	0,337275	0,302642
105	0,353125	0,320762
106	0,368741	0,338806
107	0,384045	0,356650
108	0,398964	0,374173
109	0,413432	0,391265
110	0,427395	0,407827
111	0,440804	0,423770
112	0,453623	0,439025
113	0,465823	0,453534
114	0,477388	0,467257
115	0,488306	0,480169
116	0,498575	0,492256
117	0,508202	0,503520
118	0,517196	0,513972
119	0,525559	0,523612
120	1,000000	1,000000

Πίνακας Z3 - ΕΑΕ 2012 P (unisex)		
Ηλικία	Ανδρες	Γυναίκες
	q(x)	q(y)
0	0,001322	0,001322
1	0,000198	0,000198
2	0,000171	0,000171
3	0,000149	0,000149
4	0,000129	0,000129
5	0,000113	0,000113
6	0,000102	0,000102
7	0,000094	0,000094
8	0,000090	0,000090
9	0,000091	0,000091
10	0,000097	0,000097
11	0,000109	0,000109
12	0,000129	0,000129
13	0,000153	0,000153
14	0,000184	0,000184
15	0,000220	0,000220
16	0,000254	0,000254
17	0,000287	0,000287
18	0,000315	0,000315
19	0,000342	0,000342
20	0,000361	0,000361
21	0,000377	0,000377
22	0,000389	0,000389
23	0,000398	0,000398
24	0,000407	0,000407
25	0,000414	0,000414
26	0,000421	0,000421
27	0,000429	0,000429
28	0,000435	0,000435
29	0,000442	0,000442
30	0,000448	0,000448
31	0,000455	0,000455
32	0,000463	0,000463
33	0,000475	0,000475
34	0,000490	0,000490
35	0,000509	0,000509
36	0,000533	0,000533
37	0,000563	0,000563
38	0,000599	0,000599
39	0,000644	0,000644
40	0,000698	0,000698
41	0,000763	0,000763
42	0,000841	0,000841
43	0,000934	0,000934
44	0,001040	0,001040
45	0,001160	0,001160
46	0,001296	0,001296
47	0,001445	0,001445
48	0,001604	0,001604
49	0,001792	0,001792
50	0,001989	0,001989
51	0,002194	0,002194
52	0,002410	0,002410
53	0,002639	0,002639
54	0,002861	0,002861
55	0,003109	0,003109
56	0,003391	0,003391
57	0,003711	0,003711
58	0,004052	0,004052
59	0,004436	0,004436
60	0,004828	0,004828

Πίνακας Z3 (συνέχεια)		
Ηλικία	Ανδρες	Γυναίκες
	q(x)	q(y)
61	0,005335	0,005335
62	0,005905	0,005905
63	0,006538	0,006538
64	0,007248	0,007248
65	0,008036	0,008036
66	0,008915	0,008915
67	0,009899	0,009899
68	0,010993	0,010993
69	0,012220	0,012220
70	0,013572	0,013572
71	0,015088	0,015088
72	0,016759	0,016759
73	0,018624	0,018624
74	0,020681	0,020681
75	0,022986	0,022986
76	0,025539	0,025539
77	0,028386	0,028386
78	0,031558	0,031558
79	0,035098	0,035098
80	0,039008	0,039008
81	0,043372	0,043372
82	0,048202	0,048202
83	0,053551	0,053551
84	0,059423	0,059423
85	0,065832	0,065832
86	0,072759	0,072759
87	0,080266	0,080266
88	0,088231	0,088231
89	0,096775	0,096775
90	0,105888	0,105888
91	0,115613	0,115613
92	0,126056	0,126056
93	0,137153	0,137153
94	0,148943	0,148943
95	0,161350	0,161350
96	0,174401	0,174401
97	0,188124	0,188124
98	0,202381	0,202381
99	0,217201	0,217201
100	0,232443	0,232443
101	0,248120	0,248120
102	0,264150	0,264150
103	0,280443	0,280443
104	0,296898	0,296898
105	0,313410	0,313410
106	0,329869	0,329869
107	0,346166	0,346166
108	0,362196	0,362196
109	0,377858	0,377858
110	0,393059	0,393059
111	0,407722	0,407722
112	0,421776	0,421776
113	0,435167	0,435167
114	0,447856	0,447856
115	0,459816	0,459816
116	0,471029	0,471029
117	0,481496	0,481496
118	0,491207	0,491207
119	0,500222	0,500222
120	1,000000	1,000000

Παράρτημα Η – Οι φόρμουλες που χρησιμοποιήθηκαν στο excel για ένα συμβόλαιο του προϊόντος Α και, αντίστοιχα, για ένα συμβόλαιο του προϊόντος Β.

Μελλοντικές ροές συμβολαίου που ανήκει στο χαρτοφυλάκιο του προϊόντος Α (Whole life):

Data entry	Sex	Current age	S.A.	GAP	Admin Expenses	Benefit Expenses	Issue Year								
Valuation Date 31/12/2019	Female	36	29.000	277	0,013%	25	4/11/2010								
Year	Age	Policy year	qy	py 1	Discount Factor	Number of Deaths	GAP	Admin Expenses	Benefit Expenses	Death Outgo	CFs	BEL			
1	31/12/2019	36	9	0,0004696	0,9995304	1,004227799	0,0004696	276,51	3,68	0,01	13,62	- 259,20	-	260,29	
2	31/12/2020	37	10	0,0005024	0,9994976	1,007866105	0,0005022	276,38	3,68	0,01	14,56	- 258,12	-	260,15	
3	31/12/2021	38	11	0,0005432	0,9994568	1,010208935	0,0005429	276,37	3,68	0,01	15,74	- 256,93	-	259,55	
4	31/12/2022	39	12	0,0005936	0,9994064	1,01148169	0,0005933	276,36	3,68	0,01	17,21	- 255,46	-	258,39	
5	31/12/2023	40	13	0,0006552	0,9993448	1,011529084	0,0006548	276,35	3,68	0,02	18,99	- 253,66	-	256,58	
6	31/12/2024	41	14	0,0007272	0,9992728	1,00989673	0,0007267	276,33	3,68	0,02	21,07	- 251,56	-	254,04	
7	31/12/2025	42	15	0,0008088	0,9991912	1,00589807	0,0008082	276,31	3,68	0,02	23,44	- 249,17	-	250,64	
8	31/12/2026	43	16	0,0008992	0,9991008	1,001441167	0,0008985	276,29	3,68	0,02	26,06	- 246,53	-	246,88	
9	31/12/2027	44	17	0,0009960	0,9990040	0,995779923	0,0009951	276,26	3,68	0,02	28,86	- 243,70	-	242,67	
10	31/12/2028	45	18	0,0010952	0,9989048	0,988769913	0,0010941	276,23	3,68	0,03	31,73	- 240,80	-	238,09	
11	31/12/2029	46	19	0,0011952	0,9988048	0,982136259	0,0011939	276,21	3,68	0,03	34,62	- 237,88	-	233,63	
12	31/12/2030	47	20	0,0012952	0,9987048	0,974790389	0,0012937	276,18	3,68	0,03	37,52	- 234,95	-	229,03	
13	31/12/2031	48	21	0,0013968	0,9986032	0,965804933	0,0013950	276,15	3,68	0,03	40,45	- 231,98	-	224,05	
14	31/12/2032	49	22	0,0015032	0,9984968	0,956123658	0,0015011	276,12	3,68	0,04	43,53	- 228,88	-	218,83	
15	31/12/2033	50	23	0,0016200	0,9983800	0,947240789	0,0016176	276,09	3,68	0,04	46,91	- 225,47	-	213,57	
16	31/12/2034	51	24	0,0017504	0,9982496	0,939770807	0,0017476	276,06	3,68	0,04	50,68	- 221,66	-	208,31	
