



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΩΣ

ΤΜΗΜΑ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗΣ ΚΑΙ ΑΣΦΑΛΙΣΤΙΚΗΣ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ

Π.Μ.Σ. ΣΤΗΝ ΑΝΑΛΟΓΙΣΤΙΚΗ ΕΠΙΣΤΗΜΗ ΚΑΙ ΔΙΟΙΚΗΤΙΚΗ ΚΙΝΔΥΝΟΥ

ΝΑΥΤΑΣΦΑΛΕΙΑ

Διπλωματική Εργασία

Πουλουπάτης Γεώργιος

Επιβλέπων Καθηγητής: Πιτσέλης Γεώργιος

ΠΕΙΡΑΙΑΣ 2020

Η παρούσα Διπλωματική Εργασία εγκρίθηκε ομόφωνα από την Τριμελή Εξεταστική Επιτροπή που ορίστηκε από τη ΓΣΕΣ του Τμήματος Στατιστικής και Ασφαλιστικής Επιστήμης του Πανεπιστημίου Πειραιώς στην υπ' αριθμ. 12/24-6-19 συνεδρίασή του σύμφωνα με τον Εσωτερικό Κανονισμό Λειτουργίας του Προγράμματος Μεταπτυχιακών Σπουδών στην Αναλογιστική Επιστήμη και Διαχείριση Κινδύνων.

Τα μέλη της Επιτροπής ήταν:

- Επίκουρος Καθηγητής Γεώργιος Πιτσέλης (Επιβλέπων)
- Αναπληρωτής Καθηγητής Κωνσταντίνος Πολίτης
- Αναπληρωτής Καθηγητής Γεώργιος Ψαρράκος

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 AND INSURANCE SCIENCE

M. Sc. IN ACTUARIAL SCIENCE AND RISK MANAGEMENT

MARINE INSURANCE

M. Sc. Thesis

Pulupatis Georgios

Advisor Professor: Pitselis Georgios

PIRAEUS 2020

Στην γυναίκα μου και στην κόρη μου.

Ευχαριστίες

Θα ήθελα να ευχαριστήσω το σύνολο του διδακτικού προσωπικού για τις χρήσιμες γνώσεις, που μου μεταλαμπάδευσαν κατά τη διάρκεια της φοίτησης μου στο Μεταπτυχιακό Πρόγραμμα Σπουδών στην Αναλογιστική Επιστήμη και Διοικητική Κινδύνων. Ιδιαίτερος, θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον Επίκουρο Καθηγητή του τμήματος Στατιστικής και Ασφαλιστικής Επιστήμης κ. Γεώργιο Πιτσέλη για τη συνεργασία, την καθοδήγηση και τη διαρκή βοήθεια που μου παρείχε, όχι μόνο κατά την περίοδο της συγγραφής της διπλωματικής εργασίας μου, αλλά και καθ' όλη την διάρκεια της φοίτησης μου στο Πρόγραμμα. Θα ήθελα ακόμα να ευχαριστήσω τα μέλη της συμβουλευτικής επιτροπής, τον Αναπληρωτή Καθηγητή κ. Κωνσταντίνο Πολίτη, καθώς και τον Επίκουρο Καθηγητή κ. Γεώργιο Ψαρράκο, για την συμβολή τους στην διαμόρφωση του τελικού κειμένου της διατριβής μου. Θα ήθελα επίσης να ευχαριστήσω ιδιαίτερα τον υποψήφιο Διδάκτορα Απόστολο Μποζίκα για την πολύτιμη βοήθειά του και τις συμβουλές του, ειδικότερα όσον αφορά το κεφάλαιο των Γενικευμένων Γραμμικών Μοντέλων. Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω όλους τους συμφοιτητές μου για τη συμπαράσταση και την υποστήριξή τους κατά τη διάρκεια των σπουδών μου.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η έννοια της Ναυτασφάλειας είναι άρρηκτα συνδεδεμένη με την εξέλιξη και ανάπτυξη των θαλάσσιων εμπορευματικών μεταφορών. Η πολυπλοκότητα αυτής της κατηγορίας ασφαλίσεων οφείλεται στην ιδιαιτερότητα, η οποία χαρακτηρίζει την φύση της Ναυτιλίας. Στην παρούσα εργασία πραγματοποιείται μία σύντομη, αλλά ταυτόχρονα περιεκτική ανάλυση των βασικών αρχών της Ναυτασφάλειας. Επίσης, περιγράφονται με σαφήνεια οι επιμέρους κατηγορίες, οι οποίες την διακρίνουν. Σκοπός αυτής της ανάλυσης είναι η εξοικείωση των ερευνητών και των επαγγελματιών της Αναλογιστικής Επιστήμης με αυτήν την ιδιαίτερη κατηγορία ασφαλίσεων.

Το ενδιαφέρον από πλευράς της Αναλογιστικής Επιστήμης, όσον αφορά την Ναυτασφάλεια έγκειται στην εκτίμηση ορισμένων βασικών μεγεθών. Τέτοιο μέγεθος αδιαμφισβήτητα αποτελεί το ύψος των αναμενόμενων απαιτήσεων, καθώς και ο προσδιορισμός των παραγόντων, που το επηρεάζουν. Επιπλέον, κρίσιμο ζήτημα πάντοτε για μία ασφαλιστική εταιρεία, η οποία δραστηριοποιείται στον χώρο της Ναυτασφάλειας είναι η εκτίμηση των αποθεμάτων, τα οποία πρέπει να τηρεί, προκειμένου να είναι ικανή να ανταπεξέλθει σε μελλοντικές ζημιές.

Όσον αφορά τον προσδιορισμό των παραγόντων, οι οποίοι δρουν καταλυτικά στον καθορισμό του ύψους των απαιτήσεων, σε αυτή την διατριβή πραγματοποιείται μία προσέγγιση του όλου ζητήματος μέσω της διαμήκουσ ανάλυσης. Η συγκεκριμένη στατιστική μέθοδος βρίσκει συχνή εφαρμογή σε διάφορους τομείς των κοινωνικών και οικονομικών επιστημών. Για τις ανάγκες της παρούσας εργασίας εφαρμόζονται διάφορα μοντέλα της διαμήκουσ ανάλυσης σε δεδομένα, τα οποία αντλήθηκαν από μία ασφαλιστική εταιρεία. Από την εφαρμογή αυτών των μοντέλων προκύπτουν ορισμένα χρήσιμα συμπεράσματα.

Τέλος, σχετικά με την εκτίμηση των απαιτούμενων αποθεμάτων, πραγματοποιείται μία συνδυαστική ανάλυση εφαρμόζοντας στην γνωστή μέθοδο Chain Ladder την θεωρία των Γενικευμένων Γραμμικών Μοντέλων.

ABSTRACT

The term of Marine Insurance is inextricably linked to the evolution and development of maritime freight transport. The complexity of this category of insurance is due to the specificity, which characterizes the nature of Shipping. In the present work, a brief, but at the same time comprehensive analysis of the basic principles of Marine Insurance is carried out. Moreover, the sub-categories which distinguish Marine Insurance are clearly described. The aim of this analysis is to familiarize researchers and actuarial science professionals with this particular category of insurance.

The interest from Actuarial Science in Marine Insurance lies in the estimation of certain key figures. Such a size is undoubtedly the height of the expected claims, as well as the identification of the factors that affect it. In addition, for an insurance company which operates in the field of Marine Insurance a crucial issue is always the estimation of reserves, which must be kept in order to be able to cope with future losses.

Regarding the determination of the factors that act as a catalyst in determining the level of claims, in this dissertation an approach of the whole issue is made through the longitudinal analysis. This statistical method is often used in various fields of social and economic sciences. For the needs of the present thesis, various models of longitudinal analysis are applied on data, which were obtained from an insurance company. From the application of these models some useful conclusions emerge.

Finally, regarding the estimation of the required reserves, a combined analysis is performed applying to the well-known Chain Ladder method the theory of Generalized Linear Models.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	1
2. ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΗΝ ΝΑΥΤΑΣΦΑΛΕΙΑ.....	3
2.1 Ορισμός της Ναυτασφάλειας.....	3
2.1.1. Ολικές και μερικές ζημιές.....	4
2.2 Ιστορική αναδρομή.....	4
2.2.1. Η ασφαλιστική αγορά των Lloyd's.....	7
2.3 Η νομοθεσία της Ναυτασφάλειας.....	8
2.4 Οι θαλάσσιοι κίνδυνοι.....	9
2.5 Η αρχή της αξιοπλοΐας.....	10
2.6 Η αρχή της καλής πίστης.....	11
2.7 Η εγγύτερη αιτία.....	12
2.8 Γενική αβαρία και διάσωση.....	13
2.8.1. Οι Κανόνες York- Antwerp 2016.....	15
2.9 Οι αλληλασφαλιστικοί οργανισμοί.....	16
2.9.1. Ιστορική αναδρομή.....	16
2.9.2. Ο τρόπος λειτουργίας των Protection&IndemnityClubs.....	17
2.9.3. The International Group of Protection & Indemnity Clubs.....	19
3. ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΝΑΥΤΑΣΦΑΛΕΙΑΣ.....	21
3.1 Ασφάλεια κύτους και μηχανημάτων.....	22
3.2 Ασφάλεια φορτίου.....	25
3.3 Ασφάλεια αστικής ευθύνης.....	27
3.4 Ασφάλεια ναύλου, υπερημερίας και υπεράσπισης.....	30
3.5 Ασφάλεια ναύλου.....	32
3.6 Ασφάλεια κινδύνων από πολέμους και απεργίες.....	33
3.6.1. Ασφάλεια φορτίου για κινδύνους πολέμων.....	34
3.6.2. Ασφάλεια φορτίου για κινδύνους απεργιών.....	34
3.6.3. Ασφάλεια κύτους, μηχανημάτων και ναύλου για κινδύνους πολέμου και απεργιών.....	35
4. ΔΙΑΜΗΚΗΣ ΑΝΑΛΥΣΗ.....	37

4.1 Ορισμός διαμήκους ανάλυσης	37
4.1.1. Συμβολισμός.....	38
4.2 Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα της διαμήκους ανάλυσης	39
4.2.1. Πλεονεκτήματα.....	40
4.2.2. Μειονεκτήματα.....	41
4.3 Μοντέλο σταθερής επίδρασης.....	41
4.3.1. Εκτιμητές παραμέτρων μοντέλου.....	43
4.3.2. Διαγνωστικές τεχνικές.....	45
4.4 Γραμμικό μοντέλο σταθερής επίδρασης	48
4.4.1. Εκτιμητές παραμέτρων μοντέλου.....	50
4.5 Μοντέλα τυχαίας επίδρασης	51
4.5.1. Βασικό μοντέλο τυχαίας επίδρασης	51
4.5.2. Γραμμικό μοντέλο μικτής επίδρασης	53
4.6 Επιλογή μοντέλου	54
5. ΜΕΛΕΤΗ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗΣ ΜΕ ΤΗΝ ΔΙΑΜΗΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ	57
5.1 Τα δεδομένα	58
5.2 Η επεξεργασία των δεδομένων	59
5.3 Συμπεράσματα από την μελέτη περίπτωσης.....	65
6. ΓΕΝΙΚΕΥΜΕΝΑ ΓΡΑΜΜΙΚΑ ΜΟΝΤΕΛΑ	67
6.1 Η εκθετική οικογένεια κατανομών	68
6.1.1. Η μέση τιμή και η διασπορά στην εκθετική οικογένεια κατανομών.....	69
6.2 Η συνάρτηση σύνδεσης.....	69
6.3 Η εκτίμηση των παραμέτρων του μοντέλου	70
6.3.1. Η εκτίμηση της κανονικής παραμέτρου θ	71
6.3.2. Η εκτίμηση της παραμέτρου διασποράς φ	71
6.3.3. Η εκτίμηση των παραμέτρων της συνάρτησης σύνδεσης	72
6.3.4. Έλεγχος καταλληλότητας του μοντέλου	73
7. ΜΕΛΕΤΗ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗΣ ΜΕ ΤΑ ΓΕΝΙΚΕΥΜΕΝΑ ΓΡΑΜΜΙΚΑ ΜΟΝΤΕΛΑ	75
7.1 Τα δεδομένα	75
7.2 Η επεξεργασία των δεδομένων	78
7.3 Συμπεράσματα από την μελέτη περίπτωσης.....	85
ΕΠΙΛΟΓΟΣ.....	89

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	93
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ	97

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Αντικείμενο της παρούσας μεταπτυχιακής διατριβής είναι η παρουσίαση της Ναυτασφάλειας ως ειδικής κατηγορίας ασφάλισης κατά ζημιών. Επιπλέον, επιχειρείται η εφαρμογή κάποιων στατιστικών μεθόδων για την εκτίμηση ορισμένων βασικών ασφαλιστικών μεγεθών, όπως είναι το ύψος των απαιτήσεων και τα απαιτούμενα αποθέματα.

Η έννοια της Ναυτασφάλειας είναι αλληλένδετη με τις μεταφορές σε θαλάσσιους χώρους. Λαμβάνοντας υπόψη την διαχρονικά ευρέως διαδεδομένη μετακίνηση ανθρώπων και εμπορευμάτων μέσω των θαλασσιών οδών, καθίσταται αμέσως σαφής η σημασία, αλλά και η αξία της Ναυτασφάλειας. Στην διεθνή πρακτική και βιβλιογραφία ο όρος, ο οποίος χρησιμοποιείται είναι «Marine Insurance». Στις ελληνικές πηγές, εκτός από τον όρο «Ναυτασφάλεια», συναντώνται και οι αντίστοιχοι της «Ναυτασφάλισης» και της «Θαλάσσιας Ασφάλισης». Στην παρούσα εργασία θα χρησιμοποιούνται οι ανωτέρω όροι όταν απαιτείται, υποδηλώνοντας την ταυτόσημη έννοια.

Στο Κεφάλαιο 2 αναφέρονται σύντομα και περιεκτικά οι πιο βασικές έννοιες και αρχές της Ναυτασφάλειας. Επίσης, γίνεται μία αναφορά στην νομοθεσία, που διέπει την συγκεκριμένη κατηγορία ασφαλίσεων. Η χρησιμότητα του συγκεκριμένου Κεφαλαίου έγκειται στην εξοικείωση του αναγνώστη με την φύση και τις ιδιαιτερότητες της Θαλάσσιας Ασφάλισης, η οποία έχει κάποιες ομοιότητες με τις λοιπές κατηγορίες ασφαλίσεων, αλλά και αρκετές διαφορές.

Η διαφοροποίηση αυτή καθίσταται σαφής έπειτα και από την ανάγνωση του 3^{ου} Κεφαλαίου στο οποίο αναλύονται οι επιμέρους κατηγορίες της Ναυτασφάλειας, καθώς και τα είδη των καλύψεων, που αυτές παρέχουν. Σε αυτό το Κεφάλαιο παρουσιάζονται οι ιδιαιτερότητες της κάθε κατηγορίας. Από την μελέτη αυτού του Κεφαλαίου καθίσταται σαφές το επίπεδο πολυπλοκότητας της Ναυτασφάλειας. Η πολυπλοκότητα αυτή είναι και ο βασικός λόγος για τον οποίο οι ασφαλιστικές επιχειρήσεις, που δραστηριοποιούνται στον κλάδο είναι περιορισμένες και χαρακτηρίζονται από υψηλά επίπεδα εξειδίκευσης.

Στο Κεφάλαιο 4 αναλύεται η διαμήκης ανάλυση δεδομένων ή αλλιώς longitudinal analysis. Η διαμήκης ανάλυση είναι ουσιαστικά ένας συνδυασμός της ανάλυσης παλινδρόμησης (regression analysis) και των χρονοσειρών (time series analysis). Το βασικό πεδίο εφαρμογής της ανάλυσης αυτής είναι οι κοινωνικές επιστήμες, ωστόσο εμφανίζει ιδιαίτερο ενδιαφέρον η εφαρμογή της και στην ασφαλιστική επιστήμη.

Στο 5^ο Κεφάλαιο της εργασίας παρουσιάζεται μία μελέτη περίπτωσης διαμήκους ανάλυσης με δεδομένα, που αφορούν την Ναυτασφάλεια. Από την επεξεργασία αυτών των δεδομένων προκύπτουν κάποια χρήσιμα συμπεράσματα τα οποία μπορούν να αξιοποιηθούν από τους επαγγελματίες του χώρου της Θαλάσσιας Ασφάλισης.

Στο Κεφάλαιο 6 αναφέρονται οι βασικές θεωρητικές έννοιες των Γενικευμένων Γραμμικών Μοντέλων. Στην απλή γραμμική παλινδρόμηση τα δεδομένα των ανεξάρτητων μεταβλητών θεωρείται, ότι ακολουθούν την κανονική κατανομή. Στην ασφαλιστική επιστήμη, ωστόσο αυτή η παραδοχή δεν ισχύει πάντοτε. Δεδομένα, που διαχειρίζονται οι ασφαλιστικές εταιρείες, όπως ο αριθμός των ζημιών, που θα κληθεί να αντιμετωπίσει, καθώς και το ύψος των απαιτήσεων των ζημιών συνήθως δεν ακολουθούν την κανονική κατανομή. Το κενό αυτό καλύπτουν τα Γενικευμένα Γραμμικά Μοντέλα, τα οποία δεν προϋποθέτουν την κανονικότητα των δεδομένων.

Τέλος στο 7^ο Κεφάλαιο παρουσιάζεται μία πρακτική εφαρμογή με την χρήση των Γενικευμένων Γραμμικών Μοντέλων. Συγκεκριμένα εφαρμόζεται η γνωστή μέθοδος Chain Ladder για την εκτίμηση των μελλοντικών ζημιών, αλλά και των απαιτούμενων αποθεμάτων με βάση τα δεδομένα μίας ασφαλιστικής επιχείρησης, η οποία δραστηριοποιείται στον χώρο της Ναυτασφάλειας.

Για την μελέτη των περιπτώσεων τόσο της διαμήκους ανάλυσης, όσο και των Γενικευμένων Γραμμικών Μοντέλων χρησιμοποιήθηκε το λογισμικό R.

2. ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΗΝ ΝΑΥΤΑΣΦΑΛΕΙΑ

2.1 Ορισμός της Ναυτασφάλειας

Ένας ορισμός, ο οποίος αποδίδει την έννοια της Ναυτασφάλειας είναι αυτός, που αναφέρεται στο πρώτο άρθρο του αγγλικού νόμου «Marine Insurance Act 1906». Σύμφωνα με τον εν λόγω νόμο με την συγκεκριμένη κατηγορία ασφάλισης ο ασφαλισμένος αποζημιώνεται σε περίπτωση απωλειών στην θάλασσα. Στο ίδιο άρθρο οι αποζημιωθείσες απώλειες συνδέονται με την έννοια της περιπέτειας στην θάλασσα (marine adventure). Ως περιπέτεια στην θάλασσα νοείται:

- α. Η έκθεση εμπορευμάτων που μεταφέρονται με πλοία σε θαλάσσιο κίνδυνο,
- β. η έκθεση είτε μέρους είτε ολόκληρου του πλοίου σε θαλάσσιο κίνδυνο,
- γ. η αβέβαιη είσπραξη συγκεκριμένου χρηματικού ποσού με την μορφή κέρδους, αποζημίωσης, δανείου και εγγύησης από την έκθεση ενός πλοίου και του εμπορεύματος, που αυτό μεταφέρει σε θαλάσσιο κίνδυνο,
- δ. η ζημία, που ενδέχεται να προκληθεί σε τρίτους από την έκθεση ενός πλοίου και του μεταφερόμενου εμπορεύματος σε θαλάσσιους κινδύνους (βλέπε Merkin, 2000).

Από τα προαναφερθέντα προκύπτει εύλογα η παρατήρηση, ότι ένα πλοίο, τα μέρη αυτού (σκάφος, μηχανικά μέρη, λοιπός εξοπλισμός) καθώς και το εμπόρευμα, που τυχόν μεταφέρεται αποτελούν την ασφαλισμένη περιουσία (insurable property) σε ένα συμβόλαιο Ναυτασφάλειας. Προκειμένου οποιοσδήποτε εμπλεκόμενος να απαιτήσει αποζημίωση από μία ασφαλιστική εταιρεία, πρέπει να έχει συμβόλαιο για τον κίνδυνο από τον οποίο προήλθε η ζημία. Επιπλέον, θα πρέπει να έχει ασφαλισίμο ενδιαφέρον στο αντικείμενο το οποίο υπέστη τη ζημία, την στιγμή κατά την οποία προέκυψε αυτή (insurable interest). Προκειμένου μία επιχείρηση ή οποιοσδήποτε εμπλεκόμενος να έχει ασφαλισίμο ενδιαφέρον σε μία θαλάσσια μεταφορά, θα πρέπει να έχει νομική σχέση με το ασφαλισμένο αντικείμενο. Επίσης, θα πρέπει να έχει και οικονομικό ενδιαφέρον από την κατάσταση στην οποία βρίσκεται η ασφαλισμένη περιουσία, με την έννοια, ότι είτε θα αποκομίσει κέρδος εάν αυτή παραμείνει ασφαλής είτε θα υποστεί ζημιές σε αντίθετη περίπτωση (βλέπε Noussia, 2007). Οι ζημιές, που προκύπτουν στο πλαίσιο ενός τέτοιου συμβολαίου, είναι είτε ολικές (total loss) είτε μερικές (partial loss).

2.1.1. Ολικές και μερικές ζημιές

Ο διαχωρισμός των ζημιών σε ολικές και μερικές βασίζεται στο κόστος, το οποίο προκαλείται στην εκάστοτε ασφαλισμένη περιουσία. Οι ολικές ζημιές διακρίνονται σε δύο ξεχωριστές υποκατηγορίες αυτή της πραγματικής ολικής ζημιάς (total actual loss) και της τεκμαιρόμενης ολικής ζημιάς (constructive total loss).

Στην πρώτη περίπτωση υπάγονται ζημιές, οι οποίες έχουν ως αποτέλεσμα την ολική καταστροφή της ασφαλισμένης περιουσίας. Επίσης, ως πραγματική ολική ζημιά θεωρείται μία ζημιά, η οποία αφού επισυμβεί, το ασφαλισμένο αντικείμενο χάνει την ιδιότητα για την οποία είχε ασφαλιστεί. Η συγκεκριμένη περίπτωση αφορά συνήθως ζημιές στο μεταφερόμενο φορτίο. Επιπλέον, η περίπτωση, που ο ασφαλισμένος αποστερηθεί ανεπανόρθωτα το ασφαλισμένο αντικείμενο εμπίπτει στην πραγματική ολική απώλεια. Κάτι τέτοιο μπορεί να συμβεί σε περιπτώσεις πειρατείας. Τεκμαιρόμενη ολική ζημιά προκύπτει όταν για το ασφαλισμένο αντικείμενο δεν είναι δυνατόν να αποφευχθεί η πραγματική ολική ζημιά. Αντίστοιχα ισχύει σε περίπτωση, που το κόστος για την επαναφορά του ασφαλισμένου αντικειμένου στην αρχική του κατάσταση υπερβαίνει την συνολική αρχική του αξία. Στις περιπτώσεις, όπου ασφαλιζεται ένα πλοίο έναντι ζημιών στο σκάφος και τις μηχανές του, τότε ως ολική χαρακτηρίζεται μία ζημιά για την επισκευή της οποίας απαιτείται δαπάνη υψηλότερη από ένα συγκεκριμένο ποσοστό της ασφαλιστέας αξίας. Το ποσοστό αυτό προκαθορίζεται στους όρους και τις ρήτρες του εκάστοτε συμβολαίου και συνήθως ανέρχεται στο 80%.

Εφόσον μία απώλεια δεν είναι ολική (πραγματική ή τεκμαιρόμενη) τότε καλείται μερική ζημιά (partial loss). Σε αυτήν την κατηγορία υπάγονται τόσο ζημιές, που προκαλούνται στην ασφαλισμένη περιουσία από κάποιον καλυπτόμενο κίνδυνο, όσο και ζημιές οι οποίες είναι αποτέλεσμα ενεργειών διάσωσης.

2.2 Ιστορική αναδρομή

Αντικείμενο της παρούσας εργασίας είναι η Ναυτασφάλιση στην σύγχρονη μορφή της. Ωστόσο, καθώς οι θαλάσσιες μεταφορές αποτελούν αναπόσπαστο μέρος της εμπορικής δραστηριότητας για αρκετούς αιώνες μία σύντομη αναδρομή στην ιστορία της Ναυτασφάλισης θα συμβάλλει περαιτέρω στην πληρέστερη κατανόηση του περιεχομένου της. Επιπλέον, αρκετές από τις έννοιες που χρησιμοποιούνται σήμερα παραμένουν ίδιες με τις αντίστοιχες στα πρώτα χρόνια των ασφαλίσεων.

Η έκθεση σε κινδύνους στις θαλάσσιες εμπορευματικές μεταφορές είχε γίνει αντιληπτή από τα αρχαία χρόνια. Κίνδυνοι, όπως θαλασσοταραχές, τυφώνες, επιθέσεις πειρατών και θαλάσσια ατυχήματα έθεταν συχνά σε κίνδυνο τα πλοία, όπως επίσης το προσωπικό και τα εμπορεύματα, που αυτά μετέφεραν.

Ένας πρωταρχικός τρόπος μετρίασης τέτοιων κινδύνων ήταν ο επιμερισμός των εμπορευμάτων και η αποστολή του στον τελικό προορισμό με περισσότερα από ένα πλοία. Εν συνεχεία, καθώς έγινε κατανοητό, ότι η ανωτέρω μέθοδος δεν καλύπτει ικανοποιητικά τους ιδιοκτήτες των πλοίων και των φορτίων, καθιερώθηκε το «θαλάσσιο δάνειο» ως μέσο κάλυψης των κινδύνων. Με αυτά τα δάνεια οι πλοιοκτήτες της εποχής λάμβαναν ένα χρηματικό ποσό, το οποίο ήταν υποχρεωμένοι να το επιστρέψουν μόνο σε περίπτωση, κατά την οποία το πλοίο επέστρεφε ασφαλές. Τα δάνεια αυτά παρέχονταν με επιτόκιο αρκετά υψηλό, ώστε να καλύπτονται οι πιθανοί κίνδυνοι. Εμπόδιο στην σύναψη τέτοιων δανείων στάθηκε η απόφαση του Πάπα Γρηγορίου του ΙΧ το 1236 να τα αποκηρύξει ως «τοκογλυφικά». Αυτή η αποκήρυξη των δανείων οδήγησε τους εμπόρους και τους πλοιοκτήτες στην εφαρμογή διαφορετικών μεθόδων, έτσι ώστε να καλύπτονται από τους θαλάσσιους κινδύνους (βλέπε Kingston, 2014).

Μία εναλλακτική μέθοδος ήταν η σύναψη συμβολαίων *commenda*. Με αυτά τα συμβόλαια επιτρεπόταν σε τρίτους εμπόρους να συνεισφέρουν σε κεφάλαια για ένα θαλάσσιο εμπορικό ταξίδι από κοινού με τον πλοιοκτήτη. Ως αντάλλαγμα ο επενδυτής, που παρείχε το επιπλέον κεφάλαιο λάμβανε ένα μέρος από τα κέρδη σε περίπτωση, που το ταξίδι ολοκληρωνόταν χωρίς απώλειες. Σε διαφορετική περίπτωση έχανε και αυτός μέρος του κεφαλαίου του, ανάλογο προς την προκληθείσα ζημία.

Οι ανωτέρω τρόποι, καθώς και αυτοί που επινοήθηκαν κατά καιρούς παρείχαν μία κάλυψη των κινδύνων, είχαν όμως το μειονέκτημα, ότι στην διασπορά του κινδύνου συμμετείχε μικρός αριθμός εμπλεκομένων.

Το πρώτο καταγεγραμμένο συμβόλαιο θαλάσσιας ασφάλισης με καταβολή του αντίστοιχου ασφαλιστρού εντοπίζεται στην Γένοβα της Ιταλίας το 1347 (βλέπε Παζαρζής, 2015). Σε αυτήν την περίοδο υψηλή δραστηριότητα στις Ναυτασφαλίσεις παρατηρείται στην Ιταλία, την Ισπανία και την Πορτογαλία. Η προφανής αιτία συνίσταται στην αυξημένη θαλάσσια εμπορική δραστηριότητα αυτών των χωρών. Κατά τον 17^ο αιώνα η ασφαλιστική δραστηριότητα επεκτείνεται σε χώρες όπως η Αγγλία, η Γαλλία, η Ολλανδία, το Βέλγιο και τα κράτη της Σκανδιναβικής χερσονήσου. Είναι χαρακτηριστικό το γεγονός, ότι σε κάποιες πόλεις με έντονη ναυτιλιακή δραστηριότητα, όπως η Αντβέρπ, το Άμστερνταμ, το Αμβούργο και το Λονδίνο, οι ενδιαφερόμενοι μπορούσαν να λάβουν εξειδικευμένες υπηρεσίες θαλάσσιας ασφάλισης από επαγγελματίες του χώρου. Ειδικότερα στην Αγγλία και πιο συγκεκριμένα στο Λονδίνο παρουσιάστηκε αλματώδης ανάπτυξη της ναυτασφαλιστικής δραστηριότητας. Ήδη από τις αρχές του 18^{ου} αιώνα το Λονδίνο αποτελεί την πρωτεύουσα της Ναυτασφάλισης. Η ανάπτυξη αυτή συνδέεται εύλογα με την αύξηση της πολιτικής και εμπορικής δραστηριότητας των Άγγλων εφοπλιστών ανά την υφήλιο.

Η Ναυτασφάλιση την περίοδο εκείνη πραγματοποιείται κατά βάση από μεμονωμένους ασφαλιστές. Οι πρώτες μεγάλες ασφαλιστικές εταιρείες αρχίζουν να

κάνουν την εμφάνισή τους από τον 17^ο αιώνα, καθώς είχε αρχίσει να διαφαίνεται η υψηλή κερδοφορία, που είχε την δυναμική να αποφέρει ο κλάδος της Ναυτασφάλισης. Σε αυτήν την κατεύθυνση στην Αγγλία το 1720 θεσπίστηκε ο νόμος «Bubble Act 1720», σύμφωνα με τον οποίο το δικαίωμα στην σύναψη θαλάσσιων ασφαλιστηρίων συμβολαίων παρεχόταν αποκλειστικά σε δύο μεγάλες εταιρείες της εποχής, την Royal Exchange Assurance και την London Assurance. Ο εν λόγω νόμος, όμως δεν απαγόρευε στους ιδιώτες ασφαλιστές να συνάπτουν συμβόλαια. Έτσι, παρά την ύπαρξη μονοπωλίου σε επίπεδο αγοράς, που αφορούσε τις εταιρείες, οι μεμονωμένοι ασφαλιστές συνέχισαν να παρέχουν τις υπηρεσίες τους. Παρ' όλα αυτά η αδυναμία κάποιων εκ των μεμονωμένων ασφαλιστών να καλύψουν τις ασφαλισμένες ζημιές, συνέβαλε στην ανάπτυξη των μεγάλων εταιρειών. Έτσι, με την πάροδο των ετών και ενώ η θαλάσσια εμπορική δραστηριότητα αυξανόταν, οι πλοιοκτήτες αναγκάζονταν όλο και πιο συχνά να στρέφονται σε μεγάλες εταιρείες για την ασφάλιση των πλοίων τους.

Από τον 19^ο αιώνα και έπειτα εμφανίζονται και φορείς Ναυτασφάλισης με νέα μορφή, ήταν οι πρώτοι αλληλασφαλιστικοί οργανισμοί. Μέλη αυτών των οργανισμών ήταν πλοιοκτήτες, οι οποίοι προκειμένου να καλύψουν το κενό στην ασφαλιστική παροχή από τις υφιστάμενες εταιρείες προχώρησαν στην δημιουργία αυτών των οργανισμών. Ορόσημο στην καθιέρωση των αλληλασφαλιστικών οργανισμών ήταν η υπόθεση De Vaux κατά Salvador (βλέπε Παζαράκης, 2015). Σε αυτήν την υπόθεση η απόφαση του δικαστηρίου άφησε εκτεθειμένο τον πλοιοκτήτη κατά το 25% του πλοίου του, καθώς έκρινε ότι οι ασφαλιστικές εταιρείες δεν ήταν υποχρεωμένες να καλύψουν την συνολική αξία του σκάφους. Έτσι, ο πλοιοκτήτης αναγκάστηκε να στραφεί σε αλληλασφαλιστικό οργανισμό. Επιπροσθέτως, τον 19^ο αιώνα πολλοί πλοιοκτήτες αντιμετώπιζαν ζημιές για τις οποίες οι ασφαλιστικές εταιρείες της εποχής δεν παρείχαν κάλυψη. Τέτοιες ζημιές ήταν όσες δεν οφείλονταν σε θαλάσσιους κινδύνους αλλά σε άλλους παράγοντες, όπως ζημιές από λάθη στην ναυσιπλοΐα ή καθυστέρηση στην παράδοση του εμπορεύματος. Σε τέτοιες περιπτώσεις την απαιτούμενη κάλυψη παρείχαν οι αλληλασφαλιστικοί οργανισμοί. Αυτοί οι οργανισμοί είναι τα γνωστά σήμερα Protection and Indemnity Clubs, τα οποία εν συντομία αναφέρονται ως P & I Clubs.

Από τα τέλη του 19^{ου} και τις αρχές του 20^{ου} αιώνα η ναυτασφαλιστική αγορά κυριαρχείται από τις μεγάλες ασφαλιστικές εταιρείες. Βασικότερη αιτία σε αυτήν την κατεύθυνση αποτέλεσε η τεχνολογική εξέλιξη στα εμπορικά πλοία. Η ασφαλιστική αξία των πλοίων αυξανόταν συνεχώς με αποτέλεσμα οι μεμονωμένοι ασφαλιστές να μην είναι σε θέση να ανταπεξέλθουν.

2.2.1. Η ασφαλιστική αγορά των Lloyd's

Η ασφαλιστική αγορά των Lloyd's αναπτύχθηκε παράλληλα με τις Ναυτασφαλίσεις και διαδραμάτισε ουσιαστικό ρόλο στην διαμόρφωσή τους όπως τις γνωρίζουμε στην σημερινή εποχή. Γι' αυτόν τον λόγο κρίθηκε σκόπιμο να παρουσιαστεί μία σύντομη ιστορική αναδρομή αυτού του οργανισμού στην συγκεκριμένη υποενότητα.

Το όνομα του οργανισμού προέρχεται από ένα καφενείο στο Λονδίνο, του οποίου ιδιοκτήτης ήταν ο Edward Lloyd. Η πρώτη αναφορά για αυτόν τον χώρο αναψυχής γίνεται το 1688 (βλέπε <https://www.lloyds.com/about-lloyds/history>, 2020). Συχνοί θαμώνες στο καφενείο του Lloyd ήταν πλοιοκτήτες και γενικότερα άνθρωποι της ναυτιλίας. Μεταξύ αυτών ήταν και ασφαλιστές που δεν έχαναν την ευκαιρία να προσφέρουν τις υπηρεσίες τους στους εφοπλιστές της εποχής.

Το 1734 εκδόθηκε για πρώτη φορά το γνωστό έως και σήμερα έντυπο «Lloyd's List», το οποίο περιείχε πληροφορίες ναυτιλιακού ενδιαφέροντος (αφίξεις/αναχωρήσεις πλοίων, φορτία που μετέφερε το κάθε πλοίο, περιοχές δράσης πειρατών, κ.ο.κ.). Το έντυπο εκδίδεται ακόμη και σήμερα σε διαδικτυακή μορφή και παρέχει ναυτιλιακές ειδήσεις ανά τον κόσμο. Η Αμερικανική Επανάσταση (δεκαετία 1770) και οι Ναπολεόντειοι Πόλεμοι (αρχές 19^{ου} αιώνα) έδωσαν μεγάλη ώθηση στην ναυτασφαλιστική αγορά. Ήταν αυτή η περίοδος στην διάρκεια της οποίας τα μέλη του Lloyd's κυριάρχησαν στην παγκόσμια αγορά. Το 1774 λόγω της αύξησης της ασφαλιστικής αγοράς κρίθηκε σκόπιμη η εγκατάσταση του οργανισμού σε ξεχωριστό κτίριο, στο Royal Exchange.

Καθώς, οι πληροφορίες και οι απαιτήσεις της θαλάσσιας ασφάλισης αυξάνονταν συνεχώς, η δημιουργία του «Lloyd's Agency» συνεισέφερε στην καλύτερη διαχείριση του απαιτούμενου όγκου των δεδομένων. Το συγκεκριμένο πρακτορείο αποτέλεσε ουσιαστικά ένα δίκτυο ασφαλιστών και συνεργατών από όλον τον κόσμο, οι οποίοι παρείχαν τις κατά τόπους πληροφορίες στα κεντρικά γραφεία του Λονδίνου. Ο όγκος των πληροφοριών σε συνδυασμό με την ποιότητα τους ήταν, που συνέβαλλε στα μέγιστα ώστε ο οργανισμός να αποκτήσει διεθνή φήμη και αναγνώριση.

Από τα τέλη του 19^{ου} αιώνα και έπειτα οι ασφαλιστές του Lloyd's ξεκίνησαν την εγγραφή ασφαλίσεων εκτός ναυτιλίας. Οι πρώτες ασφαλίσεις αυτού του είδους παρείχαν καλύψεις κατά ληστειών, σεισμών και τυφώνων.

Στην σημερινή του μορφή ο οργανισμός Lloyd's δεν αποτελεί μία συνήθη ασφαλιστική εταιρεία. Η νομική προσωπικότητα καθώς και οι κανόνες λειτουργίας του οργανισμού καθορίζονται από τον αγγλικό νόμο Lloyd's Act του 1982. Είναι ουσιαστικά μία οργανωμένη αγορά την οποία αποτελούν ασφαλιστικές εταιρείες, μεσίτες ασφαλίσεων και διαμεσολαβητές (βλέπε <https://www.lloyds.com/about-lloyds/what-is-lloyds>, 2020). Τα απαιτούμενα κεφάλαια για την ανάληψη ασφαλιστικών κινδύνων προέρχονται από τα μέλη του οργανισμού. Την επίβλεψη των εργασιών των

μελών καθώς και την υποστήριξη στις καθημερινές τους εργασίες έχει αναλάβει το Σωματείο του Lloyd's (Corporation of Lloyd's). Αξίζει να αναφερθεί, ότι σύμφωνα με τον ίδιο τον οργανισμό μέλη του σήμερα είναι πάνω από πενήντα ασφαλιστικές εταιρείες, διακόσιοι μεσίτες και τέσσερις χιλιάδες τοπικοί διαμεσολαβητές. Τέλος, για το οικονομικό έτος 2018 τα μέλη του οργανισμού κατέβαλαν 19.7 δισεκατομμύρια λίρες Αγγλίας σε απαιτήσεις (claims) πελατών, ενώ το ύψος των ασφαλιστρών, που εγγράφηκαν ανήλθε σε 35.5 δισεκατομμύρια λίρες Αγγλίας (βλέπε <https://www.lloyds.com/about-lloyds/what-is-lloyds>, 2020).

2.3 Η νομοθεσία της Ναυτασφάλειας

Η νομοθεσία, η οποία διέπει την Ναυτασφάλεια ποικίλλει ανά την υφήλιο. Σχεδόν κάθε χώρα έχει αναπτύξει σχετική νομοθεσία, από την οποία προκύπτει και η επακόλουθη νομολογία. Ωστόσο, ο διεθνής χαρακτήρας των θαλασσιών μεταφορών έχει κατά κάποιο τρόπο επιβάλλει την εφαρμογή του αγγλικού δικαίου στα ασφαλιστήρια συμβόλαια. Επιπλέον, όπως αναφέρθηκε και στην σχετική ενότητα η θαλάσσια ασφάλιση με την μορφή, που την γνωρίζουμε σήμερα, γνώρισε μεγάλη άνθηση σε σημαντικό βαθμό στην αγορά του Λονδίνου, κατά την πρώτη περίοδο εφαρμογής της. Επίσης, όπως προκύπτει και από την διεθνή πρακτική σε αρκετές εμπορικές δραστηριότητες το επιλεγέν δίκαιο είναι το αγγλικό. Είναι χαρακτηριστικό το γεγονός, ότι σε μία έκθεση του Οργανισμού Ηνωμένων Εθνών (βλέπε United Nations Conference on Trade and Development, 1982), αναφέρεται, ότι τα δύο τρίτα των ασφαλιστηρίων συμβολαίων στις ανεπτυγμένες χώρες υπάγονται στην δικαιοδοσία των αγγλικών δικαστηρίων. Η αντίστοιχη αναλογία για τις αναπτυσσόμενες κυμαίνεται στα τρία τέταρτα. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα την περιορισμένη εφαρμογή των νομοθετημάτων κάθε χώρας, ειδικότερα στην ασφάλιση εμπορικών πλοίων, τα οποία είναι καταχωρημένα στον Διεθνή Ναυτιλιακό Οργανισμό (International Maritime Organization- IMO).

Οι σημαντικότεροι νόμοι του αγγλικού δικαίου, που αφορούν την Ναυτασφάλεια είναι οι ακόλουθοι:

1. Marine Insurance Act 1906: Με τον νόμο αυτό οι αγγλικές αρχές τυποποίησαν την μέχρι το 1906 νομολογία σε ένα ενιαίο θεσμικό πλαίσιο. Το συγκεκριμένο νομοθέτημα παραμένει έως και σήμερα σε ισχύ και αποτελεί το βασικό εργαλείο απονομής δικαιοσύνης σε δικαστικές διενέξεις.

2. Marine Insurance (Gambling Policies) Act 1909: Ο νόμος αυτός απαγόρευσε την σύναψη συμβολαίων Ναυτασφάλειας μεταξύ αντισυμβαλλομένων, οι οποίοι δεν έχουν ασφαλιστικό συμφέρον.

3. Marine and Aviation Insurance (War Risks) Act 1952: Στο συγκεκριμένο νόμο επιβάλλονται ρυθμίσεις για την αντασφάλιση των εμπορικών βρετανικών πλοίων σε περιόδους πολέμου.

4. Public Order Act 1986: Η μόνη αλλαγή, που επέφερε αυτός ο νόμος σχετικά με την Ναυτασφάλεια, είναι η μη ασφαλιστική κάλυψη σε περιπτώσεις ζημιών, που προκαλούνται κατά την διάρκεια ταραχών σε δημόσιες συγκεντρώσεις.

5. Insurance Act 2015: Αφορά τις ασφαλίσεις όλων των κατηγοριών. Οι πιο σημαντικές αλλαγές, που αφορούν την Ναυτασφάλεια, αφορούν την αρχή της καλής πίστης, των εγγυήσεων και τις περιπτώσεις κατά τις οποίες ο ασφαλισμένος έχει απαιτήσεις, οι οποίες είναι αποτέλεσμα δόλιας πρακτικής (βλέπε Hollman Fenwick Willan, 2015).

Παράλληλα με την αγγλική, όλες οι εμπορικές χώρες έχουν αναπτύξει και την δική τους νομοθεσία. Ενδεικτικά αναφέρεται, ότι στην Ελλάδα η ασφάλιση γενικά, αλλά και η Ναυτασφάλεια ειδικότερα διέπεται από τον Νόμο 2496/1997, όπως τροποποιήθηκε με τον Νόμο 4364/2016 και ισχύει σήμερα. Αντίστοιχα, στην σκανδιναβική αγορά έχει θεσπιστεί το Σκανδιναβικό Πλάνο Ναυτασφάλειας του 2013 (Nordic Marine Insurance Plan 2013). Σε κάθε περίπτωση, κομβικό σημείο στην επιλογή του δικαίου, που θα διέπει μία ασφαλιστική σύμβαση είναι η απόφαση των αντισυμβαλλομένων. Στο πλαίσιο της παρούσας εργασίας δεν κρίνεται σκόπιμο να αναλυθεί πιο λεπτομερώς η διεθνής νομοθεσία για την Ναυτασφάλεια.

2.4 Οι θαλάσσιοι κίνδυνοι

Όπως αναφέρθηκε στον ορισμό της Ναυτασφάλειας κομβικό χαρακτηριστικό αποτελεί η έννοια του θαλασσίου κινδύνου. Με τον όρο θαλάσσιος κίνδυνος αναφέρεται κάθε κίνδυνος, ο οποίος σχετίζεται με την ναυσιπλοΐα. Όπως γίνεται εύκολα αντιληπτό, οι θαλάσσιοι κίνδυνοι δεν είναι δυνατόν να αποκωδικοποιηθούν πλήρως, λόγω της φύσεως τους. Γενικά, με τον όρο θαλάσσιοι κίνδυνοι η ασφαλιστική αγορά αναφέρεται σε αυτούς τους κινδύνους, που αποδίδονται σε καταστάσεις ανωτέρας βίας. Στην διεθνή βιβλιογραφία χρησιμοποιείται ο όρος «Act of God», προκειμένου να διαχωριστούν οι ζημιές που προκαλούνται από ανθρώπινη αμέλεια από αυτές που οφείλονται σε οποιονδήποτε άλλο φυσικό παράγοντα, ο οποίος δεν θα μπορούσε να αντιμετωπιστεί από την κοινώς εννοούμενη ανθρώπινη λογική και θαλάσσια τέχνη. Οι θαλάσσιοι κίνδυνοι αναφέρονται στην δεύτερη περίπτωση και περιλαμβάνουν μία ευρεία γκάμα διαφορετικών καταστάσεων, στις οποίες μπορεί να περιέλθει ένα πλοίο. Η πλήρης καταγραφή των εν λόγω κινδύνων σε ένα ασφαλιστικό συμβόλαιο είναι αδύνατη, λόγω της πληθώρας των διαφορετικών περιπτώσεων, που είναι πιθανό να προκληθούν. Η λεπτομερής αναγραφή τους πραγματοποιείται στους όρους και τις προϋποθέσεις του κάθε ασφαλιστηρίου συμβολαίου.

Στην εμπορική χρήση ενός πλοίου συνήθως εμπλέκονται αρκετοί ενδιαφερόμενοι. Τέτοιοι μπορεί να είναι ο πλοιοκτήτης, ο διαχειριστής του πλοίου, ο ναυλωτής του πλοίου, το πλήρωμά του, η εταιρεία για λογαριασμό της οποίας μεταφέρεται το εκάστοτε φορτίο. Η αντίληψη και οι επιδράσεις της Ναυτασφάλειας ποικίλουν ανάλογα με τις επιπτώσεις, που αυτή επιφέρει στους διαφορετικούς εμπλεκόμενους. Επί παραδείγματι, ο ιδιοκτήτης και ο διαχειριστής ενός πλοίου ενδιαφέρονται κατά βάση για ζημιές που ενδέχεται να προκληθούν είτε στο ίδιο το σκάφος, είτε σε περιουσιακά στοιχεία τρίτων από την δραστηριότητα του πλοίου. Επίσης, ζωτικής σημασίας για τους εν λόγω ενδιαφερόμενους είναι και τυχόν θάνατοι ή τραυματισμοί του πληρώματος ενός πλοίου. Από την άλλη πλευρά ένας ναυλωτής θα ενδιαφερόταν σε πιο μεγάλο βαθμό για ζημιές του μεταφερόμενου φορτίου και καθυστερήσεις στην παράδοση αυτού εξαιτίας κάποιου θαλασσίου ατυχήματος.

2.5 Η αρχή της αξιοπλοΐας

Βασική προϋπόθεση, για να παραμένει ισχυρό ένα συναφθέν συμβόλαιο Ναυτασφάλειας, αποτελεί η αξιοπλοΐα του ασφαλισμένου πλοίου (seaworthiness). Ρητή σχετική αναφορά γίνεται στο άρθρο 39 του ΜΙΑ 1906, σύμφωνα με το οποίο σε περίπτωση, κατά την οποία αποδειχθεί το μη αξιόπλοο ενός ασφαλισμένου σκάφους, τότε η ασφαλιστική εταιρεία δεν είναι υποχρεωμένη να καλύψει, οποιαδήποτε ζημία προκύψει από την αθέτηση της προϋπόθεσης αυτής. Η απόδειξη της μη αξιοπλοΐας εναπόκειται στον ασφαλιστή (βλέπε Anderson, 1999). Η αξιοπλοΐα ενός πλοίου μπορεί να σχετίζεται με έναν από τους παρακάτω παράγοντες (βλέπε Merkin, 2000):

1. Την κατάσταση του πλοίου,
2. την μη ικανοποίηση των απαιτήσεων του νηογνώμονα, που επιθεωρεί το πλοίο,
3. την συμμόρφωση προς διεθνείς συμβάσεις και οδηγίες,
4. το πλήθος και τις ικανότητες του πληρώματος,
5. την είσοδο και έξοδο από έναν λιμένα υπό τις οδηγίες κατάλληλου πλοηγού,
6. τον τρόπο με τον οποίο φορτώθηκε το σκάφος με το εμπόρευμα,
7. την φόρτωση του πλοίου πέραν των δυνατοτήτων του και
8. την επάρκεια των καυσίμων που φέρει το πλοίο.

Όπως γίνεται φανερό η απόδειξη της μη αξιοπλοΐας ενός πλοίου είναι ένα ιδιαίτερα σύνθετο ζήτημα. Μία συνήθης πρακτική, η οποία έχει υιοθετηθεί στην αγορά είναι να προηγείται μία επιθεώρηση από κατάλληλο νηογνώμονα πριν την εφαρμογή ενός ασφαλιστικού συμβολαίου. Επιπλέον, συχνά ως προϋπόθεση από τις ασφαλιστικές εταιρείες τίθεται η τήρηση από το πλοίο και την πλοιοκτήτρια εταιρεία ορισμένων διεθνώς αποδεκτών συνθηκών.

Η πλέον διαδεδομένη συνθήκης είναι αυτή της Ασφάλειας της Ζωής στην Θάλασσα, η οποία στην διεθνή πρακτική αναφέρεται ως Safety of Life at Sea (SOLAS) του Διεθνούς Οργανισμού Ναυσιπλοΐας. Η εν λόγω συνθήκη θεσπίστηκε πρώτη φορά το 1914 μετά το γνωστό ατύχημα του επιβατηγού πλοίου «Τιτανικός». Από τότε έχει αναθεωρηθεί αρκετές φορές. Σήμερα, χρησιμοποιείται η έκδοση του 1974, όπως έχει τροποποιηθεί. Η SOLAS 1974 όπως αποκαλείται επιβάλλει συγκεκριμένα πρότυπα κατασκευής, εξοπλισμού και λειτουργίας των εμπορικών πλοίων (βλέπε IMO - SOLAS, 2020). Παράλληλα με την προαναφερθείσα σύμβαση ο Διεθνής Οργανισμός Ναυσιπλοΐας επιβάλλει και την εφαρμογή του Κώδικα Διεθνούς Ασφαλούς Διαχείρισης ή αλλιώς International Safety Management (ISM) Code, όπως είναι γνωστός. Ο συγκεκριμένος κώδικας επιβάλλει στην πλοιοκτήτρια εταιρεία την ανάπτυξη ενός συστήματος ασφαλούς διαχείρισης (Safety Management System - SMS), με το οποίο θα επιτυγχάνονται οι σκοποί του ISM (βλέπε IMO - ISM, 2020).

Για την αντιμετώπιση των ζητημάτων, που προκύπτουν σχετικά με την προϋπόθεση της αξιοπλοΐας, υφίσταται μία γκάμα νομικών υποθέσεων, οι οποίες αποτελούν οδηγό στην επίλυση διαφορών μεταξύ των ασφαλιστικών εταιρειών και των ασφαλισμένων. Σε κάθε περίπτωση, όπως έχει ήδη αναφερθεί την ευθύνη για την απόδειξη της μη αξιοπλοΐας ενός πλοίου έχει ο ασφαλιστής.

2.6 Η αρχή της καλής πίστης

Μία επιπλέον αρχή, η οποία διέπει τα συμβόλαια στην Ναυτασφάλεια είναι αυτής της «καλής πίστης». Στην διεθνή βιβλιογραφία μάλιστα χρησιμοποιείται ο όρος «utmost good faith» και η λατινική έκφραση «uberrimae fidei», δηλαδή η υπέρτατη καλή πίστη. Η αρχή αυτή επιβάλλει την σύναψη συμβολαίων με τον μέγιστο δυνατό βαθμό εντιμότητας από όλα τα μέρη. Τόσο ο ασφαλισμένος όσο και ο ασφαλιστής δεσμεύονται από την αρχή της καλής πίστης. Η δέσμευση αυτή καλύπτει το συμβόλαιο σε ολόκληρη την διάρκεια του. Επιβάλλεται μάλιστα, να λειτουργούν και τα δύο μέρη με βάση αυτήν την αρχή όχι μόνο κατά την διάρκεια ισχύος του συμβολαίου, αλλά από το στάδιο των διαπραγματεύσεων (βλέπε Παζαρτζής, 2015).

Πιο συγκεκριμένα, ο ασφαλισμένος είναι υποχρεωμένος να αποκαλύπτει όλες τις απαιτούμενες πληροφορίες, που πρέπει να έχει στην κατοχή της μία ασφαλιστική εταιρεία, προκειμένου να εκτιμηθούν επαρκώς και ορθώς οι αναλαμβανόμενοι κίνδυνοι. Επιπλέον, στην διάρκεια ισχύος ενός συμβολαίου κάθε ασφαλισμένος θα πρέπει να λειτουργεί με σωφροσύνη. Πιο συγκεκριμένα, η θέσπιση ενός ασφαλιστηρίου συμβολαίου έναντι ορισμένων κινδύνων δεν συνεπάγεται την ακύρωση της υποχρέωσης του ασφαλισμένου να προσπαθεί με κάθε τρόπο να τους αποφύγει. Με άλλα λόγια θα πρέπει, να ενεργεί ως μη ασφαλισμένος έναντι των εκάστοτε κινδύνων. Μία τέτοια συμπεριφορά υποδηλώνει τον απαιτούμενο βαθμό καλής πίστης. Επίσης, οποιαδήποτε πληροφορία ή μεταβολή των υφισταμένων

συνθηκών, οι οποίες επηρεάζουν την ασφαλιστική σχέση των δύο μερών και λαμβάνουν χώρα κατά την διάρκεια του συμβολαίου πρέπει να κοινοποιούνται αμέσως μόλις γίνουν αντιληπτές.

Είναι σαφές, ότι η υποχρέωση της επίδειξης καλής πίστης δεν βαρύνει αποκλειστικά τον ασφαλισμένο. Αποτελεί ρητή δέσμευση αντίστοιχα και για την ασφαλιστική εταιρεία. Ειδικότερα, στο στάδιο των διαπραγματεύσεων οι ασφαλιστές οφείλουν να ενημερώνουν τους ασφαλισμένους με βάση την κτηθείσα εμπειρία τους για παράγοντες, που πρέπει να λαμβάνονται υπόψη πριν την υπογραφή της σύμβασης και επηρεάζουν τον αναλαμβανόμενο κίνδυνο.

Η απόδειξη μη εφαρμογής της αρχής της καλής πίστης σε μία ναυτασφάλεια συνεπάγεται καταγγελία της σύμβασης. Η σχετική καταγγελία δύναται να υποβληθεί από οποιοδήποτε μέρος θεωρεί, ότι θίγεται από τις ενέργειες δόλιας απόκρυψης πληροφοριών από τον αντισυμβαλλόμενο. Η αποδοχή μίας τέτοιας καταγγελίας από το αρμόδιο δικαστήριο δεν είναι εύκολη υπόθεση. Ωστόσο, υπάρχει πλήθος περιπτώσεων, οι οποίες συνιστούν δικαστικό προηγούμενο και αποτελούν οδηγό σε αντίστοιχες μελλοντικές καταστάσεις. Προφανώς, η καταγγελία μίας σύμβασης ναυτασφάλειας συνεπάγεται την μη υποχρέωση καταβολής αποζημίωσης από μέρους του ασφαλιστή. Από την πλευρά του ασφαλισμένου παύει να ισχύει η υποχρέωση καταβολής των σχετικών ασφαλίσεων.

2.7 Η εγγύτερη αιτία

Η επόμενη έννοια, η οποία κατέχει ουσιώδη ρόλο στην Ναυτασφάλεια, αυτή της «εγγύτερης αιτίας». Στην διεθνή βιβλιογραφία ο αντίστοιχος όρος είναι «proximate cause». Η συγκεκριμένη έννοια δεν αφορά αποκλειστικά τον κλάδο της Ναυτασφάλειας, αλλά το σύνολο του τομέα των ασφαλίσεων. Ωστόσο, η ιδιαιτερότητα των θαλασσιών κινδύνων καθιστά την εν λόγω έννοια ιδιαίτερος κρίσιμη στο είδος της ασφάλισης, το οποία πραγματεύεται η παρούσα διατριβή.

Προκειμένου να καταστεί σαφής η έννοια της εγγύτερης αιτίας θα χρησιμοποιηθεί ένα πραγματικό παράδειγμα, η περίφημη υπόθεση Leyland Shipping Co εναντίον Norwich Union Fire Insurance Society, η οποία και αποτελεί ορόσημο στην κατανόηση του όρου (βλέπε Nwafor, 2013). Το 1915 κατά την διάρκεια του Α΄ Παγκοσμίου Πολέμου το εμπορικό πλοίο Ικαρία τορπιλίστηκε από ένα γερμανικό υποβρύχιο σε απόσταση 25 ναυτικών μιλίων από το λιμάνι της Χάβρης στο Βέλγιο. Το πλοίο παρά τις ζημιές που υπέστη, κατόρθωσε να φθάσει στο λιμάνι της Χάβρης. Οι λιμενικές αρχές φοβούμενες, ότι το πλοίο θα βυθιστεί και θα εμποδίζει την κίνηση των πλοίων κατά την είσοδο και έξοδο τους στον λιμένα, αποφάσισαν να μεταφέρουν το Ικαρία σε μία νέα θέση εκτεθειμένη στις καιρικές συνθήκες. Λόγω των δυσμενών συνθηκών, που επικρατούσαν, το πλοίο προσέκρουσε στην προβλήτα και βυθίστηκε από εισροή υδάτων. Το βρετανικό δικαστήριο, που εκδίκασε την υπόθεση το 1918,

έκρινε ότι η βασική αιτία βύθισης του πλοίου ήταν ο τορπιλισμός του και όχι η πρόσκρουση στην προβλήτα. Το πλοίο δεν ήταν ασφαλισμένο για κινδύνους από πολέμους (war risks) με αποτέλεσμα η ασφαλιστική εταιρεία να μην υποχρεούται στην καταβολή αποζημίωσης.

Από το προαναφερθέν παράδειγμα προκύπτει, ότι με τον όρο εγγύτερη αιτία δεν νοείται η χρονικά εγγύτερη, αλλά η βασική αιτία εξαιτίας της οποίας ένα ασφαλισμένο πλοίο υπέστη ζημιές. Εφόσον, το πλοίο είναι ασφαλισμένο έναντι του κινδύνου, που προκάλεσε την ζημιά, τότε η ασφαλιστική υποχρεούται να αποζημιώσει τους εκάστοτε ενδιαφερόμενους, των οποίων τα συμφέροντα θίχτηκαν από το συμβάν. Απαραίτητη προϋπόθεση αποτελεί βέβαια η επίδειξη καλής πίστης εκ μέρους του ασφαλισμένου και η τήρηση των όρων του συμβολαίου (βλέπε Nwafor, 2013).

Ο αγγλικός νόμος MIA 1906 στο άρθρο 55 αναφέρεται στην έννοια της εγγύτερης αιτίας, ωστόσο ο εντοπισμός της δεν είναι εύκολος και προφανής πάντα. Κάθε υπόθεση κρίνεται από τις δικαστικές αρχές ξεχωριστά και εξαρτάται άμεσα από τις συνθήκες και τους καλυπτόμενους κινδύνους. Σε ορισμένες περιπτώσεις ενδέχεται να επισυμβούν ταυτόχρονα δύο ή περισσότερες εγγύτερες αιτίες, εκ των οποίων κάποιες να μην καλύπτονται από το ασφαλιστήριο συμβόλαιο. Ο γενικός κανόνας τότε είναι να μην καλύπτονται οι ζημιές. Παρ' όλα αυτά, υπάρχουν υποθέσεις για τις οποίες τα αρμόδια δικαστήρια κρίνουν διαφορετικά ανάλογα με την περίπτωση. Την ευθύνη για την απόδειξη, ότι η εγγύτερη αιτία αφορά κίνδυνο, ο οποίος καλύπτεται από ένα συμβόλαιο, την φέρει ο ασφαλισμένος.

2.8 Γενική αβαρία και διάσωση

Η γενική αβαρία είναι μία παραδοσιακή έννοια, η οποία υφίσταται από τις απαρχές του θεσμού της Ναυτασφάλειας. Η συγκεκριμένη έννοια έχει εφαρμογή όταν ένα πλοίο κινδυνεύει, είτε το ίδιο ως σκάφος είτε το εμπόρευσμά του και ως τρόπος για την σωτηρία του από το πλήρωμα, κρίνεται η εκούσια θυσία μέρους του πλοίου είτε του μεταφερόμενου φορτίου. Μία τέτοια αντίδραση σε έναν θαλάσσιο κίνδυνο είναι μια πράξη γενικής αβαρίας (general average act).

Οι πράξεις αυτές διαχωρίζονται σε δύο κατηγορίες, τις έκτακτες θυσίες και τις έκτακτες δαπάνες (βλέπε Rose, 2018). Σε μία τέτοια περίπτωση στην κάλυψη των ζημιών, που προκλήθηκαν από την θυσία του πλοίου και του φορτίου, οφείλουν να συμμετέχουν όλοι οι ενδιαφερόμενοι με το ταξίδι. Οι πιθανές ενέργειες, οι οποίες εμπίπτουν στην αρχή της γενικής αβαρίας, είναι ποικίλες και διαφέρουν ανά περίπτωση σε συνάρτηση πάντα με τον κίνδυνο, που διατρέχει ένα πλοίο και το εμπόρευσμά του. Ενδεικτικά, αναφέρονται περιπτώσεις, όπως απόρριψη του εμπορεύματος στην θάλασσα, καταστροφή ιστών, πληρωμή λύτρων για την αποδέσμευση ενός πλοίου, πρόκληση ζημιών σε μέρη του σκάφους κατά την

κατάσβεση πυρκαγιών εντός αυτού, προσάραξη του πλοίου και οποιαδήποτε άλλη ενέργεια απαιτηθεί για την διάσωση του σκάφους ή του εμπορεύματος. Γενικά, μία ενέργεια του πληρώματος ενός πλοίου θα χαρακτηριστεί ως ενέργεια γενικής αβαρίας, κρίνοντας με βάση τον σκοπό και το αποτέλεσμα, που τελικά αυτή είχε (βλέπε Rose, 2018).

Η εφαρμογή της αρχής της γενικής αβαρίας αρχικά ήταν δύσκολη, λόγω της ποικιλίας των νόμων, που ρυθμίζουν την Ναυτασφαλιστική αγορά. Επιπροσθέτως, σε κάθε συμβόλαιο Θαλάσσιας Ασφάλισης καθορίζονται λεπτομέρειες σχετικά με την αντιμετώπιση περιστατικών γενικής αβαρίας. Παρ' όλα αυτά και προκειμένου να υφίσταται μία κοινή μέθοδος αντιμετώπισης και καταβολής των απαιτούμενων αποζημιώσεων, πραγματοποιήθηκε με τους Κανόνες York - Antwerp (York - Antwerp Rules) το 1890 μία πρώτη απόπειρα κωδικοποίησης της γενικής αβαρίας. Το αρμόδιο όργανο για την έκδοση και αναθεώρηση αυτών των κανόνων αποτελεί αντικείμενο των εργασιών του μη κερδοσκοπικού και μη κυβερνητικού οργανισμού «Comité Maritime International» (C.M.T.). Η αναθεώρηση των συγκεκριμένων κανόνων, που ισχύει σήμερα, ολοκληρώθηκε το 2004. Η έκδοση αυτή υπόκειται σε συνεχείς επικαιροποιήσεις, με την τελευταία να ολοκληρώνεται το 2016. Οι εν λόγω κανόνες δεν έχουν ισχύ αντίστοιχη με Νόμους και Διεθνείς Συμβάσεις. Ωστόσο, η ευρύτερη αποδοχή τους ανά τον επιχειρηματικό κόσμο τους έχει καταστήσει ως ένα χρήσιμο εργαλείο στην αντιμετώπιση της γενικής αβαρίας. Επιπλέον, είναι χαρακτηριστικό, ότι κάποιοι αντισυμβαλλόμενοι έχουν την δυνατότητα να συμφωνήσουν στην εφαρμογή ακόμα και παλαιότερων εκδόσεων των κανόνων ή και να τροποποιήσουν μέρος αυτών. Αξίζει, ωστόσο να σημειωθεί, ότι παρά την ευρύτατη αποδοχή των κανόνων, αυτοί σε καμία περίπτωση δεν υπερισχύουν της κείμενης νομοθεσίας και των όρων, που έχουν συμφωνηθεί σε ένα ασφαλιστήριο συμβόλαιο.

Ο υπολογισμός των επιμέρους αποζημιώσεων από τους εμπλεκόμενους για την κάλυψη του κόστους μίας ενέργειας γενικής αβαρίας δεν είναι συνήθως εύκολη υπόθεση. Στην πλειοψηφία των περιπτώσεων το μέρος, που απαιτεί την συμμετοχή των ενδιαφερομένων στην κάλυψη των δαπανών γενικής αβαρίας, η οποία επήλθε κατά την διάρκεια ενός ταξιδιού είναι ο πλοιοκτήτης. Συνήθως, ο τελευταίος αναθέτει σε έναν διαμεσολαβητή να προβεί στις απαραίτητες ενέργειες για τον υπολογισμό των απαιτήσεων και των υποχρεώσεων των εμπλεκόμενων. Ο διαμεσολαβητής θα προβεί στην πλήρη και λεπτομερή καταγραφή των δαπανών, που προέκυψαν και θα συντάξει μία σχετική αναλυτική έκθεση, η οποία ωστόσο δεν είναι δεσμευτική για τους εμπλεκόμενους (βλέπε Rose, 2018).

2.8.1. Οι Κανόνες York- Antwerp 2016

Στις 5 Μαΐου του 2016, σε συνέδριο του «Comité Maritime International» θεσπίστηκε η τελευταία έκδοση των Κανόνων York - Antwerp. Με αυτήν την επικαιροποίηση, επιχειρήθηκε ουσιαστικά να καλυφθεί το κενό, το οποίο είχε προκληθεί από την προηγούμενη έκδοση του 2004. Η έκδοση του 2004 δεν υιοθετήθηκε από την αγορά, με αποτέλεσμα μέχρι και το 2016 η συντριπτική πλειοψηφία των συμβολαίων να κάνουν χρήση των αντίστοιχων Κανόνων του 1994. Προκειμένου να αντιμετωπιστεί η προϋπάρχουσα κατάσταση, το 2012 αποφασίστηκε σε προγενέστερο συνέδριο του C.M.T., να εκδοθούν νέοι κανόνες, οι οποίοι θα ανταποκρίνονται στις συνθήκες της αγοράς, αλλά και στο διεθνές νομικό πλαίσιο της Ναυτασφάλειας. Για την καλύτερη κατανόηση των Κανόνων η εν λόγω έκδοση συνοδεύεται από ένα εγχειρίδιο με οδηγίες, που συμβάλουν στην πιο ορθή εφαρμογή τους. Η έκδοση του 2016 επέφερε σημαντικές αλλαγές όσον αφορά την διαδικασία με την οποία υπολογίζονται τα έξοδα για τα συμβαλλόμενα μέρη. Επιπλέον, θεσπίστηκε συγκεκριμένη χρονική προθεσμία για την ολοκλήρωση των εργασιών του εκάστοτε διαμεσολαβητή.

Όσον αφορά τα χρονικά όρια, οι νέοι Κανόνες ορίζουν, ότι εντός δώδεκα μηνών από την ημέρα που προκλήθηκε κάποια ναυτικό ατύχημα, στο οποίο εφαρμόστηκε γενική αβαρία, ο εκάστοτε ενδιαφερόμενος είναι υποχρεωμένος να παρέχει σε έγγραφη μορφή στον διαμεσολαβητή, που έχει οριστεί, όλες τις απαιτούμενες πληροφορίες για το συμβάν και την συμμετοχή του. Αντίστοιχη προθεσμία ισχύει και σε περίπτωση, που ο εκάστοτε ενδιαφερόμενος πραγματοποίησε κάποιο έξοδο σχετιζόμενο με συμβάν γενικής αβαρίας. Επίσης, σε περίπτωση κατά την οποία κάποιος εμπλεκόμενος έχει υποβάλει αίτηση για να αποζημιωθεί από τρίτους πρέπει να ενημερώνει αντίστοιχα τον διαμεσολαβητή για αυτήν την απαίτηση. Εφόσον, οποιοσδήποτε ενδιαφερόμενος δεν παράσχει τις απαιτούμενες πληροφορίες στον διαμεσολαβητή εντός των καθορισθέντων χρονοδιαγραμμάτων, τότε ο τελευταίος εκτιμά τις αποζημιώσεις και την συμμετοχή όλων των μερών με βάση τις πληροφορίες, που έχει στην διάθεσή του. Στους Κανόνες του 2016, ορίζεται και η προθεσμία για την παραγραφή των απαιτήσεων από εμπλεκόμενους σε συμβάν γενικής αβαρίας. Έτσι, σύμφωνα με τον Κανόνα 23, σε περίπτωση, που παρέλθει ένα έτος από την ημερομηνία της οριστικής έκθεσης του διαμεσολαβητή κανένας ενδιαφερόμενος δεν μπορεί να απαιτήσει αποζημίωση για ενδεχόμενη εμπλοκή του σε θαλάσσιο ατύχημα. Επίσης, ως επιπλέον χρονική προθεσμία για την παραγραφή, τίθεται το διάστημα των έξι ετών από ένα ναυτικό ατύχημα. Μετά την πάροδο αυτού του χρονικού ορίου κανένας εμπλεκόμενος δεν δύναται να απαιτήσει αποζημίωση γενικής αβαρίας.

Όσον αφορά τα έξοδα και τις αποζημιώσεις, που καταβάλλονται στους εμπλεκόμενους σε συμβάν γενικής αβαρίας, καταργήθηκε η επιπλέον προμήθεια του δύο τοις εκατό (2%), επί των συνολικών εξόδων, η οποία είχε καθιερωθεί με τους

Κανόνες του 1994. Επίσης, το επιτόκιο με το οποίο προσαυξάνονται οι σχετικές αποζημιώσεις είναι το αντίστοιχο επιτόκιο LIBOR της πρώτης εργάσιμης ημέρας του ημερολογιακού έτους της έκδοσης της έκθεσης του διαμεσολαβητή, προσαυξημένο κατά τέσσερα τοις εκατό (4%).

2.9 Οι αλληλασφαλιστικοί οργανισμοί

Οι αλληλασφαλιστικοί οργανισμοί αποτελούν ανεξάρτητους και μη κερδοσκοπικούς οργανισμούς, οι οποίοι έχουν ως σκοπό την παροχή ασφαλιστικών καλύψεων στα μέλη τους. Στην διεθνή βιβλιογραφία αποκαλούνται «Protection and Indemnity Clubs» και εν συντομία «P & I Clubs». Μέλη αυτών των οργανισμών αποτελούν κατά βάση πλοιοκτήτριες εταιρείες και εταιρείες διαχείρισης πλοίων.

2.9.1. Ιστορική αναδρομή

Για την πληρέστερη κατανόηση της λειτουργίας αυτών των αλληλασφαλιστικών οργανισμών, κρίνεται σκόπιμη μία σύντομη ιστορική αναφορά στην πορεία εξέλιξης τους. Η εκκίνηση των P & I Clubs τοποθετείται στις αρχές του 18^{ου} αιώνα. Πιο συγκεκριμένα, το 1719 θεσπίστηκε στην Μεγάλη Βρετανία ένας νόμος, ο οποίος παραχωρούσε το δικαίωμα σύναψης συμβολαίων Ναυτασφάλειας αποκλειστικά σε δύο μεγάλες εταιρείες. Οι εταιρείες αυτές στην προσπάθεια τους να εκμεταλλευτούν το πλεονέκτημα, που τους παραχωρήθηκε δια νόμου, απαιτούσαν την καταβολή υπέρογκων ασφαλιστρών, τα οποία συχνά οι πλοιοκτήτες δεν ήταν σε θέση να καταβάλουν. Για να αντιμετωπίσουν αυτήν την δυσχερή κατάσταση οι πλοιοκτήτες σχημάτισαν ανεπίσημους και εκτός νόμου συλλόγους. Σκοπός αυτών των συλλόγων, ήταν η από κοινού κάλυψη των ζημιών, που αφορούσαν τα μέλη τους. Ο υπολογισμός του μεριδίου, που έπρεπε να καταβάλει κάθε μέλος υπολογιζόταν βάσει μίας προκαθορισμένης συμφωνίας. Την εποχή εκείνη οι βασικές ζημιές, που απασχολούσαν τους πλοιοκτήτες ήταν αυτές στο κύτος των πλοίων. Για αυτόν τον λόγο οι σύλλογοι αυτοί αρχικά ονομάστηκαν «hull clubs». Η βρετανική κυβέρνηση ανέχθηκε την λειτουργία αυτών των ομάδων, καθώς μετακίνηση εμπορευμάτων δια θαλάσσης ήταν ουσιώδης σε όλα τα στάδια επέκτασης της Βρετανικής Αυτοκρατορίας. Τελικά, το 1824 η κυβέρνηση απέσυρε τον νόμο, που οδήγησε σε αυτήν την κατάσταση.

Η επιστροφή στην ελεύθερη αγορά συμβολαίων Ναυτασφάλειας σταδιακά μείωσε την επιρροή και την αναγκαιότητα λειτουργίας των «hull clubs». Ωστόσο, καθώς οι θαλάσσιες εμπορευματικές μεταφορές αναπτύσσονταν, προέκυψαν νέες καταστάσεις οι οποίες επέτρεψαν στις ομάδες αυτές, όχι μόνο να συνεχίσουν να υφίστανται, αλλά να αναπτυχθούν σε σημαντικό βαθμό. Όπως αναφέρθηκε και σε προηγούμενη ενότητα η υπόθεση De Vaux κατά Salvador, αποτέλεσε ορόσημο στην ανάπτυξη των

σημερινών P & I Clubs. Ύστερα από αυτήν την υπόθεση τα «hull clubs» απετέλεσαν ασφαλιστικό καταφύγιο για τους πλοιοκτήτες σε περιπτώσεις σύγκρουσης μεταξύ δύο πλοίων. Επιπρόσθετα, από τα μέσα του 19^{ου} αιώνα η νομοθεσία επέβαλε την προστασία των εργαζομένων από τους εργοδότες τους σε περιπτώσεις ατυχημάτων. Έτσι, οι πλοιοκτήτες έπρεπε να αποκτήσουν πρόσβαση σε ασφαλιστική κάλυψη για περιπτώσεις τραυματισμών ή ακόμα και θανάτων των μελών των πληρωμάτων τους. Επιπλέον, στα τέλη του 19^{ου} αιώνα εμφανίστηκαν περιπτώσεις για τις οποίες οι πλοιοκτήτες έπρεπε να αποζημιώσουν τους ιδιοκτήτες των φορτίων, που μετέφεραν σε περιπτώσεις απωλειών, λόγω ατυχήματος. Έως εκείνη την περίοδο, οι πλοιοκτήτες δεν έφεραν καμία ευθύνη απέναντι στους ιδιοκτήτες των φορτίων. Ωστόσο, μετά από μία σειρά δικαστικών αποφάσεων, που προέκυψαν εκείνη την περίοδο η κατάσταση αυτή άρχισε να μεταβάλλεται (βλέπε Anderson, 1999). Πλέον, οι πλοιοκτήτες έπρεπε να εξασφαλίσουν κάλυψη και για αυτές τις περιπτώσεις κινδύνων. Για την αντιμετώπιση αυτών, αλλά και λοιπών προκλήσεων, που συνεχώς έκαναν την εμφάνισή τους, οι πλοιοκτήτες προτίμησαν να συνεταιριστούν και να ασφαλίζονται από κοινού. Ο πρώτος επίσημος αλληλασφαλιστικός οργανισμός με την μορφή, που γνωρίζουμε σήμερα, σχηματίστηκε το 1886, στο Newcastle της βόρειας Αγγλίας και είχε την ονομασία «The North of England Protecting and Indemnity Association». Κάπως έτσι τα αρχικά «hull clubs» μετεξελίχθηκαν στα σημερινά P & I Clubs.

Ουσιαστικά, οι ομάδες αυτές προέκυψαν από την ανάγκη των εφοπλιστών να καλυφθούν έναντι των συνεχώς μεταβαλλόμενων συνθηκών, που επικρατούσαν στις θαλάσσιες μεταφορές και το εμπόριο. Από τις αρχές του 20^{ου} αιώνα και έπειτα οι οργανισμοί αυτοί δεν έχουν αλλάξει την λειτουργία και την μορφή τους σε σημαντικό βαθμό σε σχέση με σήμερα. Η πιο σημαντική διαφορά είναι, ότι τα σημερινά P & I Clubs δεν εκπροσωπούν πλέον τοπικές ομάδες πλοιοκτητών, αλλά εκτείνουν την δραστηριότητά τους σε ολόκληρο τον πλανήτη. Η λειτουργία των Clubs διεξάγεται μέσω στελεχών, που εργάζονται αποκλειστικά για τα συμφέροντα του εκάστοτε οργανισμού. Τέλος, για την εξυπηρέτηση των συμφερόντων των πλοιοκτητών, αλλά και των αλληλασφαλιστικών οργανισμών, σε κάθε σημαντικό λιμάνι ανά τον κόσμο, υφίστανται εκπρόσωποι των Clubs, με αποστολή να καλύψουν, οποιαδήποτε ανάγκη παρουσιαστεί σχετική με την λειτουργία τους.

2.9.2. Ο τρόπος λειτουργίας των Protection & Indemnity Clubs

Η εν γένει λειτουργία των αλληλασφαλιστικών οργανισμών βασίζεται στις αρχές της ασφαλιστικής επιστήμης, ωστόσο υφίστανται και σημαντικές διαφορές.

Οι αλληλασφαλιστικοί οργανισμοί δεν συνάπτουν ασφαλιστήρια συμβόλαια με τα μέλη τους, αντίστοιχα με αυτά των συνηθισμένων ασφαλιστικών εταιρειών. Αντίθετα, παραδίδουν στα μέλη τους ένα εγχειρίδιο, όπου περιλαμβάνονται οι κίνδυνοι, που καλύπτονται, καθώς και οι υποχρεώσεις τόσο του πλοιοκτήτη, όσο και

του οργανισμού. Για την πιστοποίηση ενός μέλους χορηγείται σχετική βεβαίωση ένταξης σε ένα P & I Club, με το οποίο βεβαιώνεται η είσοδος στον οργανισμό (entry form).

Μία επιπλέον ουσιώδης διαφορά σε σχέση με μία συνήθη ασφαλιστική κάλυψη είναι ότι το ακριβές ποσό του ασφαλιστρού δεν είναι εκ των προτέρων καθορισμένο. Ειδικότερα, το ασφάλιστρο στην περίπτωση των P & I Clubs, αποτελεί την δέσμευση του μέλους, ότι θα αναλάβει να συνεισφέρει στο μερίδιο, που του αναλογεί, στις συνολικές απαιτήσεις όλων των μελών (βλέπε Hazelwood, 2000). Στην πλειονότητα των λοιπών ασφαλιστικών κατηγοριών ο ασφαλισμένος γνωρίζει κατά την σύναψη του συμβολαίου το ύψος του ασφαλιστρού, που θα απαιτηθεί να καταβάλει. Στην κάλυψη, που παρέχουν όμως τα P & I Clubs η πληρωμή των ασφαλιστρού λειτουργεί διαφορετικά. Για κάθε ασφαλιστικό έτος οι πλοιοκτήτριες εταιρείες γνωρίζουν εκ των προτέρων μία εκτίμηση του συνολικού ασφαλιστρού, που θα κληθούν να πληρώσουν. Η εκτίμηση αυτή αποτελείται από δύο μέρη την προκαταβολή, η οποία καταβάλλεται σε δόσεις εντός του εκάστοτε ασφαλιστικού έτους και την συμπληρωματική πληρωμή. Η τελευταία καταβάλλεται στην λήξη του ασφαλιστικού έτους και αφού ληφθούν υπόψη οι συνολικές απαιτήσεις (claims) εντός του έτους, που υποβλήθηκαν στο Club, καθώς και οι απαιτήσεις, που αφορούν το εν λόγω έτος, αλλά δεν έχουν υποβληθεί ακόμα (incurred but not reported claims). Οι μη υποβληθείσες απαιτήσεις εκτιμώνται με βάση ιστορικά δεδομένα των μελών του κάθε P & I Club.

Για τον υπολογισμό του εκτιμώμενου ασφαλιστρού τα αρμόδια στελέχη των αλληλασφαλιστικών οργανισμών λαμβάνουν υπόψη διάφορους παράγοντες. Το είδος των πλοίων που αποτελούν τον στόλο της εκάστοτε πλοιοκτήτριας, η ηλικία τους, η σημαία που φέρουν, η κατηγορία των εμπορευμάτων, που μεταφέρουν, αποτελούν σημαντικές παραμέτρους για την εκτίμηση του ασφαλιστρού. Ωστόσο, η πλέον ουσιώδης παράμετρος είναι το ύψος των απαιτήσεων των προηγούμενων ετών, που έχει υποβάλει η κάθε εφοπλιστική επιχείρηση. Εταιρείες με υψηλό επίπεδο απαιτήσεων θα απαιτηθεί να πληρώσουν υψηλότερα ασφάλιστρα, σε σχέση με αυτές, που διαχειρίζονται, αντίστοιχους στόλους και επιδεικνύουν χαμηλότερο επίπεδο απαιτήσεων.

Στην περίπτωση, κατά την οποία οι απαιτήσεις δεν υπερβούν τις προβλέψεις, το ύψος του εκτιμημένου ασφαλιστρού δεν διαφέρει σημαντικά από το τελικά καταβληθέν. Υπάρχουν όμως και καταστάσεις στις οποίες κάποια πλοιοκτήτρια εταιρεία θα απαιτηθεί να καταβάλει επιπλέον ποσό στο Club, την υπερβάλλουσα συμπληρωματική πληρωμή. Αυτό ενδεχομένως να οφείλεται σε αυξημένες απαιτήσεις από το σύνολο των μελών, είτε σε μία υπέρογκη απαίτηση. Τέτοιες επιπρόσθετες καταβολές στην διεθνή ορολογία καλούνται «overspill calls». Επιπρόσθετα, ένα ασφαλιστικό έτος δεν κλείνει υποχρεωτικά με την λήξη του αντίστοιχου ημερολογιακού. Είναι συχνό φαινόμενο το ύψος των απαιτήσεων να αναθεωρείται ύστερα από δικαστικές αποφάσεις ή άλλες αναπροσαρμογές, που

μπορεί να προκύψουν. Οι ανωτέρω παράμετροι συνιστούν παράγοντες αβεβαιότητας για το ύψος των ποσών, που θα απαιτηθεί να καταβάλει τελικά μία πλοιοκτήτρια εταιρεία στον αλληλασφαλιστικό οργανισμό, του οποίου είναι μέλος.

2.9.3. The International Group of Protection & Indemnity Clubs

Οι σημαντικότεροι δεκατρείς (13) αλληλασφαλιστικοί οργανισμοί του κόσμου έχουν συγκροτήσει μία διεθνή ομάδα, η οποία ονομάζεται «The International Group of P & I Clubs». Τα μέλη της ομάδας αυτής καλύπτουν σχεδόν το 90% του παγκόσμιου στόλου από πλευράς συνολικής χωρητικότητας (βλέπε International Group of P & I Clubs – About the International Group, 2020). Βασική αποστολή του διεθνούς αυτού οργανισμού είναι ο διαμοιρασμός του ρίσκου (risk pooling) μεταξύ των μελών του, προκειμένου να μην επιβαρύνονται μεμονωμένα με υπέρογκες απαιτήσεις.

Η λειτουργία του οργανισμού έχει θεμελιωθεί στην βάση τριών κύριων συμφωνιών (βλέπε International Group of P & I Clubs - Group Agreements, 2020), οι οποίες είναι οι ακόλουθες:

1. Το Σύνταγμα του Ομίλου (Group Constitution): Η συμφωνία αυτή περιλαμβάνει λεπτομέρειες και οδηγίες σχετικά με τον διαμοιρασμό των απαιτήσεων. Το ποσό άνω του οποίου μία απαίτηση θα καλυφθεί από τα μέλη του ομίλου για το έτος 2019/2020 ανέρχεται στα 10 εκατομμύρια δολάρια. Στο σύνταγμα του ομίλου περιγράφεται επίσης η διαδικασία αντασφάλισης για ορισμένες κατηγορίες κινδύνων. Για απαιτήσεις, άνω των 100 εκατομμυρίων δολαρίων, τα μέλη του ομίλου αντασφαλίζονται για να καλυφθούν τέτοιου ύψους απαιτήσεις. Το αντασφαλιστικό πρόγραμμα του ομίλου καλύπτει απαιτήσεις έως του ύψους των 3.1 δισεκατομμυρίων δολαρίων. Επίσης, το σύνταγμα του ομίλου παρέχει την δυνατότητα ανταλλαγής απόψεων μεταξύ των μελών επί θεμάτων ανάληψης κινδύνων και ασφαλιστικών παροχών μέσω ενός forum. Τέλος, καθορίζεται ο τρόπος με τον οποίο εκπροσωπείται ο όμιλος έναντι κυβερνητικών και λοιπών διεθνών οργανισμών.

2. Η Συμφωνία του Διεθνούς Ομίλου (International Group Agreement): Η δεύτερη συμφωνία του οργανισμού περιλαμβάνει λεπτομέρειες σχετικά με την διαδικασία, που απαιτείται για την μετακίνηση μίας πλοιοκτήτριας εταιρείας μεταξύ των P & I Clubs του ομίλου, καθώς και τις πληροφορίες, που πρέπει να ανταλλάσσουν τα μέλη σε τέτοιες περιπτώσεις. Επιπρόσθετα, υποχρεώνει τα μέλη του να γνωστοποιούν στις ετήσιες εκθέσεις τους τον συντελεστή μέσης δαπάνης (average expense ratio).

3. Η Συμφωνία Συγκέντρωσης (Pooling Agreement): Στην τρίτη συμφωνία μεταξύ των μελών του ομίλου, περιγράφονται τα είδη και οι κατηγορίες κινδύνων, οι

οποίες καλύπτονται από κοινού από τα μέλη. Επιπλέον, αναφέρονται οι κίνδυνοι για τους οποίους εξαιρείται η από κοινού ανάληψη, ενώ περιγράφεται και ο μηχανισμός βάσει του οποίου οι απαιτήσεις άνω των δέκα εκατομμυρίων δολαρίων καλύπτονται από τα μέλη.

3. ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΝΑΥΤΑΣΦΑΛΕΙΑΣ

Η Ναυτασφάλεια περιλαμβάνει ένα ευρύ πλήθος καλύψεων και απαιτήσεων. Αποτέλεσμα αυτής της διαφοροποίησης είναι ο διαχωρισμός του κλάδου της Ναυτασφάλειας σε επιμέρους κατηγορίες. Έτσι, με βάση την έως σήμερα πρακτική και εμπειρία σε αυτόν τον χώρο της Ασφαλιστικής Επιστήμης διακρίνονται οι εξής κατηγορίες:

1. Ασφάλεια κύτους και μηχανημάτων (hull and machinery).
2. Ασφάλεια φορτίου (cargo insurance).
3. Ασφάλεια αστικής ευθύνης (protection and indemnity).
4. Ασφάλεια ναύλου, υπερημερίας και υπεράσπισης (freight, demurrage and defence).
5. Ασφάλεια ναύλου (freight insurance).
6. Ασφάλεια κινδύνων από πολέμους και απεργίες (war and strike risks insurance).