17	31/12/2035	52	25	0,0019016	0,9980984	0,932964435	0,0018983	276,03	3,68	0,05	55,05	- 217,25	-	202,69	
18	31/12/2036	53	26	0,0020784	0,9979216	0,925507268	0,0020744	275,98	3,68	0,05	60,16	- 212,10	-	196,30	
19	31/12/2037	54	27	0,0022848	0,9977152	0,91649415	0,0022801	275,94	3,68	0,06	66,12	- 206,08	-	188,87	
20	31/12/2038	55	28	0,0025248	0,9974752	0,905062904	0,0025190	275,88	3,67	0,06	73,05	- 199,09	-	180,19	
21	31/12/2039	56	29	0,0028024	0,9971976	0,890644359	0,0027953	275,81	3,67	0,07	81,06	- 191,00	-	170,12	
22	31/12/2040	57	30	0,0031232	0,9968768	0,873624784	0,0031144	275,74	3,67	0,08	90,32	- 181,67	-	158,71	
23	31/12/2041	58	31	0,0034904	0,9965096	0,854693082	0,0034795	275,65	3,67	0,09	100,91	- 170,98	-	146,14	
24	31/12/2042	59	32	0,0039104	0,9960896	0,834240134	0,0038968	275,54	3,67	0,10	113,01	- 158,77	-	132,45	
25	31/12/2043	60	33	0,0043688	0,9956312	0,812704726	0,0043517	275,43	3,67	0,11	126,20	- 145,45	-	118,21	
26	31/12/2044	61	34	0,0048496	0,9951504	0,790559275	0,0048284	275,30	3,67	0,12	140,02	- 131,49	-	103,95	
27	31/12/2045	62	35	0,0053416	0,9946584	0,767885999	0,0053157	275,17	3,67	0,13	154,16	- 117,22	-	90,01	
28	31/12/2046	63	36	0,0058496	0,9941504	0,744973384	0,0058184	275,03	3,66	0,15	168,73	- 102,49	-	76,35	
29	31/12/2047	64	37	0,0064272	0,9935728	0,721904568	0,0063896	274,89	3,66	0,16	183,30	- 85,77	-	61,92	
30	31/12/2048	65	38	0,0071840	0,9928160	0,698965729	0,0071378	274,73	3,66	0,18	207,00	- 63,90	-	44,66	
31	31/12/2049	66	39	0,0081752	0,9918248	0,676230711	0,0081165	274,52	3,66	0,20	235,38	- 35,29	-	23,86	
32	31/12/2050	67	40	0,0094112	0,9905888	0,65397291	0,0093343	274,25	3,65	0,23	270,69	0,33	0,22	0,22	
33	31/12/2051	68	41	0,0108688	0,9891312	0,63183859	0,0107665	273,91	3,65	0,27	312,23	42,24	26,69	26,69	
34	31/12/2052	69	42	0,0125648	0,9874352	0,610292776	0,0124282	273,50	3,64	0,31	360,42	90,87	55,46	55,46	
35	31/12/2053	70	43	0,0145200	0,9854800	0,589175267	0,0143376	273,04	3,64	0,36	415,79	146,75	86,46	86,46	
36	31/12/2054	71	44	0,0167552	0,9832448	0,568526327	0,0165119	272,50	3,63	0,41	478,85	210,39	119,61	119,61	
37	31/12/2055	72	45	0,0192920	0,9807080	0,548380508	0,0189688	271,88	3,62	0,47	550,09	282,31	154,81	154,81	
38	31/12/2056	73	46	0,0221544	0,9778456	0,528964591	0,0217270	271,18	3,61	0,54	630,08	363,06	192,05	192,05	
39	31/12/2057	74	47	0,0253680	0,9746320	0,509905209	0,0248060	270,38	3,60	0,62	719,37	453,21	231,09	231,09	
40	31/12/2058	75	48	0,0289584	0,9710416	0,49161459	0,0282238	269,50	3,59	0,71	818,49	553,29	272,01	272,01	
41	31/12/2059	76	49	0,0329544	0,9670456	0,473719026	0,0320001	268,50	3,58	0,80	928,00	663,88	314,49	314,49	
42	31/12/2060	77	50	0,0373880	0,9626120	0,456613281	0,0361559	267,40	3,56	0,90	1048,52	785,59	358,71	358,71	
43	31/12/2061	78	51	0,0422880	0,9577120	0,439925751	0,0407069	266,17	3,55	1,02	1180,50	918,89	404,24	404,24	
44	31/12/2062	79	52	0,0476888	0,9523112	0,423668479	0,0456721	264,82	3,53	1,14	1324,49	1.064,34	450,93	450,93	
45	31/12/2063	80	53	0,0536256	0,9463744	0,408211071	0,0510683	263,32	3,51	1,28	1480,98	1.222,44	499,01	499,01	
46	31/12/2064	81	54	0,0601328	0,9398672	0,39301201	0,0569081	261,68	3,49	1,42	1650,34	1.393,56	547,69	547,69	
47	31/12/2065	82	55	0,0672496	0,9327504	0,378607579	0,0632057	259,88	3,46	1,58	1832,97	1.578,12	597,49	597,49	
48	31/12/2066	83	56	0,0750128	0,9249872	0,364469056	0,0699682	257,91	3,44	1,75	2029,08	1.776,35	647,42	647,42	
49	31/12/2067	84	57	0,0834640	0,9165360	0,35094307	0,0772031	255,77	3,41	1,93	2238,89	1.988,46	697,84	697,84	
50	31/12/2068	85	58	0,0926408	0,9073592	0,338020135	0,0849086	253,43	3,38	2,12	2462,35	2.214,42	748,52	748,52	
51	31/12/2069	86	59	0,1025848	0,8974152	0,325364564	0,0930813	250,89	3,34	2,33	2699,36	2.454,13	798,49	798,49	
52	31/12/2070	87	60	0,1133360	0,8866640	0,313300826	0,1017094	248,14	3,31	2,54	2949,57	2.707,28	848,19	848,19	
53	31/12/2071	88	61	0,1249304	0,8750696	0,301659226	0,1107713	245,17	3,27	2,77	3212,37	2.973,23	896,90	896,90	
54	31/12/2072	89	62	0,1374096	0,8625904	0,290434447	0,1202430	241,97	3,22	3,01	3487,05	3.251,31	944,29	944,29	
55	31/12/2073	90	63	0,1508032	0,8491968	0,279470088	0,1300814	238,51	3,18	3,25	3772,36	3.540,27	989,40	989,40	
56	31/12/2074	91	64	0,1651496	0,8348504	0,269062685	0,1402445	234,81	3,13	3,51	4067,09	3.838,91	1.032,91	1.032,91	
57	31/12/2075	92	65	0,1804744	0,8195256	0,259051415	0,1506691	230,84	3,07	3,77	4369,40	4.145,40	1.073,87	1.073,87	
58	31/12/2076	93	66	0,1968008	0,8031992	0,249286934	0,1612833	226,61	3,02	4,03	4677,22	4.457,66	1.111,24	1.111,24	
59	31/12/2077	94	67	0,2141368	0,7858632	0,240045968	0,1719945	222,09	2,96	4,30	4987,84	4.773,01	1.145,74	1.145,74	
60	31/12/2078	95	68	0,2325008	0,7674992	0,231040035	0,1827138	217,30	2,89	4,57	5298,70	5.088,86	1.175,73	1.175,73	
61	31/12/2079	96	69	0,2518888	0,7481112	0,222400896	0,1933245	212,22	2,83	4,83	5606,41	5.401,85	1.201,38	1.201,38	
62	31/12/2080	97	70	0,2722784	0,7277216	0,213989393	0,2036945	206,86	2,76	5,09	5907,14	5.708,13	1.221,48	1.221,48	
63	31/12/2081	98	71	0,2936584	0,7063416	0,206057347	0,2137016	201,22	2,68	5,34	6197,35	6.004,15	1.237,20	1.237,20	
64	31/12/2082	99	72	0,3159512	0,6840488	0,19833859	0,2231695	195,31	2,60	5,58	6471,91	6.284,78	1.246,52	1.246,52	
65	31/12/2083	100	73	0,3390448	0,6609552	0,190831319	0,2319232	189,15	2,52	5,80	6725,77	6.544,94	1.248,98	1.248,98	
66	31/12/2084	101	74	0,3629736	0,6370264	0,183651644	0,2399093	182,76	2,43	6,00	6957,37	6.783,04	1.245,72	1.245,72	
67	31/12/2085	102	75	0,3873048	0,6126952	0,176789028	0,2467234	176,14	2,35	6,17	7154,98	6.987,35	1.235,29	1.235,29	
68	31/12/2086	103	76	0,4120960	0,5879040	0,170232981	0,2524892	169,42	2,26	6,31	7322,19	7.161,34	1.219,10	1.219,10	
69	31/12/2087	104	77	0,4369896	0,5630104	0,163752815	0,2569079	162,56	2,17	6,42	7450,33	7.296,36	1.194,80	1.194,80	
70	31/12/2088	105	78	0,4777248	0,5222752	0,157676249									

Φόρμουλες του excel για συμβόλαιο που ανήκει στο χαρτοφυλάκιο του προϊόντος Α (whole life insurance) και έχει τα παραπάνω αποτελέσματα (συνέχεια):

Discount Factor	Benefit Expenses	Issue Year	Number of Deaths	GAP	=G3	=H3	Death Outgo	Cfs	BEL
=(1+VLOOKUP(B9;RFR_spot_no_VAISB\$4:\$C\$154;2;FALSE))*(B-89)			=F9*G8	=IF(D9<108;SF\$4;0)*G8	=G\$G4*SE\$4*G8	=H\$H4*I9	=I9*SE\$4	=M9+L9+K9-J9	=SUM(O9:O129)
=(1+VLOOKUP(B10;RFR_spot_no_VAISB\$4:\$C\$154;2;FALSE))*(B-10)			=F10*G9	=IF(D10<108;SF\$4;0)*G9	=G\$G4*SE\$4*G9	=H\$H4*I10	=I10*SE\$4	=M10+L10+K10-J10	=N9*H9
=(1+VLOOKUP(B11;RFR_spot_no_VAISB\$4:\$C\$154;2;FALSE))*(B-11)			=F11*G10	=IF(D11<108;SF\$4;0)*G10	=G\$G4*SE\$4*G10	=H\$H4*I11	=I11*SE\$4	=M11+L11+K11-J11	=N10*H10
=(1+VLOOKUP(B12;RFR_spot_no_VAISB\$4:\$C\$154;2;FALSE))*(B-12)			=F12*G11	=IF(D12<108;SF\$4;0)*G11	=G\$G4*SE\$4*G11	=H\$H4*I12	=I12*SE\$4	=M12+L12+K12-J12	=N11*H11
=(1+VLOOKUP(B13;RFR_spot_no_VAISB\$4:\$C\$154;2;FALSE))*(B-13)			=F13*G12	=IF(D13<108;SF\$4;0)*G12	=G\$G4*SE\$4*G12	=H\$H4*I13	=I13*SE\$4	=M13+L13+K13-J13	=N12*H12
=(1+VLOOKUP(B14;RFR_spot_no_VAISB\$4:\$C\$154;2;FALSE))*(B-14)			=F14*G13	=IF(D14<108;SF\$4;0)*G13	=G\$G4*SE\$4*G13	=H\$H4*I14	=I14*SE\$4	=M14+L14+K14-J14	=N13*H13
=(1+VLOOKUP(B15;RFR_spot_no_VAISB\$4:\$C\$154;2;FALSE))*(B-15)			=F15*G14	=IF(D15<108;SF\$4;0)*G14	=G\$G4*SE\$4*G14	=H\$H4*I15	=I15*SE\$4	=M15+L15+K15-J15	=N14*H14
=(1+VLOOKUP(B16;RFR_spot_no_VAISB\$4:\$C\$154;2;FALSE))*(B-16)			=F16*G15	=IF(D16<108;SF\$4;0)*G15	=G\$G4*SE\$4*G15	=H\$H4*I16	=I16*SE\$4	=M16+L16+K16-J16	=N15*H15
=(1+VLOOKUP(B17;RFR_spot_no_VAISB\$4:\$C\$154;2;FALSE))*(B-17)			=F17*G16	=IF(D17<108;SF\$4;0)*G16	=G\$G4*SE\$4*G16	=H\$H4*I17	=I17*SE\$4	=M17+L17+K17-J17	=N16*H16
=(1+VLOOKUP(B18;RFR_spot_no_VAISB\$4:\$C\$154;2;FALSE))*(B-18)			=F18*G17	=IF(D18<108;SF\$4;0)*G17	=G\$G4*SE\$4*G17	=H\$H4*I18	=I18*SE\$4	=M18+L18+K18-J18	=N17*H17
=(1+VLOOKUP(B19;RFR_spot_no_VAISB\$4:\$C\$154;2;FALSE))*(B-19)			=F19*G18	=IF(D19<108;SF\$4;0)*G18	=G\$G4*SE\$4*G18	=H\$H4*I19	=I19*SE\$4	=M19+L19+K19-J19	=N18*H18
=(1+VLOOKUP(B20;RFR_spot_no_VAISB\$4:\$C\$154;2;FALSE))*(B-20)			=F20*G19	=IF(D20<108;SF\$4;0)*G19	=G\$G4*SE\$4*G19	=H\$H4*I20	=I20*SE\$4	=M20+L20+K20-J20	=N19*H19
=(1+VLOOKUP(B21;RFR_spot_no_VAISB\$4:\$C\$154;2;FALSE))*(B-21)			=F21*G20	=IF(D21<108;SF\$4;0)*G20	=G\$G4*SE\$4*G20	=H\$H4*I21	=I21*SE\$4	=M21+L21+K21-J21	=N20*H20
=(1+VLOOKUP(B22;RFR_spot_no_VAISB\$4:\$C\$154;2;FALSE))*(B-22)			=F22*G21	=IF(D22<108;SF\$4;0)*G21	=G\$G4*SE\$4*G21	=H\$H4*I22	=I22*SE\$4	=M22+L22+K22-J22	=N21*H21
=(1+VLOOKUP(B23;RFR_spot_no_VAISB\$4:\$C\$154;2;FALSE))*(B-23)			=F23*G22	=IF(D23<108;SF\$4;0)*G22	=G\$G4*SE\$4*G22	=H\$H4*I23	=I23*SE\$4	=M23+L23+K23-J23	=N22*H22
=(1+VLOOKUP(B24;RFR_spot_no_VAISB\$4:\$C\$154;2;FALSE))*(B-24)			=F24*G23	=IF(D24<108;SF\$4;0)*G23	=G\$G4*SE\$4*G23	=H\$H4*I24	=I24*SE\$4	=M24+L24+K24-J24	=N23*H23
=(1+VLOOKUP(B25;RFR_spot_no_VAISB\$4:\$C\$154;2;FALSE))*(B-25)			=F25*G24	=IF(D25<108;SF\$4;0)*G24	=G\$G4*SE\$4*G24	=H\$H4*I25	=I25*SE\$4	=M25+L25+K25-J25	=N24*H24
=(1+VLOOKUP(B26;RFR_spot_no_VAISB\$4:\$C\$154;2;FALSE))*(B-26)			=F26*G25	=IF(D26<108;SF\$4;0)*G25	=G\$G4*SE\$4*G25	=H\$H4*I26	=I26*SE\$4	=M26+L26+K26-J26	=N25*H25
=(1+VLOOKUP(B27;RFR_spot_no_VAISB\$4:\$C\$154;2;FALSE))*(B-27)			=F27*G26	=IF(D27<108;SF\$4;0)*G26	=G\$G4*SE\$4*G26	=H\$H4*I27	=I27*SE\$4	=M27+L27+K27-J27	=N26*H26
=(1+VLOOKUP(B28;RFR_spot_no_VAISB\$4:\$C\$154;2;FALSE))*(B-28)			=F28*G27	=IF(D28<108;SF\$4;0)*G27	=G\$G4*SE\$4*G27	=H\$H4*I28	=I28*SE\$4	=M28+L28+K28-J28	=N27*H27
=(1+VLOOKUP(B29;RFR_spot_no_VAISB\$4:\$C\$154;2;FALSE))*(B-29)			=F29*G28	=IF(D29<108;SF\$4;0)*G28	=G\$G4*SE\$4*G28	=H\$H4*I29	=I29*SE\$4	=M29+L29+K29-J29	=N28*H28
=(1+VLOOKUP(B30;RFR_spot_no_VAISB\$4:\$C\$154;2;FALSE))*(B-30)			=F30*G29	=IF(D30<108;SF\$4;0)*G29	=G\$G4*SE\$4*G29	=H\$H4*I30	=I30*SE\$4	=M30+L30+K30-J30	=N29*H29
=(1+VLOOKUP(B31;RFR_spot_no_VAISB\$4:\$C\$154;2;FALSE))*(B-31)			=F31*G30	=IF(D31<108;SF\$4;0)*G30	=G\$G4*SE\$4*G30	=H\$H4*I31	=I31*SE\$4	=M31+L31+K31-J31	=N30*H30
=(1+VLOOKUP(B32;RFR_spot_no_VAISB\$4:\$C\$154;2;FALSE))*(B-32)			=F32*G31	=IF(D32<108;SF\$4;0)*G31	=G\$G4*SE\$4*G31	=H\$H4*I32	=I32*SE\$4	=M32+L32+K32-J32	=N31*H31
=(1+VLOOKUP(B33;RFR_spot_no_VAISB\$4:\$C\$154;2;FALSE))*(B-33)			=F33*G32	=IF(D33<108;SF\$4;0)*G32	=G\$G4*SE\$4*G32	=H\$H4*I33	=I33*SE\$4	=M33+L33+K33-J33	=N32*H32
=(1+VLOOKUP(B34;RFR_spot_no_VAISB\$4:\$C\$154;2;FALSE))*(B-34)			=F34*G33	=IF(D34<108;SF\$4;0)*G33	=G\$G4*SE\$4*G33	=H\$H4*I34	=I34*SE\$4	=M34+L34+K34-J34	=N33*H33
=(1+VLOOKUP(B35;RFR_spot_no_VAISB\$4:\$C\$154;2;FALSE))*(B-35)			=F35*G34	=IF(D35<108;SF\$4;0)*G34	=G\$G4*SE\$4*G34	=H\$H4*I35	=I35*SE\$4	=M35+L35+K35-J35	=N34*H34