Στην παγκόσμια αγορά οι προαναφερθείσες κατηγορίες ασφάλισης, παρέχουν καλύψεις στους ασφαλισμένους, σύμφωνα με κάποιους τυποποιημένους όρους (Clauses), οι οποίοι υιοθετούνται κατά την σύναψη του ασφαλιστηρίου συμβολαίου. Αυτοί οι τυποποιημένοι όροι έχουν προκύψει από διάφορα Ινστιτούτα τα οποία εδρεύουν σε κράτη με έντονη ναυτιλιακή δραστηριότητα. Οι πιο γνωστοί οργανισμοί αυτού του είδους είναι το Ινστιτούτο Ασφαλιστών του Λονδίνου (Institute of London Underwriters), το Αμερικανικό Ινστιτούτο Ναυτικών Ασφαλιστών (American Institute of Marine Underwriters) και η Σκανδιναβική Ένωση Ναυτικών Ασφαλιστών (Nordic Association of Marine Insurers - Cefor). Αξίζει να αναφερθεί ότι το Ινστιτούτο του Λονδίνου από το 1998 έπαψε να λειτουργεί ως αυτοτελής οργανισμός και αποτελεί μέρος της Διεθνούς Ασφαλιστικής Ένωσης (International Underwriting Association).

Η επιλογή των ρητρών, που θα διέπουν ένα ασφαλιστήριο συμβόλαιο, εξαρτάται από την συμφωνία μεταξύ του ασφαλιστή και του ασφαλισμένου. Συνήθως οι όροι επιλέγονται με βάση την νομοθεσία, που διέπει την εκάστοτε ασφάλιση. Για παράδειγμα, εάν σε ένα ασφαλιστήριο συμβόλαιο, έχει επιλεγεί το αγγλικό δίκαιο θα υιοθετηθούν και οι όροι από το αντίστοιχο Ινστιτούτο. Με βάση την μέχρι σήμερα εμπειρία η πλειοψηφία των συμβαλλομένων επιλέγουν τους όρους του Ινστιτούτου του Λονδίνου (βλέπε Richards Hogg Lindley, 2018). Προφανώς, αυτό συνιστά

συνέπεια της εφαρμογής ως επί το πλείστον της αγγλικής νομοθεσίας στην Ναυτασφάλεια, όπως αναφέρθηκε στην σχετική ενότητα.

3.1 Ασφάλεια κύτους και μηχανημάτων

Στην συγκεκριμένη κατηγορία ως ασφαλισμένη περιουσία χαρακτηρίζεται το πλοίο ως σκάφος, καθώς και τα μηχανικά μέρη αυτού. Ενδεικτικά αναφέρεται, ότι σε μία ασφάλιση αυτής της κατηγορίας ως καλυπτόμενα μέρη θεωρούνται το κύτος, οι σωστικές λέμβοι, οι δεξαμενές καυσίμων και κάθε είδους μηχανολογικός, ηλεκτρικός και ηλεκτρονικός εξοπλισμός ενός πλοίου. Στην διεθνή ορολογία η εν λόγω κατηγορία αναφέρεται ως «Hull and Machinery Insurance» και εν συντομία «H & M Insurance».

Οι λεπτομέρειες της κάλυψης κάθε συμβολαίου καθορίζονται ανάλογα με βάση τις επιλεχθείσες ρήτρες, που θα συμπεριληφθούν σε αυτό. Οι πλέον ευρέως διαδεδομένες ομάδες ρητρών είναι αυτές της αγοράς του Λονδίνου (Institute Times Clause Hull - ITCH), του Αμερικανικού Ινστιτούτου (American Institute Hull Clauses) και της Σκανδιναβικής Ένωσης Ασφαλιστών. Οι ρήτρες αυτές επηρεάζονται κατά βάση από την ισχύουσα νομοθεσία και νομολογία, που σχετίζονται με την Θαλάσσια Ασφάλιση. Σε πολλά σημεία οι ρήτρες ταυτίζονται, όμως υπάρχουν και περιοχές με επουσιώδεις διαφορές (βλέπε Mutenga & Parsons, 2012). Όπως έχει ήδη αναφερθεί η πλειοψηφία των συμβολαίων εφαρμόζει τους όρους του Ινστιτούτου Ασφαλιστών του Λονδίνου.

Όπως σε όλα τα είδη των ασφαλίσεων, έτσι και στις ασφάλειες κύτους και μηχανημάτων σε κάθε συμβόλαιο εφαρμόζεται η μέθοδος των απαλλαγών (deductible). Με τις απαλλαγές, ουσιαστικά ένα αρχικό μέρος της προκληθείσης ζημιάς το αναλαμβάνει ο πλοιοκτήτης και το υπόλοιπο η ασφαλιστική εταιρεία. Με τον τρόπο αυτό οι ασφαλιστικές εταιρείες αντιμετωπίζουν τα φαινόμενα της αντεπιλογής (adverse selection) και του ηθικού κινδύνου (moral hazard). Σε αντίθεση με άλλες κατηγορίες ασφαλίσεων, στην συγκεκριμένη η εφαρμογή των απαλλαγών δεν είναι ομοιόμορφη. Υπάρχουν περιπτώσεις κατά τις οποίες προβλέπεται ξεχωριστή απαλλαγή για ζημιές στο κύτος και ξεχωριστή για ζημιές στα μηχανικά μέρη. Ο τρόπος με τον οποίο θα επιβληθούν εξαρτάται από τους όρους του συμβολαίου και συνήθως μεταβάλλεται αναλόγως του ύψους της προκληθείσης ζημιάς. Επί παραδείγματι, σε περίπτωση μίας ολικής απώλειας ενός πλοίου (total loss) δεν εφαρμόζεται καμία απαλλαγή (βλέπε Mutenga & Parsons, 2012).

Τα ασφαλιστήρια συμβόλαια κύτους και μηχανημάτων διακρίνονται σε δύο κατηγορίες ανάλογα με τους κινδύνους, που καλύπτουν. Στην πρώτη κατηγορία καλύπτονται όλοι οι κίνδυνοι, ενώ στην επόμενη κατηγορία περιγράφονται αναλυτικά οι κατηγορίες κινδύνων για τους οποίους παρέχεται κάλυψη. Από τις ομάδες ρητρών, που εφαρμόζονται στην πράξη, η μοναδική, που παρέχει κάλυψη για όλους τους

κινδύνους χωρίς να τους ονοματίζει, είναι αυτή του Σκανδιναβικού Ινστιτούτου (βλέπε Mutenga & Parsons, 2012). Οι υπόλοιπες ομάδες αναφέρουν αναλυτικά τους κινδύνους, τους οποίους καλύπτουν. Εάν μία ζημιά προκληθεί, από κίνδυνο, που δεν αναφέρεται στους όρους του συμβολαίου, τότε η ασφαλιστική εταιρεία δεν υποχρεούται σε καταβολή αποζημίωσης. Είναι προφανές, ότι ένα συμβόλαιο, με το οποίο καλύπτονται όλοι ανεξαιρέτως οι κίνδυνοι παρέχει πλήρη προστασία στους ασφαλισμένους. Οι ασφαλιστικές εταιρείες επιβάλουν κατά κανόνα πιο υψηλά ασφάλιστρα σε τέτοιες περιπτώσεις. Στα συμβόλαια, όπου οι κίνδυνοι αναφέρονται αναλυτικά, τα διαφορετικά είδη αυτών χωρίζονται σε δύο κατηγορίες. Στην πρώτη αναφέρονται οι βασικοί κίνδυνοι. Στην επόμενη αναφέρονται επιπλέον κίνδυνοι, οι οποίοι καλύπτουν ζημιές, που προκαλούνται από ενέργειες του πληρώματος ενός πλοίου.

Στους πλέον διαδεδομένους όρους, αυτούς της αγοράς του Λονδίνου (Institute Time Clauses Hull), οι καλυπτόμενοι κίνδυνοι αναφέρονται στο άρθρο 6. Αξίζει να αναφερθεί, ότι υφίστανται δύο εκδόσεις αυτών των ρητρών, οι οποίες εφαρμόζονται στην διεθνή ασφαλιστική αγορά. Η πρώτη θεσπίστηκε το 1983, ενώ η επόμενη το 1995. Οι αντισυμβαλλόμενοι έχουν την δυνατότητα να επιλέξουν, όποια από τις δύο εκδόσεις θεωρούν, ότι καλύπτει τις ανάγκες τους κατά τον βέλτιστο δυνατό τρόπο. Στην παρούσα εργασία οι αναφορές αφορούν στην πιο πρόσφατη έκδοση, αυτή του 1995. Ωστόσο, όπου κριθεί αναγκαίο θα τονισθούν οι διαφοροποιήσεις με την παλαιότερη έκδοση, καθώς δεν είναι μικρό το ποσοστό, αυτών που την εφαρμόζουν ακόμα.

Στο άρθρο 6 των ρητρών αυτών, οι καλυπτόμενοι κίνδυνοι χωρίζονται σε δύο επιμέρους υποκατηγορίες. Στην πρώτη υποκατηγορία αναφέρονται οι βασικοί κίνδυνοι, ενώ στην δεύτερη οι συμπληρωματικοί, με τους οποίους παρέχεται επιπλέον κάλυψη στους ασφαλισμένους. Οι βασικοί κίνδυνοι είναι οι ακόλουθοι (βλέπε Institute Time Clauses Hull, 1995):

1. Κίνδυνοι από την ναυσιπλοΐα σε θάλασσες, ποτάμια, λίμνες και οποιαδήποτε υδάτινη επιφάνεια,
2. πυρκαγιά και έκρηξη,
3. βίαη ληστεία από άτομα εκτός πλοίου,
4. ενέργειες, που συνιστούν αβάρια,
5. πειρατεία,
6. επαφή με εξοπλισμό, που βρίσκεται στην ξηρά και αποτελεί μέρος ενός λιμανιού ή μίας αποβάθρας,
7. έκρηξη ηφαιστείου και αστραπή,
8. ατυχήματα, που λαμβάνουν χώρα κατά την φόρτωση, εκφόρτωση του πλοίου ή κατά την μετατόπιση φορτίου και καυσίμων,

Σε αυτό το σημείο πρέπει να αναφερθεί, ότι πλέον τα περισσότερα συμβόλαια, που συνάπτονται στις ημέρες μας, δεν παρέχουν κάλυψη για τον κίνδυνο της πειρατείας, παρά το γεγονός, ότι αυτή περιλαμβάνεται στους βασικούς κινδύνους. Ο λόγος αυτής της διαφοροποίησης είναι η αύξηση των περιστατικών πειρατείας από τις αρχές του 21^{ου} αιώνα και έπειτα. Πλέον, τα περιστατικά πειρατείας θεωρούνται στον ναυτασφαλιστικό κόσμο ως εχθροπραξίες, πολεμικές ή τρομοκρατικές ενέργειες (βλέπε Geoffrey Hudson et al., 2012). Κάλυψη για αυτές τις περιπτώσεις παρέχεται από ξεχωριστά συμβόλαια, τα οποία αναφέρονται σε κινδύνους πολέμων και τρομοκρατικών ενεργειών.

Οι συμπληρωματικοί κίνδυνοι, που αναφέρονται στις ίδιες ρήτρες είναι οι παρακάτω:

1. Έκρηξη λεβήτων, θραύση των αξόνων, ή οποιοδήποτε λανθάνον ελάττωμα στα μηχανήματα και στο κύτος του πλοίου,
2. αμέλεια του πλοιάρχου, των αξιωματικών και του πληρώματος ενός πλοίου, καθώς και του πιλότου, που επιβαίνει σε αυτό όταν είναι απαραίτητο,
3. αμέλεια επισκευαστών και ναυλωτών,
4. απάτη εκ μέρους του πλοιάρχου, των αξιωματικών και του πληρώματος του πλοίου,
5. επαφή με αεροσκάφος, ελικόπτερο ή παρόμοιο μέσο, καθώς και με αντικείμενα, τα οποία πέφτουν από αυτά τα μέσα.

Αξίζει να αναφερθεί σε αυτό το σημείο, ότι συμπληρωματικοί κίνδυνοι καλύπτονται από μία ασφαλιστική εταιρεία υπό την προϋπόθεση, ότι αυτοί κίνδυνοι δεν είναι αποτέλεσμα έλλειψης της δέουσας επιμέλειας, που οφείλουν να επιδεικνύουν τα μέλη του πληρώματος, καθώς και οι ιδιοκτήτες ενός πλοίου. Επιπλέον, η προϋπόθεση αυτή αφορά και σε ενέργειες των εποπτών μηχανικών των πλοίων.

Στο άρθρο 7 των Institute Time Clauses Hull του 1995 γίνεται ρητή αναφορά σε θέματα, που αφορούν καλύψεις σε περιπτώσεις θαλάσσιας ρύπανσης. Σύμφωνα με αυτόν τον όρο η ασφαλιστική εταιρεία είναι υποχρεωμένη, να καλύψει τον ασφαλισμένο για οποιαδήποτε απώλεια ή ζημία προκληθεί από ενέργειες κυβερνητικών αρχών, στο πλαίσιο αντιμετώπισης θαλάσσιας ρύπανσης. Το ίδιο ισχύει και για ενέργειες, που οφείλονται σε προληπτικές ενέργειες για την αποφυγή πρόκλησης μόλυνσης του περιβάλλοντος. Η εν λόγω υποχρέωση της ασφαλιστικής εταιρείας ισχύει αποκλειστικά και μόνο στις περιπτώσεις για τις οποίες η ρύπανση, προέρχεται από κινδύνους, που είναι ασφαλισμένοι, όσον αφορά το κύτος και τα μηχανήματα του πλοίου.

Σε αυτό το σημείο αξίζει να γίνει αναφορά στην κάλυψη, που προσφέρουν οι ασφαλιστικές εταιρείες όσον αφορά την σύγκρουση του ασφαλισμένου πλοίου με κάποιο άλλο σκάφος. Στο άρθρο 8 των Institute Time Clauses Hull του 1995, αναφέρεται, ότι η εκάστοτε ασφαλιστική εταιρεία είναι υποχρεωμένη να καλύψει το

75% του ποσού, που έχει καταβληθεί από τον ασφαλισμένο για την αποκατάσταση ζημιών, που προκλήθηκε σε τρίτο πλοίο έπειτα από μία σύγκρουση. Προϋπόθεση για την ισχύ αυτής της ρήτρας είναι η ευθύνη για την σύγκρουση να βαρύνει και τα δύο πλοία εξίσου. Επίσης, το ποσοστό του 75% ισχύει και για δικαστικά ή λοιπά έξοδα, που προέκυψαν στο πλαίσιο των προσπαθειών να περιοριστούν οι υποχρεώσεις του ασφαλισμένου. Το υπολειπόμενο ποσοστό του 25% καλύπτεται συνήθως από τους αλληλασφαλιστικούς οργανισμούς, τα P & I Clubs. Αυτός άλλωστε ήταν και ένας από τους λόγους για τους οποίους σχηματίστηκαν αυτοί οι οργανισμοί.

Υφίστανται συγκεκριμένα είδη κινδύνων για τα οποία αναφέρεται ρητά, ότι δεν παρέχεται κάλυψη σε μία ασφάλιση κύτους και μηχανών. Τέτοιες περιπτώσεις αφορούν συνήθως κινδύνους, οι οποίοι σχετίζονται είτε με πολέμους και ένοπλες συρράξεις είτε με απεργιακές κινητοποιήσεις. Για τις κατηγορίες κινδύνων, που αποκλείονται υφίστανται ξεχωριστά ασφαλιστήρια συμβόλαια, που παρέχουν σχετική κάλυψη. Επίσης, για αυτές τις περιπτώσεις οι πλοιοκτήτες συχνά καταφεύγουν στους αλληλασφαλιστικούς οργανισμούς, τα γνωστά Protection and Indemnity Clubs.

3.2 Ασφάλεια φορτίου

Με την συγκεκριμένη κατηγορία ασφάλισης παρέχεται κάλυψη όσον αφορά ζημιές, οι οποίες προκαλούνται στο μεταφερόμενο εμπόρευμα ενός πλοίου. Το φορτίου του κάθε πλοίου δεν αποτελεί μέρος αυτού, έτσι είναι υποχρεωτικό να ασφαρίζεται ξεχωριστά. Στην διεθνή ορολογία η εν λόγω κατηγορία αναφέρεται ως «Cargo Insurance».

Όπως και στις ασφαλίσεις κύτους και μηχανημάτων, έτσι και σε αυτήν την περίπτωση, οι ρήτρες που περιλαμβάνονται σε μία ασφάλιση περιγράφονται σε συγκεκριμένες ομάδες όρων, που προτείνονται από τα διάφορα διεθνή Ινστιτούτα, τα οποία έχουν ήδη αναφερθεί. Ενδεικτικά, κάποιες εκ των πλέον διαδεδομένων ρητρών αποτελούν οι Institute Cargo Clauses (I.C.C.) A, B ή C, Institute War Clauses Cargo, Institute Strikes Cargo, που επικρατούν στην αγορά του Λονδίνου και οι American Institute Cargo Clauses της αμερικανικής αγοράς. Επίσης, στην σκανδιναβική ασφαλιστική αγορά εφαρμόζονται οι Norwegian Cargo Clauses. Όπως έχει ήδη επισημανθεί η πλειοψηφία των ναυτασφαλιστικών συμβολαίων υιοθετεί το αγγλικό δίκαιο. Επομένως, είναι φυσιολογικό στην πλειοψηφία των συμβολαίων, από τις προαναφερθείσες ρήτρες να προτιμώνται αυτές της αγοράς του Λονδίνου (I.C.C. A, B ή C). Η πιο πρόσφατη επικαιροποίηση αυτών των ρητρών πραγματοποιήθηκε το 2009. Πριν την έκδοση αυτή στην ασφαλιστική αγορά χρησιμοποιούνταν κατά κύριο λόγο οι ρήτρες της έκδοσης του 1982.

Τα ασφαλιστήρια συμβόλαια, τα οποία διέπονται από τις ανωτέρω ομάδες ρητρών καλύπτουν το σύνολο των κινδύνων για τα μεταφερόμενα φορτία ενός πλοίου. Εξαίρεση αποτελούν οι Institute Cargo Clauses B, C και Institute War Clauses Cargo,

Institute Strikes Cargo, όπου καλύπτονται κατηγορίες κινδύνων, που αναφέρονται ρητά.

Στην συνέχεια αυτής της ενότητας, θα πραγματοποιηθεί μία σύντομη ανάλυση των κινδύνων, που καλύπτονται από τις ρήτρες της αγγλικής αγοράς και συγκεκριμένα τα Institute Cargo Clauses (I.C.C.) A, B και C του 2009. Η συγκεκριμένη ομάδα ρητρών χωρίζεται σε τρεις υποομάδες (A, B και C). Με την πρώτη υποομάδα (I.C.C. A) καλύπτεται το σύνολο των κινδύνων, που ενδεχομένως να επιφέρουν ζημιές στο μεταφερόμενο φορτίο ενός πλοίου. Με τον όρο φορτίο ενός πλοίου αναφέρεται αποκλειστικά το μεταφερόμενο εμπόρευμα αυτό κάθε αυτό χωρίς να περιλαμβάνονται τυχόν υλικά συσκευασίας (κυτία, εμπορευματοκιβώτια, κτλ.) Οποσδήποτε η καθολική κάλυψη των κινδύνων αφορά σε γεγονότα, που συμβαίνουν τυχαία και δεν οφείλονται σε έμφυτα ελαττώματα ή φυσιολογική φθορά του φορτίου (βλέπε Geoffrey Hudson et al., 2012). Την ευθύνη για την απόδειξη της εγγύτερης αιτίας, που προκάλεσε μία ζημιά σε μεταφερόμενο φορτίο την έχει ο ασφαλισμένος. Εντούτοις, υπάρχουν συγκεκριμένες περιπτώσεις σε αυτήν την ομάδα ρητρών, για τις οποίες η ασφάλιση φορτίου δεν παρέχει κάλυψη. Τέτοια περίπτωση αποτελεί η μη αξιοπλοΐα του πλοίου, που μεταφέρει το φορτίο, καθώς και η ακαταλληλότητα των δεξαμενών και των γερανών, που χρησιμοποιούνται για την αποθήκευση και φόρτωση/ εκφόρτωση των εμπορευμάτων. Επίσης, δεν παρέχεται κάλυψη σε περιπτώσεις εσκεμμένης αμέλειας του ασφαλισμένου. Αντίστοιχα, οποιαδήποτε ζημιά προκληθεί από αμέλεια κατά την συσκευασία του εμπορεύματος, ενώ δεν παρέχεται κάλυψη σε περίπτωση πολέμου και απεργίας. Σε περίπτωση, κατά την οποία ένα πλοίο αλλάξει το προκαθορισμένο δρομολόγιό του, τότε ο ασφαλισμένος θα πρέπει να ενημερώσει άμεσα την ασφαλιστική εταιρεία για την αλλαγή. Επιπλέον, για να συνεχίσει να παρέχεται ασφαλιστική κάλυψη θα πρέπει η ασφαλιστική εταιρεία να αποδεχθεί να καλύψει την νέα διαδρομή και ενδεχομένως να διαπραγματευτεί μία καινούργια συμφωνία με τον ασφαλισμένο.

Οι επόμενες δύο υποομάδες (I.C.C. B και C) περιορίζουν τους κινδύνους, που καλύπτονται. Πιο συγκεκριμένα καλύπτονται ζημιές στο φορτίο, οι οποίες προκαλούνται από φωτιά, έκρηξη, προσάραξη, ανατροπή, σύγκρουση ή βύθιση του πλοίου. Επίσης, καλύπτονται ζημιές σε φορτία, οι οποίες είναι αποτέλεσμα πράξεων γενικής αβαρίας. Εκτός από τους κινδύνους, οι οποίοι καλύπτονται οι υπόλοιπες λεπτομέρειες των τριών υποομάδων είναι παραπλήσιες. Υφίστανται κάποιες διαφοροποιήσεις η ανάλυση των οποίων εκφεύγει του αντικείμενου της παρούσας εργασίας.

Το σύνολο των ρητρών, που χρησιμοποιούνται στην ασφαλιστική αγορά καλύπτουν τους ασφαλισμένους τόσο σε ολικές όσο και μερικές ζημιές του φορτίου. Η κάλυψη αυτή δεν περιορίζεται αποκλειστικά κατά την θαλάσσια μεταφορά του φορτίου, αλλά επεκτείνεται σε όλα τα στάδια από την τελική αποθήκευση πριν την μεταφορά στο πλοίο έως την εκφόρτωση και την μεταφορά στις αποθήκες του

παραλήπτη (βλέπε Mutenga & Parsons, 2012). Μία ουσιώδης διαφορά μεταξύ των ομάδων ρητρών, που έχουν αναφερθεί, είναι, ότι σύμφωνα με τους American Institute και τους Norwegian Cargo Clauses η κάλυψη δεν καλύπτει το στάδιο της τελικής αποθήκευσης πριν την μεταφορά στο πλοίο. Τέλος, αξίζει να σημειωθεί, ότι στην ασφαλιστική αγορά του Λονδίνου υπάρχουν τυποποιημένοι όροι και ρήτρες, που αφορούν συγκεκριμένες κατηγορίες εμπορευμάτων. Με αυτούς τους όρους εξειδικεύονται οι καλυπτόμενοι κίνδυνοι ανάλογα με το είδος του φορτίου. Τέτοιες κατηγορίες είναι τα κατεψυγμένα τρόφιμα, προϊόντα άνθρακα, το πετρέλαιο, ξυλεία και προϊόντα όπως καφές, βαμβάκι και ζάχαρη. Σε αυτές τις ρήτρες υφίστανται ορισμένες τροποποιήσεις συγκριτικά με τους βασικούς όρους της αγοράς του Λονδίνου (I.C.C. A, B και C), για τις οποίες έχουν ληφθεί υπόψη οι ιδιαιτερότητες ορισμένων κατηγοριών εμπορευμάτων.

3.3 Ασφάλεια αστικής ευθύνης

Στην συγκεκριμένη κατηγορία ασφάλισης περιλαμβάνονται οι καλύψεις, που προσφέρουν στους πλοιοκτήτες, διαχειριστές και ναυλωτές πλοίων οι αλληλασφαλιστικοί οργανισμοί (P & I Clubs). Οι καλύψεις αυτές αφορούν υποχρεώσεις των μελών ενός οργανισμού προς τρίτους. Απαραίτητη προϋπόθεση, προκειμένου να αποζημιωθεί ένα μέλος αποτελεί η κάλυψη εκ μέρους του όλων των ζημιών προς το εκάστοτε τρίτο μέρος. Με άλλα λόγια τα μέλη ενός P & I Club αποζημιώνονται για δαπάνες, που έχουν ήδη καταβάλει. Στην διεθνή πρακτική χρησιμοποιείται ο όρος «Protection & Indemnity Insurance». Σχετικά με την εξέλιξη, την δομή και τον τρόπο λειτουργίας τους έχει ήδη πραγματοποιηθεί αναφορά σε προηγούμενη ενότητα της παρούσας εργασίας. Σε αυτήν την ενότητα θα περιγραφούν οι διάφορες κατηγορίες καλύψεων, που παρέχονται από τα P & I Clubs.

Στην ενότητα, όπου αναφέρθηκαν οι ιδιαιτερότητες των αλληλασφαλιστικών οργανισμών στην ναυτιλία κατέστη σαφές, ότι το ετήσιο ασφάλιστρο, που θα καταβληθεί από τα μέλη τους δεν είναι προκαθορισμένο εξ' αρχής. Μία αντίστοιχη ασφάλεια επικρατεί και όσον αφορά τις παρεχόμενες καλύψεις. Είναι χαρακτηριστικό, ότι στην βιβλιογραφία, συχνά η συγκεκριμένη κατηγορία ασφάλισης αναφέρεται ως κάλυψη για την ομάδα των «απομεινariών» (leftovers) των υπολοίπων κατηγοριών Ναυτασφάλειας. Δηλαδή με την συγκεκριμένη κατηγορία καλύπτονται δαπάνες, που προκαλούνται από κινδύνους για τους οποίους οι ενδιαφερόμενοι δεν έχουν την δυνατότητα να ασφαλιστούν στις λοιπές κατηγορίες της Ναυτασφάλειας. Για να είναι σαφείς οι δαπάνες, που καλύπτονται από το κάθε club εκδίδει ένα εγχειρίδιο κανόνων (rule book), στο οποίο αναφέρονται τα είδη κινδύνων για τα οποία παρέχεται αποζημίωση. Αντίστοιχα, αναφέρονται και οι περιπτώσεις για τις οποίες δεν παρέχεται κάλυψη από τα P & I Clubs. Ωστόσο, παραμένει στην διακριτική ευχέρεια των διαχειριστών του κάθε οργανισμού να αποδεχθεί την κάλυψη κινδύνων, οι οποίοι δεν αναφέρονται ρητά στο εγχειρίδιο. Η ευχέρεια αυτή αποτελεί την ουσία του

«γενικού κανόνα» ή «omnibus rule», όπως αναφέρεται διεθνώς. Με βάση αυτόν τον κανόνα ένα Club έχει την δυνατότητα να αποφασίσει να αποζημιώσει ένα μέλος του για οποιοδήποτε έξοδο προκαλείται από την εμπλοκή του στην κατοχή και διαχείριση εμπορικών πλοίων. Στους διάφορους αλληλασφαλιστικούς οργανισμούς, που δραστηριοποιούνται ανά τον κόσμο, οι παρεχόμενες καλύψεις δεν διαφοροποιούνται σημαντικά. Ειδικότερα, τα μέλη του διεθνούς ομίλου «The International Group of P & I Clubs» παρέχουν σχεδόν τις ίδιες καλύψεις, προκειμένου να αποφεύγεται ο ανταγωνισμός μεταξύ τους. Τυπικά ένα Club καλύπτει ζημιές, που προκαλούνται από ένα μέλος του και προέρχονται από τα ακόλουθα γεγονότα (βλέπε Hazelwood, 2000):

1. Σύγκρουση με έτερο πλοίο: Σε αυτήν την κατηγορία περιλαμβάνονται ζημιές, οι οποίες δεν καλύπτονται από ένα τυπικό συμβόλαιο ασφάλισης κύτους και μηχανημάτων (Hull & Machinery Insurance) και προκαλούνται από σύγκρουση δύο ή περισσότερων πλοίων.

2. Ζημιές σε σταθερά και επιπλέοντα αντικείμενα: Ένα Club θα καλύψει τις ζημιές, που προκάλεσε ένα πλοίο σε έναν λιμένα, μία αποβάθρα, μία πλωτή δεξαμενή και σε οποιοδήποτε σταθερό ή κινούμενο αντικείμενο δεν θεωρείται πλοίο.

3. Ζημιές στο φορτίο: Στην συγκεκριμένη κατηγορία καλύπτονται, όλες οι απώλειες και ζημιές (μερικές ή ολικές) στο μεταφερόμενο εμπόρευμα ενός πλοίου, οι οποίες προκαλούνται από αιτίες, οι οποίες δεν καλύπτονται από ένα συμβόλαιο ασφάλισης φορτίου. Τέτοιες περιπτώσεις ενδέχεται να αποτελούν ζημιές στο φορτίο, που προκαλούνται από την μη αξιοπλοΐα του πλοίου, καθώς και την ακαταλληλότητα των αποθηκευτικών μέσων και χώρων του. Επίσης, ένα P & I Club θα αποζημιώσει ένα μέλος του για τα έξοδα, που προέκυψαν κατά την εκφόρτωση και απόρριψη του φορτίου, που δεν είναι πλέον κατάλληλο για χρήση. Όλα τα ανωτέρω ισχύουν στην περίπτωση κατά την οποία το μέλος ενός Club δεν έχει την δυνατότητα να αποζημιωθεί για παρόμοιες δαπάνες από κάποιο τρίτο μέρος. Επιπλέον, υπάρχουν και περιπτώσεις για τις οποίες τα P & I Clubs δεν αποζημιώνουν τα μέλη τους. Τέτοιες αποτελούν η μεταφορά λαθραίου εμπορεύματος, αντικειμένων με ιονίζουσα ακτινοβολία, σπάνιων ή πολύτιμων υλικών, καθώς και φορτίου σε κατεψυγμένη μορφή. Με εξαίρεση την περίπτωση του λαθρεμπορίου όλες οι λοιπές δύνανται να καλυφθούν από τα Clubs υπό την προϋπόθεση, ότι οι καλύψεις αυτές περιλαμβάνονται στο εγχειρίδιο των κανόνων. Επίσης, οι αλληλασφαλιστικοί οργανισμοί δεν καλύπτουν δαπάνες των μελών τους, που προκαλούνται από πράξεις απάτης. Αντίστοιχα, σε περίπτωση, που το πλοίο ακολουθήσει διαδρομή διαφορετική από την προγραμματισμένη για λόγους, που δεν σχετίζονται με την ασφάλεια της ναυσιπλοΐας και προκύψουν ζημιές στο φορτίο, τότε το μέλος δεν θα καλυφθεί. Το ίδιο ισχύει και σε περίπτωση, που το φορτίο παραδοθεί σε έτερο λιμένα από αυτόν, που έχει συμφωνηθεί. Επίσης, αξίζει να αναφερθεί, ότι σε γενικές γραμμές τα P & I Clubs κατά κάποιον τρόπο επιβάλλουν στα μέλη τους την εφαρμογή των Κανόνων

Hague-Visby. Τέλος, υπάρχουν και άλλες εξειδικευμένες περιπτώσεις, για τις οποίες τα Clubs δεν παρέχουν κάλυψη στα μέλη τους (βλέπε Hazelwood, 2000). Η αναφορά σε αυτές εκφεύγει του αντικείμενου της παρούσας διατριβής.

4. Ζημιές σε αντικείμενα που βρίσκονται επί του πλοίου: Σε αυτήν την κατηγορία περιλαμβάνονται καλύψεις σε ζημιές αντικειμένων όπως εμπορευματοκιβώτια (containers) και λοιπός εξοπλισμός. Εξαιρούνται, όμως αντικείμενα τα οποία είναι μέρος του πλοίου.

5. Δαπάνες σχετιζόμενες με άτομα που επιβαίνουν σε ένα πλοίο: Μία πλοιοκτήτρια εταιρεία είναι υπεύθυνη για την ασφάλεια των ατόμων, που επιβαίνουν στα διάφορα πλοία της. Έτσι, τα P & I Clubs θα καλύψουν δαπάνες, που αφορούν τραυματισμούς, ιατροφαρμακευτική περίθαλψη και αποζημιώσεις σε περίπτωση θανάτου. Η κάλυψη αυτή περιλαμβάνει τα μέλη του πληρώματος, τους φορτωτές/εκφορτωτές, συνεργεία επισκευής, πιλότους, καθώς και τους επισκέπτες που επιβαίνουν σε ένα πλοίο. Επίσης, για τα επιβατηγά πλοία η κάλυψη περιλαμβάνει και τους επιβάτες αυτών για όσο βρίσκονται επί του σκάφους. Σε αυτήν την κατηγορία εντάσσονται ακόμα δαπάνες επαναπατρισμού, καθώς και μισθολογικό κόστος για μέλη του πληρώματος, που νοσηλεύονται. Επιπρόσθετα, τα Clubs θα καλύψουν τα έξοδα, που θα προκληθούν από την αλλαγή του δρομολογίου ενός πλοίου στην περίπτωση, που κάτι τέτοιο απαιτηθεί για την διακομιδή ενός ασθενούς ή τραυματισμένου ατόμου, που επιβαίνει στο σκάφος. Επιπλέον, καθώς τα τελευταία χρόνια έχουν αυξηθεί και οι περιπτώσεις λαθρεπιβατών στα πλοία, συχνά τα P & I Clubs, καλούνται να καλύψουν έξοδα επαναπατρισμού των λαθρεπιβατών, καθώς και οποιαδήποτε δαπάνη προκύψει από ενέργειες τους.

6. Πρόστιμα: Σε πολλές περιπτώσεις σε μία πλοιοκτήτρια εταιρεία επιβάλλονται πρόστιμα από τις αρχές, για πράξεις που σχετίζονται με ένα πλοίο αυτό καθεαυτό ή με τα μέλη του πληρώματος. Τα P & I Clubs συνήθως αναφέρουν για ποια είδη προστίμων και νομικών κυρώσεων καλύπτουν τα μέλη τους στο εκάστοτε εγχειρίδιο κανόνων.

7. Δαπάνες παραμονής σε каранτίνα: Σε αυτήν την κατηγορία περιλαμβάνονται δαπάνες, με τις οποίες βαρύνεται το μέλος ενός Club και σχετίζονται με την παραμονή σε каранτίνα λόγω κάποιας μολυσματικής ασθένειας.

8. Δαπάνες ναυαγίων: Τα P & I Clubs καλύπτουν τα έξοδα ενός μέλους, που πραγματοποιήθηκαν για την ανέλκυση ενός πλοίου, το οποίο ναυάγησε. Πέρα από τα έξοδα ανέλκυσης καλύπτονται επίσης δαπάνες σχετικές με την μεταφορά, καταστροφή και επισήμανση ενός ναυαγίου, τις οποίες πραγματοποίησε ένα μέλος.

9. Δαπάνες λόγω ρύπανσης: Δυστυχώς από τα μέσα του 20^{ου} αιώνα και έπειτα τα περιστατικά θαλάσσιων ατυχημάτων, τα οποία προκαλούν ρύπανση, λόγω διαρροής καυσίμου ή οποιουδήποτε άλλου επικίνδυνου συστατικού, έχουν αυξηθεί. Εξαιτίας, αυτής της αύξησης οι αλληλασφαλιστικοί οργανισμοί έχουν εμπλακεί ενεργά στην

κάλυψη δαπανών των μελών τους, που οφείλονται σε τέτοια περιστατικά. Η ενδεδειγμένη ανάλυση της συνεισφοράς των P & I Clubs θα μπορούσε να αποτελέσει αντικείμενο μίας ξεχωριστής διπλωματικής διατριβής. Στην παρούσα θα αναφερθούν συνοπτικά τα είδη των δαπανών, που καλύπτονται. Αρχικά ένα Club καλύπτει τις αποζημιώσεις, που θα καταβάλει ένα μέλος για την θαλάσσια ρύπανση, που προκλήθηκε από κάποιο πλοίο του. Η κάλυψη αυτή αφορά, αποζημιώσεις οι οποίες καταβλήθηκαν από το μέλος με την ιδιότητα αποκλειστικά της πλοιοκτήτριας εταιρείας και όχι με αυτήν του ιδιοκτήτη του φορτίου. Η εξαίρεση αυτή αφορά μεγάλους ενεργειακούς κολοσσούς, οι οποίοι μεταφέρουν με καύσιμα με ιδιόκτητους στόλους. Επίσης, τα Clubs καλύπτουν τα έξοδα, που κατέβαλε ένα μέλος τους για την ανάσχεση και την ελαχιστοποίηση της προκληθείσης ρύπανσης. Τέλος, τα Clubs αποζημιώνουν τα μέλη τους για πρόστιμα τα οποία τους επιβάλλονται από κρατικές αρχές έπειτα από μόλυνση, που προκάλεσε κάποιο πλοίο τους.

10. Έξοδα ρυμουλκήσεως: Τα P & I Clubs καλύπτουν τα μέλη τους για έξοδα ρυμουλκήσεως, που αυτά καταβάλουν κατά την είσοδο/ έξοδο από έναν λιμένα.

Οι παραπάνω κατηγορίες είναι ενδεικτικές και αφορούν τα πιο βασικά και συνήθη είδη καλύψεων από έναν αλληλασφαλιστικό οργανισμό. Άλλωστε ο κάθε οργανισμός στο εγχειρίδιο κανόνων, που παραδίδει στα μέλη του αναφέρει αναλυτικά τις δαπάνες, που καλύπτονται. Ωστόσο, υφίστανται και περιπτώσεις για τις οποίες τα Clubs δεν αποζημιώνουν τα μέλη τους. Αρχικά, οι αλληλασφαλιστικοί δεν θα καλύψουν ένα μέλος εάν η ζημιά προκλήθηκε από εμπλοκή πλοίου του σε έκνομες δραστηριότητες. Επίσης, δεν αποζημιώνονται τα μέλη για περιπτώσεις, που καλύπτονται από άλλες κατηγορίες ασφαλίσεων (H&M, Cargo Insurance). Επιπλέον, τα Clubs δεν παρέχουν αποζημιώσεις για δαπάνες, που προέκυψαν από πολέμους, συρράξεις, τρομοκρατικές ή επαναστατικές ενέργειες. Περαιτέρω, ένα μέλος δεν θα αποζημιωθεί για δαπάνες, οι οποίες ήταν αποτέλεσμα ενεργειών οι οποίες είχαν ως σκοπό και κίνητρο την πρόκληση ζημιών. Τέλος, στο εγχειρίδιο με τους κανόνες του κάθε αλληλασφαλιστικού οργανισμού περιγράφονται οι απαιτήσεις ασφαλείας και συντήρησης, που πρέπει να τηρούν τα μέλη του, έτσι ώστε να δικαιούνται αποζημιώσεων ύστερα από κάποιο ατύχημα. Εάν κάποιο μέλος δεν τηρεί τις υποχρεώσεις αυτές δεν δικαιούται και αποζημίωσης από τον οργανισμό.

3.4 Ασφάλεια ναύλου, υπερημερίας και υπεράσπισης

Η συγκεκριμένη κατηγορία Ναυτασφάλειας είναι ιδιαίτερα σημαντική για τους ιδιοκτήτες και διαχειριστές πλοίων. Στην διεθνή βιβλιογραφία χρησιμοποιείται ο όρος «Freight, Demurrage and Defence Insurance» και εν συντομία «FD & D Insurance». Το αντικείμενο αυτής της κατηγορίας ασφάλισης συχνά συγχέεται με αυτό των υπολοίπων κατηγοριών. Στην παρούσα υποενότητα θα πραγματοποιηθεί μία

συνοπτική περιγραφή της κατηγορίας αυτής, ώστε να αποσαφηνιστεί ο σκοπός και το αντικείμενο της.

Αρκετά συχνά πλοιοκτήτριες εταιρείες και εταιρείες διαχείρισης πλοίων αναγκάζονται να εμπλακούν σε δικαστικές διενέξεις, διαπραγματεύσεις και συμβιβασμούς προκειμένου να επιλύσουν ζητήματα σχετικά με δραστηριότητα τους. Αυτές οι διαδικασίες είναι κοστοβόρες, καθώς περιλαμβάνουν αμοιβές σε προσωπικό όπως δικηγόρους, εμπειρογνώμονες, διαμεσολαβητές και παρόμοιες ειδικότητες. Η συγκεκριμένη κατηγορία ασφάλισης αποζημιώνει τους ενδιαφερόμενους για τα έξοδα τέτοιων διαδικασιών. Αυτό, που πρέπει να επισημανθεί είναι ότι η εν λόγω κατηγορία καλύπτει τα έξοδα για την επίλυση κάποιου ζητήματος και όχι τις δαπάνες, που προκλήθηκαν από το ζήτημα το ίδιο. Η εν λόγω κάλυψη παρέχεται ως επί το πλείστον από τα P & I Clubs, ως επιπλέον παροχή από την συνήθη κάλυψη αστικής ευθύνης. Επομένως, βασίζεται και η εν λόγω κάλυψη στην αρχή της αμοιβαιότητας μεταξύ των μελών ενός Club.

Με βάση τα ανωτέρω έχει καταστεί σαφές, ότι η ασφάλιση FD & D αφορά σε έξοδα, που πραγματοποιούνται για επίλυση ποικίλων ζητημάτων. Για να κατανοηθεί πληρέστερα ο ρόλος του κλάδου αυτού αξίζει να αναφερθούν ορισμένα τέτοια ζητήματα, που ενδέχεται να προκύψουν από την ιδιοκτησία και διαχείριση εμπορικών πλοίων (βλέπε Anderson, 1999). Από τις βασικές κατηγορίες επίλυσης διαφορών η πιο διαδεδομένη αφορά ζητήματα ναύλων και υπερημερίας, όπως μαρτυρά και η ονομασία της συγκεκριμένης κατηγορίας ασφάλισης (freight, demurrage). Επίσης, σε περιπτώσεις καθορισμού των μεριδίων συμμετοχής σε δαπάνες γενικής αβαρίας και διάσωσης, τα έξοδα του ειδικού διαμεσολαβητή μπορούν να καλυφθούν. Αντίστοιχα ισχύει σε περιπτώσεις διενέξεων σχετικά με αθέτηση όρων ναύλωσης και ενοικίασης πλοίων σε τρίτους. Επιπλέον, δεν αποτελεί σπάνιο φαινόμενο η χρήση ακατάλληλου εξοπλισμού από τρίτους κατά την διαχείριση ενός πλοίου, όπως επίσης η ημιτελής παροχή υπηρεσιών από επισκευαστικούς φορείς, καθώς και η παράδοση καύσιμου κακής ποιότητας. Επιπρόσθετα, κατά την διαδικασία φόρτωσης/ εκφόρτωσης ενός πλοίου ενδεχομένως να προκύψουν ζημιές στο φορτίο από ενέργειες τρίτων. Για την αποκατάσταση ζημιών, που προέκυψαν από τέτοιες καταστάσεις επικαλούνται ειδικοί εμπειρογνώμονες, προκειμένου να τεκμηριωθεί μία απαίτηση προς τρίτους. Τα έξοδα αυτών των εμπειρογνομόνων καλύπτει η FD & D ασφάλιση. Σημαντική επίσης είναι η συνεισφορά νομικών και λοιπών ειδικοτήτων (μηχανικών, ναυπηγών, κτλ) στο πλαίσιο ναυπήγησης ή αγοραπωλησίας ενός πλοίου από μία πλοιοκτήτρια εταιρεία. Οι αμοιβές αυτών των επιστημόνων αποτελούν αντικείμενο της συγκεκριμένης κατηγορίας ασφάλισης. Αντιστοίχως, σε περιπτώσεις ενεργειών από κρατικές και λοιπές αρχές, οι οποίες αναίτια βλάπτουν τα συμφέροντα πλοιοκτητών επικαλείται η γνώση ορισμένων ειδικοτήτων. Τέλος, σε περιπτώσεις, που εμπíπτουν στην κατηγορία ασφάλισης κύτους και μηχανημάτων (H & M Insurance), αλλά η προκληθείσα ζημιά δεν υπερβαίνει την σχετική απαλλαγή (deductible), για την αποζημίωση από τρίτους απαιτείται η συνδρομή ειδικών. Οι αμοιβές, καθώς και τα

λοιπά διαδικαστικά έξοδα, τα οποία θα ανακύψουν σε αντίστοιχες περιπτώσεις καλύπτονται από την εν λόγω κατηγορία.