=(1+VLOOKUP(B36;RFR_spot_no_VAISB\$4:\$C\$154;2;FALSE))*(B-36)			=F36*G35	=IF(D36<108;SF\$4;0)*G35	=G\$G4*SE\$4*G35	=H\$H4*I36	=I36*SE\$4	=M36+L36+K36-J36	=N35*H35
=(1+VLOOKUP(B37;RFR_spot_no_VAISB\$4:\$C\$154;2;FALSE))*(B-37)			=F37*G36	=IF(D37<108;SF\$4;0)*G36	=G\$G4*SE\$4*G36	=H\$H4*I37	=I37*SE\$4	=M37+L37+K37-J37	=N36*H36
=(1+VLOOKUP(B38;RFR_spot_no_VAISB\$4:\$C\$154;2;FALSE))*(B-38)			=F38*G37	=IF(D38<108;SF\$4;0)*G37	=G\$G4*SE\$4*G37	=H\$H4*I38	=I38*SE\$4	=M38+L38+K38-J38	=N37*H37
=(1+VLOOKUP(B39;RFR_spot_no_VAISB\$4:\$C\$154;2;FALSE))*(B-39)			=F39*G38	=IF(D39<108;SF\$4;0)*G38	=G\$G4*SE\$4*G38	=H\$H4*I39	=I39*SE\$4	=M39+L39+K39-J39	=N38*H38
=(1+VLOOKUP(B40;RFR_spot_no_VAISB\$4:\$C\$154;2;FALSE))*(B-40)			=F40*G39	=IF(D40<108;SF\$4;0)*G39	=G\$G4*SE\$4*G39	=H\$H4*I40	=I40*SE\$4	=M40+L40+K40-J40	=N39*H39
=(1+VLOOKUP(B41;RFR_spot_no_VAISB\$4:\$C\$154;2;FALSE))*(B-41)			=F41*G40	=IF(D41<108;SF\$4;0)*G40	=G\$G4*SE\$4*G40	=H\$H4*I41	=I41*SE\$4	=M41+L41+K41-J41	=N40*H40
=(1+VLOOKUP(B42;RFR_spot_no_VAISB\$4:\$C\$154;2;FALSE))*(B-42)			=F42*G41	=IF(D42<108;SF\$4;0)*G41	=G\$G4*SE\$4*G41	=H\$H4*I42	=I42*SE\$4	=M42+L42+K42-J42	=N41*H41
=(1+VLOOKUP(B43;RFR_spot_no_VAISB\$4:\$C\$154;2;FALSE))*(B-43)			=F43*G42	=IF(D43<108;SF\$4;0)*G42	=G\$G4*SE\$4*G42	=H\$H4*I43	=I43*SE\$4	=M43+L43+K43-J43	=N42*H42
=(1+VLOOKUP(B44;RFR_spot_no_VAISB\$4:\$C\$154;2;FALSE))*(B-44)			=F44*G43	=IF(D44<108;SF\$4;0)*G43	=G\$G4*SE\$4*G43	=H\$H4*I44	=I44*SE\$4	=M44+L44+K44-J44	=N43*H43
=(1+VLOOKUP(B45;RFR_spot_no_VAISB\$4:\$C\$154;2;FALSE))*(B-45)			=F45*G44	=IF(D45<108;SF\$4;0)*G44	=G\$G4*SE\$4*G44	=H\$H4*I45	=I45*SE\$4	=M45+L45+K45-J45	=N44*H44
=(1+VLOOKUP(B46;RFR_spot_no_VAISB\$4:\$C\$154;2;FALSE))*(B-46)			=F46*G45	=IF(D46<108;SF\$4;0)*G45	=G\$G4*SE\$4*G45	=H\$H4*I46	=I46*SE\$4	=M46+L46+K46-J46	=N45*H45
=(1+VLOOKUP(B47;RFR_spot_no_VAISB\$4:\$C\$154;2;FALSE))*(B-47)			=F47*G46	=IF(D47<108;SF\$4;0)*G46	=G\$G4*SE\$4*G46	=H\$H4*I47	=I47*SE\$4	=M47+L47+K47-J47	=N46*H46
=(1+VLOOKUP(B48;RFR_spot_no_VAISB\$4:\$C\$154;2;FALSE))*(B-48)			=F48*G47	=IF(D48<108;SF\$4;0)*G47	=G\$G4*SE\$4*G47	=H\$H4*I48	=I48*SE\$4	=M48+L48+K48-J48	=N47*H47
=(1+VLOOKUP(B49;RFR_spot_no_VAISB\$4:\$C\$154;2;FALSE))*(B-49)			=F49*G48	=IF(D49<108;SF\$4;0)*G48	=G\$G4*SE\$4*G48	=H\$H4*I49	=I49*SE\$4	=M49+L49+K49-J49	=N48*H48
=(1+VLOOKUP(B50;RFR_spot_no_VAISB\$4:\$C\$154;2;FALSE))*(B-50)			=F50*G49	=IF(D50<108;SF\$4;0)*G49	=G\$G4*SE\$4*G49	=H\$H4*I50	=I50*SE\$4	=M50+L50+K50-J50	=N49*H49
=(1+VLOOKUP(B51;RFR_spot_no_VAISB\$4:\$C\$154;2;FALSE))*(B-51)			=F51*G50	=IF(D51<108;SF\$4;0)*G50	=G\$G4*SE\$4*G50	=H\$H4*I51	=I51*SE\$4	=M51+L51+K51-J51	=N50*H50
=(1+VLOOKUP(B52;RFR_spot_no_VAISB\$4:\$C\$154;2;FALSE))*(B-52)			=F52*G51	=IF(D52<108;SF\$4;0)*G51	=G\$G4*SE\$4*G51	=H\$H4*I52	=I52*SE\$4	=M52+L52+K52-J52	=N51*H51
=(1+VLOOKUP(B53;RFR_spot_no_VAISB\$4:\$C\$154;2;FALSE))*(B-53)			=F53*G52	=IF(D53<108;SF\$4;0)*G52	=G\$G4*SE\$4*G52	=H\$H4*I53	=I53*SE\$4	=M53+L53+K53-J53	=N52*H52
=(1+VLOOKUP(B54;RFR_spot_no_VAISB\$4:\$C\$154;2;FALSE))*(B-54)			=F54*G53	=IF(D54<108;SF\$4;0)*G53	=G\$G4*SE\$4*G53	=H\$H4*I54	=I54*SE\$4	=M54+L54+K54-J54	=N53*H53
=(1+VLOOKUP(B55;RFR_spot_no_VAISB\$4:\$C\$154;2;FALSE))*(B-55)			=F55*G54	=IF(D55<108;SF\$4;0)*G54	=G\$G4*SE\$4*G54	=H\$H4*I55	=I55*SE\$4	=M55+L55+K55-J55	=N54*H54
=(1+VLOOKUP(B56;RFR_spot_no_VAISB\$4:\$C\$154;2;FALSE))*(B-56)			=F56*G55	=IF(D56<108;SF\$4;0)*G55	=G\$G4*SE\$4*G55	=H\$H4*I56	=I56*SE\$4	=M56+L56+K56-J56	=N55*H55
=(1+VLOOKUP(B57;RFR_spot_no_VAISB\$4:\$C\$154;2;FALSE))*(B-57)			=F57*G56	=IF(D57<108;SF\$4;0)*G56	=G\$G4*SE\$4*G56	=H\$H4*I57	=I57*SE\$4	=M57+L57+K57-J57	=N56*H56
=(1+VLOOKUP(B58;RFR_spot_no_VAISB\$4:\$C\$154;2;FALSE))*(B-58)			=F58*G57	=IF(D58<108;SF\$4;0)*G57	=G\$G4*SE\$4*G57	=H\$H4*I58	=I58*SE\$4	=M58+L58+K58-J58	=N57*H57
=(1+VLOOKUP(B59;RFR_spot_no_VAISB\$4:\$C\$154;2;FALSE))*(B-59)			=F59*G58	=IF(D59<108;SF\$4;0)*G58	=G\$G4*SE\$4*G58	=H\$H4*I59	=I59*SE\$4	=M59+L59+K59-J59	=N58*H58
=(1+VLOOKUP(B60;RFR_spot_no_VAISB\$4:\$C\$154;2;FALSE))*(B-60)			=F60*G59	=IF(D60<108;SF\$4;0)*G59	=G\$G4*SE\$4*G59	=H\$H4*I60	=I60*SE\$4	=M60+L60+K60-J60	=N59*H59
=(1+VLOOKUP(B61;RFR_spot_no_VAISB\$4:\$C\$154;2;FALSE))*(B-61)			=F61*G60	=IF(D61<108;SF\$4;0)*G60	=G\$G4*SE\$4*G60	=H\$H4*I61	=I61*SE\$4	=M61+L61+K61-J61	=N60*H60
=(1+VLOOKUP(B62;RFR_spot_no_VAISB\$4:\$C\$154;2;FALSE))*(B-62)			=F62*G61	=IF(D62<108;SF\$4;0)*G61	=G\$G4*SE\$4*G61	=H\$H4*I62	=I62*SE\$4	=M62+L62+K62-J62	=N61*H61
=(1+VLOOKUP(B63;RFR_spot_no_VAISB\$4:\$C\$154;2;FALSE))*(B-63)			=F63*G62	=IF(D63<108;SF\$4;0)*G62	=G\$G4*SE\$4*G62	=H\$H4*I63	=I63*SE\$4	=M63+L63+K63-J63	=N62*H62
=(1+VLOOKUP(B64;RFR_spot_no_VAISB\$4:\$C\$154;2;FALSE))*(B-64)			=F64*G63	=IF(D64<108;SF\$4;0)*G63	=G\$G4*SE\$4*G63	=H\$H4*I64	=I64*SE\$4	=M64+L64+K64-J64	=N63*H63
=(1+VLOOKUP(B65;RFR_spot_no_VAISB\$4:\$C\$154;2;FALSE))*(B-65)			=F65*G64	=IF(D65<108;SF\$4;0)*G64	=G\$G4*SE\$4*G64	=H\$H4*I65	=I65*SE\$4	=M65+L65+K65-J65	=N64*H64
=(1+VLOOKUP(B66;RFR_spot_no_VAISB\$4:\$C\$154;2;FALSE))*(B-66)			=F66*G65	=IF(D66<108;SF\$4;0)*G65	=G\$G4*SE\$4*G65	=H\$H4*I66	=I66*SE\$4	=M66+L66+K66-J66	=N65*H65
=(1+VLOOKUP(B67;RFR_spot_no_VAISB\$4:\$C\$154;2;FALSE))*(B-67)			=F67*G66	=IF(D67<108;SF\$4;0)*G66	=G\$G4*SE\$4*G66	=H\$H4*I67	=I67*SE\$4	=M67+L67+K67-J67	=N66*H66
=(1+VLOOKUP(B68;RFR_spot_no_VAISB\$4:\$C\$154;2;FALSE))*(B-68)			=F68*G67	=IF(D68<108;SF\$4;0)*G67	=G\$G4*SE\$4*G67	=H\$H4*I68	=I68*SE\$4	=M68+L68+K68-J68	=N67*H67
=(1+VLOOKUP(B69;RFR_spot_no_VAISB\$4:\$C\$154;2;FALSE))*(B-69)			=F69*G68	=IF(D69<108;SF\$4;0)*G68	=G\$G4*SE\$4*G68	=H\$H4*I69	=I69*SE\$4	=M69+L69+K69-J69	=N68*H68
=(1+VLOOKUP(B70;RFR_spot_no_VAISB\$4:\$C\$154;2;FALSE))*(B-70)			=F70*G69	=IF(D70<108;SF\$4;0)*G69	=G\$G4*SE\$4*G69	=H\$H4*I70	=I70*SE\$4	=M70+L70+K70-J70	=N69*H69
=(1+VLOOKUP(B71;RFR_spot_no_VAISB\$4:\$C\$154;2;FALSE))*(B-71)			=F71*G70	=IF(D71<108;SF\$4;0)*G70	=G\$G4*SE\$4*G70	=H\$H4*I71	=I71*SE\$4	=M71+L71+K71-J71	=N70*H70
=(1+VLOOKUP(B72;RFR_spot_no_VAISB\$4:\$C\$154;2;FALSE))*(B-72)			=F72*G71	=IF(D72<108;SF\$4;0)*G71	=G\$G4*SE\$4*G71	=H\$H4*I72	=I72*SE\$4	=M72+L72+K72-J72	=N71*H71
=(1+VLOOKUP(B73;RFR_spot_no_VAISB\$4:\$C\$154;2;FALSE))*(B-73)			=F73*G72	=IF(D73<108;SF\$4;0)*G72	=G\$G4*SE\$4*G72	=H\$H4*I73	=I73*SE\$4	=M73+L73+K73-J73	=N72*H72
=(1+VLOOKUP(B74;RFR_spot_no_VAISB\$4:\$C\$154;2;FALSE))*(B-74)			=F74*G73	=IF(D74<108;SF\$4;0)*G73	=G\$G4*SE\$4*G73	=H\$H4*I74	=I74*SE\$4	=M74+L74+K74-J74	=N73*H73
=(1+VLOOKUP(B75;RFR_spot_no_VAISB\$4:\$C\$154;2;FALSE))*(B-75)			=F75*G74	=IF(D75<108;SF\$4;0)*G74	=G\$G4*SE\$4*G74	=H\$H4*I75	=I75*SE\$4	=M75+L75+K75-J75	=N74*H74
=(1+VLOOKUP(B76;RFR_spot_no_VAISB\$4:\$C\$154;2;FALSE))*(B-76)			=F76*G75	=IF(D76<108;SF\$4;0)*G75	=G\$G4*SE\$4*G75	=H\$H4*I76	=I76*SE\$4	=M76+L76+K76-J76	=N75*H75
=(1+VLOOKUP(B77;RFR_spot_no_VAISB\$4:\$C\$154;2;FALSE))*(B-77)			=F77*G76	=IF(D77<108;SF\$4;0)*G76	=G\$G4*SE\$4*G76	=H\$H4*I77	=I77*SE\$4	=M77+L77+K77-J77	=N76*H76
=(1+VLOOKUP(B78;RFR_spot_no_VAISB\$4:\$C\$154;2;FALSE))*(B-78)			=F78*G77	=IF(D78<108;SF\$4;0)*G77	=G\$G4*SE\$4*G77	=H\$H4*I78	=I78*SE\$4	=M78+L78+K78-J78	=N77*H77
=(1+VLOOKUP(B79;RFR_spot_no_VAISB\$4:\$C\$154;2;FALSE))*(B-79)			=F79*G78	=IF(D79<108;SF\$4;0)*G78	=G\$G4*SE\$4*G78	=H\$H4*I79	=I79*SE\$4	=M79+L79+K79-J79	=N78*H78
=(1+VLOOKUP(B80;RFR_spot_no_VAISB\$4:\$C\$154;2;FALSE))*(B-80)			=F80*G79	=IF(D80<108;SF\$4;0)*G79	=G\$G4*SE\$4*G79	=H\$H4*I80	=I80*SE\$4	=M80+L80+K80-J80	=N79*H79
=(1+VLOOKUP(B81;RFR_spot_no_VAISB\$4:\$C\$154;2;FALSE))*(B-81)			=F81*G80	=IF(D81<108;SF\$4;0)*G80	=G\$G4*SE\$4*G80	=H\$H4*I81	=I81*SE\$4	=M81+L81+K81-J81	=N80*H80
=(1+VLOOKUP(B82;RFR_spot_no_VAISB\$4:\$C\$154;2;FALSE))*(B-82)			=F82*G81	=IF(D82<108;SF\$4;0)*G81	=G\$G4*SE\$4*G81	=H\$H4*I82	=I82*SE\$4	=M82+L82+K82-J82	=N81*H81
=(1+VLOOKUP(B83;RFR_spot_no_VAISB\$4:\$C\$154;2;FALSE))*(B-83)			=F83*G82	=IF(D83<108;SF\$4;0)*G82	=G\$G4*SE\$4*G82	=H\$H4*I83	=I83*SE\$4	=M83+L83+K83-J83	=N82*H82
=(1+VLOOKUP(B84;RFR_spot_no_VAISB\$4:\$C\$154;2;FALSE))*(B-84)			=F84*G83	=IF(D84<108;SF\$4;0)*G83	=G\$G4*SE\$4*G83	=H\$H4*I84	=I84*SE\$4	=M84+L84+K84-J84	=N83*H83
=(1+VLOOKUP(B85;RFR_spot_no_VAISB\$4:\$C\$154;2;FALSE))*(B-85)			=F85*G84	=IF(D85<108;SF\$4;0)*G84	=G\$G4*SE\$4*G84	=H\$H4*I85	=I8		

Μελλοντικές ροές συμβολαίου που ανήκει στο χαρτοφυλάκιο του προϊόντος B (deferred annuity):

Data entry	Sex	Current age	S.A.	GAP	Admin Expenses	Benefit Expenses	Issue Year	Maturity Year									
Valuation Date 31/12/2019	Male	53	587	60	0,013%	25	28/5/1996	28/5/2026									
Year	Age	Policy year	qx	px	Discount Factor	GAP	Admin Expenses	Benefit Expenses	Maturity Outgo	Cfs	BEL						
1	31/12/2019	53	23	0,0047675	0,9952325	1,004227799	59,92	0,07	-	-	59,85	17,450,15					
2	31/12/2020	54	24	0,0051930	0,9948070	1,007866105	59,63	0,07	-	-	59,56	60,10					
3	31/12/2021	55	25	0,0056592	0,9943408	1,010208935	59,61	0,07	-	-	59,53	60,14					
4	31/12/2022	56	26	0,0061768	0,9938232	1,01148169	59,58	0,07	-	-	59,51	60,19					
5	31/12/2023	57	27	0,0067566	0,9932434	1,011529084	59,55	0,07	-	-	59,48	60,16					
6	31/12/2024	58	28	0,0073916	0,9926084	1,00989673	59,52	0,07	-	-	59,44	60,03					
7	31/12/2025	59	29	0,0081035	0,9918965	1,005899807	59,48	0,07	-	-	59,40	59,75					
8	31/12/2026	60	30	0,0088691	0,9911309	1,001441167	59,43	0,07	-	-	59,36	59,45					
9	31/12/2027	61	-	0,0097865	0,9902135	0,995779923	-	-	24,78	581,69	606,47	603,91					
10	31/12/2028	62	-	0,0108122	0,9891878	0,988769913	-	-	24,76	581,16	605,91	599,11					
11	31/12/2029	63	-	0,0119468	0,9880532	0,982136259	-	-	24,73	580,55	605,28	594,47					
12	31/12/2030	64	-	0,0132031	0,9867969	0,974790389	-	-	24,70	579,89	604,59	589,35					
13	31/12/2031	65	-	0,0145830	0,9854170	0,965804933	-	-	24,67	579,15	603,82	583,17					
14	31/12/2032	66	-	0,0161103	0,9838897	0,956123658	-	-	24,64	578,34	602,98	576,52					
15	31/12/2033	67	-	0,0177935	0,9822065	0,947240789	-	-	24,60	577,44	602,04	570,28					
16	31/12/2034	68	-	0,0196476	0,9803524	0,939770807	-	-	24,56	576,46	601,01	564,81					
17	31/12/2035	69	-	0,0216977	0,9783023	0,932964435	-	-	24,51	575,37	599,88	559,66					
18	31/12/2036	70	-	0,0239447	0,9760553	0,925507268	-	-	24,46	574,17	598,62	554,03					
19	31/12/2037	71	-	0,0264262	0,9735738	0,91649415	-	-	24,40	572,85	597,25	547,37					
20	31/12/2038	72	-	0,0291542	0,9708458	0,905062904	-	-	24,34	571,39	595,73	539,17					
21	31/12/2039	73	-	0,0321506	0,9678494	0,890644359	-	-	24,27	569,79	594,06	529,10					
22	31/12/2040	74	-	0,0354392	0,9645608	0,873624784	-	-	24,20	568,03	592,23	517,38					