Κλείνοντας την αναφορά στην ασφάλιση FD & D, αξίζει να σημειωθεί, ότι η κάλυψη από τα αντίστοιχα Clubs δεν είναι καθολική. Με άλλα λόγια, οι φορείς ασφάλισης που αναλαμβάνουν την κάλυψη τέτοιων δαπανών, έχουν την δυνατότητα να απορρίψουν κάποια υπόθεση. Αυτό συμβαίνει, όταν με βάση την εμπειρία τους κρίνουν, ότι οι πιθανότητες επιτυχούς έκβασης είναι ιδιαίτερα περιορισμένες και επομένως τα έξοδα της διένεξης θα είναι άσκοπα.

3.5 Ασφάλεια ναύλου

Η συγκεκριμένη κατηγορία ασφάλισης αποτελεί ένα περίπλοκο μέρος της Ναυτασφάλειας, το οποίο όμως είναι ιδιαίτερα κρίσιμο για τους ιδιοκτήτες και διαχειριστές εμπορικών πλοίων. Στην διεθνή ορολογία αναφέρεται ως «Freight Insurance». Ο όρος freight συχνά συγχέεται με τον αντίστοιχο cargo. Ωστόσο, η ασφάλεια ναύλου έχει εντελώς διαφορετικό αντικείμενο σε σχέση με την ασφάλεια φορτίου, που αναλύθηκε σε προηγούμενη ενότητα. Για να καταστεί σαφής η διαφορά των δύο κατηγοριών ασφάλισης πρέπει να δοθεί ο ορισμός της έννοιας του ναύλου.

Με τον όρο ναύλο (freight) εννοείται το ποσό, που πρέπει να καταβληθεί στον μεταφορέα ενός φορτίου από τον αντίστοιχο εντολέα (βλέπε Association of Marine Underwriters of San Francisco Inc., 2002). Σε μία γενίκευση του όρου αναφέρεται ως το κέρδος, που αποκομίζει ένας πλοιοκτήτης από την διαχείριση ενός πλοίου του (βλέπε, Geoffrey Hudson et al., 2012). Το κέρδος αυτό αποκομίζεται κατά κανόνα με την παράδοση του φορτίου από το πλοίο, υπό τους όρους και τις προϋποθέσεις, που έχουν συμφωνηθεί μεταξύ των συμβαλλομένων μερών. Υπάρχουν περιπτώσεις, που ένα μέρος προκαταβάλλεται πριν την έναρξη της μεταφοράς (advance freight), όπως και περιπτώσεις για τις οποίες προκαταβάλλεται ολόκληρο το ποσό (prepaid freight). Ο τρόπος με τον οποίο θα καταβληθεί το συμφωνημένο ναύλο αποτελεί αντικείμενο του συμβολαίου μεταφοράς, εντός του οποίου περιγράφονται οι σχετικές λεπτομέρειες.

Με βάση τα ανωτέρω είναι σαφής η σημασία της ασφάλισης ναύλου, καθώς με αυτήν καλύπτεται ο κίνδυνος απώλειας κέρδους για τους ιδιοκτήτες και διαχειριστών πλοίων. Για την κάλυψη αυτού του κινδύνου οι πλέον χρησιμοποιούμενες ομάδες ρητρών είναι αυτές της αγγλικής ασφαλιστικής αγοράς, οι Institute Time Clauses Freight. Η πιο πρόσφατη επικαιροποίηση αυτών των ρητρών πραγματοποιήθηκε το 1995. Οι κίνδυνοι, οι οποίοι καλύπτονται είναι πανομοιότυποι με αυτούς σε μία ασφάλιση κύτους και μηχανημάτων, όπως αναλύθηκαν στην σχετική υποενότητα. Αξίζει να επισημανθεί, ότι με την ασφάλιση ναύλου ο ασφαλισμένος καλύπτεται για την ζημιά, που προκλήθηκε στον ιδιοκτήτη ενός τρίτου πλοίου, όσον αφορά το ναύλο αυτού, έπειτα από σύγκρουση των δύο σκαφών. Η υποχρέωση των ασφαλιστικών

εταιρειών ανέρχεται και σε αυτήν την περίπτωση όπως και στην ασφάλιση κύτους και μηχανημάτων στο 75% της απολεσθείσης αξίας του αντίστοιχου ναύλου. Αυτή η κάλυψη δεν πρέπει να συγχέεται με την αντίστοιχη, που σχετίζεται με το κύτος και τα μηχανικά του μέρη, καθώς προορίζεται αποκλειστικά για την κάλυψη απώλειας σε ναύλα.

Όπως και στις λοιπές κατηγορίες, έτσι και στην ασφάλιση ναύλου ο ασφαλισμένος δεν καλύπτεται για ζημιές, που προκύπτουν εξαιτίας εμπόλεμων συρράξεων και απεργιών. Για αυτές τις περιπτώσεις οι ενδιαφερόμενοι πρέπει να συνάπτουν ξεχωριστά συμβόλαιο, που καλύπτουν τέτοιου είδους ζημιές.

3.6 Ασφάλεια κινδύνων από πολέμους και απεργίες

Όπως έχει ήδη αναφερθεί στις προηγούμενες ενότητες αυτού του κεφαλαίου, οι κίνδυνοι, οι οποίοι σχετίζονται με πολέμους και απεργιακές κινητοποιήσεις δεν καλύπτονται από τις συνηθισμένες ομάδες ρητρών και προϋποθέσεων. Προκειμένου οι ενδιαφερόμενοι να αποκτήσουν κάλυψη για τέτοιες περιπτώσεις, απαιτείται η σύναψη ξεχωριστών συμβολαίων και η καταβολή επιπλέον ασφαλιστρών. Η απόφαση για την σύναψη τέτοιων συμβολαίων εναπόκειται στην διακριτική ευχέρεια των ιδιοκτητών και διαχειριστών πλοίων. Οι παράμετροι, που λαμβάνονται υπόψη σχετίζονται με την περιοχή δραστηριοποίησης των πλοίων, καθώς και με το είδος του εκάστοτε μεταφερόμενου φορτίου.

Η ανάγκη για την αντιμετώπιση ζημιών, που προκαλούνταν σε περιπτώσεις εμπόλεμων συρράξεων, αλλά και απεργιακών κινητοποιήσεων κατέστη έντονη από τα τέλη του 18^{ου} αιώνα και έπειτα. Η Αμερικανική Επανάσταση, οι Ναπολεόντειοι Πόλεμοι και οι δύο Παγκόσμιοι Πόλεμοι συνέβαλαν στην διαμόρφωση ειδικών κατηγοριών ασφάλισης για την αντιμετώπιση επιπλέον κινδύνων από τους συνηθισμένους θαλάσσιους. Όσον αφορά το κύτος και τα μηχανικά μέρη ενός πλοίου, καθώς και τα ναύλα αυτού, οι κίνδυνοι τόσο από πολέμους, όσο και από απεργίες καλύπτονται από ένα ενιαίο ασφαλιστικό συμβόλαιο. Αντίθετα, στην περίπτωση των μεταφερόμενων φορτίων συνάπτονται δύο ξεχωριστά συμβόλαια, ένα για πολέμους και ένα για απεργίες. Όπως σε όλες τις κατηγορίες ασφάλισης, έτσι και στην εν λόγω τα συναφθέντα συμβόλαια περιλαμβάνουν τυποποιημένους όρους και προϋποθέσεις οι οποίες εκδίδονται από διάφορους οργανισμούς. Οι πλέον χρησιμοποιούμενοι όροι είναι αυτοί της αγγλικής αγοράς. Στις επόμενες υποενότητες θα περιγραφούν συνοπτικά οι κίνδυνοι, που καλύπτονται ανά περίπτωση.

3.6.1. Ασφάλεια φορτίου για κινδύνους πολέμων

Η πιο πρόσφατη ομάδα όρων και προϋποθέσεων για αυτήν την κατηγορία ολοκληρώθηκε το 2009 (Institute War Clauses Cargo 2009). Οι κίνδυνοι, οι οποίοι καλύπτονται είναι (βλέπε Geoffrey Hudson et al., 2012):

1. Πόλεμος, εμφύλιος πόλεμος, επανάσταση, εξέγερση και οποιαδήποτε ενέργεια προέρχεται από εμπόλεμο μέρος,
2. σύλληψη, κράτηση, που προκαλείται στο πλαίσιο των κινδύνων της προηγούμενης παραγράφου,
3. εγκαταλελειμμένες νάρκες, τορπίλες, βόμβες και λοιπός οπλισμός.

Όπως είναι φυσιολογικό, υπάρχουν και συνθήκες κάτω από τις οποίες μία ασφάλιση αυτής της κατηγορίας δεν παρέχει κάλυψη. Οι συνθήκες αυτές είναι ίδιες με εκείνες, που αναφέρθηκαν στην ενότητα της ασφάλειας φορτίου. Συμπληρωματικά με αυτές, δεν καλύπτονται επίσης ζημιές, οι οποίες προκλήθηκαν από την χρήση πυρηνικών όπλων εκ μέρους εχθρικών δυνάμεων. Στην περίπτωση, που η προκληθείσα ζημιά οφείλεται σε χρήση αντίστοιχων μέσων από μη εχθρικές δυνάμεις, η ασφαλιστική εταιρεία υποχρεούται στην παροχή κάλυψης. Κατά τα λοιπά μέρη οι όροι και οι προϋποθέσεις δεν μεταβάλλονται σημαντικά σε σχέση με μία συνηθισμένη ασφάλεια φορτίου.

3.6.2. Ασφάλεια φορτίου για κινδύνους απεργιών

Με την εν λόγω κατηγορία ασφάλισης καλύπτονται ζημιές και δαπάνες, οι οποίες προέρχονται από απεργιακές κινητοποιήσεις. Η πιο πρόσφατη ομάδα όρων και προϋποθέσεων για αυτήν την κατηγορία εκδόθηκε το 2009 (Institute Strikes Clauses Cargo 2009). Οι κίνδυνοι, οι οποίοι καλύπτονται προέρχονται από ενέργειες σχετικές με (βλέπε Geoffrey Hudson et al., 2012):

1. Απεργούς, αποκλεισμένους εργάτες από τον χώρο εργασίας τους και άτομα που συμμετέχουν σε εργατικές αναταραχές και διαμαρτυρίες,
2. τρομοκρατικές ενέργειες ατόμων, που δρουν εκ μέρους ή σχετίζονται με ομάδες, οι οποίες επιχειρούν να ανατρέψουν ή να επηρεάσουν κυβερνητικές αρχές,
3. άτομα που δρουν με πολιτικά, ιδεολογικά ή θρησκευτικά κίνητρα.

Όσον αφορά τις ενέργειες ατόμων, όπως περιγράφονται στην ανωτέρω παράγραφο 1, οι ασφαλιστικές υποχρεούνται να παρέχουν κάλυψη για ζημιές, που προκαλούνται στο φορτίο ως αποτέλεσμα βίαιων πράξεων αυτών των ατόμων. Σε περίπτωση, που η ζημιά προκληθεί απλά από το γεγονός, ότι οι απεργοί δεν παρέχουν τις υπηρεσίες τους, τότε μία ασφαλιστική εταιρεία δεν καλύπτει την ζημιά αυτή. Κατά τα λοιπά, ισχύουν οι όροι και οι προϋποθέσεις μίας συνηθισμένης ασφάλισης φορτίου.

3.6.3. Ασφάλεια κύτους, μηχανημάτων και ναύλου για κινδύνους πολέμου και απεργιών

Όσον αφορά την ασφάλιση κύτους και μηχανημάτων (H & M Insurance) η κάλυψη για κινδύνους, που σχετίζονται με πολέμους και απεργίες, παρέχεται από ένα ασφαλιστικό συμβόλαιο. Οι ρήτρες, που κατά κανόνα χρησιμοποιούνται σε τέτοιες περιπτώσεις είναι αυτές της ασφαλιστικής αγοράς του Λονδίνου. Η πιο πρόσφατη επικαιροποίηση αυτών των ρητρών ολοκληρώθηκε το 1995 (Institute War and Strikes Clauses, Hulls Time 1995).

Οι κίνδυνοι, που καλύπτονται σε αυτήν την περίπτωση χωρίζονται σε δύο κατηγορίες. Στην πρώτη αναφέρονται οι κίνδυνοι σχετικοί με πολέμους. Οι κίνδυνοι είναι σχεδόν ίδιοι με τους αντίστοιχους σε περίπτωση ασφάλισης φορτίου (βλέπε Ενότητα 3.6.1). Η μοναδική διαφορά έγκειται στο γεγονός, ότι πιθανές ζημιές, που θα προκληθούν κατά την διάρκεια κράτησης ή σύλληψης του πλοίου από κυβερνητικές αρχές ακόμα και σε περίοδο ειρήνης, καλύπτονται από τις ασφαλιστικές εταιρείες.

Στην δεύτερη κατηγορία κινδύνων περιλαμβάνονται οι σχετιζόμενοι με απεργίες. Οι καλυπτόμενοι κίνδυνοι είναι αντίστοιχοι με αυτούς για την ασφάλιση φορτίου (βλέπε Ενότητα 3.6.2.). Κάποιες διαφοροποιήσεις υφίστανται στην λεκτική διατύπωση. Έτσι, οι τρομοκρατικές ενέργειες και οι πράξεις με πολιτικό, ιδεολογικό ή θρησκευτικό κίνητρο, που αναφέρονται στην ασφάλιση φορτίου, αντικαθίστανται με πράξεις, που έχουν κακόβουλο χαρακτήρα. Επιπλέον, το κύτος και οι μηχανές ενός πλοίου ασφαλίζονται για πράξεις, όπως αυτή της δήμευσης ή της απαλλοτρίωσης. Τέλος, παρέχεται κάλυψη σε περιπτώσεις πειρατείας, βίαιης κλοπής από άτομα άσχετα προς το πλήρωμα και απάτης από τον πλοίαρχο ή το πλήρωμα.

Μία επιπρόσθετη διαφοροποίηση, όσον αφορά τις ασφαλίσεις κύτους και μηχανημάτων, έγκειται στο γεγονός, ότι σε περίπτωση σύγκρουσης με άλλο πλοίο, τότε η κάλυψη δεν περιορίζεται στο 75% της προκληθείσης ζημιάς σε αυτό, αλλά επεκτείνεται στο 100%. Προϋπόθεση αποτελεί η σύγκρουση να προήλθε από πράξεις σχετικές με τους καλυπτόμενους κινδύνους αυτής της υποκατηγορίας.

Υπάρχουν και περιπτώσεις όμως, οι οποίες αποκλείονται από την κάλυψη μίας ασφάλισης κύτους και μηχανημάτων από κινδύνους πολέμου και απεργιών. Τέτοια περίπτωση είναι οι ζημιές, που θα προκύψουν σε περίπτωση πολεμικής σύγκρουσης μεταξύ δύο ή περισσότερων κρατών εκ των Η.Π.Α., Ρωσίας, Κίνας, Γαλλίας και Ηνωμένου Βασιλείου. Επιπλέον, δεν παρέχεται κάλυψη σε περίπτωση επίταξης ενός πλοίου για να καλύψει ανάγκες σε εμπόλεμες περιόδους, με την προϋπόθεση να επιστραφεί στον ιδιοκτήτη του με την λήξη της περιόδου αυτής. Αντίστοιχα ισχύει και στην περίπτωση, που ένα πλοίο κρατείται από τις αρχές του κράτους στο οποίο είναι εγγεγραμμένο ή κρατείται είτε για λόγους καραντίνας είτε για παραβίαση τελωνειακών και εμπορικών κανόνων. Τέλος, δεν παρέχεται κάλυψη από τις

ασφαλιστικές εταιρείες σε περίπτωση ζημιών, που οφείλονται στην χρήση πυρηνικών όπλων. Όσον αφορά τις συνηθισμένες εξαιρέσεις κινδύνων, αλλά και τους λοιπούς όρους, ισχύουν τα αντίστοιχα με ένα απλό συμβόλαιο ασφάλειας κύτους και μηχανημάτων.

Η αντίστοιχη ομάδα όρων, που χρησιμοποιείται για την ασφάλιση του ναύλου σε περίπτωση πολέμου και απεργιών είναι αυτή της αγγλικής αγοράς με τελευταία έκδοση αυτήν του 1995 (Institute War and Strikes Clauses, Freight 1995). Οι κίνδυνοι, που καλύπτονται είναι ίδιοι με αυτούς, που αφορούν το κύτος και τα μηχανικά μέρη ενός πλοίου, όπως επίσης και οι εξαιρέσεις που ενδέχεται να προκύψουν.

4. ΔΙΑΜΗΚΗΣ ΑΝΑΛΥΣΗ

4.1 Ορισμός διαμήκους ανάλυσης

Η διαμήκης ανάλυση αποτελεί μία από τις πλέον διαδεδομένες μεθόδους επεξεργασίας και εξαγωγής συμπερασμάτων, από υφιστάμενα δεδομένα. Στην διεθνή βιβλιογραφία η ορολογία που χρησιμοποιείται είναι αυτή της longitudinal data analysis. Επίσης, η διαμήκης μελέτη συχνά αναφέρεται και ως panel data analysis. Στο εξής, όπου απαιτείται θα χρησιμοποιούνται τόσο οι αντίστοιχοι διεθνείς όροι όσο και αυτός της διαμήκους ανάλυσης με την ίδια ακριβώς έννοια. Το εύρος εφαρμογής της διαμήκους ανάλυσης περιλαμβάνει αρκετούς κλάδους των οικονομικών και κοινωνικών επιστημών. Ένας από αυτούς είναι και ο ευρύτερος κλάδος των ασφαλίσεων. Λόγω του αντικειμένου της παρούσας εργασίας, η ανάλυση θα περιοριστεί στις ασφαλίσεις κατά ζημιών.

Σύμφωνα με τον Frees (2004) η longitudinal analysis αποτελεί επί της ουσίας έναν συνδυασμό της ανάλυσης παλινδρόμησης (regression analysis) και των χρονοσειρών (time series analysis). Με την ανάλυση παλινδρόμησης επιδιώκεται ο εντοπισμός της πιθανής συσχέτισης μίας εξαρτημένης μεταβλητής με μία ή περισσότερες ανεξάρτητες μεταβλητές. Απώτερος στόχος της ανάλυσης παλινδρόμησης είναι η πρόβλεψη της τιμής της εξαρτημένης μεταβλητής με βάση τις αντίστοιχες τιμές των ανεξάρτητων μεταβλητών (βλέπε Κούτρας και Ευαγγελαράς, 2016). Αντίστοιχα, με την ανάλυση χρονοσειρών παρατηρείται η εξέλιξη μίας ή περισσότερων μεταβλητών με την πάροδο του χρόνου.

Στην διαμήκη ανάλυση επιτυγχάνεται ένας συνδυασμός των δύο παραπάνω μεθόδων στατιστικής ανάλυσης. Ουσιαστικά, αυτό που αποτελεί την ιδιαιτερότητα της συγκεκριμένης ανάλυσης, είναι ότι παρατηρούνται περισσότερες μεταβλητές σε βάθος χρόνου. Με αυτόν τον τρόπο δημιουργείται μία ομάδα επαναλαμβανόμενων παρατηρήσεων για τις μεταβλητές, που ενδιαφέρουν τον εκάστοτε ερευνητή. Η ιδιαιτερότητα αυτή παρέχει την δυνατότητα μίας δυναμικής ανάλυσης δεδομένων. Προκειμένου να καταστεί εφικτή μία τέτοιου είδους ανάλυση θα πρέπει να υφίστανται δεδομένα για τις εξαρτημένες και ανεξάρτητες μεταβλητές σε διαδοχικές χρονικές στιγμές. Οι ομάδες δεδομένων με αυτήν την μορφή στην διεθνή βιβλιογραφία αναφέρονται ως longitudinal data ή panel data. Η συλλογή δεδομένων με αυτήν την μορφή μπορεί να πραγματοποιηθεί είτε προοπτικά είτε αναδρομικά (βλέπε Diggle et al., 2002). Στην πρώτη περίπτωση παρατηρούνται οι επιλεγθείσες

μονάδες σε βάθος χρόνου, ενώ στην αναδρομική προκύπτουν τα δεδομένα από αντίστοιχες ιστορικές παρατηρήσεις.

4.1.1. Συμβολισμός

Στην παρούσα υποενότητα αναφέρονται οι συμβολισμοί, που θα χρησιμοποιηθούν στην συνέχεια της εργασίας. Λαμβάνοντας υπόψη, ότι οι παρατηρήσεις σε longitudinal data αφορούν τόσο διαφορετικές μεταβλητές όσο και διαφορετικές χρονικές περιόδους, είναι απαραίτητη η εισαγωγή διπλών υποδεικτών σε κάθε μεταβλητή.

Οι εξαρτημένες μεταβλητές θα συμβολίζονται με y_{it} , όπου το i συμβολίζει την εκάστοτε παρατηρούμενη μονάδα, με τιμές $i = 1, 2, \dots, n$, όπου n είναι το πλήθος των μονάδων. Αντίστοιχα, το t συμβολίζει την χρονική στιγμή της εκάστοτε παρατήρησης και λαμβάνει τιμές $t = 1, 2, \dots, T_i$, όπου T_i είναι το πλήθος των χρονικών περιόδων για τις οποίες υφίστανται διαθέσιμες τιμές της της μονάδας i . Αξίζει να αναφερθεί σε αυτό το σημείο, ότι ο αριθμός των χρονικών περιόδων για τις οποίες υφίστανται διαθέσιμες τιμές ενδέχεται να είναι ίδιος για όλες τις μονάδες. Σε αυτήν την περίπτωση τα δεδομένα καλούνται «ισορροπημένα δεδομένα» (balanced data). Στην αντίθετη περίπτωση, τα δεδομένα χαρακτηρίζονται ως «μη ισορροπημένα» (unbalanced data). Με άλλα λόγια εάν $T_1 = T_2 = \dots = T_n = T$ τα δεδομένα είναι «ισορροπημένα», ενώ σε διαφορετική περίπτωση είναι «μη ισορροπημένα».

Οι ανεξάρτητες μεταβλητές των δεδομένων συμβολίζονται με $x_{it,1}, x_{it,2}, \dots, x_{it,K}$, όπου K είναι ο αριθμός των διαθέσιμων μεταβλητών. Οι υποδείκτες i και t αντιστοιχούν στους ίδιους συμβολισμούς, που αναφέρθηκαν στην προηγούμενη παράγραφο, για την εξαρτημένη μεταβλητή. Λαμβάνοντας υπόψη, ότι το πλήθος των ανεξάρτητων μεταβλητών είναι K , ένας πιο σύντομος και εύχρηστος συμβολισμός, μέσω ενός διανύσματος με K γραμμές και μία στήλη, είναι ο ακόλουθος:

$$\mathbf{x}_{it} = \begin{pmatrix} x_{it,1} \\ x_{it,2} \\ \vdots \\ x_{it,K} \end{pmatrix}$$

Η γενική μορφή έκφρασης της σχέσης μεταξύ των εξαρτημένων και ανεξάρτητων μεταβλητών μπορεί να συνοψισθεί στην ακόλουθη εξίσωση γραμμικής παλινδρόμησης:

$$E(y_{it}) = a + \beta_1 x_{it,1} + \beta_2 x_{it,2} + \dots + \beta_K x_{it,K} \quad (4.1)$$

Οι παράμετροι $\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_K$ είναι άγνωστες και πρέπει να εκτιμηθούν, προκειμένου να εκφραστούν οι εξαρτημένες μεταβλητές ως συνάρτηση των ανεξάρτητων. Το σύνολο των παραμέτρων αυτών μπορεί να συμβολιστεί με ένα διάνυσμα στήλη με K γραμμές, ως εξής:

$$\boldsymbol{\beta} = \begin{pmatrix} \beta_1 \\ \beta_2 \\ \vdots \\ \beta_K \end{pmatrix}.$$

Με βάση αυτούς τους συμβολισμούς η σχέση (4.1) μπορεί να εκφραστεί πιο συνοπτικά από την ακόλουθη σχέση:

$$E(y_{it}) = \alpha + \mathbf{x}'_{it}\boldsymbol{\beta} \quad (4.2)$$

Η παράμετρος α , η οποία πρέπει επίσης να εκτιμηθεί, εκφράζει την αναμενόμενη τιμή της y_{it} , όταν οι τιμές των ανεξάρτητων μεταβλητών x_{it} λαμβάνουν την τιμή μηδέν.

Ένας εναλλακτικός τρόπος έκφρασης του μοντέλου (4.2) μπορεί να πραγματοποιηθεί με την χρήση πινάκων. Με αυτόν τον τρόπο, επιτυγχάνεται η χρήση μονών υποδεικτών. Έτσι, συμβολίζεται το σύνολο των παρατηρήσεων της i μονάδας σε T_i χρονικές περιόδους με ένα διάνυσμα στήλη \mathbf{y}_i , ως εξής:

$$\mathbf{y}_i = \begin{pmatrix} y_{i1} \\ y_{i2} \\ \vdots \\ y_{iT_i} \end{pmatrix}$$

Με αντίστοιχο τρόπο συμβολίζονται και οι τιμές των ανεξάρτητων μεταβλητών μέσω ενός πίνακα $T_i \times K$:

$$\mathbf{X}_i = \begin{pmatrix} x_{i1,1} & \cdots & x_{i1,K} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ x_{iT_i,1} & \cdots & x_{iT_i,K} \end{pmatrix}$$

Τέλος, ορίζεται ένα διάνυσμα στήλη με T_i γραμμές, όπου όλα του τα στοιχεία είναι μονάδες, ως ακολούθως:

$$\mathbf{1}_i = \begin{pmatrix} 1 \\ 1 \\ \vdots \\ 1 \end{pmatrix}$$

4.2 Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα της διαμήκους ανάλυσης

Όπως αναφέρθηκε στην προηγούμενη ενότητα η longitudinal analysis είναι ένας συνδυασμός της ανάλυσης παλινδρόμησης και των χρονοσειρών. Το γεγονός αυτό επιτρέπει την δυναμική ανάλυση των διαθέσιμων δεδομένων. Επίσης, παρέχεται η

δυνατότητα εντοπισμού και μελέτης της συσχέτισης μεταξύ των εξαρτημένων μεταβλητών στις επιμέρους χρονικές περιόδους. Ωστόσο, η διαμήκης ανάλυση εμφανίζει και κάποια μειονεκτήματα. Ένα εξ αυτών είναι η πολυπλοκότητα των δεδομένων και η συνεπακόλουθη δυσκολία στην συλλογή και επεξεργασία τους. Επιπλέον, αρκετά συχνά εμφανίζεται το πρόβλημα της έλλειψης δεδομένων, καθώς ορισμένες μονάδες, που μελετώνται αποχωρούν από την μελέτη πριν την ολοκλήρωση της. Στις επόμενες δύο υποενότητες θα παρουσιαστούν συνοπτικά τα βασικά πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα της μεθόδου.

4.2.1. Πλεονεκτήματα

Ένα από τα πλέον σημαντικά πλεονεκτήματα της panel data analysis αποτελεί η δυνατότητα της δυναμικής μελέτης των παρατηρούμενων μεταβλητών. Για παράδειγμα, ας υποθεθεί, ότι μία ασφαλιστική εταιρεία έχει στην διάθεση της δεδομένα, που αποτελούνται από τα εγγεγραμμένα ασφαλιστρα κατοικιών στις περιφερειακές ενότητες της Ελλάδος για τα έτη 2007-2011. Επίσης, για τα αντίστοιχα έτη διαθέτει τα αντίστοιχα στοιχεία για το κατά κεφαλήν εισόδημα των κατοίκων της κάθε ενότητας. Με βάση τα διαθέσιμα στοιχεία η ασφαλιστική εταιρεία θα μπορούσε να πραγματοποιήσει διάφορες μελέτες. Μία πιθανή μελέτη θα μπορούσε να εξετάσει την μεταβολή των εγγεγραμμένων ασφαλιστρων για κάθε μεταβολή του κατά κεφαλήν εισοδήματος στην κάθε ενότητα. Μία τέτοια ανάλυση, είναι χρήσιμη, αλλά χαρακτηρίζεται από στατικότητα. Επιπλέον, θα μπορούσε να εξεταστεί ξεχωριστά η πορεία των εγγεγραμμένων ασφαλιστρων ανά έτος για κάθε ενότητα. Ωστόσο και σε αυτήν την περίπτωση δεν επιτυγχάνεται η μέγιστη δυνατή αξιοποίηση των διαθέσιμων δεδομένων. Η πιο πλήρης και χρήσιμη ανάλυση είναι αυτή, η οποία συνδυάζει την μεταβολή των ασφαλιστρων σε σχέση με το κατά κεφαλήν εισόδημα σε διαφορετικές χρονικές περιόδους. Αυτού του είδους οι μελέτες είναι διαμήκεις μελέτες και προσφέρουν μία δυναμική ανάλυση των διαθέσιμων δεδομένων.

Ένα ακόμα πλεονέκτημα της panel data analysis είναι η δυνατότητα της μελέτης της ετερογένειας μεταξύ των εξαρτημένων μεταβλητών (y_i) μέσα από τις επαναλαμβανόμενες παρατηρήσεις σε διάφορα χρονικά διαστήματα (βλέπε Frees, 2004). Για την διαχείριση και ερμηνεία αυτής της ετερογένειας είναι απαραίτητη η εισαγωγή και εκτίμηση μίας παραμέτρου για κάθε εξαρτημένη μεταβλητή (subject-specific parameter). Οι παράμετροι αυτές συμβολίζονται με α_i . Ανάλογα με τις παραδοχές του κάθε αναλυτή αυτές οι παράμετροι είναι είτε σταθερές είτε τυχαίες. Στην πρώτη περίπτωση το αντίστοιχο μοντέλο καλείται σταθερής επίδρασης (fixed effects model), ενώ στην δεύτερη περίπτωση καλείται τυχαίας επίδρασης (random effects model). Στην περίπτωση κατά την οποία η εκτίμηση της παραμέτρου αυτής δεν γίνει ξεχωριστά για κάθε εξαρτημένη μεταβλητή ελλοχεύει ο κίνδυνος της λανθασμένης εκτίμησης και των υπολοίπων παραμέτρων ενός μοντέλου, καθώς δεν θα ληφθεί υπόψη η ετερογένεια μεταξύ των παρακολουθούμενων μονάδων. Μία

επιπλέον συνεισφορά των παραμέτρων α_i σχετίζεται με πιθανές μεταβλητές, οι οποίες δεν έχουν περιληφθεί στο μοντέλο (omitted variables). Ειδικότερα, εάν αυτές οι μεταβλητές δεν μεταβάλλονται σε συνάρτηση με τον χρόνο, τότε μπορεί να θεωρηθεί, ότι η εκτίμηση των παραμέτρων α_i περιλαμβάνει και τις μεταβλητές, που δεν έχουν περιληφθεί στο μοντέλο.

4.2.2. Μειονεκτήματα

Παρά τα προφανή πλεονεκτήματα, η longitudinal data analysis εμφανίζει και κάποια μειονεκτήματα, τα οποία πρέπει να ληφθούν υπόψη, κατά τον σχεδιασμό της κάθε μελέτης. Το πλέον σημαντικό και δυσεπίλυτο πρόβλημα της διαμήκους ανάλυσης εστιάζεται στην πιθανότητα αποχώρησης κάποιων παρατηρούμενων μονάδων, πριν την ολοκλήρωση της μελέτης. Ειδικά, όταν η μέθοδος συλλογής δεδομένων είναι προοπτική, η αποχώρηση μονάδων από την μελέτη ενδέχεται να επιδράσει αρνητικά την αξιόπιστη και αμερόληπτη εκτίμηση των παραμέτρων του μοντέλου.

Επιπλέον, όπως προαναφέρθηκε στην αρχή της τρέχουσας ενότητας τα διαμήκη δεδομένα (panel ή longitudinal data) είναι ιδιαίτερα πολύπλοκα. Στην προοπτική μέθοδο η πολυπλοκότητα αυτή εκτός από την δυσκολία στην διαχείριση του εκάστοτε μοντέλου συμβάλει επίσης και στην αύξηση του κόστους συλλογής αυτών των δεδομένων.

Τέλος, μία ακόμα ιδιαιτερότητα της longitudinal analysis αποτελεί το γεγονός, ότι τα δεδομένα, τα οποία λαμβάνονται για τις παρατηρούμενες μεταβλητές στις ορισμένες χρονικές περιόδους είναι αρκετά πιθανό να εμφανίζουν υψηλή συσχέτιση (correlation) μεταξύ τους. Στην περίπτωση, κατά την οποία αυτή η συσχέτιση δεν εξεταστεί και δεν ληφθεί υπόψη στην εκτίμηση των παραμέτρων, ενδέχεται αυτή η εκτίμηση να στερείται ακρίβειας και αξιοπιστίας.

4.3 Μοντέλο σταθερής επίδρασης

Όπως αναφέρθηκε στην υποενότητα με τα πλεονεκτήματα της διαμήκους ανάλυσης, ένα από τα βασικά μοντέλα, που εφαρμόζονται είναι αυτό της σταθερής επίδρασης. Στην διεθνή ορολογία τα μοντέλα αυτά αναφέρονται ως fixed effects models. Η βασική μαθηματική έκφραση αυτών των μοντέλων είναι η ακόλουθη:

$$E(y_{it}) = \alpha_i + x'_{it}\beta \quad (4.3)$$

Η διαφοροποίηση της σχέσης (4.3) με την αντίστοιχη (4.2) είναι, ότι οι παράμετροι α_i δεν είναι ίδιοι για όλο το μοντέλο. Με άλλα λόγια σε κάθε παρατηρούμενη μονάδα i αντιστοιχεί και διαφορετική τιμή της παραμέτρου α . Για αυτόν τον λόγο στην

διεθνή ορολογία καλούνται *subject-specific parameters*. Ουσιαστικά σε αυτό το μοντέλο η ετερογένεια μεταξύ των παρατηρούμενων μονάδων εκφράζεται μέσω αυτών των παραμέτρων. Εκτός από τον χαρακτηρισμό *subject-specific*, στην διεθνή ορολογία οι παράμετροι α_i καλούνται επίσης και *nuisance parameters*. Σε ελεύθερη μετάφραση μπορούν να αποδοθούν ως παράμετροι όχλησης. Αντίθετα, οι παράμετροι β είναι κοινοί για το σύνολο του πληθυσμού των παρατηρούμενων μονάδων και καλούνται *population parameters*.

Η σχέση (4.3) μπορεί να εκφραστεί ισοδύναμα και ως ακολούθως:

$$E(\mathbf{y}_i) = \alpha_i \mathbf{1}_i + \mathbf{X}_i \beta \quad (4.4)$$

Οι υποθέσεις, οι οποίες γίνονται αποδεκτές στα *fixed effects models* είναι οι ακόλουθες:

1. Οι μεταβλητές $\{x_{it,1}, x_{it,2}, \dots, x_{it,K}\}$ είναι γνωστοί μη τυχαίοι αριθμοί.
2. Η διακύμανση των εξαρτημένων μεταβλητών είναι $Var(y_{it}) = \sigma^2$.
3. Οι μεταβλητές $\{y_{it}\}$ είναι μεταξύ τους ανεξάρτητες τυχαίες μεταβλητές.

Οι ανωτέρω υποθέσεις από κοινού με την σχέση (4.4) αποτελούν τα βασικά μοντέλα σταθερής επίδρασης (βλέπε Frees, 2004).

Προκειμένου να ληφθούν ικανοποιητικά αποτελέσματα, από ένα μοντέλο *fixed effect*, θα πρέπει τα διαθέσιμα δεδομένα να συγκλίνουν με αυτό (βλέπε Frees, 2004). Προκειμένου να επιβεβαιωθεί αυτή η σύγκλιση απαιτείται η διενέργεια κάποιων ελέγχων, προτού υλοποιηθεί το εκάστοτε μοντέλο. Όσον αφορά την μελέτη και επεξεργασία *longitudinal data* υφίστανται συγκεκριμένοι έλεγχοι, οι οποίοι εφαρμόζονται. Οι πλέον διαδεδομένοι και κατάλληλοι για αυτού του είδους τα δεδομένα είναι οι ακόλουθοι:

1. Πολλαπλά διαγράμματα χρονοσειρών (Multiple time series plots): Με αυτά τα διαγράμματα απεικονίζεται η σχέση της εκάστοτε εξαρτημένης μεταβλητής y_{it} ως προς τον χρόνο. Μέσω μίας τέτοιας απεικόνισης εντοπίζονται ακραίες και ασυνήθιστες παρατηρήσεις, καθώς και η ετερογένεια μεταξύ των εξαρτημένων μεταβλητών.

2. Διαγράμματα διασποράς (Scatter plots): Σε αυτά τα διαγράμματα απεικονίζονται οι τιμές μίας εξαρτημένης μεταβλητής y_{it} σε σχέση με μία ανεξάρτητη x_{itj} . Με αυτά τα διαγράμματα είναι δυνατή η κατανόηση της συσχέτισης μεταξύ των δύο μεταβλητών. Επιπλέον, στο ίδιο διάγραμμα, μπορούν να εισαχθούν οι τιμές επιπλέον ανεξάρτητων μεταβλητών x_{itj} και να διαχωρίζονται με διαφορετικά σύμβολα.

3. Basic added variable plot: Για το συγκεκριμένο διάγραμμα απαιτείται ο υπολογισμός των μέσων τιμών ως προς τον χρόνο για τις εξαρτημένες και τις

ανεξάρτητες μεταβλητές. Έτσι, \bar{y}_i είναι ο μέσος της y_{it} ως προς τον χρόνο και αντίστοιχα \bar{x}_{ij} είναι ο μέσος της x_{itj} . Για την κατασκευή αυτών των διαγραμμάτων υπολογίζονται οι τιμές $\{y_{it} - \bar{y}_i\}$ και $\{x_{itj} - \bar{x}_{ij}\}$. Η απεικόνιση αυτών των τιμών σε ένα διάγραμμα επιτρέπει την κατανόηση του επίπεδου συσχέτισης των μεταβλητών, χωρίς να επηρεάζεται αυτή από τις τιμές των αντίστοιχων subject-specific παραμέτρων (α_i).

4.3.1. Εκτιμητές παραμέτρων μοντέλου

Στόχος του μοντέλου σταθερής επίδρασης είναι η συσχέτιση των εξαρτημένων και των ανεξάρτητων μεταβλητών μέσω της σχέσης (4.3). Για να επιτευχθεί αυτό θα πρέπει να εκτιμηθούν οι τιμές των παραμέτρων $\boldsymbol{\beta}$ και α_i . Για την εκτίμηση αυτών των παραμέτρων χρησιμοποιείται η μέθοδος ελαχίστων τετραγώνων. Η εκτίμηση των παραμέτρων $\boldsymbol{\beta}$ δίνεται από την σχέση:

$$\mathbf{b} = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{t=1}^{T_i} (\mathbf{x}_{it} - \bar{\mathbf{x}}_i)(y_{it} - \bar{y}_i)'}{\sum_{i=1}^n \sum_{t=1}^{T_i} (\mathbf{x}_{it} - \bar{\mathbf{x}}_i)(\mathbf{x}_{it} - \bar{\mathbf{x}}_i)'} \quad (4.5)$$

Αντίστοιχα η εκτίμηση των παραμέτρων α_i δίνεται από την σχέση:

$$\alpha_i = \bar{y}_i - \bar{\mathbf{x}}_i' \mathbf{b} \quad (4.6)$$

Στις σχέσεις (4.5) και (4.6) οι τιμές \bar{y}_i και $\bar{\mathbf{x}}_i$ αντιστοιχούν στους μέσους των $\{y_{it}\}$ και $\{x_{it}\}$ ως προς τον χρόνο t .

Ο υπολογισμός των εκτιμητριών των παραμέτρων δίνεται από τα περισσότερα στατιστικά πακέτα (SPSS, R, STATA, κ.τ.λ.). Οι λεπτομερείς μαθηματικές πράξεις από τις οποίες προκύπτουν οι ανωτέρω σχέσεις εκφεύγουν του αντικειμένου της παρούσας εργασίας (για περισσότερα βλέπε Frees, 2004).

Η σχέση (4.4) μπορεί να διατυπωθεί με την ακόλουθη ισοδύναμη μορφή:

$$y_{it} = \alpha_i + \mathbf{x}_{it}' \boldsymbol{\beta} + \varepsilon_{it} \quad (4.7)$$

Οι τιμές ε_{it} αντιστοιχούν σε τυχαία σφάλματα της εκτίμησης της εκάστοτε εξαρτημένης μεταβλητής. Οι παραδοχές, οι οποίες γίνονται αποδεκτές για τα σφάλματα ε_{it} είναι οι εξής:

1. Τα ε_{it} είναι τυχαία σφάλματα με μέση τιμή $E(\varepsilon_{it}) = 0$ και διακύμανση $Var(\varepsilon_{it}) = \sigma^2$.
2. Τα ε_{it} είναι μεταξύ τους ανεξάρτητα.

Έχοντας εκτιμήσει τις παραμέτρους $\boldsymbol{\beta}$ και α_i , υπολογίζονται αντίστοιχα οι διαφορές των τιμών των εξαρτημένων μεταβλητών του δείγματος, με αυτές, που προκύπτουν εφόσον στην σχέση (4.7) αντικαταστήσουμε τις παραμέτρους με τις αντίστοιχες εκτιμήσεις τους. Με αλλά λόγια υπολογίζονται οι τιμές:

$$e_{it} = y_{it} - (\alpha_i + \mathbf{x}'_{it}\boldsymbol{\beta}) \quad (4.8)$$

Το άθροισμα των τετραγώνων των σφαλμάτων συμβολίζεται με:

$$SSE = \sum_{it} e_{it}^2 \quad (4.9)$$

Προκειμένου να εκτιμηθεί η παράμετρος της διακύμανσης ενός fixed effects model σ^2 , χρησιμοποιείται η αντίστοιχη αμερόληπτη εκτιμήτρια s^2 , η οποία δίνεται από την παρακάτω σχέση:

$$s^2 = \frac{SSE}{N - (n + K)} \quad (4.10)$$

όπου, $N = T_1 + T_2 + \dots + T_n$, n είναι το πλήθος των παρατηρούμενων μονάδων και K το πλήθος των ανεξάρτητων μεταβλητών.

Μέσω της σχέσης (4.10) μπορεί να εκτιμηθεί και η διακύμανση των εκτιμητριών των παραμέτρων $\boldsymbol{\beta}$ (βλέπε Katrien et al., 2015). Η εκτίμηση αυτή δίνεται από την σχέση:

$$Var(\mathbf{b}) = \frac{s^2}{\sum_{i=1}^n \sum_{t=1}^{T_i} (\mathbf{x}_{it} - \bar{\mathbf{x}}_i)(\mathbf{x}_{it} - \bar{\mathbf{x}}_i)'} \quad (4.11)$$

Αφού έχει ολοκληρωθεί η διαδικασία των εκτιμήσεων του εκάστοτε μοντέλου, υπολογίζεται η τιμή του δείκτη προσδιορισμού του μοντέλου, που συμβολίζεται με R^2 . Ο δείκτης αυτός λαμβάνει τιμές από 0 έως 1. Ο υπολογισμός του πραγματοποιείται από την ακόλουθη σχέση:

$$R^2 = \frac{Regression\ SS}{Total\ SS} \quad (4.12)$$

όπου $Regression\ SS = \sum_{it} (\alpha_i + \mathbf{x}'_{it}\boldsymbol{\beta} - \bar{y})^2$ και $Total\ SS = \sum_{it} (y_{it} - \bar{y})^2$. Όσο πιο πολύ τείνει στην μονάδα η τιμή του R^2 , τόσο υψηλότερη είναι η συσχέτιση των εξαρτημένων με τις ανεξάρτητες μεταβλητές και επομένως τόσο καλύτερα λειτουργεί το μοντέλο.