23	31/12/2041	75	-	0,0390609	0,9609391	0,854693082	-	-	24,11	566,10	590,21	504,45					
24	31/12/2042	76	-	0,0430296	0,9569704	0,834240134	-	-	24,02	563,98	588,00	490,53					
25	31/12/2043	77	-	0,0473928	0,9526072	0,812704726	-	-	23,92	561,65	585,57	475,90					
26	31/12/2044	78	-	0,0521860	0,9478140	0,790559275	-	-	23,82	559,09	582,90	460,82					
27	31/12/2045	79	-	0,0574235	0,9425765	0,767885999	-	-	23,70	556,27	580	445					
28	31/12/2046	80	-	0,0631636	0,9368364	0,744973384	-	-	23,56	553,20	577	430					
29	31/12/2047	81	-	0,0694473	0,9305527	0,721904568	-	-	23,42	549,83	573	414					
30	31/12/2048	82	-	0,0763174	0,9236826	0,698965729	-	-	23,26	546,14	569	398					
31	31/12/2049	83	-	0,0837839	0,9162161	0,676230711	-	-	23,09	542,11	565	382					
32	31/12/2050	84	-	0,0918819	0,9081181	0,65397291	-	-	22,91	537,73	561	367					
33	31/12/2051	85	-	0,1006048	0,8993952	0,63183859	-	-	22,70	532,97	556	351					
34	31/12/2052	86	-	0,1100176	0,8899824	0,610292776	-	-	22,48	527,86	550	336					
35	31/12/2053	87	-	0,1201483	0,8798517	0,589175267	-	-	22,25	522,33	545	321					
36	31/12/2054	88	-	0,1309684	0,8690316	0,568526327	-	-	22,00	516,38	538	306					
37	31/12/2055	89	-	0,1425410	0,8574590	0,548380508	-	-	21,73	510,03	532	292					
38	31/12/2056	90	-	0,1548785	0,8451215	0,528964591	-	-	21,44	503,24	525	278					
39	31/12/2057	91	-	0,1679186	0,8320814	0,509905209	-	-	21,13	496,00	517	264					
40	31/12/2058	92	-	0,1817153	0,8182847	0,49161459	-	-	20,80	488,35	509	250					
41	31/12/2059	93	-	0,1962559	0,8037441	0,473719026	-	-	20,46	480,25	501	237					
42	31/12/2060	94	-	0,2115179	0,7884821	0,456613281	-	-	20,09	471,72	492	225					
43	31/12/2061	95	-	0,2273766	0,7726234	0,439925751	-	-	19,71	462,76	482	212					
44	31/12/2062	96	-	0,2437684	0,7562316	0,423668479	-	-	19,32	453,45	473	200					
45	31/12/2063	97	-	0,2608272	0,7391728	0,408211071	-	-	18,91	443,83	463	189					
46	31/12/2064	98	-	0,2782834	0,7217166	0,39301201	-	-	18,48	433,82	452	178					
47	31/12/2065	99	-	0,2961589	0,7038411	0,378607579	-	-	18,04	423,58	442	167					
48	31/12/2066	100	-	0,3142425	0,6857575	0,364469056	-	-	17,60	413,08	431	157					
49	31/12/2067	101	-	0,3325537	0,6674463	0,35094307	-	-	17,14	402,47	420	147					
50	31/12/2068	102	-	0,3509953	0,6490047	0,338020135	-	-	16,69	391,72	408	138					
51	31/12/2069	103	-	0,3694665	0,6305335	0,325364564	-	-	16,23	380,90	397	129					
52	31/12/2070	104	-	0,3878659	0,6121341	0,313300826	-	-	15,76	370,06	386	121					
53	31/12/2071	105	-	0,4060934	0,5939066	0,301659226	-	-	15,30	359,26	375	113					
54	31/12/2072	106	-	0,4240524	0,5759476	0,290434447	-	-	14,85	348,56	363	106					
55	31/12/2073	107	-	0,4416519	0,5583481	0,279470088	-	-	14,40	338,02	352	98					
56	31/12/2074	108	-	0,4588084	0,5411916	0,269062685	-	-	13,96	327,69	342	92					
57	31/12/2075	109	-	0,4754473	0,5245527	0,259051415	-	-	13,53	317,63	331	86					
58	31/12/2076	110	-	0,4915040	0,5084960	0,249286934	-	-	13,11	307,86	321	80					
59	31/12/2077	111	-	0,5069246	0,4930754	0,240045968	-	-	12,71	298,44	311	75					
60	31/12/2078	112	-	0,5216662	0,4783338	0,231040035	-	-	12,33	289,39	302	70					
61	31/12/2079	113	-	0,5356970	0,4643030	0,222400896	-	-	11,96	280,73	293	65					
62	31/12/2080	114	-	0,5489958	0,4510042	0,213989393	-	-	11,61	272,50	284	61					
63	31/12/2081	115	-	0,5615513	0,4384487	0,206057347	-	-	11,28	264,69	276	57					
64	31/12/2082	116	-	0,5733613	0,4266387	0,19833859	-	-	10,96	257,33	268	53					
65	31/12/2083	117	-	0,5844317	0,4155683	0,190831319	-	-	10,67	250,39	261	50					
66	31/12/2084	118	-	0,5947755	0,4052245	0,183651644	-	-	10,39	243,90	254	47					
67	31/12/2085	119	-	0,6043926	0,3956074	0,176789028	-	-	10,13	237,83	248	44					
68	31/12/2086	120	-	1,0000000	-	0,170232981	-	-	9,89	232,18	242	41					
69	31/12/2087	121	-	-	-	0,163752815	-	-	-	-	-	-					
70	31/12/2088	122	-	-	-	0,157676249	-	-	-	-	-	-					

Φόρμουλες του excel για συμβόλαιο που ανήκει στο χαρτοφυλάκιο του προϊόντος B (deferred annuity) και έχει τα παραπάνω αποτελέσματα (συνέχεια):

Admin Expenses	Benefit Expenses	Issue Year	Maturity Year								
=0,0127%	25	35213	46170	GAP	=G3	=H3	Maturity Outgo	Cfs	BEL		
=IF(SC54="Female";"p";"px")	Discount Factor										=SUM(O9:O129)
1											
=IF(F9=0;0;1:F9)	=IF(VLOOKUP(B9;RFR_spot_no_VAISB54;SC154;2;FALSE))^(B9)	=IF(E9=0;0;SF54*G8)	=IF(E9=0;0;SG54*SE54*G8)	=IF(E9=0;0;SH54*G8;0)	=IF(E9=0;0;SE54;0)	=M9+H9-K9-J9					=N9*H9
=IF(F10=0;0;1:F10)	=IF(VLOOKUP(B10;RFR_spot_no_VAISB54;SC154;2;FALSE))^(B10)	=IF(E10=0;0;SF54*G9)	=IF(E10=0;0;SG54*SE54*G9)	=IF(E10=0;0;SH54*G9;0)	=IF(E10=0;0;SE54*G9;0)	=M10+H10-K10-J10					=N10*H10
=IF(F11=0;0;1:F11)	=IF(VLOOKUP(B11;RFR_spot_no_VAISB54;SC154;2;FALSE))^(B11)	=IF(E11=0;0;SF54*G10)	=IF(E11=0;0;SG54*SE54*G10)	=IF(E11=0;0;SH54*G10;0)	=IF(E11=0;0;SE54*G10;0)	=M11+H11-K11-J11					=N11*H11
=IF(F12=0;0;1:F12)	=IF(VLOOKUP(B12;RFR_spot_no_VAISB54;SC154;2;FALSE))^(B12)	=IF(E12=0;0;SF54*G11)	=IF(E12=0;0;SG54*SE54*G11)	=IF(E12=0;0;SH54*G11;0)	=IF(E12=0;0;SE54*G11;0)	=M12+H12-K12-J12					=N12*H12
=IF(F13=0;0;1:F13)	=IF(VLOOKUP(B13;RFR_spot_no_VAISB54;SC154;2;FALSE))^(B13)	=IF(E13=0;0;SF54*G12)	=IF(E13=0;0;SG54*SE54*G12)	=IF(E13=0;0;SH54*G12;0)	=IF(E13=0;0;SE54*G12;0)	=M13+H13-K13-J13					=N13*H13
=IF(F14=0;0;1:F14)	=IF(VLOOKUP(B14;RFR_spot_no_VAISB54;SC154;2;FALSE))^(B14)	=IF(E14=0;0;SF54*G13)	=IF(E14=0;0;SG54*SE54*G13)	=IF(E14=0;0;SH54*G13;0)	=IF(E14=0;0;SE54*G13;0)	=M14+H14-K14-J14					=N14*H14
=IF(F15=0;0;1:F15)	=IF(VLOOKUP(B15;RFR_spot_no_VAISB54;SC154;2;FALSE))^(B15)	=IF(E15=0;0;SF54*G14)	=IF(E15=0;0;SG54*SE54*G14)	=IF(E15=0;0;SH54*G14;0)	=IF(E15=0;0;SE54*G14;0)	=M15+H15-K15-J15					=N15*H15
=IF(F16=0;0;1:F16)	=IF(VLOOKUP(B16;RFR_spot_no_VAISB54;SC154;2;FALSE))^(B16)	=IF(E16=0;0;SF54*G15)	=IF(E16=0;0;SG54*SE54*G15)	=IF(E16=0;0;SH54*G15;0)	=IF(E16=0;0;SE54*G15;0)	=M16+H16-K16-J16					=N16*H16
=IF(F17=0;0;1:F17)	=IF(VLOOKUP(B17;RFR_spot_no_VAISB54;SC154;2;FALSE))^(B17)	=IF(E17=0;0;SF54*G16)	=IF(E17=0;0;SG54*SE54*G16)	=IF(E17=0;0;SH54*G16;0)	=IF(E17=0;0;SE54*G16;0)	=M17+H17-K17-J17					=N17*H17
=IF(F18=0;0;1:F18)	=IF(VLOOKUP(B18;RFR_spot_no_VAISB54;SC154;2;FALSE))^(B18)	=IF(E18=0;0;SF54*G17)	=IF(E18=0;0;SG54*SE54*G17)	=IF(E18=0;0;SH54*G17;0)	=IF(E18=0;0;SE54*G17;0)	=M18+H18-K18-J18					=N18*H18
=IF(F19=0;0;1:F19)	=IF(VLOOKUP(B19;RFR_spot_no_VAISB54;SC154;2;FALSE))^(B19)	=IF(E19=0;0;SF54*G18)	=IF(E19=0;0;SG54*SE54*G18)	=IF(E19=0;0;SH54*G18;0)	=IF(E19=0;0;SE54*G18;0)	=M19+H19-K19-J19					=N19*H19
=IF(F20=0;0;1:F20)	=IF(VLOOKUP(B20;RFR_spot_no_VAISB54;SC154;2;FALSE))^(B20)	=IF(E20=0;0;SF54*G19)	=IF(E20=0;0;SG54*SE54*G19)	=IF(E20=0;0;SH54*G19;0)	=IF(E20=0;0;SE54*G19;0)	=M20+H20-K20-J20					=N20*H20
=IF(F21=0;0;1:F21)	=IF(VLOOKUP(B21;RFR_spot_no_VAISB54;SC154;2;FALSE))^(B21)	=IF(E21=0;0;SF54*G20)	=IF(E21=0;0;SG54*SE54*G20)	=IF(E21=0;0;SH54*G20;0)	=IF(E21=0;0;SE54*G20;0)	=M21+H21-K21-J21					=N21*H21
=IF(F22=0;0;1:F22)	=IF(VLOOKUP(B22;RFR_spot_no_VAISB54;SC154;2;FALSE))^(B22)	=IF(E22=0;0;SF54*G21)	=IF(E22=0;0;SG54*SE54*G21)	=IF(E22=0;0;SH54*G21;0)	=IF(E22=0;0;SE54*G21;0)	=M22+H22-K22-J22					=N22*H22
=IF(F23=0;0;1:F23)	=IF(VLOOKUP(B23;RFR_spot_no_VAISB54;SC154;2;FALSE))^(B23)	=IF(E23=0;0;SF54*G22)	=IF(E23=0;0;SG54*SE54*G22)	=IF(E23=0;0;SH54*G22;0)	=IF(E23=0;0;SE54*G22;0)	=M23+H23-K23-J23					=N23*H23
=IF(F24=0;0;1:F24)	=IF(VLOOKUP(B24;RFR_spot_no_VAISB54;SC154;2;FALSE))^(B24)	=IF(E24=0;0;SF54*G23)	=IF(E24=0;0;SG54*SE54*G23)	=IF(E24=0;0;SH54*G23;0)	=IF(E24=0;0;SE54*G23;0)	=M24+H24-K24-J24					=N24*H24
=IF(F25=0;0;1:F25)	=IF(VLOOKUP(B25;RFR_spot_no_VAISB54;SC154;2;FALSE))^(B25)	=IF(E25=0;0;SF54*G24)	=IF(E25=0;0;SG54*SE54*G24)	=IF(E25=0;0;SH54*G24;0)	=IF(E25=0;0;SE54*G24;0)	=M25+H25-K25-J25					=N25*H25
=IF(F26=0;0;1:F26)	=IF(VLOOKUP(B26;RFR_spot_no_VAISB54;SC154;2;FALSE))^(B26)	=IF(E26=0;0;SF54*G25)	=IF(E26=0;0;SG54*SE54*G25)	=IF(E26=0;0;SH54*G25;0)	=IF(E26=0;0;SE54*G25;0)	=M26+H26-K26-J26					=N26*H26
=IF(F27=0;0;1:F27)	=IF(VLOOKUP(B27;RFR_spot_no_VAISB54;SC154;2;FALSE))^(B27)	=IF(E27=0;0;SF54*G26)	=IF(E27=0;0;SG54*SE54*G26)	=IF(E27=0;0;SH54*G26;0)	=IF(E27=0;0;SE54*G26;0)	=M27+H27-K27-J27					=N27*H27
=IF(F28=0;0;1:F28)	=IF(VLOOKUP(B28;RFR_spot_no_VAISB54;SC154;2;FALSE))^(B28)	=IF(E28=0;0;SF54*G27)	=IF(E28=0;0;SG54*SE54*G27)	=IF(E28=0;0;SH54*G27;0)	=IF(E28=0;0;SE54*G27;0)	=M28+H28-K28-J28					=N28*H28
=IF(F29=0;0;1:F29)	=IF(VLOOKUP(B29;RFR_spot_no_VAISB54;SC154;2;FALSE))^(B29)	=IF(E29=0;0;SF54*G28)	=IF(E29=0;0;SG54*SE54*G28)	=IF(E29=0;0;SH54*G28;0)	=IF(E29=0;0;SE54*G28;0)	=M29+H29-K29-J29					=N29*H29
=IF(F30=0;0;1:F30)	=IF(VLOOKUP(B30;RFR_spot_no_VAISB54;SC154;2;FALSE))^(B30)	=IF(E30=0;0;SF54*G29)	=IF(E30=0;0;SG54*SE54*G29)	=IF(E30=0;0;SH54*G29;0)	=IF(E30=0;0;SE54*G29;0)	=M30+H30-K30-J30					=N30*H30
=IF(F31=0;0;1:F31)	=IF(VLOOKUP(B31;RFR_spot_no_VAISB54;SC154;2;FALSE))^(B31)	=IF(E31=0;0;SF54*G30)	=IF(E31=0;0;SG54*SE54*G30)	=IF(E31=0;0;SH54*G30;0)	=IF(E31=0;0;SE54*G30;0)	=M31+H31-K31-J31					=N31*H31
=IF(F32=0;0;1:F32)	=IF(VLOOKUP(B32;RFR_spot_no_VAISB54;SC154;2;FALSE))^(B32)	=IF(E32=0;0;SF54*G31)	=IF(E32=0;0;SG54*SE54*G31)	=IF(E32=0;0;SH54*G31;0)	=IF(E32=0;0;SE54*G31;0)	=M32+H32-K32-J32					=N32*H32
=IF(F33=0;0;1:F33)	=IF(VLOOKUP(B33;RFR_spot_no_VAISB54;SC154;2;FALSE))^(B33)	=IF(E33=0;0;SF54*G32)	=IF(E33=0;0;SG54*SE54*G32)	=IF(E33=0;0;SH54*G32;0)	=IF(E33=0;0;SE54*G32;0)	=M33+H33-K33-J33					=N33*H33
=IF(F34=0;0;1:F34)	=IF(VLOOKUP(B34;RFR_spot_no_VAISB54;SC154;2;FALSE))^(B34)	=IF(E34=0;0;SF54*G33)	=IF(E34=0;0;SG54*SE54*G33)	=IF(E34=0;0;SH54*G33;0)	=IF(E34=0;0;SE54*G33;0)	=M34+H34-K34-J34					=N34*H34
=IF(F35=0;0;1:F35)	=IF(VLOOKUP(B35;RFR_spot_no_VAISB54;SC154;2;FALSE))^(B35)	=IF(E35=0;0;SF54*G34)	=IF(E35=0;0;SG54*SE54*G34)	=IF(E35=0;0;SH54*G34;0)	=IF(E35=0;0;SE54*G34;0)	=M35+H35-K35-J35					=N35*H35
=IF(F36=0;0;1:F36)	=IF(VLOOKUP(B36;RFR_spot_no_VAISB54;SC154;2;FALSE))^(B36)	=IF(E36=0;0;SF54*G35)	=IF(E36=0;0;SG54*SE54*G35)	=IF(E36=0;0;SH54*G35;0)	=IF(E36=0;0;SE54*G35;0)	=M36+H36-K36-J36					=N36*H36
=IF(F37=0;0;1:F37)	=IF(VLOOKUP(B37;RFR_spot_no_VAISB54;SC154;2;FALSE))^(B37)	=IF(E37=0;0;SF54*G36)	=IF(E37=0;0;SG54*SE54*G36)	=IF(E37=0;0;SH54*G36;0)	=IF(E37=0;0;SE54*G36;0)	=M37+H37-K37-J37					=N37*H37
=IF(F38=0;0;1:F38)	=IF(VLOOKUP(B38;RFR_spot_no_VAISB54;SC154;2;FALSE))^(B38)	=IF(E38=0;0;SF54*G37)	=IF(E38=0;0;SG54*SE54*G37)	=IF(E38=0;0;SH54*G37;0)	=IF(E38=0;0;SE54*G37;0)	=M38+H38-K38-J38					=N38*H38
=IF(F39=0;0;1:F39)	=IF(VLOOKUP(B39;RFR_spot_no_VAISB54;SC154;2;FALSE))^(B39)	=IF(E39=0;0;SF54*G38)	=IF(E39=0;0;SG54*SE54*G38)	=IF(E39=0;0;SH54*G38;0)	=IF(E39=0;0;SE54*G38;0)	=M39+H39-K39-J39					=N39*H39