4.3.2. Διαγνωστικές τεχνικές

Προκειμένου ένα μοντέλο σταθερής επίδρασης να εκτιμά την σχέση εξαρτημένων και ανεξάρτητων μεταβλητών ικανοποιητικά, πρέπει ο σχεδιασμός του μοντέλου να συγκλίνει με τα δεδομένα. Στην ενότητα 4.3 αναφέρθηκαν τρεις έλεγχοι, οι οποίοι πραγματοποιούνται στα δεδομένα πριν την εφαρμογή του εκάστοτε μοντέλου. Οι διαγνωστικές τεχνικές και έλεγχοι πραγματοποιούνται αφού έχει εφαρμοσθεί ένα συγκεκριμένο μοντέλο. Σκοπός αυτών των τεχνικών είναι η διαπίστωση της σύγκλισης του μοντέλου με τα δεδομένα. Τα αποτελέσματα των διαγνωστικών τεχνικών χρησιμοποιούνται στην εξαγωγή συμπερασμάτων σχετικών με την καταλληλότητα του εκάστοτε μοντέλου, καθώς και στην ανάληψη ενεργειών, ώστε αυτό να σχεδιαστεί εκ νέου, εάν απαιτείται.

Στην συνέχεια της παρούσας υποενότητας θα παρουσιαστούν οι πιο σημαντικές διαγνωστικές τεχνικές για τα μοντέλα σταθερής επίδρασης (fixed effect models).

1. Έλεγχος ετερογένειας: Με αυτόν τον έλεγχο διαπιστώνεται εάν οι παράμετροι α_i λαμβάνουν την ίδια τιμή, δηλαδή εάν $\alpha_1 = \alpha_2 = \dots = \alpha_n = a$. Προκειμένου να ελεγχθεί αυτή η υπόθεση διενεργείται ένας μερικός έλεγχος F . Για να υλοποιηθεί αυτός ο έλεγχος εφαρμόζουμε δύο διαφορετικά μοντέλα. Στο πρώτο θεωρείται, ότι οι παράμετροι α_i είναι ίδιοι για όλες τις μονάδες. Στο επόμενο μοντέλο θεωρείται, ότι οι α_i διαφέρουν ανά παρατηρούμενη μονάδα. Για κάθε μοντέλο υπολογίζεται η τιμή SSE (βλέπε σχέση 4.9), ενώ για το δεύτερο μοντέλο υπολογίζεται επιπλέον και η εκτιμήτρια της διακύμανσης s^2 (βλέπε σχέση 4.10). Στην συνέχεια υπολογίζουμε τον λόγο:

$$F = \frac{(Error\ SS)_{reduced} - Error\ SS}{(n - 1)s^2} \quad (4.13)$$

Η αποδοχή της μηδενικής υπόθεσης $H_0 = \alpha_1 = \alpha_2 = \dots = \alpha_n = a$, εξαρτάται από την τιμή του F . Η σύγκριση γίνεται με την τιμή του ποσοστημορίου, που ορίζεται από το επίπεδο σημαντικότητας του ελέγχου, μίας F συνάρτησης. Εάν η τιμή του F είναι μεγαλύτερη από την τιμή του ποσοστημορίου, η μηδενική υπόθεση απορρίπτεται.

2. Added variable plots: Με αυτά τα διαγράμματα ελέγχεται η σχέση, που υφίσταται μεταξύ μίας παρατηρούμενης μονάδας y και μίας εξαρτημένης μεταβλητής x_j . Η μέθοδος κατασκευής τέτοιων διαγραμμάτων ακολουθεί τρία βήματα. Στο πρώτο βήμα επιλέγεται η ανεξάρτητη μεταβλητή, για την οποία θα πραγματοποιηθεί ο έλεγχος και εκτιμάται ένα μοντέλο παλινδρόμησης της y χωρίς την επιλεγείσα μεταβλητή. Για αυτό το μοντέλο υπολογίζονται τα σφάλματα, που προκύπτουν. Στο δεύτερο βήμα πραγματοποιείται ανάλυση παλινδρόμησης της x_j με τις υπόλοιπες ανεξάρτητες μεταβλητές. Στην συνέχεια υπολογίζονται εκ νέου τα σφάλματα, που

προκύπτουν από το μοντέλο. Στο τρίτο βήμα κατασκευάζεται ένα διάγραμμα των σφαλμάτων των δύο μοντέλων. Ένα τέτοιο διάγραμμα καλείται added variable plot. Με αυτού του τύπου τα διαγράμματα ερμηνεύεται η σχέση μεταξύ των εκάστοτε μεταβλητών y και x_j . Πέρα από το διάγραμμα αυτού του τύπου η συσχέτιση των μεταβλητών, μπορεί και να υπολογιστεί και αριθμητικά. Η μαθηματική σχέση, η οποία αποδίδει αυτήν την συσχέτιση είναι η εξής:

$$\text{corr}(e_1, e_2) = \frac{t(b_j)}{\sqrt{t(b_j)^2 + N - (n + K)}} \quad (4.14)$$

όπου e_1, e_2 είναι τα σφάλματα, που υπολογίστηκαν στα δύο πρώτα βήματα της μεθόδου, που περιεγράφηκε προηγουμένως και $t(b_j)$ προκύπτει από μία κατανομή, με το b_j να λαμβάνει την εκτιμήτρια τιμή από το πλήρες μοντέλο παλινδρόμησης συμπεριλαμβανομένης της ανεξάρτητης μεταβλητής x_j .

3. Διαγνωστικές μέθοδοι επιρροής μονάδων: Με την συγκεκριμένη μέθοδο ελέγχεται η επίδραση μίας παρατηρούμενης μονάδας σε ολόκληρο το μοντέλο. Αν υποθεθεί, ότι ο έλεγχος αφορά την μονάδα i , τότε υπολογίζονται οι εκτιμήτριες των παραμέτρων πρώτα για το πλήρες μοντέλο (συμβολίζονται με το διάνυσμα \mathbf{b}) και στην συνέχεια για το μοντέλο χωρίς να ληφθούν υπόψη οι παρατηρήσεις για την μονάδα i (συμβολίζονται με το διάνυσμα $\mathbf{b}_{(i)}$). Ο υπολογισμός της σχέσης:

$$B_i(\mathbf{b}) = (\mathbf{b} - \mathbf{b}_{(i)})' (\sum_i^n \mathbf{W}_i) (\mathbf{b} - \mathbf{b}_{(i)}) / K \quad (4.15)$$

όπου $\mathbf{W}_i = \sum_{t=1}^{T_i} (\mathbf{x}_{it} - \bar{\mathbf{x}}_i) (\mathbf{x}_{it} - \bar{\mathbf{x}}_i)'$, δίνει την επίδραση, την οποία έχει μία παρατηρούμενη μονάδα σε ολόκληρο το μοντέλο. Όσο υψηλότερη είναι αυτή η τιμή, τόσο μεγαλύτερη επίδραση έχει η μονάδα i στο συνολικό μοντέλο. Προκειμένου να υφίσταται ένα αποδεκτό μέγεθος μέτρησης της πραγματικής επίδρασης της μονάδας i , θεωρείται, ότι οι τιμές της σχέσης (4.15) ακολουθούν μία κατανομή χ^2 . Έτσι, οι τιμές, που προκύπτουν από τους υπολογισμούς συγκρίνονται με αντίστοιχα τεταρτημόρια της κατανομής αυτής, ανάλογα με τον βαθμό εμπιστοσύνης του εκάστοτε μοντέλου.

4. Έλεγχος συσχέτισης των εξαρτημένων μεταβλητών: Σύμφωνα με την τρίτη υπόθεση του μοντέλου σταθερής επίδρασης οι τιμές των $\{y_{it}\}$ είναι μεταξύ τους ανεξάρτητες και ασυσχέτιστες. Προκειμένου να επιβεβαιωθεί η εν λόγω υπόθεση, υλοποιείται μία διαδικασία, η οποία παρουσιάστηκε από τον Frees (βλέπε Frees, 1995). Η συγκεκριμένη μεθοδολογία εφαρμόζεται σε ισορροπημένα δεδομένα (balanced data). Σύμφωνα, λοιπόν, με την εν λόγω μεθοδολογία αρχικά υλοποιούμε ένα μοντέλο παλινδρόμησης. Για το μοντέλο αυτό υπολογίζουμε τα σφάλματα e_{it} . Στην συνέχεια κάθε παρατηρούμενη μονάδα i βαθμονομείται το αντίστοιχο σφάλμα,

που έχει προκύψει από το μοντέλο. Δηλαδή, τα σφάλματα $\{\varepsilon_{i1}, \varepsilon_{i2}, \dots, \varepsilon_{iT}\}$ αντιστοιχούνται σε βαθμούς $\{r_{i1}, r_{i2}, \dots, r_{iT}\}$. Οι βαθμοί αυτοί λαμβάνουν τιμές από 1 έως T με τέτοιο τρόπο, ώστε ο μέσος βαθμός να ισούται με $\frac{T+1}{2}$. Εν συνεχεία για κάθε συνδυασμό των παρατηρούμενων μονάδων υπολογίζεται την συσχέτιση του Spearman. Ο υπολογισμός αυτός πραγματοποιείται από την σχέση:

$$sr_{ij} = \frac{\sum_{t=1}^T \left(r_{i,t} - \frac{T+1}{2}\right) \left(r_{j,t} - \frac{T+1}{2}\right)}{\sum_{t=1}^T \left(r_{i,t} - \frac{T+1}{2}\right)^2} \quad (4.16)$$

Τέλος, υπολογίζεται η μέση συσχέτιση του Spearman και η αντίστοιχη τετραγωνική τιμή της. Δηλαδή, υπολογίζεται η σχέση:

$$R_{AVE} = \frac{1}{\frac{n(n-1)}{2}} \sum_{\{i < j\}} sr_{ij} \quad (4.17)$$

και η σχέση:

$$R_{AVE}^2 = \frac{1}{\frac{n(n-1)}{2}} \sum_{\{i < j\}} (sr_{ij})^2 \quad (4.18)$$

Υψηλές τιμές των σχέσεων (4.17) και (4.18) υποδηλώνουν, ότι η υπόθεση του μοντέλου περί μη συσχέτισης δεν γίνεται αποδεκτή.

5. Ετεροσκεδαστικότητα: Σύμφωνα με την δεύτερη υπόθεση του fixed effect model η διακύμανση όλων των εξαρτημένων μεταβλητών y_{it} είναι κοινή και ίση με σ^2 . Η κατάσταση αυτή περιγράφεται με τον όρο ομοσκεδαστικότητα. Όταν η διακύμανση μεταβάλλεται ανά παρατηρούμενη μονάδα εμφανίζεται η ετεροσκεδαστικότητα. Εάν υποθεθεί, ότι η διακύμανση δεν είναι κοινή για όλες τις μονάδες, τότε ο έλεγχος περιορίζεται στην υπόθεση, ότι $Var(y_{it}) = \sigma^2 + \boldsymbol{\gamma}' \mathbf{w}_{it}$, όπου $\boldsymbol{\gamma}$ είναι ένα διάνυσμα παραμέτρων p - διαστάσεων και \mathbf{w}_{it} είναι ένα διάνυσμα με τιμές, που αντιστοιχούν σε γνωστά βάρη των αντίστοιχων παρατηρήσεων. Για να ελεγχθεί αυτή η υπόθεση έναντι της μηδενικής $Var(y_{it}) = \sigma^2$, ακολουθείται συγκεκριμένη μεθοδολογία. Αρχικά, υλοποιείται ένα μοντέλο παλινδρόμησης και υπολογίζονται τα σφάλματα του μοντέλου e_{it} . Με βάση αυτά τα σφάλματα υπολογίζονται οι τιμές των $e_{it}^{*2} = e_{it}^2 / (SSE/N)$. Εν συνεχεία υλοποιείται ένα μοντέλο παλινδρόμησης των e_{it}^{*2} ως προς τα \mathbf{w}_{it} . Από το μοντέλο αυτό υπολογίζεται η τιμή της σχέσης $LM = (SSR_w)/2$, όπου με SSR_w συμβολίζεται η Regression SS του μοντέλου. Εάν η τιμή της LM είναι υψηλότερη από το ποσοστημόριο μίας κατανομής χ^2 με p βαθμούς ελευθερίας, τότε η μηδενική υπόθεση απορρίπτεται και

εμφανίζεται ετεροσκεδαστικότητα. Το ποσοστημόριο της κατανομής χ^2 προκύπτει εάν από την μονάδα αφαιρεθεί το επίπεδο σημαντικότητας του ελέγχου.

4.4 Γραμμικό μοντέλο σταθερής επίδρασης

Στην προηγούμενη ενότητα του παρόντος κεφαλαίου πραγματοποιήθηκε μία συνοπτική αναφορά στο μοντέλο σταθερής επίδρασης για την επεξεργασία longitudinal data. Το εν λόγω μοντέλο αποτελεί την βάση για την δημιουργία επιπλέον κατηγοριών και μεθόδων επεξεργασίας των διαθέσιμων δεδομένων. Στην συγκεκριμένη ενότητα θα αναφερθεί το γραμμικό μοντέλο σταθερής επίδρασης (fixed effects linear longitudinal data model).

Η διαφοροποίηση αυτού του μοντέλου σε σχέση με το βασικό έγκειται στον τρόπο διαχείρισης της ετερογένειας των παρατηρήσεων, καθώς και στην συσχέτιση, που εμφανίζουν τιμές, οι οποίες αφορούν την ίδια μονάδα, αλλά λαμβάνονται σε διαφορετικές περιόδους του χρόνου. Όπως έχει ήδη αναφερθεί το βασικό μοντέλο ερμηνεύει την ετερογένεια των παρατηρήσεων μέσω των παραμέτρων α_i . Ωστόσο, εάν υφίστανται παράμετροι, οι οποίες δεν έχουν συμπεριληφθεί στα δεδομένα ενός μοντέλου, αλλά επιδρούν στην εκάστοτε παρατηρούμενη μονάδα και σχετίζονται με τον χρόνο, τότε οι τιμές των παρατηρήσεων, που λαμβάνονται σε βάθος χρόνου και αφορούν τις ίδιες μονάδες, είναι αναμενόμενο να εμφανίζουν έναν βαθμό συσχέτισης. Αυτού του είδους η συσχέτιση ονομάζεται χρονική συσχέτιση (serial correlation). Για την εξέταση της χρονικής συσχέτισης μία σημαντική παραδοχή, η οποία πρέπει να λαμβάνεται κατά τον σχεδιασμό και την κατάρτιση των δεδομένων, είναι, ότι οι διαδοχικές τιμές λαμβάνονται ανά ίσα τακτά χρονικά διαστήματα. Για παράδειγμα, θα πρέπει να παρατηρούνται οι υπό εξέταση μονάδες ανά μήνα ή εξάμηνο ή έτος. Ο αριθμός των χρονικών παρατηρήσεων για κάθε μονάδα, βέβαια ενδέχεται να διαφέρει. Με άλλα λόγια, τα δεδομένα ενδέχεται να είναι είτε ισορροπημένα (balanced data) είτε όχι (unbalanced data).

Για την εξέταση της χρονικής συσχέτισης μεταξύ των παρατηρήσεων απαιτείται η κατασκευή ενός τετραγωνικού πίνακα διαστάσεων $T \times T$, στον οποίο περιγράφεται η διακύμανση και η συνδιακύμανση των παρατηρήσεων. Ο πίνακας αυτός συμβολίζεται με \mathbf{R} και στην διαγώνιο του αναφέρονται οι διακυμάνσεις των παρατηρήσεων y_i . Αντίστοιχα, τα λοιπά στοιχεία του αναφέρονται στις συνδιακυμάνσεις μεταξύ των παρατηρήσεων.

Η μορφή του πίνακα \mathbf{R} εμφανίζεται κατά βάση σε τρεις διαφορετικές εκδοχές, ανάλογα με την συνδιακύμανση των παρατηρήσεων. Οι εκδοχές αυτές είναι οι παρακάτω:

1. Ανεξάρτητη μορφή: Σε αυτήν την περίπτωση θεωρείται, ότι δεν εμφανίζεται χρονική συσχέτιση μεταξύ των παρατηρήσεων. Δηλαδή, εκτός από την διαγώνιο του

πίνακα \mathbf{R} , τα υπόλοιπα στοιχεία παίρνουν την τιμή μηδέν. Η σχέση, από την οποία λαμβάνονται τα στοιχεία του πίνακα είναι η $R = \sigma^2 \mathbf{I}$, όπου \mathbf{I} είναι ένας μοναδιαίος πίνακας διαστάσεων $T \times T$. Εάν για παράδειγμα υφίστανται παρατηρήσεις για τέσσερις διαδοχικές χρονικές περιόδους, τότε ο πίνακας \mathbf{R} έχει την μορφή:

$$\mathbf{R} = \begin{pmatrix} \sigma^2 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \sigma^2 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & \sigma^2 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & \sigma^2 \end{pmatrix}$$

2. Σύνθετη συμμετρία: Αυτή η περίπτωση στην διεθνή βιβλιογραφία αναφέρεται ως compound symmetry. Η σχέση, από την οποία υπολογίζεται ο πίνακας \mathbf{R} είναι η εξής: $R = \sigma^2((1 - \rho)\mathbf{I} + \rho\mathbf{J})$, όπου ρ είναι η συνδιακύμανση των παρατηρήσεων και \mathbf{J} ένας πίνακας διαστάσεων $T \times T$, του οποίου όλα τα στοιχεία ισούνται με την μονάδα. Ένα αντίστοιχο παράδειγμα του πίνακα διακύμανσης- συνδιακύμανσης είναι το ακόλουθο:

$$\mathbf{R} = \begin{pmatrix} 1 & \rho & \rho & \rho \\ \rho & 1 & \rho & \rho \\ \rho & \rho & 1 & \rho \\ \rho & \rho & \rho & 1 \end{pmatrix}$$

3. Αυτοπαλινδρόμηση μοναδιαίας τάξεως: Η περίπτωση αυτή συμβολίζεται με $AR(1)$ και προέρχεται από την αντίστοιχη διεθνή ορολογία autoregressive. Η σχέση από την οποία προκύπτει ο πίνακας διακύμανσης- συνδιακύμανσης έχει ως εξής: $R_{rs} = \sigma^2 \rho^{|r-s|}$, όπου R_{rs} είναι το στοιχείο της γραμμής r και της στήλης s , του πίνακα \mathbf{R} . Σε αυτήν την εκδοχή ο πίνακας \mathbf{R} έχει την μορφή:

$$\mathbf{R} = \begin{pmatrix} 1 & \rho & \rho^2 & \rho^3 \\ \rho & 1 & \rho & \rho^2 \\ \rho^2 & \rho & 1 & \rho \\ \rho^3 & \rho^2 & \rho & 1 \end{pmatrix}$$

Επιπλέον, είναι πιθανό κατά τον σχεδιασμό ενός μοντέλου, τα διαθέσιμα δεδομένα να υποδεικνύουν, ότι η εισαγωγή των μεταβλητών α_i δεν αρκεί για την ικανοποιητική εκτίμηση των εξαρτημένων μεταβλητών. Έτσι, ένα μοντέλο longitudinal data, θα μπορούσε να εκφραστεί πληρέστερα με την μορφή:

$$E(y_{it}) = \mathbf{z}'_{it} \boldsymbol{\alpha}_i + \mathbf{x}'_{it} \boldsymbol{\beta} \quad (4.19)$$

όπου \mathbf{z}_{it} είναι ένα διάνυσμα στήλη, το οποίο περιλαμβάνει ανεξάρτητες μεταβλητές, οι οποίες κατά τον σχεδιασμό του μοντέλου εκτιμάται, ότι θα έχουν διαφορετική επίδραση ανά παρατηρούμενη μονάδα i στην εκτίμηση των εξαρτημένων μεταβλητών.

Η σχέση (4.19) μπορεί ισοδύναμα να εκφραστεί με την βοήθεια πινάκων ως εξής:

$$E(y_{it}) = \mathbf{Z}_i \boldsymbol{\alpha}_i + \mathbf{X}_i \boldsymbol{\beta} \quad (4.20)$$

όπου \mathbf{Z}_i είναι ένας πίνακας της μορφής

$$\mathbf{Z}_i = \begin{pmatrix} z_{i1,1} & \cdots & z_{i1,q} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ z_{iT_i,1} & \cdots & z_{iT_i,q} \end{pmatrix}$$

Για το μοντέλο των σχέσεων (4.19) και (4.20) γίνονται αποδεκτές οι παρακάτω υποθέσεις:

1. Οι μεταβλητές $\{z_{it,1}, z_{it,2}, \dots, z_{it,q}\}$ και $\{x_{it,1}, x_{it,2}, \dots, x_{it,K}\}$ είναι γνωστοί μη τυχαίοι αριθμοί.
2. Η διακύμανση των εξαρτημένων μεταβλητών είναι $Var(y_i) = R_i$.
3. Οι μεταβλητές $\{y_{it}\}$ είναι μεταξύ τους ανεξάρτητες τυχαίες μεταβλητές, οι οποίες ακολουθούν την κανονική κατανομή.

Οι ανωτέρω υποθέσεις από κοινού με την σχέση (4.19) ή (4.20) αποτελούν την έκφραση ενός γραμμικού μοντέλου σταθερής επίδρασης (βλέπε Frees, 2004).

4.4.1. Εκτιμητές παραμέτρων μοντέλου

Όπως και στο βασικό μοντέλο της διαμήκους ανάλυσης, έτσι και στο γραμμικό σκοπός είναι η εκτίμηση των άγνωστων παραμέτρων $\boldsymbol{\beta}$ και $\boldsymbol{\alpha}_i$. Ωστόσο, στο γραμμικό μοντέλο υφίσταται μία επιπλέον πολυπλοκότητα, καθώς στις εκτιμήσεις εμπλέκεται και ο πίνακας διακύμανσης- συνδιακύμανσης για κάθε παρατηρούμενη μονάδα (\mathbf{R}_i), ο οποίος θεωρείται γνωστός. Με βάση αυτήν την παραδοχή η εκτίμηση των παραμέτρων $\boldsymbol{\beta}$ προκύπτει από την σχέση:

$$\mathbf{b}_{FE} = \left(\sum_{i=1}^n \mathbf{X}'_i \mathbf{R}_i^{-1/2} \mathbf{Q}_{\mathbf{Z}_i} \mathbf{R}_i^{-1/2} \mathbf{X}_i \right)^{-1} \sum_{i=1}^n \mathbf{X}'_i \mathbf{R}_i^{-1/2} \mathbf{Q}_{\mathbf{Z}_i} \mathbf{R}_i^{-1/2} \mathbf{y}_i \quad (4.21)$$

όπου $\mathbf{Q}_{\mathbf{Z}_i} = \mathbf{I}_i - \mathbf{R}_i^{-1/2} \mathbf{Z}_i (\mathbf{Z}'_i \mathbf{R}_i^{-1} \mathbf{Z}_i)^{-1} \mathbf{Z}'_i \mathbf{R}_i^{-1/2}$.

Αντίστοιχα, η εκτίμηση των παραμέτρων $\boldsymbol{\alpha}_i$ δίνεται από την σχέση:

$$\boldsymbol{\alpha}_{FE,i} = (\mathbf{Z}'_i \mathbf{R}_i^{-1} \mathbf{Z}_i)^{-1} \mathbf{Z}'_i \mathbf{R}_i^{-1} (\mathbf{y}_i - \mathbf{X}_i \mathbf{b}_{FE}) \quad (4.22)$$

Ο υπολογισμός των ανωτέρω εκτιμήσεων των παραμέτρων είναι εφικτός από τα περισσότερα στατιστικά πακέτα (SPSS, R, STATA, κ.τ.λ.). Όπως και στο βασικό

μοντέλο, έτσι και στο γραμμικό οι λεπτομερείς μαθηματικές πράξεις από τις οποίες προκύπτουν οι σχέσεις (4.21) και (4.22) εκφεύγουν του αντικειμένου της παρούσας εργασίας (για περισσότερα βλέπε Frees, 2004).

4.5 Μοντέλα τυχαίας επίδρασης

Στην παρούσα ενότητα θα παρουσιαστούν συνοπτικά τα μοντέλα τυχαίας επίδρασης. Στην διεθνή βιβλιογραφία αναφέρονται ως *models with random effects*. Η βασική διαφοροποίηση αυτών των μοντέλων σε σχέση με αυτά, που παρουσιάστηκαν στις προηγούμενες ενότητες έγκειται στις παραμέτρους α_i . Στα μοντέλα, που έχουν αναφερθεί έως αυτό το σημείο, οι παράμετροι α_i θεωρούνταν σταθερές. Στα *random effects models* αντίθετα, θεωρούνται τυχαίες μεταβλητές, οι οποίες και πάλι θα πρέπει να εκτιμηθούν. Αυτή η διαφοροποίηση αποτελεί ουσιαστικά έναν διαφορετικό τρόπο αντιμετώπισης της ετερογένειας μεταξύ των παρατηρήσεων. Τα μοντέλα τυχαίας επίδρασης χρησιμοποιούνται ευρέως σε δεδομένα τα οποία αποτελούν δείγμα ενός πληθυσμού. Σε τέτοια δείγματα θεωρώντας τα α_i τυχαίες μεταβλητές, παρέχεται η δυνατότητα εξαγωγής συμπερασμάτων και για μονάδες, οι οποίες δεν έχουν συμπεριληφθεί στα υπό εξέταση δεδομένα. Στις επόμενες υποενότητες θα παρουσιαστούν οι διάφορες παραλλαγές των μοντέλων τυχαίας επίδρασης.

4.5.1. Βασικό μοντέλο τυχαίας επίδρασης

Η σχέση με την οποία εκφράζεται το βασικό μοντέλο τυχαίας επίδρασης είναι η ακόλουθη:

$$y_{it} = \alpha_i + \mathbf{x}'_{it}\boldsymbol{\beta} + \varepsilon_{it} \quad (4.23)$$

Η ανωτέρω σχέση είναι αντίστοιχη με την (4.7), η οποία αναφέρθηκε στο μοντέλο σταθερής επίδρασης. Ωστόσο, μεταξύ των δύο σχέσεων υφίσταται μία ουσιώδης διαφορά. Στο τρέχον μοντέλο οι παράμετροι, που σχετίζονται με την μονάδα παρακολούθησης α_i (*subject specific parameters*) είναι τυχαίες μη σταθερές. Αντίθετα, στο μοντέλο της ενότητας 4.3 οι ίδιες παράμετροι είναι σταθερές. Έτσι, το μοντέλο, που περιγράφεται από την σχέση (4.23) αποτελείται από ένα τυχαίο και ένα σταθερό μέρος. Για αυτόν τον λόγο στην βιβλιογραφία συχνά αναφέρεται και ως μικτό γραμμικό μοντέλο (*mixed linear model*). Όπως είναι σαφές το τυχαίο μέρος αποτελείται από τις παραμέτρους α_i , ενώ το σταθερό από το γινόμενο $\mathbf{x}'_{it}\boldsymbol{\beta}$. Επομένως, οι τιμές των εξαρτημένων μεταβλητών y_{it} εξαρτώνται κατά ένα μέρος από γνωστές μεταβλητές, οι οποίες περιγράφονται από τον όρο $\mathbf{x}'_{it}\boldsymbol{\beta}$ και κατά ένα άλλο μέρος από μεταβλητές, οι οποίες είτε είναι άγνωστες είτε δεν έχουν παρατηρηθεί. Το τελευταίο μέρος περιγράφεται από τις παραμέτρους α_i και τα τυχαία σφάλματα ε_{it} .

Η σχέση (4.23) μπορεί να γραφεί ισοδύναμα και ως εξής:

$$E(y_{it}|a_i) = \alpha_i + \mathbf{x}'_{it}\boldsymbol{\beta} \quad (4.24)$$

Με την τελευταία έκφραση οι τιμές των ανεξάρτητων μεταβλητών y_{it} εκφράζονται ως εξαρτώμενες των επίσης τυχαίων παραμέτρων α_i .

Οι βασικές υποθέσεις, οι οποίες γίνονται αποδεκτές για το βασικό μοντέλο είναι οι ακόλουθες:

1. Οι μεταβλητές $\{x_{it,1}, x_{it,2}, \dots, x_{it,K}\}$ είναι γνωστοί μη τυχαίοι αριθμοί.
2. Η διακύμανση των εξαρτημένων μεταβλητών είναι $Var(y_{it}|\alpha_i) = \sigma^2$.
3. Οι μεταβλητές $\{y_{it}\}$ είναι μεταξύ τους ανεξάρτητες τυχαίες μεταβλητές και εξαρτώνται από τις $\{\alpha_i\}$.
4. Οι μεταβλητές $\{y_{it}\}$ είναι κανονικά κατανοημένες και εξαρτώνται από τις $\{\alpha_i\}$.
5. Ισχύει, ότι $E(\alpha_i) = 0$, $Var(\alpha_i) = \sigma_\alpha^2$ και οι $\{\alpha_i\}$ είναι ανεξάρτητες και κατανομονται κανονικά.

Οι ανωτέρω υποθέσεις από κοινού με την σχέση (4.24) περιγράφουν το μικτό γραμμικό μοντέλο τυχαίας επίδρασης. Επίσης, η εν λόγω σχέση γράφεται με την βοήθεια πινάκων στην ακόλουθη μορφή:

$$E(\mathbf{y}_i|\alpha_i) = \alpha_i \mathbf{1}_i + \mathbf{X}_i \boldsymbol{\beta}$$

Οι πίνακες αυτής της σχέσης έχουν την ίδια μορφή με αυτούς, που αναφέρονται αναλυτικά στην Υποενότητα 4.1.1.

Για την εκτίμηση των παραμέτρων $\boldsymbol{\beta}$ στο συγκεκριμένο μοντέλο εφαρμόζεται η γενικευμένη μέθοδος ελαχίστων τετραγώνων (GLS). Οι εκτιμήτριες των άγνωστων παραμέτρων $\boldsymbol{\beta}$ υπολογίζονται από την σχέση:

$$\mathbf{b} = \frac{\sum_{i=1}^n \mathbf{X}'_i \left(\mathbf{I}'_i - \frac{\zeta_i}{T_i} \mathbf{J}_i \right) \mathbf{y}_i}{\sum_{i=1}^n \mathbf{X}'_i \left(\mathbf{I}'_i - \frac{\zeta_i}{T_i} \mathbf{J}_i \right) \mathbf{X}_i} \quad (4.26)$$

Αντίστοιχα, η διακύμανση των εκτιμητριών \mathbf{b} υπολογίζεται ως εξής:

$$Var(\mathbf{b}) = \frac{\sigma^2}{\sum_{i=1}^n \mathbf{X}'_i \left(\mathbf{I}'_i - \frac{\zeta_i}{T_i} \mathbf{J}_i \right) \mathbf{X}_i} \quad (4.27)$$

Υπενθυμίζεται, ότι ο πίνακας \mathbf{I}_i αντιστοιχεί σε έναν ταυτοτικό πίνακα διαστάσεων $T_i \times T_i$ και ο πίνακας \mathbf{J}_i σε έναν πίνακα διαστάσεων $T_i \times T_i$, του οποίου όλα τα

στοιχεία είναι μονάδες. Επίσης, η ζ_i είναι μία σχέση, η οποία εξαρτάται από τις σ_α και σ . Πιο συγκεκριμένα ισχύει, ότι:

$$\zeta_i = \frac{T_i \sigma_\alpha^2}{T_i \sigma_\alpha^2 + \sigma^2}$$

Όπως και στις προηγούμενες ενότητες οι μαθηματικές πράξεις από τις οποίες προκύπτουν οι ανωτέρω σχέσεις των εκτιμητριών δεν αποτελούν αντικείμενο της παρούσας διατριβής.

4.5.2. Γραμμικό μοντέλο μικτής επίδρασης

Στην ενότητα 4.4 παρουσιάστηκε μία παραλλαγή του βασικού μοντέλου σταθερής επίδρασης. Αντίστοιχα, στα μοντέλα τυχαίας επίδρασης βρίσκει εφαρμογή η παραλλαγή του γραμμικού μικτού μοντέλου επίδρασης, το οποίο στην διεθνή βιβλιογραφία αναφέρεται ως linear mixed effects model. Οι αντίστοιχες με τις (4.19) και (4.20) σχέσεις είναι οι ακόλουθες:

$$E(y_{it} | \alpha_i) = \mathbf{z}'_{it} \alpha_i + \mathbf{x}'_{it} \boldsymbol{\beta} \quad (4.28)$$

$$E(\mathbf{y}_i | \alpha_i) = \mathbf{Z}_i \alpha_i + \mathbf{X}_i \boldsymbol{\beta} \quad (4.29)$$

Για τον πλήρη ορισμό του γραμμικού μοντέλου μικτής επίδρασης συμπληρωματικά με τις ανωτέρω σχέσεις απαιτούνται και οι ακόλουθες υποθέσεις:

1. Οι μεταβλητές $\{z_{it}\}$ και $\{x_{it}\}$ είναι γνωστοί μη τυχαίοι αριθμοί.
2. Η διακύμανση των εξαρτημένων μεταβλητών είναι $Var(\mathbf{y}_i | \alpha_i) = \mathbf{R}_i$.
3. Οι μεταβλητές $\{y_{it}\}$ είναι μεταξύ τους ανεξάρτητες τυχαίες μεταβλητές και εξαρτώνται από τις $\{\alpha_i\}$.
4. Οι μεταβλητές $\{y_{it}\}$ είναι κανονικά κατανεμημένες και εξαρτώνται από τις $\{\alpha_i\}$.
5. Ισχύει, ότι $E(\alpha_i) = 0$, $Var(\alpha_i) = \mathbf{D}$ και οι $\{\alpha_i\}$ είναι ανεξάρτητες και κατανέμονται κανονικά, όπου \mathbf{D} είναι ένας θετικά ορισμένος πίνακας διαστάσεων $q \times q$.

Στο συγκεκριμένο μοντέλο οι εκτιμήτριες των άγνωστων παραμέτρων $\boldsymbol{\beta}$ υπολογίζονται, μέσω της γενικευμένης μεθόδου ελαχίστων τετραγώνων (GLS), από την σχέση:

$$\mathbf{b} = \frac{\sum_{i=1}^n \mathbf{X}'_i \mathbf{V}_i^{-1} \mathbf{y}_i}{\sum_{i=1}^n \mathbf{X}'_i \mathbf{V}_i^{-1} \mathbf{X}_i} \quad (4.30)$$

Αντίστοιχα, η διακύμανση των εκτιμητριών \mathbf{b} υπολογίζεται ως εξής:

$$Var(\mathbf{b}) = \left(\sum_{i=1}^n \mathbf{X}'_i \mathbf{V}_i^{-1} \mathbf{X}_i \right)^{-1} \quad (4.31)$$

Στις ανωτέρω σχέσεις ο πίνακας \mathbf{V}_i υπολογίζεται από την σχέση:

$$\mathbf{V}_i = \mathbf{Z}_i \mathbf{D} \mathbf{Z}'_i + \mathbf{R}_i$$

Όπως και στις προηγούμενες ενότητες οι μαθηματικές πράξεις από τις οποίες προκύπτουν οι ανωτέρω σχέσεις των εκτιμητριών εκφεύγουν του αντικειμένου της παρούσας διατριβής. Για περισσότερες πληροφορίες ο αναγνώστης μπορεί να ανατρέξει στην βιβλιογραφία (βλέπε Frees, 2004).

4.6 Επιλογή μοντέλου

Ένα βασικό ζήτημα, που τίθεται στην μελέτη δεδομένων είναι η επιλογή του κατάλληλου μοντέλου για την εξαγωγή των σχετικών συμπερασμάτων.

Μία πρώτη προσέγγιση προκύπτει από το είδος των διαθέσιμων δεδομένων. Στην περίπτωση κατά την οποία τα δεδομένα αποτελούν δείγμα ενός μεγαλύτερου πληθυσμού και στόχος είναι η εξαγωγή συμπερασμάτων για τον ευρύτερο πληθυσμό, τότε πιο κατάλληλα είναι τα μοντέλα τυχαίας επίδρασης (random effects models). Στην αντίθετη περίπτωση, είναι πιο πιθανό να εφαρμοστούν μοντέλα σταθερής επίδρασης (fixed effects models).

Ένας επιπλέον παράγοντας, ο οποίος επηρεάζει την επιλογή του μοντέλου, αφορά το είδος των μεταβλητών που επικεντρώνεται η εκάστοτε μελέτη. Εάν για παράδειγμα τα δεδομένα διαχωρίζονται σε κατηγορίες όπως το φύλο (άνδρας/γυναίκα), τότε είναι πιο πιθανό τα μοντέλα τυχαίας επίδρασης να εκτιμήσουν πιο ικανοποιητικά τις παραμέτρους $\boldsymbol{\beta}$.

Τέλος, υφίσταται μία υπολογιστική μέθοδος η οποία υποδεικνύει πιο μοντέλο είναι το πλέον κατάλληλο. Στην συγκεκριμένη μέθοδο πραγματοποιείται ένας έλεγχος Hausman (βλέπε Katrien et al., 2015). Εάν θεωρηθεί, ότι \mathbf{b}_{FE} είναι οι εκτιμήτριες των παραμέτρων $\boldsymbol{\beta}$, όπως προκύπτουν από ένα μοντέλο σταθερής επίδρασης (fixed effect) και αντίστοιχα \mathbf{b}_{GLS} είναι οι αντίστοιχες εκτιμήτριες ενός μοντέλου τυχαίας επίδρασης (random effect), τότε πραγματοποιείται ένας στατιστικός έλεγχος της μορφής:

$$TS = (\mathbf{b}_{FE} - \mathbf{b}_{GLS})' (Var \mathbf{b}_{FE} - Var \mathbf{b}_{GLS})^{-1} (\mathbf{b}_{FE} - \mathbf{b}_{GLS})$$

Η τιμή, που προκύπτει από τον παραπάνω έλεγχο συγκρίνεται με το ποσοστημόριο μίας χ^2 κατανομής. Υψηλές τιμές του στατιστικού ελέγχου υποδεικνύουν, ότι οι

εκτιμητές του μοντέλου σταθερής επίδρασης είναι πιο ικανοποιητικές σε σχέση με του αντίστοιχου μοντέλου random effects.

Σε κάθε περίπτωση η επιλογή του κατάλληλου μοντέλου από τον εκάστοτε ενδιαφερόμενο, μπορεί να προκύψει μέσω δοκιμαστικών διαδικασιών στα διαθέσιμα δεδομένα. Πέραν των μεθόδων, οι οποίες αναφέρθηκαν παραπάνω, η κάθε περίπτωση χρήζει ξεχωριστής αξιολόγησης ως προς την τελική επιλογή του μοντέλου, που θα εφαρμοστεί. Άλλωστε με την χρήση των ποικίλων διαθέσιμων υπολογιστικών προγραμμάτων, όπως είναι το SPSS, το STATA και η R, δεν είναι απαγορευτική η δοκιμή των διαφόρων μοντέλων, με απώτερο σκοπό την επιλογή του πλέον κατάλληλου.

5. ΜΕΛΕΤΗ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗΣ ΜΕ ΤΗΝ ΔΙΑΜΗΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ

Όπως έχει καταστεί σαφές από την ανάλυση των Κεφαλαίων 2 και 3 της παρούσας διατριβής, η Ναυτασφάλεια αποτελεί μία ιδιαίτερη κατηγορία του κλάδου των ασφαλίσεων. Η ιδιαιτερότητα αυτή έγκειται αφενός στην υψηλή αξία της ασφαλισμένης περιουσίας (insurable property) και αφετέρου στην γενική φύση του ναυτικού εμπορικού κλάδου.

Από την πλευρά των ασφαλιστικών εταιρειών, αυτό που ενδιαφέρει ως επί το πλείστον είναι η συχνότητα και το ύψος των απαιτήσεων, που αναμένεται να προκύψουν. Είναι χαρακτηριστικό, ότι λόγω του ύψους των απαιτήσεων στην Ναυτασφάλεια οι εταιρείες, οι οποίες δραστηριοποιούνται στον χώρο ανά τον κόσμο είναι εξειδικευμένες και σχετικά περιορισμένες σε αριθμό. Επομένως, θα ήταν ιδιαίτερα χρήσιμο να εξεταστούν οι παράγοντες, οι οποίοι ενδεχομένως να επηρεάζουν το ύψος των απαιτήσεων ανάλογα με τα χαρακτηριστικά της ασφαλιστέας περιουσίας. Με αυτόν τον τρόπο θα ήταν εφικτό να πραγματοποιηθεί και μία προσέγγιση, όσον αφορά το καθαρό ασφάλιστρο, το οποίο θα χρεώνεται κατά περίπτωση.

Σύμφωνα με τον Proctor (1985) για τον υπολογισμό του κόστους ασφάλισης κύτους και μηχανημάτων (hull and machinery) ενός πλοίου, τον σπουδαιότερο ρόλο διαδραματίζουν οι ακόλουθοι παράγοντες:

1. Ο τύπος, το μέγεθος, η ηλικία, το σύστημα πρόωσης, η σημαία και η κατηγοριοποίηση του πλοίου από τον αντίστοιχο νηογνώμονα,
2. η πραγματική αξία του πλοίου κατά την ασφάλιση,
3. η θαλάσσια περιοχή στην οποία δραστηριοποιείται ένα πλοίο,
4. οι όροι της εκάστοτε ασφάλισης και
5. η προγενέστερη απόδοση του ασφαλισμένου, όσον αφορά την συχνότητα και το ύψος των απαιτήσεων.

Οποσδήποτε, κάθε ασφαλιστική εταιρεία τηρεί τις δικές της διαδικασίες και ενδεχομένως να διαφοροποιείται από τους παράγοντες, που αναφέρει ο Proctor (1985). Παρά ταύτα οι ανωτέρω παράγοντες φαίνεται να αποτελούν τις παραμέτρους, που λαμβάνονται υπόψη κατ' αρχάς για την ανάληψη ενός κινδύνου και εν συνεχεία για τον καθορισμό του ασφαλιστικού κόστους. Για το τελευταίο εξίσου σημαντικό

ρόλο κατέχει ο υπολογισμός του αναμενόμενου ύψους των απαιτήσεων, που θα απαιτηθούν από έναν ασφαλισμένο.

Το παρόν κεφάλαιο της εργασίας επικεντρώνεται στην εφαρμογή μοντέλων διαμήκους ανάλυσης (longitudinal data models) για την εκτίμηση των απαιτήσεων, που θα κληθεί να αντιμετωπίσει μία εταιρεία Ναυτασφάλισης. Ειδικότερα, η μελέτη εστιάζει στην κατηγορία της ασφάλεια κύτους και μηχανημάτων. Ο λόγος για τον οποίο επιλέχθηκε η εν λόγω κατηγορία σχετίζεται με το γεγονός, ότι αυτή παρουσιάζει αρκετές ομοιότητες με τις υπόλοιπες κατηγορίες ασφάλισης κατά ζημιών. Αντίθετα, οι λοιπές κατηγορίες της Ναυτασφάλισης, που αναφέρθηκαν στο Κεφάλαιο 3 της εργασίας είναι πιο πολύπλοκες και δεν εμφανίζονται συχνά σε άλλους κλάδους ασφάλισης. Με αυτόν τον τρόπο, τα συμπεράσματα, τα οποία θα προκύψουν, με τις απαιτούμενες παραλλαγές θα μπορούν να εφαρμοστούν και στους υπόλοιπους κλάδους πέραν της Ναυτασφάλισης.