=IF(F40=0;0;1:F40)	=IF(VLOOKUP(B40;RFR_spot_no_VAISB54;SC154;2;FALSE))^(B40)	=IF(E40=0;0;SF54*G39)	=IF(E40=0;0;SG54*SE54*G39)	=IF(E40=0;0;SH54*G39;0)	=IF(E40=0;0;SE54*G39;0)	=M40+H40-K40-J40					=N40*H40
=IF(F41=0;0;1:F41)	=IF(VLOOKUP(B41;RFR_spot_no_VAISB54;SC154;2;FALSE))^(B41)	=IF(E41=0;0;SF54*G40)	=IF(E41=0;0;SG54*SE54*G40)	=IF(E41=0;0;SH54*G40;0)	=IF(E41=0;0;SE54*G40;0)	=M41+H41-K41-J41					=N41*H41
=IF(F42=0;0;1:F42)	=IF(VLOOKUP(B42;RFR_spot_no_VAISB54;SC154;2;FALSE))^(B42)	=IF(E42=0;0;SF54*G41)	=IF(E42=0;0;SG54*SE54*G41)	=IF(E42=0;0;SH54*G41;0)	=IF(E42=0;0;SE54*G41;0)	=M42+H42-K42-J42					=N42*H42
=IF(F43=0;0;1:F43)	=IF(VLOOKUP(B43;RFR_spot_no_VAISB54;SC154;2;FALSE))^(B43)	=IF(E43=0;0;SF54*G42)	=IF(E43=0;0;SG54*SE54*G42)	=IF(E43=0;0;SH54*G42;0)	=IF(E43=0;0;SE54*G42;0)	=M43+H43-K43-J43					=N43*H43
=IF(F44=0;0;1:F44)	=IF(VLOOKUP(B44;RFR_spot_no_VAISB54;SC154;2;FALSE))^(B44)	=IF(E44=0;0;SF54*G43)	=IF(E44=0;0;SG54*SE54*G43)	=IF(E44=0;0;SH54*G43;0)	=IF(E44=0;0;SE54*G43;0)	=M44+H44-K44-J44					=N44*H44
=IF(F45=0;0;1:F45)	=IF(VLOOKUP(B45;RFR_spot_no_VAISB54;SC154;2;FALSE))^(B45)	=IF(E45=0;0;SF54*G44)	=IF(E45=0;0;SG54*SE54*G44)	=IF(E45=0;0;SH54*G44;0)	=IF(E45=0;0;SE54*G44;0)	=M45+H45-K45-J45					=N45*H45
=IF(F46=0;0;1:F46)	=IF(VLOOKUP(B46;RFR_spot_no_VAISB54;SC154;2;FALSE))^(B46)	=IF(E46=0;0;SF54*G45)	=IF(E46=0;0;SG54*SE54*G45)	=IF(E46=0;0;SH54*G45;0)	=IF(E46=0;0;SE54*G45;0)	=M46+H46-K46-J46					=N46*H46
=IF(F47=0;0;1:F47)	=IF(VLOOKUP(B47;RFR_spot_no_VAISB54;SC154;2;FALSE))^(B47)	=IF(E47=0;0;SF54*G46)	=IF(E47=0;0;SG54*SE54*G46)	=IF(E47=0;0;SH54*G46;0)	=IF(E47=0;0;SE54*G46;0)	=M47+H47-K47-J47					=N47*H47
=IF(F48=0;0;1:F48)	=IF(VLOOKUP(B48;RFR_spot_no_VAISB54;SC154;2;FALSE))^(B48)	=IF(E48=0;0;SF54*G47)	=IF(E48=0;0;SG54*SE54*G47)	=IF(E48=0;0;SH54*G47;0)	=IF(E48=0;0;SE54*G47;0)	=M48+H48-K48-J48					=N48*H48
=IF(F49=0;0;1:F49)	=IF(VLOOKUP(B49;RFR_spot_no_VAISB54;SC154;2;FALSE))^(B49)	=IF(E49=0;0;SF54*G48)	=IF(E49=0;0;SG54*SE54*G48)	=IF(E49=0;0;SH54*G48;0)	=IF(E49=0;0;SE54*G48;0)	=M49+H49-K49-J49					=N49*H49
=IF(F50=0;0;1:F50)	=IF(VLOOKUP(B50;RFR_spot_no_VAISB54;SC154;2;FALSE))^(B50)	=IF(E50=0;0;SF54*G49)	=IF(E50=0;0;SG54*SE54*G49)	=IF(E50=0;0;SH54*G49;0)	=IF(E50=0;0;SE54*G49;0)	=M50+H50-K50-J50					=N50*H50
=IF(F51=0;0;1:F51)	=IF(VLOOKUP(B51;RFR_spot_no_VAISB54;SC154;2;FALSE))^(B51)	=IF(E51=0;0;SF54*G50)	=IF(E51=0;0;SG54*SE54*G50)	=IF(E51=0;0;SH54*G50;0)	=IF(E51=0;0;SE54*G50;0)	=M51+H51-K51-J51					=N51*H51
=IF(F52=0;0;1:F52)	=IF(VLOOKUP(B52;RFR_spot_no_VAISB54;SC154;2;FALSE))^(B52)	=IF(E52=0;0;SF54*G51)	=IF(E52=0;0;SG54*SE54*G51)	=IF(E52=0;0;SH54*G51;0)	=IF(E52=0;0;SE54*G51;0)	=M52+H52-K52-J52					=N52*H52
=IF(F53=0;0;1:F53)	=IF(VLOOKUP(B53;RFR_spot_no_VAISB54;SC154;2;FALSE))^(B53)	=IF(E53=0;0;SF54*G52)	=IF(E53=0;0;SG54*SE54*G52)	=IF(E53=0;0;SH54*G52;0)	=IF(E53=0;0;SE54*G52;0)	=M53+H53-K53-J53					=N53*H53
=IF(F54=0;0;1:F54)	=IF(VLOOKUP(B54;RFR_spot_no_VAISB54;SC154;2;FALSE))^(B54)	=IF(E54=0;0;SF54*G53)	=IF(E54=0;0;SG54*SE54*G53)	=IF(E54=0;0;SH54*G53;0)	=IF(E54=0;0;SE54*G53;0)	=M54+H54-K54-J54					=N54*H54
=IF(F55=0;0;1:F55)	=IF(VLOOKUP(B55;RFR_spot_no_VAISB54;SC154;2;FALSE))^(B55)	=IF(E55=0;0;SF54*G54)	=IF(E55=0;0;SG54*SE54*G54)	=IF(E55=0;0;SH54*G54;0)	=IF(E55=0;0;SE54*G54;0)	=M55+H55-K55-J55					=N55*H55
=IF(F56=0;0;1:F56)	=IF(VLOOKUP(B56;RFR_spot_no_VAISB54;SC154;2;FALSE))^(B56)	=IF(E56=0;0;SF54*G55)	=IF(E56=0;0;SG54*SE54*G55)	=IF(E56=0;0;SH54*G55;0)	=IF(E56=0;0;SE54*G55;0)	=M56+H56-K56-J56					=N56*H56
=IF(F57=0;0;1:F57)	=IF(VLOOKUP(B57;RFR_spot_no_VAISB54;SC154;2;FALSE))^(B57)	=IF(E57=0;0;SF54*G56)	=IF(E57=0;0;SG54*SE54*G56)	=IF(E57=0;0;SH54*G56;0)	=IF(E57=0;0;SE54*G56;0)	=M57+H57-K57-J57					=N57*H57
=IF(F58=0;0;1:F58)	=IF(VLOOKUP(B58;RFR_spot_no_VAISB54;SC154;2;FALSE))^(B58)	=IF(E58=0;0;SF54*G57)	=IF(E58=0;0;SG54*SE54*G57)	=IF(E58=0;0;SH54*G57;0)	=IF(E58=0;0;SE54*G57;0)	=M58+H58-K58-J58					=N58*H58
=IF(F59=0;0;1:F59)	=IF(VLOOKUP(B59;RFR_spot_no_VAISB54;SC154;2;FALSE))^(B59)	=IF(E59=0;0;SF54*G58)	=IF(E59=0;0;SG54*SE54*G58)	=IF(E59=0;0;SH54*G58;0)	=IF(E59=0;0;SE54*G58;0)	=M59+H59-K59-J59					=N59*H59
=IF(F60=0;0;1:F60)	=IF(VLOOKUP(B60;RFR_spot_no_VAISB54;SC154;2;FALSE))^(B60)	=IF(E60=0;0;SF54*G59)	=IF(E60=0;0;SG54*SE54*G59)	=IF(E60=0;0;SH54*G59;0)	=IF(E60=0;0;SE54*G59;0)	=M60+H60-K60-J60					=N60*H60
=IF(F61=0;0;1:F61)	=IF(VLOOKUP(B61;RFR_spot_no_VAISB54;SC154;2;FALSE))^(B61)	=IF(E61=0;0;SF54*G60)	=IF(E61=0;0;SG54*SE54*G60)	=IF(E61=0;0;SH54*G60;0)	=IF(E61=0;0;SE54*G60;0)	=M61+H61-K61-J61					=N61*H61
=IF(F62=0;0;1:F62)	=IF(VLOOKUP(B62;RFR_spot_no_VAISB54;SC154;2;FALSE))^(B62)	=IF(E62=0;0;SF54*G61)	=IF(E62=0;0;SG54*SE54*G61)	=IF(E62=0;0;SH54*G61;0)	=IF(E62=0;0;SE54*G61;0)	=M62+H62-K62-J62					=N62*H62
=IF(F63=0;0;1:F63)	=IF(VLOOKUP(B63;RFR_spot_no_VAISB54;SC154;2;FALSE))^(B63)	=IF(E63=0;0;SF54*G62)	=IF(E63=0;0;SG54*SE54*G62)	=IF(E63=0;0;SH54*G62;0)	=IF(E63=0;0;SE54*G62;0)	=M63+H63-K63-J63					=N63*H63
=IF(F64=0;0;1:F64)	=IF(VLOOKUP(B64;RFR_spot_no_VAISB54;SC154;2;FALSE))^(B64)	=IF(E64=0;0;SF54*G63)	=IF(E64=0;0;SG54*SE54*G63)	=IF(E64=0;0;SH54*G63;0)	=IF(E64=0;0;SE54*G63;0)	=M64+H64-K64-J64					=N64*H64
=IF(F65=0;0;1:F65)	=IF(VLOOKUP(B65;RFR_spot_no_VAISB54;SC154;2;FALSE))^(B65)	=IF(E65=0;0;SF54*G64)	=IF(E65=0;0;SG54*SE54*G64)	=							