5.1 Τα δεδομένα

Είναι αυτονόητο, ότι για την εφαρμογή οποιουδήποτε μαθηματικού μοντέλου απαιτούνται τα απαραίτητα δεδομένα, τα οποία να είναι ρεαλιστικά και να βασίζονται σε πραγματικά μεγέθη. Έτσι λοιπόν, για τις ανάγκες της συγκεκριμένης διατριβής ήταν απαραίτητος ο εντοπισμός αντίστοιχων δεδομένων. Πιο συγκεκριμένα, η πλέον κατάλληλη μορφή δεδομένων απαιτούσε την συλλογή αναλυτικών στοιχείων ανά ζημιά, ήτοι ύψος απαίτησης, λεπτομερή χαρακτηριστικά ασφαλισμένης μονάδας, χρόνος κατά τον οποίο επήλθε το ζημιογόνο γεγονός και γενικά οποιαδήποτε διαθέσιμη πληροφορία. Επιπλέον, απαιτήθηκε συλλογή στοιχείων σε ένα εύλογο βάθος χρόνου. Όπως είναι σαφές από τα ανωτέρω η συγκέντρωση των απαιτούμενων δεδομένων δεν αποτελούσε εύκολη υπόθεση. Για αυτόν τον λόγο κατεβλήθησαν προσπάθειες εντοπισμού των στοιχείων από διάφορους διαύλους.

Σε πρώτη φάση επιχειρήθηκε η συνεργασία με μεγάλους οίκους διεθνούς αναγνώρισης, οι οποίοι δραστηριοποιούνται στον χώρο της Ναυτασφάλισης. Τέτοιοι φορείς είναι ενώσεις ασφαλιστικών εταιρειών καθώς και ινστιτούτα τα οποία συγκεντρώνουν στοιχεία ναυτασφάλισης από εταιρείες ανά τον κόσμο. Ο λόγος, για τον οποίο αρχικά τα στοιχεία αναζητήθηκαν από τέτοιους οργανισμούς σχετίζεται με την πληθώρα των δεδομένων, που έχουν στην διάθεση τους. Ωστόσο, παρά τις έντονες προσπάθειες και την συνεχή επικοινωνία δεν κατέστη δυνατή η παραχώρηση δεδομένων μέσω αυτού του διαύλου. Η βασικότερη αιτία πίσω από αυτήν την αδυναμία έγκειται στον απόρρητο χαρακτήρα των δεδομένων και στην πολιτική της μη γνωστοποίησής τους σε τρίτους, που δεν αποτελούν μέλη του εκάστοτε οργανισμού.

Στην συνέχεια εντοπίστηκαν οι δύο μεγαλύτερες ασφαλιστικές εταιρείες της χώρας μας, οι οποίες δραστηριοποιούνται στον τομέα της Ναυτασφάλισης. Η μία εξ

αυτών δέχθηκε να παραχωρήσει στοιχεία, ωστόσο το μέγεθός των διαθέσιμων δεδομένων ήταν εξαιρετικά μικρό. Αυτό είχε ως αποτέλεσμα την αδυναμία επεξεργασίας των στοιχείων αυτών και την εξαγωγή συμπερασμάτων. Από την επόμενη ασφαλιστική εταιρεία δεν κατέστη δυνατή η διάθεση δεδομένων και πάλι για λόγους εμπιστευτικότητας των πληροφοριών. Στην Ελλάδα άλλωστε οι ασφαλιστικές επιχειρήσεις αναλαμβάνουν ελάχιστες περιπτώσεις ασφάλισης εμπορικών πλοίων, κυρίως λόγω των υψηλών απαιτήσεων, που θα κληθούν να καλύψουν.

Τέλος, προκειμένου η παρούσα διατριβή να περιλαμβάνει μία πρακτική εφαρμογή της θεωρητικής προσέγγισης των προηγούμενων κεφαλαίων, αναζητήθηκαν στοιχεία σε διάφορες βάσεις δεδομένων στο διαδίκτυο. Έπειτα από έντονες προσπάθειες εντοπίστηκε ένα πακέτο δεδομένων με την ονομασία «CASdatasets». Το συγκεκριμένο πακέτο περιέχει μία ευρεία γκάμα δεδομένων από διάφορους κλάδους των ασφαλίσεων. Το πακέτο αρχικά προοριζόταν για να καλύψει τις ανάγκες του βιβλίου «Computational Actuarial Science with R», αλλά στην συνέχεια εμπλουτίστηκε με μία πληθώρα στοιχείων τα οποία είναι διαθέσιμα ως πακέτο (package) στην R (βλέπε CASdatasets: Insurance datasets, 2019).

Στο εν λόγω πακέτο περιλαμβάνεται μεταξύ άλλων το αρχείο με την ονομασία «fremarine». Το αρχείο αυτό αποτελείται από στοιχεία ζημιών μίας γαλλικής ασφαλιστικής εταιρείας. Τα στοιχεία αφορούν την περίοδο από τον Ιανουάριο του 2003 έως και τον Ιούνιο του 2006 και συνολικά αναφέρονται 1.274 ζημιές. Το είδος των πλοίων, που αφορούν τα δεδομένα, δεν είναι εμπορικά με καταχώρηση στον Διεθνή Ναυτιλιακό Οργανισμό (I.M.O.), αλλά ανήκουν σε μικρότερες κατηγορίες, όπως αλιευτικά και ταχύπλοα. Οι συγκεκριμένες κατηγορίες δεν αποτελούν το πλέον κατάλληλο δείγμα για την εξέταση των παραμέτρων της Ναυτασφάλειας. Παρά ταύτα ελλείψει άλλων ρεαλιστικών δεδομένων κρίθηκε σκόπιμη η επεξεργασία του αρχείου «fremarine» για τις ανάγκες της παρούσας διατριβής.

5.2 Η επεξεργασία των δεδομένων

Το πρωτότυπο αρχείο «fremarine» αποτελείται από δεκαοκτώ (18) στήλες ως ακολούθως (βλέπε CASdatasets: Insurance datasets, 2019):

1. OccurDate: Η ημερομηνία, που επήλθε το ζημιογόνο συμβάν.
2. ReporDate: Η ημερομηνία αναφοράς της απαίτησης.
3. ShipCateg: Η κατηγορία του ασφαλισμένου πλοίου.
4. ShipBrand: Η κατασκευάστρια εταιρεία του πλοίου.
5. ShipPower: Η ιπποδύναμη του ασφαλισμένου πλοίου.
6. ShipEngNb: Ο αριθμός των μηχανών πρόωσης του ασφαλισμένου πλοίου.
7. ShipEngYear: Η χρονολογία κατασκευής του κινητήρα του πλοίου.
8. ShipBuildYear: Η ημερομηνία ναυπήγησης του πλοίου.

9. ShipHull: Το υλικό από το οποίο είναι κατασκευασμένο το κύτος του ασφαλισμένου πλοίου.

10. ShipLength: Το μήκος του πλοίου σε μέτρα.

11. ShipTonnage: Το εκτόπισμα του πλοίου.

12. InsuredValue: Η ασφαλιστέα αξία του πλοίου.

13. ClaimPaid: Το καταβληθέν ύψος της αποζημίωσης σε χιλιάδες ευρώ.

14. ClaimStatus: Η κατάσταση στην οποία βρίσκεται η απαίτηση.

15. ClaimCateg: Η κατηγορία της απαίτησης.

16. Deductible: Το ύψος του αφαιρετέου ποσού.

17. HeadQuarter: Η πόλη στην οποία εδρεύει η εταιρεία του πλοίου.

18. Departement: Το γαλλικό διαμέρισμα στο οποίο βρίσκεται η πόλη της εταιρείας του ασφαλισμένου πλοίου.

Με βάση τον ανωτέρω διαχωρισμό και προκειμένου να είναι εφικτή η διαμήκης ανάλυση (longitudinal analysis) των παραπάνω δεδομένων στην R, επιλέχθηκε ως ανεξάρτητη μεταβλητή η ClaimPaid (y_{it}), η οποία περιέχει την καταβληθείσα αποζημίωση ανά ζημιά.

Επιπλέον, για τις μεταβλητές ShipEngYear και ShipBuildYear κρίθηκε σκόπιμο να τροποποιηθούν. Έτσι, προκειμένου να προσδιοριστεί η ηλικία του πλοίου και του κινητήρα του, όταν συνέβη το ζημιογόνο γεγονός, αφαιρέθηκαν οι ShipEngYear και ShipBuildYear από την OccurDate και έτσι προέκυψαν δύο νέες ανεξάρτητες μεταβλητές, οι οποίες ονομάστηκαν ShipEngAge και ShipBuildAge, αντίστοιχα.

Από τις κατηγορικές μεταβλητές (ShipCateg, ShipBrand, ShipHull, ClaimStatus, ClaimCateg, Departement, HeadQuarter), για λόγους που αναλύονται στις αμέσως επόμενες παραγράφους διατηρήθηκαν οι ShipCateg και Departement. Από τις αριθμητικές μεταβλητές διατηρήθηκαν όλες εκτός από την Deductible. Εν συνεχεία, κατατάχθηκαν τα δεδομένα με δύο διαφορετικούς τρόπους.

Στον πρώτο τρόπο τα δεδομένα κατατάχθηκαν ανά διαμέρισμα (Departement) και έτος (OccurDate). Από την κατηγοριοποίηση, που προέκυψε, τα διαμερίσματα, τα οποία περιλαμβάνουν λιγότερες από 10 περιπτώσεις κρίθηκε σκόπιμο να αφαιρεθούν από το σύνολο των στοιχείων. Μετά από την αφαίρεση αυτή το σύνολο των ζημιών προς επεξεργασία ανέρχεται σε 995. Έπειτα, υπολογίστηκε ο μέσος όρος όλων των μεταβλητών ανά έτος (ανεξάρτητης και εξαρτημένων) για τις εναπομείνουσες περιπτώσεις, έτσι ώστε να υφίστανται επαναλαμβανόμενες τιμές για τέσσερα έτη (2003- 2006). Με αυτόν τον διαχωρισμό για τις μεταβλητές, ο δείκτης i αντιστοιχεί στο εκάστοτε διαμέρισμα, ενώ ο δείκτης t στην εκάστοτε χρονιά. Στον ακόλουθο πίνακα παραλληλίζονται οι τιμές του i με το αντίστοιχο διαμέρισμα.

<i>i</i>	Departement
1	Charente Maritime
2	Cotes d'Armor
3	Finistere
4	LoireAtlantique
5	Manche
6	Morbihan
7	Normandie
8	Pas de Calais
9	Seine Maritime
10	Vendee

Πίνακας 1: Αντιστοίχιση δεικτών *i* με διαμέρισμα

Αντίστοιχα, για τις τιμές του δείκτη *t* η τιμή $t = 1$ αντιστοιχεί στο έτος 2003, η τιμή $t = 2$ αντιστοιχεί στο έτος 2004, η τιμή $t = 3$ στο έτος 2005 και η τιμή $t = 4$ αντιστοιχεί στο έτος 2006. Μετά από αυτήν την επεξεργασία προέκυψε ένα νέο αρχείο, το οποίο ονομάστηκε `fremarinedepartement`.

Με τον δεύτερο τρόπο τα δεδομένα κατατάχθηκαν με βάση την κατηγορία του πλοίου (`ShipCateg`) και το έτος (`OccurDate`). Και σε αυτήν την περίπτωση αφαιρέθηκαν οι κατηγορίες για τις οποίες το σύνολο των περιπτώσεων δεν υπερβαίνει τις 10. Οι υπολειπόμενες περιπτώσεις ανέρχονται σε 998. Για τις εναπομείνουσες περιπτώσεις υπολογίστηκαν οι αντίστοιχοι μέσοι όροι των μεταβλητών ανά έτος. Με αυτόν τον διαχωρισμό για τις μεταβλητές, ο δείκτης *i* αντιστοιχεί στην εκάστοτε κατηγορία του ασφαλισμένου πλοίου, ενώ ο δείκτης *t* στην εκάστοτε χρονιά. Στον ακόλουθο πίνακα παραλληλίζονται οι τιμές του *i* με την αντίστοιχη κατηγορία.

<i>i</i>	ShipCateg
1	Crabboat
2	Filer
3	Fishing vessel
4	Passenger vessel
5	Shellfish boat
6	Speedboat
7	Trawler
8	Troller

Πίνακας 2: Αντιστοίχιση δεικτών *i* με κατηγορία πλοίου

Έτσι, προέκυψε ένα νέο αρχείο, το οποίο ονομάστηκε `fremarineshipcateg`.

Τα δύο αρχεία, που δημιουργήθηκαν ως ανωτέρω, έχουν πλέον την κατάλληλη μορφή, ώστε να εφαρμοστεί η διαμήκης ανάλυση. Για την εφαρμογή αυτής της ανάλυσης επιλέχθηκε η χρήση της γλώσσας προγραμματισμού R. Η επιλογή της R ως βασικού εργαλείου για την επεξεργασία των δεδομένων προέκυψε κατ' αρχάς από το γεγονός, ότι η συγκεκριμένη γλώσσα έχει ευρεία εφαρμογή στον ασφαλιστικό και αναλογιστικό τομέα. Επιπλέον, αποτελεί ένα ελεύθερο πρόγραμμα επεξεργασίας δεδομένων, στο οποίο πρόσβαση μπορεί να έχει οποιοσδήποτε. Τέλος, για την

εφαρμογή της longitudinal analysis υφίσταται ήδη σημαντική βιβλιογραφία με πλήρεις κώδικες και παραδείγματα, που διευκόλυναν στο συγκεκριμένο μέρος της εργασίας (βλέπε Katrien et al., 2015 και Rizopoulos, 2012).

Το επόμενο κρίσιμο ζήτημα της μελέτης ήταν η επιλογή των ανεξάρτητων μεταβλητών, οι οποίες θα περιλαμβάνονταν στην επεξεργασία του μοντέλου. Για την επίλυση του ζητήματος εκτελέστηκε μία stepwise regression analysis εισάγοντας αρχικά, όλες τις ανεξάρτητες μεταβλητές. Η ανάλυση αυτή πραγματοποιήθηκε με την χρήση της R και στα δύο αρχεία, που προέκυψαν (fremarinedepartement, fremarineshipcateg). Οι εντολές, που χρησιμοποιήθηκαν στην R, καθώς και τα αποτελέσματα, που εξήχθησαν, έχουν ως εξής:

```
>full.model<- lm(ClaimPaid ~., data = avgfremarinedep)
```

```
>ols_step_both_p(full.model, pent = 0.1, prem = 0.3, details = FALSE)
```

Step	Variable	Added/ Removed	R- Square	Adjusted R-Square	C(p)	AIC	RMSE
1	Department	addition	0.404	0.226	10.9780	436.4437	49.6724
2	ShipTonnage	addition	0.530	0.368	3.0380	428.9337	44.8590
3	ShipEngNb	addition	0.650	0.512	-4.3920	419.1806	39.4154

Πίνακας 3: Αποτελέσματα stepwise regression analysis fremarinedepartement (Stepwise Selection Summary)

```
>full.model<- lm(ClaimPaid ~., data = avgfremarineecat)
```

```
>ols_step_both_p(full.model, pent = 0.1, prem = 0.3, details = FALSE)
```

Step	Variable	Added/ Removed	R- Square	Adjusted R-Square	C(p)	AIC	RMSE
1	ShipTonnage	addition	0.223	0.196	6.3030	251.6439	13.1498
2	OccurYear	addition	0.328	0.280	3.7900	249.1305	12.4430

Πίνακας 4: Αποτελέσματα stepwise regression analysis fremarineshipcateg (Stepwise Selection Summary)

Όπως προκύπτει από τον Πίνακα 3 οι ανεξάρτητες μεταβλητές, που προκρίνονται με βάση την stepwise regression analysis για την ομαδοποίηση κατά γεωγραφικό διαμέρισμα είναι οι Department, ShipTonnage και ShipEngNb, δηλαδή το γεωγραφικό διαμέρισμα της ιδιοκτήτριας επιχείρησης του πλοίου, το εκτόπισμα του πλοίου και ο αριθμός των μηχανών πρόωσης, που αυτό φέρει.

Αντίστοιχα, ο Πίνακας 4 για το αρχείο, που διαμορφώθηκε με βάση την κατηγορία του κάθε πλοίου υποδηλώνει, ότι οι κρίσιμες ανεξάρτητες μεταβλητές είναι το εκτόπισμα του πλοίου και η χρονολογία του ζημιογόνου γεγονότος.

Αφού επιλέχθηκαν οι κατάλληλες ανεξάρτητες μεταβλητές, το επόμενο βήμα είναι η επιλογή του μοντέλου το οποίο θα εφαρμοστεί. Όπως περιγράφηκε στο

προηγούμενο κεφάλαιο, υπάρχουν διάφορα μοντέλα διαμήκους ανάλυσης, τα οποία έχουν διαφορετικά χαρακτηριστικά. Στην Ενότητα 4.6 επισημάνθηκαν επιπλέον ορισμένες γενικές αρχές βάση των οποίων, προτιμάται κάποιο μοντέλο έναντι των άλλων. Στην παρούσα διατριβή εφαρμόστηκαν διάφορα μοντέλα με την τελική επιλογή να βασίζεται στο ποιο μοντέλο ερμηνεύει καλύτερα την μεταβλητότητα των τιμών της εξαρτημένης μεταβλητής. Η δυνατότητα αυτή παρέχεται από την ευχέρεια με την οποία μπορεί να διαχειριστεί η R τα διάφορα μοντέλα longitudinal analysis. Οι εντολές, οι οποίες χρησιμοποιήθηκαν προκειμένου να εξαχθούν τα απαραίτητα συμπεράσματα από την R βασίζονται στην υφιστάμενη βιβλιογραφία (βλέπε Katrien et al., 2015 και Rizopoulos, 2012).

Μέσω της R εφαρμόστηκαν όλα τα πιθανά μοντέλα διαμήκους ανάλυσης, για τα δεδομένα και των δύο αρχείων (fremarinedepartement, fremarineshipcateg). Από τις δοκιμές, που πραγματοποιήθηκαν διαπιστώθηκε, ότι το πλέον κατάλληλο μοντέλο, είναι αυτό της σταθερής επίδρασης (fixed effects model). Από τα δύο αρχεία αυτό για το οποίο προέκυψαν ικανοποιητικά αποτελέσματα είναι το fremarinedepartement. Το μοντέλο αυτό θα είναι της μορφής:

$$E(y_{it}) = \alpha_i + \mathbf{x}'_{it}\boldsymbol{\beta}$$

Οι εντολές καθώς και τα αποτελέσματα της R για το συγκεκριμένο μοντέλο είναι τα ακόλουθα:

```
> FE.fit <- lm(ClaimPaid~ factor(Department)+ShipTonnage+ShipEngNb-1,
data=avgfremarinedep)
```

```
lm(formula = ClaimPaid ~ factor(Department) + ShipTonnage + ShipEngNb - 1,
data = avgfremarinedep)
```

Residuals:

Min	1Q	Median	3Q	Max
-110.284	-15.756	2.243	14.433	120.583

Coefficients:

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)
factor(Department)Charente Maritime	-277.6487	110.6135	-2.510	0.018126 *
factor(Department)Cotes d'Armor	-254.4008	106.4480	-2.390	0.023825 *
factor(Department)Finistere	-251.0097	108.8824	-2.305	0.028771 *
factor(Department)Loire Atlantique	-269.5087	106.6597	-2.527	0.017441 *
factor(Department)Manche	-286.0806	111.6940	-2.561	0.016104 *

factor(Department)Morbihan	-290.7985	112.5903	-2.583	0.015318 *
factor(Department)Normandie	-101.0710	108.0690	-0.935	0.357659
factor(Department)Pas de Calais	-292.4306	114.4779	-2.554	0.016360 *
factor(Department)Seine Maritime	-281.5521	108.2785	-2.600	0.014707 *
factor(Department)Vendee	-261.1850	110.0142	-2.374	0.024685 *
ShipTonnage	-2.0630	0.5228	-3.946	0.000485 ***
ShipEngNb	323.8821	104.7319	3.092	0.004463 **

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 39.42 on 28 degrees of freedom

Multiple R-squared: 0.7109, Adjusted R-squared: 0.587

F-statistic: 5.738 on 12 and 28 DF, p-value: 6.918e-05

Με βάση τα παραπάνω προκύπτει, ότι η subject- specific παράμετρος για το γεωγραφικό διαμέρισμα Normandie δεν διαδραματίζει σημαντικό ρόλο στην ερμηνεία του μοντέλου. Επομένως, ισχύουν τα ακόλουθα για τις παραμέτρους α_i του μοντέλου:

α_i	Τιμή παραμέτρου
α_1	-277.6487
α_2	-254.4008
α_3	-251.0097
α_4	-269.5087
α_5	-286.0806
α_6	-290.7985
α_7	0
α_8	-292.4306
α_9	-281.5521
α_{10}	-261.1850

Πίνακας 5: Τιμές subject - specific παραμέτρων αρχείο fremarinedep

Επίσης, τα αποτελέσματα της R δίνουν τις τιμές για τις άγνωστες παραμέτρους β . Έτσι, με βάση τα αποτελέσματα του μοντέλου ισχύει

$$\mathbf{b} = \begin{pmatrix} b_1 = -2.0630 \\ b_2 = 323.8821 \end{pmatrix},$$

όπου β_1 είναι η παράμετρος για την ανεξάρτητη μεταβλητή ShipTonnage (εκτόπισμα πλοίου) και β_2 η παράμετρος για την ShipEngNb (αριθμός μηχανών πρόωσης). Επιπλέον, η τιμή του δείκτη προσδιορισμού $R^2 = 0.7109$. Αντίστοιχα, η τυπική απόκλιση των σφαλμάτων (e_i) του μοντέλου είναι 39.42.

5.3 Συμπεράσματα από την μελέτη περίπτωσης

Από την επεξεργασία των δεδομένων του αρχείου «fremarine» με βάση την διαμήκη ανάλυση προκύπτουν ορισμένα χρήσιμα συμπεράσματα.

Κατ' αρχήν όσον αφορά τα δεδομένα αυτά καθαυτά φαίνεται, ότι το ύψος των πληρωτέων απαιτήσεων επηρεάζεται από δύο ανεξάρτητες μεταβλητές. Η μία είναι το εκτόπισμα του πλοίου (μεταβλητή ShipTonnage), ενώ η επόμενη είναι ο αριθμός των μηχανών, που φέρει το ασφαλισμένο πλοίο (μεταβλητή ShipEngNb). Η συσχέτιση του ύψους των απαιτήσεων με αυτές τις παραμέτρους, όπως προκύπτει από την εφαρμογή της διαμήκους ανάλυσης εμφανίζει μία λογική συνέχεια. Προφανώς το ύψος των απαιτήσεων για καλύψεις ζημιών σε ένα πλοίο θα εξαρτάται από το μέγεθος του και την ισχύ του συστήματος προώσεως.

Ένας κρίσιμος παράγοντας στην επεξεργασία των δεδομένων είναι η επιλογή του κατάλληλου μοντέλου. Στο πλαίσιο εκπόνησης της εν λόγω εργασίας εφαρμόστηκαν διάφορα μοντέλα, από αυτά, που αναφέρονται στο Κεφάλαιο 4. Η ευκολία εφαρμογής τους με την γλώσσα προγραμματισμού R επέτρεψε έπειτα από δοκιμές την επιλογή του πλέον κατάλληλου. Λαμβάνοντας υπόψη, ότι τα διαθέσιμα δεδομένα αποτελούν το σύνολο του πληθυσμού και όχι κάποιο δείγμα αυτού ήταν αναμενόμενη η επιλογή του μοντέλου σταθερής επίδρασης (fixed effects model).

Όπως αναφέρθηκε στην προηγούμενη ενότητα της εργασίας ο εντοπισμός αναλυτικών και λεπτομερών δεδομένων Ναυτασφάλειας είναι εξαιρετικά δύσκολος. Το γεγονός, ότι τα δεδομένα, του αρχείου «fremarine» αφορούν μικρότερα πλοία και όχι εμπορικά καταχωρημένα στον IMO, προφανώς δεν επιτρέπει την γενίκευση των συμπερασμάτων, που προέκυψαν από την διαμήκη ανάλυση. Παρ' όλα αυτά, για μία ασφαλιστική επιχείρηση, η οποία δραστηριοποιείται στον χώρο της Ναυτασφάλειας και έχει στην διάθεση της πληθώρα αναλυτικών δεδομένων, η διαμήκης ανάλυση μπορεί να φανεί ιδιαίτερα χρήσιμη.

Όπως αναφέρθηκε στο Κεφάλαιο 4 της εργασίας μία longitudinal analysis μπορεί να αναδείξει την δυναμική σχέση μίας εξαρτημένης μεταβλητής με κάποιες ανεξάρτητες παραμέτρους σε διαδοχικές χρονικές περιόδους. Από την μελέτη του ύψους, αλλά και του αριθμού των απαιτήσεων (claims), που θα κληθεί να καλύψει μία ασφαλιστική επιχείρηση, μέσω της διαμήκους ανάλυσης θα προκύψουν χρήσιμα συμπεράσματα. Για παράδειγμα παράγοντες, όπως το φορτίο, που μεταφέρει ένα πλοίο, η σημαία που φέρει, ακόμα και οι περιοχές στις οποίες δραστηριοποιείται μπορεί να εμφανίζουν υψηλή συσχέτιση με το ύψος των απαιτήσεων. Όπως είναι λογικό τα αποτελέσματα από την εφαρμογή μίας διαμήκους ανάλυσης θα ποικίλουν ανάλογα με τα δεδομένα της κάθε εταιρείας.

Επιπλέον, χάρη στα διάφορα στατιστικά πακέτα, όπως η R, η επεξεργασία των δεδομένων με την διαμήκη ανάλυση είναι σχετικά εύκολη. Έτσι, κάθε επιχείρηση θα

μπορεί να δοκιμάσει διάφορες παραλλαγές της longitudinal analysis και να εφαρμόσει αυτήν, που ταιριάζει με τον βέλτιστο τρόπο στο προφίλ της.

6. ΓΕΝΙΚΕΥΜΕΝΑ ΓΡΑΜΜΙΚΑ ΜΟΝΤΕΛΑ

Τα Γενικευμένα Γραμμικά Μοντέλα (Γ.Γ.Μ.) αποτελούν μία επέκταση των μοντέλων της απλής γραμμικής παλινδρόμησης. Στην απλή γραμμική παλινδρόμηση, λαμβάνεται ως βασική παραδοχή, ότι τα δεδομένα των ανεξάρτητων μεταβλητών ακολουθούν την κανονική κατανομή. Ωστόσο, στην πράξη σε αρκετές περιπτώσεις η ανωτέρω παραδοχή δεν ικανοποιείται με αποτέλεσμα τα μοντέλα της απλής λογιστικής παλινδρόμησης να μην είναι κατάλληλα για την εκτίμηση της αντίστοιχης εξαρτημένης μεταβλητής. Τέτοιες περιπτώσεις αποτελούν, μεταξύ άλλων, και τα δεδομένα, που διαχειρίζονται οι ασφαλιστικές εταιρείες, όπως ο αριθμός των ζημιών, που θα κληθεί να αντιμετωπίσει, καθώς και το ύψος των απαιτήσεων για αυτές τις ζημιές.

Το κενό της απλής γραμμικής παλινδρόμησης έρχονται να καλύψουν τα Γ.Γ.Μ.. Η βασική διαφοροποίηση των μοντέλων αυτών έγκειται σε δύο παράγοντες (βλέπε de Jong & Heller, 2008). Αφενός, η κατανομή της εξαρτημένης μεταβλητής είναι μέλος της εκθετικής οικογένειας κατανομών. Με αυτόν τον τρόπο δεν υφίσταται πλέον ο περιορισμός της κανονικότητας των δεδομένων. Αφετέρου, η μέση τιμή της εξαρτημένης μεταβλητής μέσω μίας συνάρτησης σύνδεσης (link function) εκφράζεται ως γραμμική συνάρτηση των ανεξάρτητων μεταβλητών. Σύμφωνα με τους Dunn και Smyth (2018) η κατανομή της εξαρτημένης μεταβλητής καλείται τυχαίο συστατικό (random component), ενώ η συνάρτηση σύνδεσης της μέσης τιμής καλείται συστηματικό συστατικό (systematic component) ενός Γ.Γ.Μ.. Για τον πλήρη ορισμό ενός Γ.Γ.Μ. απαιτείται τόσο ο καθορισμός του τυχαίου, όσο και του συστηματικού συστατικού.

Από την εξάλειψη του περιορισμού για την κανονικότητα των δεδομένων, προκύπτει μία σημαντική διαφοροποίηση όσον αφορά την διακύμανση των Γ.Γ.Μ. σε σχέση με την γραμμική παλινδρόμηση. Η διασπορά ενός Γ.Γ.Μ. δεν είναι σταθερή, αλλά εξαρτάται από την τιμή της μέσης τιμής, η οποία με την σειρά της μεταβάλλεται ανάλογα με τις τιμές των ανεξάρτητων μεταβλητών. Με άλλα λόγια τα δεδομένα δεν χαρακτηρίζονται πλέον από ομοσκεδαστικότητα, αλλά από ετεροσκεδαστικότητα.

Τα Γ.Γ.Μ. εφαρμόζονται τόσο σε δεδομένα, των οποίων οι τιμές είναι οι διακριτές, όσο και σε περιπτώσεις όπου οι τιμές των δεδομένων είναι συνεχείς. Ανάλογα με την περίπτωση, που μελετάται, επιλέγονται οι κατάλληλες συναρτήσεις για την εξαρτημένη μεταβλητή από την εκθετική οικογένεια κατανομών, καθώς και για την συνάρτηση σύνδεσης της μέσης τιμής με τις ανεξάρτητες μεταβλητές.

6.1 Η εκθετική οικογένεια κατανομών

Όπως αναφέρθηκε στην εισαγωγή του παρόντος κεφαλαίου η κατανομή της εξαρτημένης μεταβλητής στα Γενικευμένα Γραμμικά Μοντέλα προέρχεται από την εκθετική οικογένεια κατανομών. Οι κατανομές, οι οποίες χρησιμοποιούνται ως επί το πλείστον στην ανάλυση ασφαλιστικών δεδομένων από αυτήν την οικογένεια είναι οι παρακάτω:

1. Κατανομή Poisson (διακριτές τιμές δεδομένων),
2. διωνυμική κατανομή (διακριτές τιμές δεδομένων),
3. αρνητική διωνυμική κατανομή (διακριτές τιμές δεδομένων),
4. κανονική κατανομή (συνεχείς τιμές δεδομένων),
5. gamma κατανομή (συνεχείς τιμές δεδομένων),
6. inverse gaussian κατανομή (συνεχείς τιμές δεδομένων).

Το σύνολο των κατανομών της εκθετικής οικογένειας μπορούν να γραφούν στην ακόλουθη μορφή:

$$f(y) = c(y, \varphi) \exp\left\{\frac{y\theta - \alpha(\theta)}{\varphi}\right\} \quad (6.1)$$

Για την παραπάνω σχέση (6.1) ισχύουν τα ακόλουθα:

1. Η παράμετρος θ ονομάζεται κανονική παράμετρος (canonical parameter),
2. η $\alpha(\theta)$ είναι γνωστή συνάρτηση,
3. η φ καλείται παράμετρος διασποράς (dispersion parameter),
4. η $c(y, \varphi)$ είναι συγκεκριμένη συνάρτηση.

Στον Πίνακα 6 περιγράφονται οι τιμές των παραμέτρων θ και φ , καθώς και της συνάρτησης $\alpha(\theta)$ για τις κατανομές της εκθετικής οικογένειας, που βρίσκουν εφαρμογή στην ασφαλιστική επιστήμη.

Κατανομή	θ	φ	$\alpha(\theta)$
Poisson $P(\mu)$	$\ln \mu$	1	$\exp \theta$
Διωνυμική $B(n, \pi)$	$\ln \frac{p}{1-p}$	1	$n \ln(1 + \exp \theta)$
Αρνητική Διωνυμική $NB(\mu, k)$	$\ln \frac{k\mu}{1+k\mu}$	1	$-\frac{1}{k} \ln(1 - k \exp \theta)$
Κανονική $N(\mu, \sigma^2)$	μ	σ^2	$\frac{1}{2} \theta^2$
Gamma $G(\mu, \nu)$	$-\frac{1}{\mu}$	$\frac{1}{\nu}$	$-\ln(1 - \theta)$
Inverse Gaussian $IG(\mu, \sigma^2)$	$-\frac{1}{2\mu^2}$	σ^2	$-\sqrt{-2\theta}$

Πίνακας 6: Στοιχεία και παράμετροι εκθετικής οικογένειας κατανομών

(βλέπε De Jong & Heller, 2008)

6.1.1. Η μέση τιμή και η διασπορά στην εκθετική οικογένεια κατανομών

Στην εκθετική οικογένεια κατανομών η μέση τιμή και η διακύμανση της εξαρτημένης μεταβλητής δίνονται από τις παρακάτω σχέσεις:

$$E(y) = \frac{da(\theta)}{d\theta} \quad (6.2)$$

$$Var(y) = \varphi \frac{d^2 a(\theta)}{d^2 \theta} \quad (6.3)$$

Η μαθηματική απόδειξη των σχέσεων (6.2) και (6.3) προκύπτει με την χρήση των αντίστοιχων ροπογεννητριών. Η αναλυτική παρουσίαση αυτών των αποδείξεων εκφεύγει του αντικείμενου της παρούσας εργασίας.

Η δεύτερη παράγωγος της $a(\theta)$ ως προς την θ καλείται και συνάρτηση διακύμανσης (variance function) και συμβολίζεται με $V(\mu)$. Έτσι ισχύει, ότι

$$V(\mu) = \frac{d^2 a(\theta)}{d^2 \theta}$$

και επομένως η σχέση (6.3) μπορεί να εκφραστεί μέσω της συνάρτησης διακύμανσης

$$Var(y) = \varphi V(\mu) \quad (6.4)$$

Από την σχέση (6.4) προκύπτει μία σημαντική ιδιότητα των Γ.Γ.Μ., καθώς η διασπορά ενός μοντέλου εξαρτάται από την μέση τιμή του, η οποία με την σειρά της εξαρτάται από τις ανεξάρτητες μεταβλητές. Έτσι, προκύπτει, ότι και η διασπορά ενός μοντέλου εξαρτάται από τις τιμές των ανεξάρτητων μεταβλητών.

Στον Πίνακα 7 αναφέρονται οι συναρτήσεις διακύμανσης για τις αντίστοιχες κατανομές της εκθετικής οικογένειας.

Κατανομή	$V(\mu)$
Poisson $P(\mu)$	μ
Διωνυμική $B(n, \pi)$	$n\pi(1 - \pi)$
Αρνητική Διωνυμική $NB(\mu, k)$	$\mu(1 + k\mu)$
Κανονική $N(\mu, \sigma^2)$	1
Gamma $G(\mu, \nu)$	μ^2
Inverse Gaussian $IG(\mu, \sigma^2)$	μ^3

Πίνακας 7: Συναρτήσεις διακύμανσης εκθετικής οικογένειας κατανομών (βλέπε De Jong & Heller, 2008)

6.2 Η συνάρτηση σύνδεσης

Η συνάρτηση σύνδεσης (link function) αποτελεί το συστηματικό μέρος των Γ.Γ.Μ. και συμβολίζεται στην βιβλιογραφία ως $g(\mu)$. Με την συνάρτηση αυτή η

μέση τιμή της εξαρτημένης μεταβλητής σχετίζεται γραμμικά με τις τιμές των αντίστοιχων ανεξάρτητων μεταβλητών. Επομένως, η εν λόγω συνάρτηση μπορεί να ορισθεί με την ακόλουθη μορφή:

$$g(\mu) = \eta = \beta_0 + \sum_{j=1}^p \beta_j x_j \quad (6.5)$$

όπου p το πλήθος των ανεξάρτητων μεταβλητών του μοντέλου. Η $g(\mu)$ είναι μία μονότονη, διαφορίσιμη συνάρτηση.

Στον Πίνακα 8 αναφέρονται οι βασικές συναρτήσεις σύνδεσης, οι οποίες χρησιμοποιούνται ανάλογα με την κατανομή, που θα επιλεγεί από την εκθετική οικογένεια στο κάθε μοντέλο.

Κατανομή	$g(\mu)$
Poisson $P(\mu)$	$\ln \mu$
Διωνυμική $B(n, \pi)$	$\ln \frac{\mu}{1 - \mu}$
Αρνητική Διωνυμική $NB(\mu, k)$	$\ln \frac{\mu}{\mu + k}$
Κανονική $N(\mu, \sigma^2)$	μ
Gamma $G(\mu, \nu)$	$\frac{1}{\mu}$
Inverse Gaussian $IG(\mu, \sigma^2)$	$\frac{1}{\mu^2}$

Πίνακας 8: Συναρτήσεις σύνδεσης (βλέπε De Jong & Heller, 2008)

6.3 Η εκτίμηση των παραμέτρων του μοντέλου

Αφού έχουν επιλεγεί η κατάλληλη κατανομή από την εκθετική οικογένεια και η αντίστοιχη συνάρτηση σύνδεσης, το επόμενο βήμα για τον καθορισμό ενός Γ.Γ.Μ. αποτελεί η εκτίμηση των παραμέτρων του μοντέλου. Οι παράμετροι αυτές είναι αφενός η κανονική παράμετρος θ και η παράμετρος διασποράς φ της επιλεγείσας εκθετικής κατανομής (6.1) και αφετέρου οι β_j των ανεξάρτητων μεταβλητών, οι οποίες αποτελούν μέρος της συνάρτησης σύνδεσης (6.5). Στις επόμενες υποενότητες θα παρουσιαστούν συνοπτικά οι εκτιμητές των ανωτέρω παραμέτρων. Καθώς σκοπός της παρούσας εργασίας είναι η ανάδειξη των πλεονεκτημάτων από την εφαρμογή των Γ.Γ.Μ. στον κλάδο της ασφαλιστικής επιστήμης και ειδικότερα σε αυτόν της Ναυτασφάλειας, δεν θα παρουσιαστούν οι μαθηματικές αποδείξεις για αυτούς τους εκτιμητές. Για περισσότερες πληροφορίες σχετικά με τις μαθηματικές αποδείξεις των εκτιμητών των παραμέτρων υφίσταται πληθώρα βιβλιογραφικών πηγών (βλέπε De Jong & Heller, 2008 και Dunn & Smyth, 2018).

6.3.1. Η εκτίμηση της κανονικής παραμέτρου θ

Για την εκτίμηση της κανονικής παραμέτρου θ σε ένα Γ.Γ.Μ. η πλέον διαδεδομένη μέθοδος είναι αυτή της μέγιστης πιθανοφάνειας (βλέπε De Jong & Heller, 2008).

Λαμβάνοντας υπόψη την σχέση (6.1) για κάθε τιμή y_i της εξαρτημένης μεταβλητής αντιστοιχεί μία συγκεκριμένη τιμή της συνάρτησης πυκνότητας πιθανότητας (συνεχείς τιμές) ή της συνάρτησης πιθανότητας (διακριτές τιμές), η οποία εξαρτάται από τις τιμές των παραμέτρων θ και φ και μπορεί να αποδοθεί ως $f(y_i; \theta, \varphi)$. Για ένα συγκεκριμένο δείγμα τιμών της μεταβλητής απόκρισης (y_1, y_2, \dots, y_n) η πιθανοφάνεια δίνεται από την σχέση:

$$f(y; \theta, \varphi) = \prod_{i=1}^n f(y_i; \theta, \varphi) \quad (6.6)$$

Με την μέθοδο της Εκτίμησης Μέγιστης Πιθανοφάνειας (Ε.Μ.Π.) επιλέγει τέτοιες τιμές των παραμέτρων θ και φ , έτσι ώστε να μεγιστοποιείται η τιμή της σχέσης (6.6). Συχνά για την εκτίμηση των εν λόγω παραμέτρων επιλέγεται η μεγιστοποίηση του νεπέριου λογαρίθμου της σχέσης (6.6), ο οποίος συμβολίζεται με $l(\theta, \varphi)$ και υπολογίζεται από την ακόλουθη σχέση:

$$l(\theta, \varphi) = \sum_{i=1}^n \ln f(y_i; \theta, \varphi) = \sum_{i=1}^n \left\{ \ln c(y_i, \varphi) + \frac{y_i \theta_i - \alpha(\theta_i)}{\varphi} \right\} \quad (6.7)$$

Για τον υπολογισμό της τιμής της παραμέτρου θ , η οποία μεγιστοποιεί την τιμή της παραπάνω σχέσης (6.7) παραγωγίζουμε ως προς θ και προκύπτει, ότι πρέπει να ικανοποιείται η συνθήκη:

$$\frac{da(\theta)}{d\theta} = \bar{y} \quad (6.8)$$

Η συνθήκη αυτή ορίζει, ότι πρέπει να επιλέγεται η τιμή του θ , έτσι ώστε η πρώτη παράγωγος της συνάρτησης $\alpha(\theta)$ να ισούται με τον μέσο του δείγματος των τιμών της εξαρτημένης μεταβλητής y . Λαμβάνοντας υπόψη και την σχέση (6.2) προκύπτει, ότι για την εκθετική οικογένεια κατανομών ισχύει:

$$E(y) = \hat{\mu} = \bar{y} \quad (6.9)$$

6.3.2. Η εκτίμηση της παραμέτρου διασποράς φ

Η εκτίμηση της φ απαιτείται στις περιπτώσεις των εκθετικών κατανομών, για τις οποίες δεν είναι γνωστή. Οι κατανομές για τις οποίες είναι γνωστή η τιμή της

παραμέτρου είναι η διωνυμική, η αρνητική διωνυμική και η Poisson (βλέπε Πίνακα 6). Για τις υπόλοιπες κατανομές που εφαρμόζονται σε ασφαλιστικά δεδομένα πρέπει να πραγματοποιούνται οι αντίστοιχες εκτιμήσεις.

Για την εκτίμηση της φ υφίστανται διάφορες μέθοδοι. Μία εξ αυτών είναι αυτή της μέγιστης πιθανοφάνειας. Για την εφαρμογή της Ε.Μ.Π. παραγωγίζεται η σχέση (6.7) ως προς φ . Ωστόσο συχνά ο εκτιμητής, που προκύπτει δεν είναι αμερόληπτος (βλέπε Dunn & Smyth, 2018), ειδικότερα εάν ο αριθμός των διαθέσιμων παρατηρήσεων n δεν είναι σημαντικά μεγαλύτερος από τον αριθμό p' των παραμέτρων των ανεξάρτητων μεταβλητών $(\beta_0, \beta_1, \dots, \beta_p)$.

Μία εναλλακτική μέθοδος, για την εκτίμηση της παραμέτρου διασποράς είναι ο λεγόμενος εκτιμητής του τροποποιημένου προφίλ της πιθανοφάνειας (Modified Profile Log-Likelihood Estimator). Για τον υπολογισμό αυτού του εκτιμητή πρέπει ο νεπέριος λογάριθμος της πιθανοφάνειας να εκφραστεί ως συνάρτηση της φ στην μορφή $l(\widehat{\beta}_0, \widehat{\beta}_1, \dots, \widehat{\beta}_p, \varphi; y)$, θεωρώντας τις τιμές των παραμέτρων $(\beta_0, \beta_1, \dots, \beta_p)$ γνωστές και σταθερές και να μεγιστοποιηθεί στην συνέχεια ως προς φ . Ο εκτιμητής αυτός είναι αμερόληπτος, ωστόσο είναι αρκετά δύσκολος ο υπολογισμός του στην πράξη και για αυτό δεν χρησιμοποιείται ευρέως (βλέπε Dunn & Smyth, 2018).

Τέλος, υπάρχει ο εκτιμητής Pearson, ο οποίος κάνει χρήση της ομώνυμης στατιστικής συνάρτησης, η οποία δίνεται από την σχέση:

$$X^2 = \sum_{i=1}^n \frac{w_i (y_i - \widehat{\mu}_i)^2}{V(\widehat{\mu}_i)} \quad (6.10)$$

Η συνάρτηση αυτή δίνει μία ικανοποιητική αίσθηση της μεταβλητότητας των καταλοίπων $(y_i - \widehat{\mu}_i)$. Ο εκτιμητής Pearson για την φ δίνεται από την ακόλουθη σχέση:

$$\widehat{\varphi} = \frac{X^2}{n - p'} \quad (6.11)$$

Ο εν λόγω εκτιμητής είναι ο πλέον κατάλληλος για την εκτίμηση της φ καθώς είναι αμερόληπτος και ο υπολογισμός είναι αρκετά πιο εύκολος συγκριτικά με τον αντίστοιχο του τροποποιημένου προφίλ της πιθανοφάνειας. Είναι χαρακτηριστικό άλλωστε, ότι τα πιο πολλά στατιστικά πακέτα δίνουν αυτήν την τιμή για την εκτίμηση της φ .

6.3.3. Η εκτίμηση των παραμέτρων της συνάρτησης σύνδεσης

Οι παράμετροι $(\beta_0, \beta_1, \dots, \beta_p)$ εμφανίζονται στην συνάρτηση σύνδεσης (6.5). Για την εκτίμηση τους χρησιμοποιείται η Ε.Μ.Π.. Ειδικότερα η σχέση (6.7) παραγωγίζεται ως προς β_i και ύστερα από τις σχετικές πράξεις, προκύπτει η ακόλουθη σχέση:

$$\hat{\boldsymbol{\beta}} = (\mathbf{X}' \mathbf{W} \mathbf{X})^{-1} \mathbf{X}' \mathbf{W} \hat{\mathbf{Z}} \quad (6.12)$$

όπου, εάν θεωρήσουμε, ότι στο μοντέλο υπάρχουν p αριθμός παραμέτρων και n αριθμός παρατηρήσεων, ισχύουν τα ακόλουθα:

$$\hat{\boldsymbol{\beta}} = \begin{pmatrix} \widehat{\beta}_0 \\ \widehat{\beta}_1 \\ \vdots \\ \widehat{\beta}_p \end{pmatrix}, \mathbf{X} = \begin{pmatrix} 1 & x_{11} & \dots & x_{1p} \\ 1 & x_{21} & \dots & x_{2p} \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ 1 & x_{n1} & \dots & x_{np} \end{pmatrix},$$

\mathbf{W} ένας διαγώνιος πίνακας διαστάσεων $n \times n$, στην διαγώνιο του οποίου περιλαμβάνονται οι τιμές των βαρών

$$w_i = \frac{1}{\text{Var}(Y_i)} \left(\frac{\theta \widehat{\mu}_i}{\theta \widehat{\eta}_i} \right)^2$$

και

$$\hat{\mathbf{Z}} = \begin{pmatrix} \widehat{Z}_1 \\ \widehat{Z}_2 \\ \vdots \\ \widehat{Z}_n \end{pmatrix},$$

όπου,

$$z_i = (y_i - \widehat{\mu}_i) \frac{\theta \widehat{\eta}_i}{\theta \widehat{\mu}_i} + \mathbf{x}_i' \boldsymbol{\beta}$$

Για την επίλυση της σχέσης (6.12) εφαρμόζεται ένας επαναληπτικός αλγόριθμος, μέχρι οι τιμές $\widehat{\mu}_i$ να συγκλίνουν κατά το μέγιστο δυνατόν στις τιμές των y_i του δείγματος.

6.3.4. Έλεγχος καταλληλότητας του μοντέλου

Αφού έχει επιλεγεί η κατάλληλη κατανομή από την εκθετική οικογένεια, η αντίστοιχα συνάρτηση σύνδεσης και έχουν εκτιμηθεί οι παράμετροι θ , φ και $(\beta_0, \beta_1, \dots, \beta_p)$ το επόμενο βήμα είναι ο έλεγχος της καταλληλότητας του μοντέλου. Με άλλα λόγια πρέπει να ελεγχθεί κατά πόσον το μοντέλο, που έχει σχηματιστεί εμφανίζει ικανοποιητικό βαθμό προσαρμογής με βάση τις διαθέσιμες τιμές του δείγματος.

Για τον έλεγχο αυτό πρέπει να συγκριθεί το μοντέλο σε σχέση με ένα αντίστοιχο θεωρητικό μοντέλο, το οποίο εμφανίζει την μέγιστη δυνατή προσαρμογή. Το θεωρητικό αυτό μοντέλο έχει τόσες παραμέτρους όσες και παρατηρήσεις και καλείται κορεσμένο (saturated model).

Η τιμή της πιθανοφάνειας του νεπέριου λογαρίθμου για το κορεσμένο μοντέλο δίνεται από την ακόλουθη σχέση:

$$\check{l} = \sum_{i=1}^n \left\{ \ln c(y_i, \varphi) + \frac{y_i \check{\theta}_i - \alpha(\check{\theta}_i)}{\varphi} \right\} \quad (6.13)$$

Η αντίστοιχη τιμή της πιθανοφάνειας για το μοντέλο, που έχει δημιουργηθεί υπολογίζεται ως εξής:

$$\hat{l} = \sum_{i=1}^n \left\{ \ln c(y_i, \varphi) + \frac{y_i \hat{\theta}_i - \alpha(\hat{\theta}_i)}{\varphi} \right\} \quad (6.14)$$

Προκειμένου να ελεγχθεί η καταλληλότητα του μοντέλου υπολογίζεται η τιμή της απόκλισης (deviance) του από το αντίστοιχο κορεσμένο, η οποία προκύπτει από την σχέση:

$$\Delta = 2(\check{l} - \hat{l}) = 2 \sum_{i=1}^n \left\{ \frac{y_i(\check{\theta}_i - \hat{\theta}_i) - \alpha(\check{\theta}_i) + \alpha(\hat{\theta}_i)}{\varphi} \right\} \quad (6.15)$$

Για να εξαχθεί ασφαλές συμπέρασμα ως προς την καταλληλότητα του μοντέλου η τιμή της Δ αξιολογείται με βάση την κατανομή χ_{n-p}^2 . Η τιμή, που προκύπτει διαιρείται με τους βαθμούς ελευθερίας $n - p$. Εάν η τιμή αυτή είναι κατά πολύ μεγαλύτερη της μονάδας, τότε το μοντέλο δεν προσεγγίζει ικανοποιητικά τις τιμές του δείγματος και πρέπει να διαμορφωθεί εκ νέου (βλέπε De Jong & Heller, 2008).

Ο Πίνακας 9 απεικονίζει τις τιμές της απόκλισης Δ για τις κάποιες κατανομές της εκθετικής οικογένειας.

Κατανομή	Δ
Poisson $P(\mu)$	$2 \sum_{i=1}^n \left\{ y_i \ln \left(\frac{y_i}{\hat{\mu}_i} \right) - (y_i - \hat{\mu}_i) \right\}$
Διωνυμική $B(n, \pi)$	$2 \sum_{i=1}^n n_i \left\{ y_i \ln \left(\frac{y_i}{\hat{\mu}_i} \right) + (n_i - y_i) \ln \left(\frac{n_i - y_i}{1 - \hat{\mu}_i} \right) \right\}$
Αρνητική Διωνυμική $NB(\mu, k)$	$2 \sum_{i=1}^n \left\{ y_i \ln \left(\frac{y_i}{\hat{\mu}_i} \right) - \left(y_i + \frac{1}{k} \right) \ln \left(\frac{y_i + 1/k}{\hat{\mu}_i + 1/k} \right) \right\}$
Κανονική $N(\mu, \sigma^2)$	$\frac{1}{\sigma^2} \sum_{i=1}^n (y_i - \hat{\mu}_i)^2$
Gamma $G(\mu, \nu)$	$2\nu \sum_{i=1}^n \left\{ -\ln \left(\frac{y_i}{\hat{\mu}_i} \right) + \frac{y_i - \hat{\mu}_i}{\hat{\mu}_i} \right\}$
Inverse Gaussian $IG(\mu, \sigma^2)$	$\frac{1}{\sigma^2} \sum_{i=1}^n \frac{(y_i - \hat{\mu}_i)^2}{\hat{\mu}_i^2 y_i}$

Πίνακας 9: Τιμές απόκλισης Δ (βλέπε De Jong & Heller, 2008)

7. ΜΕΛΕΤΗ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗΣ ΜΕ ΤΑ ΓΕΝΙΚΕΥΜΕΝΑ ΓΡΑΜΜΙΚΑ ΜΟΝΤΕΛΑ

Στον κλάδο των ασφαλίσεων τα Γενικευμένα Γραμμικά Μοντέλα εφαρμόζονται για την εκτίμηση ποικίλων μεγεθών, όπως είναι το πλήθος των αναμενόμενων ζημιών και το μέγεθος των απαιτήσεων. Η βασική παράμετρος, που πρέπει να ληφθεί υπόψη για την επιλογή του κατάλληλου μοντέλου είναι το είδος των τιμών των δεδομένων. Όπως αναλύθηκε στο προηγούμενο κεφάλαιο της παρούσας εργασίας η επιλογή της κατάλληλης κατανομής από την εκθετική οικογένεια συναρτάται άμεσα με το εάν τα δεδομένα λαμβάνουν διακριτές ή συνεχείς τιμές. Για την εκτίμηση του πλήθους των αναμενόμενων ζημιών χρησιμοποιούνται οι κατανομές Poisson και Αρνητική Διωνυμική. Αντίστοιχα, για την εκτίμηση του ύψους των απαιτήσεων εφαρμόζονται η Κανονική κατανομή καθώς και οι κατανομές Gamma και Inverse Gaussian.

Πέραν των περιπτώσεων, οι οποίες αναφέρονται στην ανωτέρω παράγραφο, τα Γ.Γ.Μ. εφαρμόζονται στην εκτίμηση των αποθεμάτων μέσω των τριγώνων εξέλιξης ζημιών, που αναπτύσσουν οι ασφαλιστικές επιχειρήσεις. Η πλέον βασική μέθοδος στα τρίγωνα εξέλιξης ζημιών είναι η γνωστή Chain Ladder. Στις επόμενες παραγράφους αυτού του κεφαλαίου θα παρουσιαστεί ένα παράδειγμα εφαρμογής της Chain Ladder με τα ΓΓΜ.

7.1 Τα δεδομένα

Τα δεδομένα, που θα χρησιμοποιηθούν προέρχονται από το άρθρο του Hertig (βλέπε Hertig, 1985). Στο συγκεκριμένο άρθρο εφαρμόζεται ένα απλό στατιστικό μοντέλο για την εκτίμηση των τεχνικών προβλέψεων για μία αντασφαλιστική επιχείρηση, η οποία δραστηριοποιείται στον χώρο της ναυτιλίας. Ειδικότερα αναφέρεται στο πρόβλημα της εκτίμησης των αποθεμάτων, που πρέπει να τηρεί μία ασφαλιστική επιχείρηση για τις ζημιές, που έχουν πραγματοποιηθεί, αλλά δεν έχουν ακόμα αναφερθεί στην εταιρεία. Οι εν λόγω ζημιές στην διεθνή βιβλιογραφία αναφέρονται ως Incurred But Not Reported (IBNR).

Τα δεδομένα, που περιλαμβάνει το συγκεκριμένο άρθρο είναι τα τρίγωνα εξέλιξης των αθροιστικών ασφαλίσεων και του δείκτη ζημιών (loss ratio) για τα έτη από το 1975 έως και το 1980. Αυτά τα δεδομένα απεικονίζονται στους Πίνακες 10 και 11, αντίστοιχα.

ACCUMULATED PREMIUMS						
	Development Year					
Underwriting Year	1	2	3	4	5	6
1975	310	598	629	624	623	622
1976	310	599	629	631	629	
1977	345	667	680	679		
1978	491	731	737			
1979	581	815				
1980	577					

Πίνακας 10: Τρίγωνο εξέλιξης αθροιστικών ασφαλίσεων

LOSS RATIO						
	Development Year					
Underwriting Year	1	2	3	4	5	6
1975	0.641	0.705	0.720	0.745	0.748	0.748
1976	0.657	0.727	0.855	0.866	0.865	
1977	0.695	0.884	0.972	0.967		
1978	0.698	0.822	0.871			
1979	0.746	0.823				
1980	0.758					

Πίνακας 11: Τρίγωνο εξέλιξης δείκτη ζημιών

Από τους παραπάνω πίνακες και λαμβάνοντας υπόψη ότι ο δείκτης ζημίας υπολογίζεται από την σχέση:

$$LR = \frac{\text{Ζημιές}}{\text{Ασφάλιστρο}} \quad (7.1)$$

μπορούν να υπολογιστούν οι τιμές των ζημιών για τα αντίστοιχα έτη, οι οποίες αναφέρονται στον Πίνακα 12.

ACCUMULATED LOSSES						
	Development Year					
Underwriting Year	1	2	3	4	5	6
1975	198.71	421.59	452.88	464.88	466.00	465.26
1976	203.67	435.47	537.80	546.45	544.09	
1977	239.78	589.63	660.96	656.59		
1978	342.72	600.88	641.93			
1979	433.43	670.75				
1980	437.37					

Πίνακας 12: Τρίγωνο εξέλιξης αθροιστικών ζημιών

Από τον πίνακα των αθροιστικών ζημιών προκύπτει ο Πίνακας 13, ο οποίος περιλαμβάνει τις τιμές των ζημιών ανά έτος εξέλιξης.

LOSSES						
	Development Year					
Underwriting Year	1	2	3	4	5	6
1975	198.71	222.88	31.29	12	1.12	-0.74
1976	203.67	231.80	102.33	8.65	-2.36	
1977	239.78	349.85	71.33	-4.37		
1978	342.72	258.16	41.05			
1979	433.43	237.32				
1980	437.37					

Πίνακας 13: Τρίγωνο εξέλιξης ζημιών

Στον Πίνακα 13 εμφανίζονται αρνητικές τιμές στο 6^ο έτος εξέλιξης των ζημιών του 1975, στο 5^ο έτος εξέλιξης των ζημιών του 1976 και στο 4^ο έτος εξέλιξης των ζημιών του 1977. Προκειμένου τα δεδομένα του παραπάνω πίνακα να επεξεργαστούν με τα Γ.Γ.Μ. πρέπει να εξαλειφθούν οι αρνητικές τιμές. Για να γίνει αυτό σε κάθε έτος εξέλιξης προστίθεται στην αντίστοιχη ζημιά η τιμή έξι (6). Στα τελικά αποτελέσματα, που θα προκύψουν από την εκτίμηση των ΓΓΜ θα αφαιρεθεί η εν λόγω τιμή, για να αποφευχθεί αλλοίωση του τελικού αποτελέσματος. Με αυτόν τον τρόπο προκύπτει ο αναθεωρημένος πίνακας εξέλιξης ζημιών:

REVISED LOSSES						
Development Year						
Underwriting Year	1	2	3	4	5	6
1975	204.71	228.88	37.29	18	7.12	5.26
1976	209.67	237.80	108.33	14.65	3.64	
1977	245.78	355.85	77.33	1.63		
1978	348.72	264.16	47.05			
1979	439.43	243.32				
1980	443.37					

Πίνακας 14: Τρίγωνο εξέλιξης αναθεωρημένων ζημιών

7.2 Η επεξεργασία των δεδομένων

Όπως και στην μελέτη περίπτωσης με την διαμήκη ανάλυση του Κεφαλαίου 5, έτσι και σε αυτήν την ενότητα, τα δεδομένα θα επεξεργαστούν με την γλώσσα προγραμματισμού R. Η συγκεκριμένη γλώσσα προγραμματισμού παρέχει την δυνατότητα εφαρμογής της μεθόδου Chain Ladder μέσω των Γ.Γ.Μ.. Οι εντολές, οι οποίες χρησιμοποιήθηκαν για την επεξεργασία των δεδομένων, προέρχονται από την βιβλιογραφία (βλέπε Πιτσέλης, 2020). Στις επόμενες υποενότητες θα αναφερθούν τα αποτελέσματα, όπως προέκυψαν από την επεξεργασία των δεδομένων με την γλώσσα προγραμματισμού R και αφού αφαιρέθηκε η τιμή έξι (6), που χρησιμοποιήθηκε για να απαλειφθούν οι αρνητικές τιμές στο τρίγωνο εξέλιξης ζημιών. Το σύνολο των εντολών, που εκτελέστηκαν παρατίθενται στο Παράρτημα της εργασίας.

Το βασικό πακέτο, για την εφαρμογή της μεθόδου Chain Ladder στην R καλείται «ChainLadder». Το εν λόγω πακέτο παρέχει ποικίλες δυνατότητες για την εφαρμογή των διάφορων μεθόδων της Chain Ladder (βλέπε Chain Ladder: Statistical Methods and Models for Claims Reserving in General Insurance, 2020).

Για την εφαρμογή των Γ.Γ.Μ. στην εκτίμηση των αποθεμάτων μίας ασφαλιστικής επιχείρησης χρησιμοποιείται η εντολή «glmReserve». Η συγκεκριμένη εντολή από τα δεδομένα ενός τριγώνου εξέλιξης ζημιών, εκτιμά τις αντίστοιχες τιμές, που δεν είναι διαθέσιμες εφαρμόζοντας το αντίστοιχο Γ.Γ.Μ.. Επιπλέον, παρέχει πληροφορίες σχετικά με το εκτιμώμενο σφάλμα των προβλέψεων.

7.2.1. Επεξεργασία των δεδομένων με την κατανομή Gamma

Οι επιμέρους πληροφορίες για την κατανομή Gamma έχουν αναφερθεί στις αντίστοιχες ενότητες του Κεφαλαίου 6 της παρούσας εργασίας. Σε αυτό το σημείο θα παρουσιαστούν τα αποτελέσματα για την εκτίμηση των ζημιών και των αποθεμάτων, που πρέπει να τηρεί η αντασφαλιστική επιχείρηση του άρθρου του Hertig (βλέπε Hertig, 1985), μέσω της γλώσσας προγραμματισμού R.

Τα αποτελέσματα, που προκύπτουν από την επεξεργασία των δεδομένων του Πίνακα 14 με την R δίνονται με την απαραίτητη επεξήγηση στον πίνακα, που ακολουθεί:

Έτος ατυχήματος	Τιμές Διαγωνίου	Απόκλιση	Τελικές Ζημιές	Απόθεμα	Τυπικό Σφάλμα	Συντελεστής Μεταβλητότητας
Accident Year	Latest	Deviance	Ultimate	IBNR	Standard Error	CV
2	574.09	0.9913658	579.09	5	4.300637	0.8601274
3	680.59	0.9869488	689.59	9	5.268750	0.5854167
4	659.93	0.9691598	680.93	21	10.970722	0.5224153
5	682.75	0.8579956	795.75	113	68.932912	0.6100258
6	443.37	0.4388194	1010.37	567	405.259643	0.7147436
Σύνολα:	3040.73	0.8096242	3755.73	715	414.750021	0.580070

Πίνακας 15: Αποτελέσματα πακέτου ChainLadder - Κατανομή Gamma

Το επόμενο βήμα είναι η εκτίμηση των παραμέτρων της συνάρτησης σύνδεσης $g(\mu)$, καθώς και η αντίστοιχη εκτίμηση της παραμέτρου διασποράς φ . Οι τιμές των εκτιμητών για τις παραμέτρους, καθώς και τα αντίστοιχα τυπικά σφάλματα δίνονται στον Πίνακα 16.

	Συντελεστές	Τυπικό σφάλμα
c	5.65132	0.32443
a₁	0.02146	0.32670
a₂	-0.15922	0.35602
a₃	-0.04632	0.39547
a₄	0.19950	0.46042
a₅	0.44308	0.60999
b₁	-0.04928	0.32670
b₂	-1.39119	0.35602
b₃	-3.21624	0.39547
b₄	-3.97584	0.46042
b₅	-3.99119	0.60999

Πίνακας 16: Συντελεστές και τυπικά σφάλματα μοντέλου Gamma

Η γλώσσα R για την εκτίμηση της παραμέτρου διασποράς φ χρησιμοποιεί των εκτιμητή Pearson, ο οποίος υπολογίζεται από την σχέση (6.11). Όπως προκύπτει από τα αποτελέσματα της R στο Παράρτημα, η τιμή της παραμέτρου είναι $\hat{\varphi} = 0.2668351$.

Η επεξεργασία των δεδομένων ολοκληρώνεται με την εκτίμηση των τελικών απαιτήσεων για τα έτη εξέλιξης ζημιών για τα οποία δεν υφίστανται διαθέσιμες τιμές. Μέσω της κατάλληλης εντολής στην R προκύπτει ο Πίνακας 17 με τις εκτιμώμενες απαιτήσεις ανά έτος εξέλιξης καθώς και τα αποθέματα, τα οποία πρέπει να τηρούνται από την αντασφαλιστική εταιρεία:

	0	1	2	3	4	5	Πληρωθείσες απαιτήσεις	Αποθέματα (R _i)
0	C ₁₀ =204.71	C ₁₁ =433.59	C ₁₂ =470.88	C ₁₃ =488.88	C ₁₄ =496.00	C ₁₅ =501.26	501.26	0
1	C ₂₀ =209.67	C ₂₁ =447.47	C ₂₂ =555.80	C ₂₃ =570.45	C ₂₄ =574.09	C ₂₅ =579.09	574.09	5
2	C ₃₀ =245.78	C ₃₁ =601.63	C ₃₂ =678.96	C ₃₃ =680.59	C ₃₄ =685.59	C ₃₅ =689.59	680.59	9
3	C ₄₀ =348.72	C ₄₁ =612.88	C ₄₂ =659.93	C ₄₃ =670.93	C ₄₄ =675.93	C ₄₅ =680.93	659.93	21
4	C ₅₀ =439.43	C ₅₁ =682.75	C ₅₂ =768.75	C ₅₃ =782.75	C ₅₄ =789.75	C ₅₅ =795.75	682.75	113
5	C ₆₀ =443.37	C ₆₁ =865.37	C ₆₂ =975.37	C ₆₃ =993.37	C ₆₄ =1001.37	C ₆₅ =1009.37	443.37	566
Σύνολα							3541.99	714

Πίνακας 17: Εκτιμήσεις απαιτήσεων ανά έτος εξέλιξης - Μοντέλο Gamma

7.2.2. Επεξεργασία των δεδομένων με την κατανομή Inverse Gaussian

Σε αυτήν την υποενότητα θα παρουσιαστεί η επεξεργασία των δεδομένων με την κατανομή Inverse Gaussian. Περισσότερες πληροφορίες για την κατανομή Inverse Gaussian έχουν δοθεί στις αντίστοιχες ενότητες του Κεφαλαίου 6 της παρούσας εργασίας. Σε αυτό το σημείο θα παρουσιαστούν τα αποτελέσματα για την εκτίμηση των ζημιών και των αποθεμάτων, που πρέπει να τηρεί η αντασφαλιστική επιχείρηση του παραδείγματος, μέσω της γλώσσας προγραμματισμού R. Όπως και με την κατανομή Gamma, έτσι και εδώ οι απαιτούμενες εντολές στην R παρατίθενται στο Παράρτημα της εργασίας.

Τα αποτελέσματα, που προκύπτουν από την επεξεργασία των δεδομένων του Πίνακα 14 με την R, έπειτα από την εφαρμογή της κατανομής Inverse Gaussian εμφανίζονται με την απαραίτητη επεξήγηση στον πίνακα, που ακολουθεί:

Έτος ατυχήματος	Τιμές Διαγωνίου	Απόκλιση	Τελικές Ζημιές	Απόθεμα	Τυπικό Σφάλμα	Συντελεστής Μεταβλητότητας
Accident Year	Latest	Deviance	Ultimate	IBNR	Standard Error	CV
2	574.09	0.9948015	577.09	3	0.38360551	0.12786850
3	680.59	0.9985328	681.59	1	0.09705675	0.09705675
4	659.93	0.9969785	661.93	2	0.56676332	0.28338166
5	682.75	0.9118531	748.75	66	37.03944200	0.56120367
6	443.37	0.4968455	892.37	449	418.27752438	0.93157578
Σύνολα:	3040.73	0.8537228	3561.73	521	421.06835048	0.80819261

Πίνακας 18: Αποτελέσματα πακέτου ChainLadder - Κατανομή Inverse Gaussian

Όπως και στην περίπτωση του μοντέλου με την κατανομή Gamma, έτσι και για την Inverse Gaussian, το επόμενο βήμα είναι η εκτίμηση των παραμέτρων της συνάρτησης σύνδεσης $g(\mu)$, καθώς και η εκτίμηση της παραμέτρου διασποράς φ . Οι τιμές για τους συντελεστές, καθώς και για τα αντίστοιχα τυπικά σφάλματα δίνονται στον Πίνακα 19, που ακολουθεί.

	Συντελεστές	Τυπικό σφάλμα
c	8.46981	0.39073
a₁	-0.56592	0.09006
a₂	-2.60809	0.11321
a₃	-2.81624	0.29039
a₄	-2.58478	0.51103
a₅	-2.37541	0.77682
b₁	-0.18734	0.43762
b₂	-1.73631	0.38678
b₃	-5.36666	0.37971
b₄	-6.57259	0.38965
b₅	-6.80968	0.39751

Πίνακας 19: Συντελεστές και τυπικά σφάλματα μοντέλου Inverse Gaussian

Η τιμή της παραμέτρου διασποράς, για την κατανομή Inverse Gaussian, υπολογιζόμενη με τον εκτιμητή Pearson είναι $\hat{\phi} = 0.001016705$.

Αντίστοιχα με το μοντέλο Gamma, από την εκτίμηση των τελικών απαιτήσεων για τα έτη εξέλιξης ζημιών για τα οποία δεν υφίστανται διαθέσιμες τιμές μέσω της R προκύπτει ο Πίνακας 20.

	0	1	2	3	4	5	Πληρωθείσες απαιτήσεις	Αποθέματα (R _t)
0	C ₁₀ =204.71	C ₁₁ =433.59	C ₁₂ =470.88	C ₁₃ =488.88	C ₁₄ =496.00	C ₁₅ =501.26	501.26	0
1	C ₂₀ =209.67	C ₂₁ =447.47	C ₂₂ =555.80	C ₂₃ =570.45	C ₂₄ =574.09	C ₂₅ =577.09	574.09	3
2	C ₃₀ =245.78	C ₃₁ =601.63	C ₃₂ =678.96	C ₃₃ =680.59	C ₃₄ =680.59	C ₃₅ =680.59	680.59	0
3	C ₄₀ =348.72	C ₄₁ =612.88	C ₄₂ =659.93	C ₄₃ =660.93	C ₄₄ =660.93	C ₄₅ =660.93	659.93	1
4	C ₅₀ =439.43	C ₅₁ =682.75	C ₅₂ =745.75	C ₅₃ =747.75	C ₅₄ =748.75	C ₅₅ =748.75	682.75	66
5	C ₆₀ =443.37	C ₆₁ =811.37	C ₆₂ =889.37	C ₆₃ =891.37	C ₆₄ =892.37	C ₆₅ =892.37	443.37	449
Σύνολα							3541.99	519

Πίνακας 20: Εκτιμήσεις απαιτήσεων ανά έτος εξέλιξης - Μοντέλο Inverse Gaussian

7.2.3. Επεξεργασία των δεδομένων με την Κανονική κατανομή

Επόμενη κατανομή με την οποία επεξεργάστηκαν τα δεδομένα είναι η Κανονική κατανομή (normal). Οι λεπτομέρειες και τα χαρακτηριστικά για την Κανονική κατανομή παρουσιάστηκαν στο Κεφάλαιο 6 της παρούσας διατριβής. Σε αυτήν την υποενότητα θα παρουσιαστούν τα αποτελέσματα για την εκτίμηση των ζημιών και των αποθεμάτων, που πρέπει να τηρεί η αντασφαλιστική επιχείρηση του παραδείγματος, μέσω της γλώσσας προγραμματισμού R. Οι εντολές που χρησιμοποιήθηκαν κατά την επεξεργασία των δεδομένων με την R παρατίθενται στο Παράρτημα της εργασίας.

Στον πίνακα, που ακολουθεί εμφανίζονται με την απαραίτητη επεξήγηση τα αποτελέσματα, που προέκυψαν από την επεξεργασία των δεδομένων του Πίνακα 14 με την R, έπειτα από την εφαρμογή της Κανονικής κατανομής:

Έτος ατυχήματος	Τιμές Διαγωνίου	Απόκλιση	Τελικές Ζημιές	Απόθεμα	Τυπικό Σφάλμα	Συντελεστής Μεταβλητότητας
Accident Year	Latest	Deviance	Ultimate	IBNR	Standard Error	CV
2	574.09	0.9896568	580.09	6	81.06876	13.5114605
3	680.59	0.9798442	694.59	14	121.60323	8.6859447
4	659.93	0.9606947	686.93	27	140.88736	5.2180502
5	682.75	0.8526382	800.75	118	166.15159	1.4080643
6	443.37	0.4536358	977.37	534	212.23582	0.3974454
Σύνολα:	3040.73	0.8128707	3740.73	700	555.25164	0.7932166

Πίνακας 21: Αποτελέσματα πακέτου ChainLadder - Κανονική Κατανομή

Οι τιμές για τους συντελεστές της συνάρτησης σύνδεσης $g(\mu)$, καθώς και τα αντίστοιχα τυπικά σφάλματα δίνονται στον Πίνακα 22, που ακολουθεί.

	Συντελεστές	Τυπικό σφάλμα
c	5.42328	0.18867
a₁	0.06832	0.24640
a₂	0.32861	0.22191
a₃	0.35458	0.22003
a₄	0.48374	0.21291
a₅	0.67112	0.22620
b₁	-0.12429	0.12476
b₂	-1.44060	0.42720
b₃	-3.24623	3.10885
b₄	-3.78761	7.35857
b₅	-3.76315	10.52006

Πίνακας 22: Συντελεστές και τυπικά σφάλματα μοντέλου Κανονικής κατανομής

Η τιμή της παραμέτρου διασποράς, για την Κανονική κατανομή, όπως υπολογίζεται από τον εκτιμητή Pearson είναι $\hat{\phi} = 3061.034$.

Οι εκτιμήσεις των τελικών απαιτήσεων μέσω της R για τα έτη εξέλιξης ζημιών για τα οποία δεν υφίστανται διαθέσιμες τιμές, με το μοντέλο της κανονικής κατανομής φαίνονται στον Πίνακα 23.

	0	1	2	3	4	5	Πληρωθείσες απαιτήσεις	Αποθέματα (R _t)
0	C ₁₀ =204.71	C ₁₁ =433.59	C ₁₂ =470.88	C ₁₃ =488.88	C ₁₄ =496.00	C ₁₅ =501.26	501.26	0
1	C ₂₀ =209.67	C ₂₁ =447.47	C ₂₂ =555.80	C ₂₃ =570.45	C ₂₄ =574.09	\hat{C}_{25} =580.09	574.09	6
2	C ₃₀ =245.78	C ₃₁ =601.63	C ₃₂ =678.96	C ₃₃ =680.59	\hat{C}_{34} =687.59	\hat{C}_{35} =694.59	680.59	14
3	C ₄₀ =348.72	C ₄₁ =612.88	C ₄₂ =659.93	\hat{C}_{43} =672.93	\hat{C}_{44} =679.93	\hat{C}_{45} =686.93	659.93	27
4	C ₅₀ =439.43	C ₅₁ =682.75	\hat{C}_{52} =769.75	\hat{C}_{53} =783.75	\hat{C}_{54} =791.75	\hat{C}_{55} =800.75	682.75	118
5	C ₆₀ =443.37	\hat{C}_{61} =835.37	\hat{C}_{62} =940.37	\hat{C}_{63} =957.37	\hat{C}_{64} =967.37	\hat{C}_{65} =977.37	443.37	534
Σύνολα							3541.99	700

Πίνακας 23: Εκτιμήσεις απαιτήσεων ανά έτος εξέλιξης - Μοντέλο Κανονικής κατανομής

7.2.4. Επεξεργασία των δεδομένων με την Υπερσκεδαστική κατανομή Poisson

Η Υπερσκεδαστική (Overdispersed) κατανομή Poisson διαφέρει από την απλή Poisson στο γεγονός ότι η διακύμανση της εξαρτημένης μεταβλητής δεν είναι ίση με

την μέση τιμή, αλλά ανάλογη αυτής. Σε αυτήν την υποενοότητα θα παρουσιαστούν τα αποτελέσματα για την εκτίμηση των ζημιών και των αποθεμάτων, που πρέπει να τηρεί η αντασφαλιστική επιχείρηση του παραδείγματος εφαρμόζοντας ένα μοντέλο Υπερσκεδαστικής Poisson, μέσω της γλώσσας προγραμματισμού R. Οι εντολές που χρησιμοποιήθηκαν κατά την επεξεργασία των δεδομένων με την R παρατίθενται στο Παράρτημα της εργασίας.

Στον πίνακα, που ακολουθεί εμφανίζονται με την απαραίτητη επεξήγηση τα αποτελέσματα, που προέκυψαν από την επεξεργασία των δεδομένων του Πίνακα 14 με την R, έπειτα από την εφαρμογή της Υπερσκεδαστικής Poisson:

Έτος ατυχήματος	Τιμές Διαγωνίου	Απόκλιση	Τελικές Ζημιές	Απόθεμα	Τυπικό Σφάλμα	Συντελεστής Μεταβλητότητας
Accident Year	Latest	Deviance	Ultimate	IBNR	Standard Error	CV
2	574.09	0.9896568	580.09	6	14.61126	2.4352097
3	680.59	0.9798442	694.59	14	21.70630	1.5504501
4	659.93	0.9606947	686.93	27	27.89281	1.0330669
5	682.75	0.8505139	802.75	120	57.16458	0.4763715
6	443.37	0.4436495	999.37	556	164.47327	0.2958152
Σύνολα:	3040.73	0.8076887	3764.73	724	197.28476	0.2724928

Πίνακας 24: Αποτελέσματα πακέτου ChainLadder - Υπερσκεδαστική Poisson Κατανομή

Οι εκτιμήσεις των συντελεστών της συνάρτησης σύνδεσης $g(\mu)$, με τα αντίστοιχα τυπικά σφάλματα δίνονται στον Πίνακα 25, που ακολουθεί.

	Συντελεστές	Τυπικό σφάλμα
c	5.40393	0.19737
a₁	0.14621	0.24585
a₂	0.32649	0.32649
a₃	0.31556	0.23903
a₄	0.47075	0.23916
a₅	0.69048	0.27428
b₁	-0.08521	0.15231
b₂	-1.39771	0.26937
b₃	-3.13449	0.69627
b₄	-3.79702	1.23137
b₅	-3.74380	1.75971

Πίνακας 25: Συντελεστές και τυπικά σφάλματα μοντέλου Υπερσκεδαστικής Poisson

Η τιμή της παραμέτρου διασποράς, για το μοντέλο Υπερσκεδαστικής Poisson, είναι γνωστή και δεν απαιτείται η εκτίμηση της καθώς $\varphi = 1$ (βλέπε Πίνακα 6).

Οι εκτιμήσεις των τελικών απαιτήσεων μέσω της R για τα έτη εξέλιξης ζημιών για τα οποία δεν υφίστανται διαθέσιμες τιμές, με το μοντέλο της κανονικής κατανομής φαίνονται στον Πίνακα 26.

	0	1	2	3	4	5	Πληρωθείσες απαιτήσεις	Αποθέματα (R _i)
0	C ₁₀ =204.71	C ₁₁ =433.59	C ₁₂ =470.88	C ₁₃ =488.88	C ₁₄ =496.00	C ₁₅ =501.26	501.26	0
1	C ₂₀ =209.67	C ₂₁ =447.47	C ₂₂ =555.80	C ₂₃ =570.45	C ₂₄ =574.09	C ₂₅ =580.09	574.09	6
2	C ₃₀ =245.78	C ₃₁ =601.63	C ₃₂ =678.96	C ₃₃ =680.59	C ₃₄ =687.59	C ₃₅ =694.59	680.59	14
3	C ₄₀ =348.72	C ₄₁ =612.88	C ₄₂ =659.93	C ₄₃ =672.93	C ₄₄ =679.93	C ₄₅ =686.93	659.93	27
4	C ₅₀ =439.43	C ₅₁ =682.75	C ₅₂ =770.75	C ₅₃ =785.75	C ₅₄ =793.75	C ₅₅ =801.75	682.75	120
5	C ₆₀ =443.37	C ₆₁ =850.37	C ₆₂ =960.37	C ₆₃ =979.37	C ₆₄ =989.37	C ₆₅ =999.37	443.37	556
Σύνολα							3541.99	724

Πίνακας 26: Εκτιμήσεις απαιτήσεων ανά έτος εξέλιξης - Μοντέλο Υπερσκεδαστικής Poisson

7.2.5. Επεξεργασία των δεδομένων με την Αρνητική Διωνυμική κατανομή

Σε αυτήν την υποενότητα θα παρουσιαστεί η επεξεργασία των δεδομένων με την Αρνητική Διωνυμική κατανομή. Πιο αναλυτικές πληροφορίες για την συγκεκριμένη κατανομή παρέχονται στις αντίστοιχες ενότητες του Κεφαλαίου 6 της παρούσας εργασίας. Σκοπός της υποενότητας αυτής είναι η παρουσίαση των αποτελεσμάτων για την εκτίμηση των ζημιών και των αποθεμάτων, που πρέπει να τηρεί η αντασφαλιστική επιχείρηση του παραδείγματος, μέσω της γλώσσας προγραμματισμού R.

Τα αποτελέσματα, που προκύπτουν από την επεξεργασία των δεδομένων του Πίνακα 14 με την R, έπειτα από την εφαρμογή της Αρνητικής Διωνυμικής κατανομής εμφανίζονται με την απαραίτητη επεξήγηση στον πίνακα, που ακολουθεί:

Έτος ατυχήματος	Τιμές Διαγωνίου	Απόκλιση	Τελικές Ζημιές	Απόθεμα	Τυπικό Σφάλμα	Συντελεστής Μεταβλητότητας
Accident Year	Latest	Deviance	Ultimate	IBNR	Standard Error	CV
2	574.09	0.9896568	580.09	6	4.490069	0.7483448
3	680.59	0.9826737	692.59	12	5.781814	0.4818178
4	659.93	0.9649087	683.93	24	8.830956	0.3679565
5	682.75	0.8558446	797.75	115	36.909232	0.3209498
6	443.37	0.4396898	1008.37	565	203.718885	0.3605644
Σύνολα:	3040.73	0.8081180	3762.73	722	210.021845	0.2908890

Πίνακας 27: Αποτελέσματα πακέτου ChainLadder - Αρνητική Διωνυμική Κατανομή

Όπως και στις προηγούμενες περιπτώσεις με τις υπόλοιπες κατανομές, έτσι και για την Αρνητική Διωνυμική, το επόμενο βήμα είναι η εκτίμηση των παραμέτρων της συνάρτησης σύνδεσης $g(\mu)$, καθώς και η εκτίμηση της παραμέτρου διασποράς ϕ . Οι τιμές για τους συντελεστές, καθώς και για τα αντίστοιχα τυπικά σφάλματα δίνονται στον Πίνακα 28, που ακολουθεί.

Η τιμή της παραμέτρου διασποράς, για το μοντέλο της Αρνητικής Διωνυμικής κατανομής είναι γνωστή και δεν απαιτείται η εκτίμηση της καθώς $\phi = 1$ (βλέπε Πίνακα 6).

Αντίστοιχα με τα υπόλοιπα μοντέλα, οι εκτιμήσεις των τελικών απαιτήσεων για τα έτη εξέλιξης ζημιών για τα οποία δεν υφίστανται διαθέσιμες τιμές μέσω της R εμφανίζονται στον Πίνακα 29.

	Συντελεστές	Τυπικό σφάλμα
c	5.46852	0.17565
a₁	0.20841	0.19636
a₂	0.14788	0.20289
a₃	0.15726	0.21342
a₄	0.38450	0.24106
a₅	0.62505	0.31371
b₁	-0.05735	0.16608
b₂	-1.40740	0.18878
b₃	-3.12208	0.26006
b₄	-3.86301	0.37939
b₅	-3.85908	0.54421

Πίνακας 28: Συντελεστές και τυπικά σφάλματα μοντέλου Αρνητικής Διωνυμικής

	0	1	2	3	4	5	Πληρωθείσες απαιτήσεις	Αποθέματα (R _i)
0	C ₁₀ =204.71	C ₁₁ =433.59	C ₁₂ =470.88	C ₁₃ =488.88	C ₁₄ =496.00	C ₁₅ =501.26	501.26	0
1	C ₂₀ =209.67	C ₂₁ =447.47	C ₂₂ =555.80	C ₂₃ =570.45	C ₂₄ =574.09	C ₂₅ =580.09	574.09	6
2	C ₃₀ =245.78	C ₃₁ =601.63	C ₃₂ =678.96	C ₃₃ =680.59	C ₃₄ =686.59	C ₃₅ =692.59	680.59	12
3	C ₄₀ =348.72	C ₄₁ =612.88	C ₄₂ =659.93	C ₄₃ =671.93	C ₄₄ =677.93	C ₄₅ =683.93	659.93	24
4	C ₅₀ =439.43	C ₅₁ =682.75	C ₅₂ =766.75	C ₅₃ =781.75	C ₅₄ =788.75	C ₅₅ =797.75	682.75	115
5	C ₆₀ =443.37	C ₆₁ =861.37	C ₆₂ =969.37	C ₆₃ =989.37	C ₆₄ =998.37	C ₆₅ =1008.37	443.37	565
Σύνολα							3541.99	722

Πίνακας 29: Εκτιμήσεις απαιτήσεων ανά έτος εξέλιξης - Μοντέλο Αρνητικής Διωνυμικής

7.3 Συμπεράσματα από την μελέτη περίπτωσης

Στις πέντε προηγούμενες υποενότητες του παρόντος Κεφαλαίου παρουσιάστηκαν αντίστοιχες πρακτικές εφαρμογές των Γενικευμένων Γραμμικών Μοντέλων στην εκτίμηση των μελλοντικών ζημιών και των αποθεμάτων. Για τις εφαρμογές αυτές χρησιμοποιήθηκε η γνωστή μέθοδος της Chain Ladder προσαρμοσμένη στα Γ.Γ.Μ. με τις κατανομές Gamma, Inverse Gaussian, Κανονική, Overdispersed Poisson και Αρνητική Διωνυμική.

Από την παρατήρηση των αποτελεσμάτων, όπως αυτά προέκυψαν από την εφαρμογή των διαφορετικών κατανομών εξάγονται ορισμένα χρήσιμα συμπεράσματα. Κατ' αρχήν τα εκτιμώμενα αποθέματα ανάλογα με την κατανομή, που εφαρμόστηκε φαίνονται στον Πίνακα 30.

Το χαμηλότερο εκτιμώμενο απόθεμα υπολογίζεται με την Inverse Gaussian (519), ενώ το υψηλότερο με τις Overdispersed Poisson (724) και με την Αρνητική Διωνυμική Κατανομή (722).

Κατανομή	Εκτιμώμενο Απόθεμα
Gamma	714
Inverse Gaussian	519
Κανονική	700
ODP Poisson	724
Αρνητική Διωνυμική	722

Πίνακας 30: Εκτιμώμενα αποθέματα ανά κατανομή

Αντίστοιχοι, είναι και οι υπολογισμοί στην εκτίμηση των τελικών ζημιών ανά έτος, όπου και πάλι στην κατανομή Inverse Gaussian είναι πιο χαμηλές σε σχέση με τις υπόλοιπες κατανομές. Αντίθετα, η Overdispersed Poisson και η Αρνητική Διωνυμική κατανομή υπολογίζουν πιο υψηλές τελικές ζημιές. Οι εκτιμήσεις των τελικών ζημιών ανά κατανομή εμφανίζονται στον ακόλουθο πίνακα:

Έτος ατυχήματος	Τελικές Ζημιές Gamma	Τελικές Ζημιές Inverse Gaussian	Τελικές Ζημιές Κανονικής Κατανομής	Τελικές Ζημιές ODP Poisson	Τελικές Ζημιές Αρνητική Διωνυμική
2	579.09	577.09	580.09	580.09	580.09
3	689.59	681.59	694.59	694.59	692.59
4	680.93	661.93	686.93	686.93	683.93
5	795.75	748.75	800.75	802.75	797.75
6	1010.37	892.37	977.37	999.37	1008.37
Σύνολο:	3755.73	3561.73	3740.73	3764.73	3762.73

Πίνακας 31: Εκτιμήσεις των τελικών ζημιών ανά κατανομή

Ένα κρίσιμο ερώτημα, το οποίο προκύπτει έπειτα από την εφαρμογή των πέντε διαφορετικών μοντέλων, αφορά στο ποιο είναι το πλέον κατάλληλο για την επεξεργασία των συγκεκριμένων δεδομένων. Ο έλεγχος καταλληλότητας του κάθε μοντέλου, όπως αναφέρθηκε και στην σχετική ενότητα του Κεφαλαίου 6, πραγματοποιείται με τον υπολογισμό της απόκλισης του (Δ) από το αντίστοιχο κορεσμένο (saturated). Η γλώσσα προγραμματισμού R παρέχει τα σχετικά αποτελέσματα. Για τα μοντέλα, που αναπτύχθηκαν η τιμή της απόκλισης (deviance) για κάθε έτος ατυχήματος παρουσιάζεται στον Πίνακα 32.

Από τις τιμές του συγκεκριμένου Πίνακα προκύπτει, ότι το σε επίπεδο έτους ατυχήματος, όσο και σε συνολικό επίπεδο, το μοντέλο της Υπερσκεδαστικής Poisson παρουσιάζει την πιο χαμηλή απόκλιση από τα αντίστοιχα μοντέλα με τις υπόλοιπες κατανομές.

Έτος ατυχήματος	Απόκλιση-Deviance μοντέλου Gamma	Απόκλιση-Deviance Μοντέλου Inverse Gaussian	Απόκλιση-Deviance Μοντέλου Κανονικής Κατανομής	Απόκλιση-Deviance Μοντέλου ODP Poisson	Απόκλιση-Deviance Μοντέλου Αρνητικής Διωνυμικής
2	0.9913658	0.9948015	0.9896568	0.9896568	0.9896568
3	0.9869488	0.9985328	0.9798442	0.9798442	0.9826737
4	0.9691598	0.9969785	0.9606947	0.9606947	0.9649087
5	0.8579956	0.9118531	0.8526382	0.8505139	0.8558446
6	0.4388194	0.4968455	0.4536358	0.4436495	0.4396898
Σύνολα:	0.8096242	0.8537228	0.8128707	0.8076887	0.8081180

Πίνακας 32: Σύγκριση Απόκλισης-Deviance των δύο μοντέλων

Όσον αφορά τα αποτελέσματα του άρθρου του Hertig (βλέπε Hertig, 1985) για την εκτίμηση των αποθεμάτων IBNR συγκρινόμενα με αυτά των Γ.Γ.Μ., προκύπτουν ορισμένα χρήσιμα συμπεράσματα. Εάν παρατηρηθεί ο Πίνακας 33, ο οποίος συνοψίζει τα αποτελέσματα των έξι (6) μοντέλων παρατηρείται, ότι για τα έτη ατυχήματος 2 έως και 5 υφίσταται μία σχετική σύγκλιση μεταξύ του μοντέλου του Hertig και του Γ.Γ.Μ. με την Gamma κατανομή. Ωστόσο, στο τελευταίο έτος ατυχήματος, παρουσιάζεται μία σημαντική διαφοροποίηση μεταξύ των δύο μοντέλων, η οποία οδηγεί σε μία αντίστοιχη διαφοροποίηση στην εκτίμηση των συνολικών αποθεμάτων. Μία αντίστοιχη σύγκλιση παρατηρείται για τα ίδια έτη (2 έως 5) όσον αφορά το μοντέλο του Hertig και τα Γ.Γ.Μ., με τις κατανομές Κανονική, Overdispersed Poisson και Αρνητική Διωνυμική. Όπως και με την Gamma κατανομή, έτσι και σε αυτά τα μοντέλα, στο 6 έτος ατυχήματος η διαφοροποίηση των εκτιμήσεων είναι υψηλότερη, γεγονός το οποίο επηρεάζει και την τελική εκτίμηση του συνόλου των αποθεμάτων. Το Γ.Γ.Μ. με την κατανομή Inverse Gaussian παρουσιάζει σημαντικές διαφορές με αυτό του άρθρου αναφοράς, με εξαίρεση μόνο το 2^ο έτος ατυχήματος. Παρ' όλα αυτά η τελική εκτίμηση για το σύνολο των αποθεμάτων δεν διαφέρει όσο το Γ.Γ.Μ. της Gamma κατανομής.

Έτος ατυχήματος	Απόθεμα IBNR Hertig	Απόθεμα IBNR μοντέλου Gamma	Απόθεμα IBNR μοντέλου Inverse Gaussian	Απόθεμα IBNR μοντέλου Κανονικής Κατανομής	Απόθεμα IBNR μοντέλου ODP Poisson	Απόθεμα IBNR Μοντέλου Αρνητικής Διωνυμικής
2	3	5	3	6	6	6
3	7	9	1	14	14	12
4	21	21	2	27	27	24
5	105	113	66	118	120	115
6	256	567	449	534	556	565
Σύνολα:	392	715	521	700	724	722

Πίνακας 33: Σύγκριση εκτιμώμενων αποθεμάτων

Η διαφοροποίηση των αποτελεσμάτων οφείλεται στο γεγονός, ότι στο άρθρο του Hertig για την εκτίμηση των τελικών ζημιών και των αποθεμάτων δεν χρησιμοποιείται η μέθοδος Chain Ladder. Στο συγκεκριμένο άρθρο ο συγγραφέας θεωρεί, ότι εάν Q_{ij} είναι ο αντίστοιχος δείκτης ζημιών για το i έτος ατυχήματος και

το j έτος εξέλιξης, τότε οι αντίστοιχες λογαριθμικές αυξήσεις $dq_{ij} = \log(Q_{i,j+1}/Q_{ij})$ ακολουθούν την Κανονική κατανομή:

$$dq_{ij} \sim N(\zeta_j, \sigma_j^2)$$

Οι εκτιμητές των παραμέτρων ζ_j και σ_j^2 υπολογίζονται από τις ακόλουθες σχέσεις:

$$\hat{\zeta}_j = \frac{(\sum_i dq_{ij})}{N_j}$$

$$\hat{\sigma}_j^2 = \frac{\sum_i (dq_{ij} - \hat{\zeta}_j)^2}{N_j - 1}$$

όπου με N_j συμβολίζεται ο αριθμός των παρατηρούμενων αυξήσεων από το έτος εξέλιξης j στο $j + 1$.

Από την παραδοχή της κανονικότητας για τα dq_{ij} , ο Hertig θεωρεί ότι η κατανομή του δεσμευμένου δείκτη ζημιών $Q_{i|p}$ είναι η λογαριθμοκανονική κατανομή. Για την εκτίμηση του δεσμευμένου δείκτη ζημιών χρησιμοποιείται ο ακόλουθος εκτιμητής:

$$\hat{Q}_{i|p} = Q_{i|p} \exp(\hat{\zeta}_p + \dots + \hat{\zeta}_5) \exp\left(\frac{\sigma_{(p)}^2}{2}\right)$$

όπου

$$\sigma_{(p)}^2 = \hat{\sigma}_p^2 \frac{N_p + 1}{N_p} + \dots + \hat{\sigma}_5^2 \frac{N_5 + 1}{N_5}$$

Για την εκτίμηση των ασφαλίσεων χρησιμοποιείται ένα αντίστοιχο μοντέλο. Έτσι, τελικά ο Hertig βασισμένος στις ανωτέρω παραδοχές ο υπολογίζει τις αντίστοιχες τιμές για τις μελλοντικές ζημιές και τα αποθέματα. Αντίθετα, στην μελέτη περίπτωσης της παρούσας διατριβής εφαρμόστηκαν τα Γ.Γ.Μ. με τις αντίστοιχες κατανομές, που παρουσιάστηκαν (Gamma, Inverse Gaussian, Κανονική κατανομή, ODP Poisson και Αρνητική Διωνυμική).

ΕΠΙΛΟΓΟΣ

Η παρούσα μεταπτυχιακή διατριβή πραγματεύεται με μία ιδιαίτερα απαιτητική κατηγορία ασφαλίσεων κατά ζημιών, την Ναυτασφάλεια. Η ιδιαιτερότητα αυτής της κατηγορίας οφείλεται κατ' αρχήν στην φύση της ασφαλισμένης περιουσίας (insurable property). Σε ένα θαλάσσιο εμπορικό ταξίδι συνυπάρχουν και αλληλεπιδρούν πολλοί και διαφορετικοί ενδιαφερόμενοι (stakeholders), των οποίων τα συμφέροντα πρέπει να είναι διασφαλισμένα. Αυτός είναι ουσιαστικά ο ρόλος και ο σκοπός της Ναυτασφάλειας, να παρέχει την διαβεβαίωση σε όλους τους εμπλεκόμενους, ότι είναι καλυμμένοι έναντι όλων των κινδύνων, που ελλοχεύουν σε μία τόσο πολύπλοκη εμπορική δραστηριότητα.

Η επίτευξη αυτού του σκοπού, ωστόσο δεν είναι πάντοτε μία εύκολη υπόθεση. Από την ανάλυση του 2^{ου} Κεφαλαίου της εργασίας, όπου παρουσιάζονται οι βασικές αρχές της Ναυτασφάλειας, καθώς και το θεσμικό πλαίσιο, που την διέπει, μπορεί να εξαχθεί το συμπέρασμα, ότι η ενασχόληση με αυτήν την κατηγορία ασφαλίσεων και η επακόλουθη διαχείριση ναυτικών ατυχημάτων και συμβάντων είναι μία πολύπλοκη και ιδιαίτερη απαιτητική εργασία.

Επιπλέον, το γεγονός, ότι μία κατηγορία ασφαλίσεων περιλαμβάνει τόσες διαφορετικές υποκατηγορίες, όσες περιγράφονται στο Κεφάλαιο 3 αποτελεί μία ακόμα ένδειξη της σπουδαιότητας, αλλά και της ιδιαιτερότητας της Ναυτασφάλειας. Τα αντικείμενα της κάθε υποκατηγορίας είναι μεταξύ τους τελείως διαφορετικά, ωστόσο αλληλεπιδρούν και έχουν επί της ουσίας τον ίδιο στόχο, να καλύψουν οτιδήποτε προκύψει κατά την διάρκεια ενός θαλάσσιου εμπορευματικού ταξιδιού σε όλα τα επιμέρους στάδιά του. Κατόπιν, όλων των ανωτέρω καθίσταται προφανής και ο λόγος για τον οποίο οι ασφαλιστικές επιχειρήσεις, που δραστηριοποιούνται στον εν λόγω κλάδο είναι περιορισμένες σε αριθμό και αρκετά εξειδικευμένες. Επίσης, δεν είναι σπάνιο το γεγονός μία ναυτασφαλιστική εταιρεία να ασχολείται με μία εκ των υποκατηγοριών αποκλειστικά και να μην έχει την δυνατότητα να παρέχει όλων των ειδών τις καλύψεις.

Παρά την έμφυτη δυσκολία της Ναυτασφάλειας, οι επαγγελματίες του χώρου έχουν στην διάθεσή τους μία πληθώρα επιστημονικών εργαλείων, τα οποία, συμβάλλουν ουσιαστικά στην επίτευξη των στόχων τους. Ένα από αυτά τα εργαλεία είναι και η διαμήκης ανάλυση (longitudinal analysis), η θεωρία της οποίας αναλύεται στο Κεφάλαιο 4 της παρούσας εργασίας. Το πιο βασικό πλεονέκτημα της υπόψη ανάλυσης έγκειται στην δυνατότητα, που παρέχει στον εκάστοτε ερευνητή, να παρακολουθεί την συσχέτιση, που εμφανίζουν κάποιες μεταβλητές σε βάθος χρόνου. Με αυτόν τον τρόπο, υφίσταται η δυνατότητα να εντοπιστούν τυχόν αλληλεπιδράσεις

μεταξύ ορισμένων παραμέτρων, οι οποίες δεν θα ήταν εύκολο να εντοπιστούν με άλλες μεθόδους, όπως η απλή γραμμική παλινδρόμηση.

Μία διαμήκης ανάλυση μπορεί να υλοποιηθεί με μία σειρά από διαφορετικά μοντέλα. Έτσι, ο κάθε ερευνητής, έχει την δυνατότητα να επιλέξει το μοντέλο, το οποίο είναι το πλέον κατάλληλο για την περίπτωση, την οποία μελετά. Οι ιδιότητες και τα χαρακτηριστικά αυτών των μοντέλων περιγράφονται στο Κεφάλαιο 4 της εργασίας.

Στο Κεφάλαιο 5 της διατριβής παρουσιάζεται μία πρακτική εφαρμογή της διαμήκους ανάλυσης στον τομέα της Ναυτασφάλειας και ειδικότερα στην μελέτη των παραμέτρων, οι οποίοι επηρεάζουν το ύψος των απαιτήσεων (claims) σε μία ασφάλιση κύτους και μηχανημάτων (hull and machinery insurance). Όπως αναλυτικά αναφέρεται στο εν λόγω κεφάλαιο, ο εντοπισμός δεδομένων ήταν μία δύσκολη υπόθεση, καθώς οι περισσότερες ασφαλιστικές επιχειρήσεις και οργανισμοί, που εμπλέκονται με την συγκεκριμένη κατηγορία δεν παρέχουν εύκολα τα ιστορικά στοιχεία, που έχουν στην διάθεσή τους. Παρά την συγκεκριμένη αντικειμενική δυσκολία, πραγματοποιήθηκε μία διαμήκης ανάλυση σε δεδομένα, που υφίστανται ως πακέτο (package) στην γλώσσα προγραμματισμού R. Αν και το είδος των αρχείων αυτών δεν ήταν τα πλέον κατάλληλα για την εξαγωγή συμπερασμάτων στην Ναυτασφάλεια, ελλείψει άλλων δεδομένων υλοποιήθηκε μία διαμήκης ανάλυση, από την οποία εξήχθησαν κάποια συμπεράσματα σχετικά με το ύψος των απαιτήσεων, που θα κληθεί να καλύψει μία ασφαλιστική επιχείρηση.

Ένα επιπλέον χρήσιμο μαθηματικό εργαλείο στην διάθεση των ερευνητών είναι τα Γενικευμένα Γραμμικά Μοντέλα, τα οποία αναλύονται στο Κεφάλαιο 6 της εργασίας. Το βασικό πλεονέκτημα των ΓΓΜ είναι, ότι σε αυτά δεν απαιτείται, οι τιμές των ανεξάρτητων μεταβλητών να ακολουθούν την κανονική κατανομή, όπως συμβαίνει στην απλή γραμμική παλινδρόμηση. Αυτό το πλεονέκτημα στον κλάδο των ασφαλίσεων κατά ζημιών είναι ιδιαίτερα χρήσιμο, καθώς η κανονικότητα των στοιχείων δεν ικανοποιείται συχνά.

Στο τελευταίο Κεφάλαιο της εργασίας, παρουσιάζεται μία πρακτική εφαρμογή των ΓΓΜ στην εκτίμηση των μελλοντικών ζημιών και των αποθεμάτων, που πρέπει να τηρεί μία ναυτασφαλιστική επιχείρηση. Η εκτίμηση αυτή πραγματοποιείται με την ανάπτυξη των γνωστών τριγώνων ζημιών και την μέθοδο Chain Ladder. Τα δεδομένα, που χρησιμοποιήθηκαν σε αυτήν την περίπτωση προέρχονται από ένα επιστημονικό άρθρο, το οποίο για την εκτίμηση των αποθεμάτων χρησιμοποιεί μία άλλη μέθοδο. Τα αποτελέσματα της εφαρμογής των ΓΓΜ στην Chain Ladder συγκρίνονται με αυτά του πρωτότυπου άρθρου.

Κλείνοντας την παρούσα διατριβή κρίνεται σκόπιμο να επισημανθεί, ότι θα ήταν ευχής έργον σε συνεργασία με κάποιον οργανισμό, που δραστηριοποιείται στην Ναυτασφάλεια, να πραγματοποιηθεί κάποια στιγμή στο μέλλον μία ενδελεχής

διαμήκης ανάλυση. Μία τέτοια μελέτη θα μπορούσε να είναι αντικείμενο μίας ακόμα μεταπτυχιακής διατριβής ή ακόμα και ενός διδακτορικού. Προσωπική εκτίμηση, του γράφοντος είναι, ότι τα εξαχθέντα συμπεράσματα από μία τέτοια ανάλυση θα είναι χρήσιμα όχι μόνο από ερευνητικής απόψεως, αλλά και από την πλευρά των επαγγελματιών στον χώρο της Ναυτασφάλειας.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Ελληνική Βιβλιογραφία

- Κούτρας, Μ. και Ευαγγελαράς, Χ. (2016). *Ανάλυση Παλινδρόμησης Θεωρία και Εφαρμογές*. Αθήνα: Εκδόσεις Σταμούλη.
- Παζαρζής, Μ. (2015). *Ναυτασφαλίσεις*. Αθήνα: Εκδόσεις DaVinci.
- Πιτσέλης, Γ. (2020). *Μαθηματικά των γενικών ασφαλίσεων (Μέρος I - Τιμολόγηση Ασφαλιστρών, Αποθεματοποίηση, Αντασφάλιση, Φερεγγυότητα II, Μέρος II - Αξιοπιστία Χαρτοφυλακίου, Η Γλώσσα Προγραμματισμού R)*, Αθήνα: Εκδόσεις Παπαζήση.

Ξενόγλωσση Βιβλιογραφία

- Aase, K. (2007). *Equilibrium in Marine Mutual Insurance Markets with Convex Operating Costs*. *The Journal of Risk and Insurance*, 74 (1), 239-268.
- Anderson, P. (1999). *The Mariner's Guide to Marine Insurance*. London: Nautical Institute.
- Association of Marine Underwriters of San Francisco Inc. (2002). *Glossary of Marine Insurance and Shipping Terms*. 2nd ed., San Francisco: Association of Marine Underwriters of San Francisco Inc.
- Borch, K. (1979). *Mathematical models for marine insurance*. *Scandinavian Actuarial Journal*, 1, 25-36.
- Benett, P. (2001). *Mutual risk: P&I insurance clubs and maritime safety and environmental performance*. *Marine Policy*, 25(2001), 13-21.
- De Jong, P. & Heller, G.Z. (2008). *Generalized Linear Models for Insurance Data*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Diggle, P., Heagerty, P., Liang, K.Y. & Zeger, S. (2002). *The Analysis of Longitudinal Data*. 2nd ed., Oxford: Oxford University Press.
- Dunn, P. & Smyth, G. (2018). *Generalized Linear Models with Examples in R*. New York: Springer.
- Frees, E. (1995). *Assessing cross-sectional correlations in longitudinal data*. *Journal of Econometrics*, 69, 393-414.

- Frees, E. (2004). *Longitudinal and Panel Data: Analysis and Applications in the Social Sciences*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Geoffrey Hudson, N., Madge, T. & Sturges, K. (2012). *Marine Insurance Clauses*. 5th ed., Abingdon: Informa Law from Routledge.
- Hazelwood, S. (2000). *P & I Clubs Law and Practice*. 3rd ed., London: LLP.
- Hertig, J. (1985). *A Statistical Approach to IBNR-Reserves in Marine Reinsurance*. ASTIN Bulletin, 15(2), 171-183.
- Huybrechts, M. & Nikaki, T. (2016). *Marine Insurance* in: Kavussanos, M. & Visvikis, I.. *The International Handbook of Shipping Finance*. London: Palgrave Macmillan.
- Katrien, A., Peng, S. & van Berkum, F. (2015). *Longitudinal Data and Experience Rating* in: Charpentier, A. *Computational Actuarial Science with R*. Boca Raton: CRC Press.
- Li, K., Wang, Y. & Min, J. (2009). *Quantitative analysis of materiality in marine insurance*. Maritime Policy & Management, 36 (5), 437-455.
- Li, K., Liu, J., Yan, J. & Min, J. (2010). *Valuation of Information-sharing in Marine Mutual Insurance*. Journal of Risk and Decision Analysis, 2, 65-74.
- Kingston, C. (2014). *Governance and institutional change in marine insurance, 1350–1850*. European Review of Economic History, 18 (1), 1–18.
- Lowry, J. & Rawlings, P. (2005). *Proximate Causation in Insurance Law*. Oxford: Blackwell Publishing.
- Merkin, R. (2000). *Marine Insurance Legislation*. 2nd ed., London: LLP.
- Mutenga, S. & Parsons, C. (2012). *Marine Insurance* in: Talley, W. ed.: *The Blackwell Companion to Maritime economics*. West Sussex: Blackwell Publishing.
- Nieh, C.- C. & Jiang, S.- J. (2006). *Against Marine Risk: Margins Determination of Ocean Marine Insurance*. Journal of Marine Science and Technology, 14 (1), 15-24.
- Noussia, K. (2007). *The Principle of Indemnity in Marine Insurance Contracts*. Berlin: Springer.
- Nwafor, N. (2013). *Appraisal of the Concept of 'Proximate Cause of Loss' under the Marine Insurance Cover*. Available at: SSRN: <https://ssrn.com/abstract=2203520>.
- Panayiotopoulos, J. & Pazarzis, M. (2007). *Marine Insurance with Expert Systems*. Operational Research International Journal, 7 (1), 137–145.
- Proctor, N. C. (1985). *Marine Insurance*. Maritime Policy and Management, 12 (1), 61-69.

Qin, T., Chen, W. & Zeng, X. (2008). *Risk Management Modeling and its Application in Maritime Safety*. Journal of Marine Science Application, 7, 286–291.

Rizopoulos, D. (2012). *Joint Models for Longitudinal and Time-to-Event Data with Applications in R*. Boca Raton: CRC Press.

Rose, F. D. (2018). *General Average: Law and Practice*. 3rd ed., New York: Informa Law from Routledge.

United Nations Conference on Trade and Development (1982). *Legal and Documentary Aspects of the Marine Insurance Contract*. New York: United Nations.

Zeger, S. & Liang, K.-Y. (1992). *An overview of methods for the analysis of longitudinal data*. Statistics in Medicine, 11, 1825-1839.

Zhang, H. & Singer, B. (2010). *Recursive Partitioning and Applications*. 2nd ed., New York: Springer.

Διαδικτυακοί Τόποι

CASdatasets: Insurance datasets (2019). *CASdatasets manual*. Διαθέσιμο στο: <http://dutangc.free.fr/pub/RRepos/web/CASdatasets-manual.pdf> [Πρόσβαση 12 Ιανουαρίου 2020].

Chain Ladder: Statistical Methods and Models for Claims Reserving in General Insurance (2020). *Claims reserving with R: ChainLadder-0.2.11 Package Vignette*. Διαθέσιμο στο: <https://cran.r-project.org/web/packages/ChainLadder/vignettes/ChainLadder.pdf> [Πρόσβαση 05 Σεπτεμβρίου 2020].

Comité Maritime International (2020). *York- Antwerp Rules 2016*. Διαθέσιμο στο: <http://www.comitemaritime.org/> [Πρόσβαση 18 Ιανουαρίου 2020].

Hollman Fenwick Willan (2015). *The UK Insurance Act*. Διαθέσιμο στο: <https://www.hfw.com/The-UK-Insurance-Act-2015-June-2015> [Πρόσβαση 17 Δεκεμβρίου 2019].

IMO (2019). *International Convention for the Safety of Life at Sea (SOLAS), 1974*. Διαθέσιμο στο: [http://www.imo.org/en/About/Conventions/List Of Conventions/Pages/International-Convention-for-the-Safety-of-Life-at-Sea-\(SOLAS\),-1974.aspx](http://www.imo.org/en/About/Conventions/List%20Of%20Conventions/Pages/International-Convention-for-the-Safety-of-Life-at-Sea-(SOLAS),-1974.aspx) [Πρόσβαση 15 Δεκεμβρίου 2019].

IMO (2019). *ISM Code and Guidelines on Implementation of the ISM Code*. Διαθέσιμο στο: [http://www.imo.org/en/Our Work/ Human Element/ Safety Management/Pages/ISMCode.aspx](http://www.imo.org/en/Our%20Work/Human%20Element/Safety%20Management/Pages/ISMCode.aspx) [Πρόσβαση 15 Δεκεμβρίου 2019].

International Group of P & I Clubs (2020). *About the International Group*. Διαθέσιμο στο: <https://www.igpandi.org/about> [Πρόσβαση 19 Φεβρουαρίου 2020].

International Group of P & I Clubs (2020). *Group Agreements*. Διαθέσιμο στο: <https://www.igpandi.org/group-agreements> [Πρόσβαση 22 Φεβρουαρίου 2020].

Lloyd's (2020). *History*. Διαθέσιμο στο: <https://www.lloyds.com/about-lloyds/history> [Πρόσβαση 02 Φεβρουαρίου 2020].

Lloyd's (2020). *What is Lloyd's?* Διαθέσιμο στο: <https://www.lloyds.com/about-lloyds/what-is-lloyds> [Πρόσβαση 02 Φεβρουαρίου 2020].

Richards Hogg Lindley (2018). *An Introduction to Hull Claims*. Διαθέσιμο στο: <https://www.charlestaylor.com/media/568149/RHL-Introduction-to-Hull-Claims-June-2018.pdf> [Πρόσβαση 09 Μαρτίου 2020].

Sarl, R. & Kemp, A. (2016). *York Antwerp Rules 2016: a summary*. Lloyd's Shipping and Trade Law. Διαθέσιμο στο: <http://www.shippingandtradelaw.com/practice-and-policy/regulation/york-antwerp-rules-2016-a-summary-118407.htm> [Πρόσβαση 22 Φεβρουαρίου 2020].

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ

Στα ακόλουθα παραρτήματα παρουσιάζονται οι εντολές και τα αποτελέσματα (outputs) της γλώσσας προγραμματισμού R, τα οποία προέκυψαν κατά την επεξεργασία των δεδομένων στο Κεφάλαιο 7 της παρούσας εργασίας. Η παρουσίαση θα πραγματοποιηθεί σε πέντε ξεχωριστά παραρτήματα, όσα και οι αντίστοιχες κατανομές, οι οποίες χρησιμοποιήθηκαν.

Με κόκκινο χρώμα αναφέρονται οι εντολές, που δίνονται στην R, ενώ με γαλάζιο τα αντίστοιχα αποτελέσματα, όπως προκύπτουν. Τα συγκεντρωτικά αποτελέσματα των ενοτήτων αυτών παρουσιάζονται στους αντίστοιχους Πίνακες του Κεφαλαίου 7.

Παράρτημα Α: Εντολές και αποτελέσματα της γλώσσας R εφαρμόζοντας την κατανομή Gamma

Φόρτωση του πακέτου «ChainLadder»

```
>library(ChainLadder)
```

Δημιουργία πίνακα με τις τιμές του τριγώνου εξέλιξης των αναθεωρημένων ζημιών (Πίνακας 14).

```
> claims=matrix(c(204.71, 228.88, 37.29, 18, 7.12, 5.26, 209.67, 237.80, 108.33,  
+ 14.65, 3.64, NA, 245.78, 355.85, 77.33, 1.63, NA, NA, 348.72, 264.16, 47.05,  
+ NA, NA, NA, 439.43, 243.32, NA, NA, NA, NA, 443.37, NA, NA, NA, NA,  
NA),nrow =6, ncol =6, byrow = TRUE )
```

```
> claims
```

```
      [,1] [,2] [,3] [,4] [,5] [,6]  
[1,] 204.71 228.88 37.29 18.00 7.12 5.26  
[2,] 209.67 237.80 108.33 14.65 3.64 NA  
[3,] 245.78 355.85 77.33 1.63 NA NA  
[4,] 348.72 264.16 47.05 NA NA NA  
[5,] 439.43 243.32 NA NA NA NA  
[6,] 443.37 NA NA NA NA NA
```

Μετατροπή των τιμών του πίνακα ζημιών σε σωρευτικές

```
>claims<-t( apply (claims, 1, cumsum))
```

```
> claims
```

```
      [,1] [,2] [,3] [,4] [,5] [,6]  
[1,] 204.71 433.59 470.88 488.88 496.00 501.26  
[2,] 209.67 447.47 555.80 570.45 574.09 NA  
[3,] 245.78 601.63 678.96 680.59 NA NA  
[4,] 348.72 612.88 659.93 NA NA NA
```

```
[5,] 439.43 682.75 NA NA NA NA
[6,] 443.37 NA NA NA NA NA
```

Απεικόνιση των δεδομένων σε μορφή τριγώνου:

```
> claims<- as.triangle (claims)
> claims
      dev
origin 1      2      3      4      5      6
  1  204.71 433.59 470.88 488.88 496.00 501.26
  2  209.67 447.47 555.80 570.45 574.09 NA
  3  245.78 601.63 678.96 680.59 NA NA
  4  348.72 612.88 659.93 NA NA NA
  5  439.43 682.75 NA NA NA NA
  6  443.37 NA NA NA NA NA
```

Εφαρμογή του ΓΓΜ με την κατανομή Gamma:

```
> Gamma = glmReserve (claims, var.power =2)
```

Το όρισμα «var.power =2» παραπέμπει στην συνάρτηση διακύμανσης της κατανομής Gamma, η οποία σύμφωνα και με τον Πίνακα 7 είναι $V(\mu) = \mu^2$. Τα αποτελέσματα της παραπάνω λειτουργίας προκύπτουν ως εξής:

```
>Gamma
      Latest Dev.To.Date Ultimate IBNR      S.E      CV
  2  574.09 0.9913658 579.09      5  4.300637 0.8601274
  3  680.59 0.9869488 689.59      9  5.268750 0.5854167
  4  659.93 0.9691598 680.93     21 10.970722 0.5224153
  5  682.75 0.8579956 795.75    113 68.932912 0.6100258
  6  443.37 0.4388194 1010.37   567 405.259643 0.7147436
total 3040.73 0.8096242 3755.73   715 414.750021 0.5800700
```

Εκτίμηση των παραμέτρων της συνάρτησης σύνδεσης $g(\mu)$ και της παραμέτρου διασποράς φ

```
> summary (Gamma, type ="model")
```

Call:

```
glm(formula = value ~ factor(origin) + factor(dev), family = fam,  
     data = IdaFit, offset = offset)
```

Deviance Residuals:

```
   Min    1Q  Median    3Q   Max  
-1.3818 -0.3103  0.0000  0.2578  0.4926
```

Coefficients:

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)	
(Intercept)	5.65132	0.32443	17.419	8.25e-09	***
factor(origin)2	0.02146	0.32670	0.066	0.94892	
factor(origin)3	-0.15922	0.35602	-0.447	0.66425	
factor(origin)4	-0.04632	0.39547	-0.117	0.90908	
factor(origin)5	0.19950	0.46042	0.433	0.67399	
factor(origin)6	0.44308	0.60999	0.726	0.48426	
factor(dev)2	-0.04928	0.32670	-0.151	0.88310	
factor(dev)3	-1.39119	0.35602	-3.908	0.00292	**
factor(dev)4	-3.21624	0.39547	-8.133	1.02e-05	***
factor(dev)5	-3.97584	0.46042	-8.635	5.99e-06	***
factor(dev)6	-3.99119	0.60999	-6.543	6.53e-05	***

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

(Dispersion parameter for Tweedie family taken to be 0.2668351)

Null deviance: 36.2979 on 20 degrees of freedom

Residual deviance: 3.8223 on 10 degrees of freedom

AIC: NA

Number of Fisher Scoring iterations: 10

Εκτίμηση των τελικών απαιτήσεων και των αποθεμάτων:

>Gamma \$ FullTriangle

dev

origin	1	2	3	4	5	6
1	204.71	433.59	470.88	488.88	496.00	501.26
2	209.67	447.47	555.80	570.45	574.09	579.09
3	245.78	601.63	678.96	680.59	685.59	689.59
4	348.72	612.88	659.93	670.93	675.93	680.93
5	439.43	682.75	768.75	782.75	789.75	795.75
6	443.37	865.37	975.37	993.37	1001.37	1009.37

Παράρτημα Β: Εντολές και αποτελέσματα της γλώσσας R εφαρμόζοντας την κατανομή Inverse Gaussian

Φόρτωση του πακέτου «ChainLadder»

```
>library(ChainLadder)
```

Δημιουργία πίνακα με τις τιμές του τριγώνου εξέλιξης των αναθεωρημένων ζημιών (Πίνακας 14).

```
> claims=matrix(c(204.71, 228.88, 37.29, 18, 7.12, 5.26, 209.67, 237.80, 108.33,  
+ 14.65, 3.64, NA, 245.78, 355.85, 77.33, 1.63, NA, NA, 348.72, 264.16, 47.05,  
+ NA, NA, NA, 439.43, 243.32, NA, NA, NA, NA, 443.37, NA, NA, NA, NA,  
NA),nrow =6, ncol =6, byrow = TRUE )
```

```
> claims
```

```
      [,1] [,2] [,3] [,4] [,5] [,6]  
[1,] 204.71 228.88 37.29 18.00 7.12 5.26  
[2,] 209.67 237.80 108.33 14.65 3.64 NA  
[3,] 245.78 355.85 77.33 1.63 NA NA  
[4,] 348.72 264.16 47.05 NA NA NA  
[5,] 439.43 243.32 NA NA NA NA  
[6,] 443.37 NA NA NA NA NA
```

Μετατροπή των τιμών του πίνακα ζημιών σε σωρευτικές

```
> claims<-t( apply (claims, 1, cumsum))
```

```
> claims
```

```
      [,1] [,2] [,3] [,4] [,5] [,6]  
[1,] 204.71 433.59 470.88 488.88 496.00 501.26  
[2,] 209.67 447.47 555.80 570.45 574.09 NA  
[3,] 245.78 601.63 678.96 680.59 NA NA  
[4,] 348.72 612.88 659.93 NA NA NA  
[5,] 439.43 682.75 NA NA NA NA
```

```
[6,] 443.37 NA NA NA NA NA
```

Απεικόνιση των δεδομένων σε μορφή τριγώνου:

```
> claims<- as.triangle (claims)
```

```
> claims
```

```
dev
```

```
origin  1    2    3    4    5    6
  1  204.71 433.59 470.88 488.88 496.00 501.26
  2  209.67 447.47 555.80 570.45 574.09 NA
  3  245.78 601.63 678.96 680.59 NA NA
  4  348.72 612.88 659.93 NA NA NA
  5  439.43 682.75 NA NA NA NA
  6  443.37 NA NA NA NA NA
```

Εφαρμογή του ΓΓΜ με την κατανομή Inverse Gaussian:

```
>Inv_Gaus = glmReserve (claims, var.power =3)
```

Το όρισμα «var.power =3» παραπέμπει στην συνάρτηση διακύμανσης της κατανομής Inverse Gaussian, η οποία σύμφωνα και με τον Πίνακα 7 είναι $V(\mu) = \mu^3$. Τα αποτελέσματα της παραπάνω λειτουργίας προκύπτουν ως εξής:

```
>Inv_Gaus
```

	Latest	Dev.To.Date	Ultimate	IBNR	S.E	CV
2	574.09	0.9948015	577.09	3	0.38360551	0.12786850
3	680.59	0.9985328	681.59	1	0.09705675	0.09705675
4	659.93	0.9969785	661.93	2	0.56676332	0.28338166
5	682.75	0.9118531	748.75	66	37.03944200	0.56120367
6	443.37	0.4968455	892.37	449	418.27752438	0.93157578
total	3040.73	0.8537228	3561.73	521	421.06835048	0.80819261

Εκτίμηση των παραμέτρων της συνάρτησης σύνδεσης $g(\mu)$ και της παραμέτρου διασποράς φ

```
> summary (Inv_Gaus, type ="model")
```

Call:

```
glm(formula = value ~ factor(origin) + factor(dev), family = fam,  
     data = IdaFit, offset = offset)
```

Deviance Residuals:

Min	1Q	Median	3Q	Max
-0.156490	-0.057979	-0.009319	0.010588	0.041435

Coefficients:

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)	
(Intercept)	8.46981	0.39073	21.677	9.75e-10	***
factor(origin)2	-0.56592	0.09006	-6.284	9.09e-05	***
factor(origin)3	-2.60809	0.11321	-23.037	5.37e-10	***
factor(origin)4	-2.81624	0.29039	-9.698	2.10e-06	***
factor(origin)5	-2.58478	0.51103	-5.058	0.000493	***
factor(origin)6	-2.37541	0.77682	-3.058	0.012088	*
factor(dev)2	-0.18734	0.43762	-0.428	0.677659	
factor(dev)3	-1.73631	0.38678	-4.489	0.001162	**
factor(dev)4	-5.36666	0.37971	-14.133	6.19e-08	***
factor(dev)5	-6.57259	0.38965	-16.868	1.13e-08	***
factor(dev)6	-6.80968	0.39751	-17.131	9.70e-09	***

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

(Dispersion parameter for Tweedie family taken to be 0.001016705)

Null deviance: 1.453236 on 20 degrees of freedom
Residual deviance: 0.052457 on 10 degrees of freedom
AIC: NA

Number of Fisher Scoring iterations: 13

Εκτίμηση των τελικών απαιτήσεων και των αποθεμάτων:

>Inv_Gaus \$ FullTriangle

dev

origin	1	2	3	4	5	6
1	204.71	433.59	470.88	488.88	496.00	501.26
2	209.67	447.47	555.80	570.45	574.09	577.09
3	245.78	601.63	678.96	680.59	680.59	680.59
4	348.72	612.88	659.93	660.93	660.93	660.93
5	439.43	682.75	745.75	747.75	748.75	748.75
6	443.37	811.37	889.37	891.37	892.37	892.37

Παράρτημα Γ: Εντολές και αποτελέσματα της γλώσσας R εφαρμόζοντας την Κανονική κατανομή

Φόρτωση του πακέτου «ChainLadder»

```
>library(ChainLadder)
```

Δημιουργία πίνακα με τις τιμές του τριγώνου εξέλιξης των αναθεωρημένων ζημιών (Πίνακας 14).

```
> claims=matrix(c(204.71, 228.88, 37.29, 18, 7.12, 5.26, 209.67, 237.80, 108.33,  
+ 14.65, 3.64, NA, 245.78, 355.85, 77.33, 1.63, NA, NA, 348.72, 264.16, 47.05,  
+ NA, NA, NA, 439.43, 243.32, NA, NA, NA, NA, 443.37, NA, NA, NA, NA,  
NA),nrow =6, ncol =6, byrow = TRUE )
```

```
> claims
```

```
      [,1] [,2] [,3] [,4] [,5] [,6]  
[1,] 204.71 228.88 37.29 18.00 7.12 5.26  
[2,] 209.67 237.80 108.33 14.65 3.64 NA  
[3,] 245.78 355.85 77.33 1.63 NA NA  
[4,] 348.72 264.16 47.05 NA NA NA  
[5,] 439.43 243.32 NA NA NA NA  
[6,] 443.37 NA NA NA NA NA
```

Μετατροπή των τιμών του πίνακα ζημιών σε σωρευτικές

```
> claims<-t( apply (claims, 1, cumsum))
```

```
> claims
```

```
      [,1] [,2] [,3] [,4] [,5] [,6]  
[1,] 204.71 433.59 470.88 488.88 496.00 501.26  
[2,] 209.67 447.47 555.80 570.45 574.09 NA  
[3,] 245.78 601.63 678.96 680.59 NA NA  
[4,] 348.72 612.88 659.93 NA NA NA  
[5,] 439.43 682.75 NA NA NA NA
```

[6,] 443.37 NA NANANANA

Απεικόνιση των δεδομένων σε μορφή τριγώνου:

```
> claims<- as.triangle (claims)
```

```
> claims
```

```
dev
```

```
origin  1    2    3    4    5    6
  1  204.71 433.59 470.88 488.88 496.00 501.26
  2  209.67 447.47 555.80 570.45 574.09  NA
  3  245.78 601.63 678.96 680.59  NA  NA
  4  348.72 612.88 659.93  NA  NA  NA
  5  439.43 682.75  NA  NA  NA  NA
  6  443.37  NA  NA  NA  NA  NA
```

Εφαρμογή του ΓΓΜ με την Κανονική κατανομή:

```
> Normal = glmReserve (claims, var.power =0)
```

Το όρισμα «var.power =0» παραπέμπει στην συνάρτηση διακύμανσης της Κανονικής κατανομής, η οποία σύμφωνα και με τον Πίνακα 7 είναι $V(\mu) = 1$. Τα αποτελέσματα της παραπάνω λειτουργίας προκύπτουν ως εξής:

```
>Normal
```

	Latest	Dev.To.Date	Ultimate	IBNR	S.E	CV
2	574.09	0.9896568	580.09	6	81.06876	13.5114605
3	680.59	0.9798442	694.59	14	121.60323	8.6859447
4	659.93	0.9606947	686.93	27	140.88736	5.2180502
5	682.75	0.8526382	800.75	118	166.15159	1.4080643
6	443.37	0.4536358	977.37	534	212.23582	0.3974454
total	3040.73	0.8128707	3740.73	700	555.25164	0.7932166

Εκτίμηση των παραμέτρων της συνάρτησης σύνδεσης $g(\mu)$ και της παραμέτρου διασποράς φ

```
> summary (Normal, type ="model")
```

Call:

```
glm(formula = value ~ factor(origin) + factor(dev), family = fam,  
     data = ldaFit, offset = offset)
```

Deviance Residuals:

```
   Min     1Q   Median     3Q      Max  
-81.32 -21.15   0.00   23.52  77.86
```

Coefficients:

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)
(Intercept)	5.42328	0.18867	28.745	6.05e-11 ***
factor(origin)2	0.06832	0.24640	0.277	0.7872
factor(origin)3	0.32861	0.22191	1.481	0.1695
factor(origin)4	0.35458	0.22003	1.612	0.1381
factor(origin)5	0.48374	0.21291	2.272	0.0464 *
factor(origin)6	0.67112	0.22620	2.967	0.0141 *
factor(dev)2	-0.12429	0.12476	-0.996	0.3426
factor(dev)3	-1.44060	0.42720	-3.372	0.0071 **
factor(dev)4	-3.24623	3.10885	-1.044	0.3210
factor(dev)5	-3.78761	7.35857	-0.515	0.6179
factor(dev)6	-3.76315	10.52006	-0.358	0.7280

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

(Dispersion parameter for Tweedie family taken to be 3061.034)

Null deviance: 446645 on 20 degrees of freedom
Residual deviance: 30610 on 10 degrees of freedom
AIC: NA

Number of Fisher Scoring iterations: 6

Εκτίμηση των τελικών απαιτήσεων και των αποθεμάτων:

>Normal \$ FullTriangle

dev

origin	1	2	3	4	5	6
1	204.71	433.59	470.88	488.88	496.00	501.26
2	209.67	447.47	555.80	570.45	574.09	580.09
3	245.78	601.63	678.96	680.59	687.59	694.59
4	348.72	612.88	659.93	672.93	679.93	686.93
5	439.43	682.75	769.75	783.75	791.75	800.75
6	443.37	835.37	940.37	957.37	967.37	977.37

Παράρτημα Δ: Εντολές και αποτελέσματα της γλώσσας R εφαρμόζοντας την κατανομή Overdispersed Poisson

Φόρτωση του πακέτου «ChainLadder»

```
>library(ChainLadder)
```

Δημιουργία πίνακα με τις τιμές του τριγώνου εξέλιξης των αναθεωρημένων ζημιών (Πίνακας 14).

```
> claims=matrix(c(204.71, 228.88, 37.29, 18, 7.12, 5.26, 209.67, 237.80, 108.33,  
+ 14.65, 3.64, NA, 245.78, 355.85, 77.33, 1.63, NA, NA, 348.72, 264.16, 47.05,  
+ NA, NA, NA, 439.43, 243.32, NA, NA, NA, NA, 443.37, NA, NA, NA, NA,  
NA),nrow =6, ncol =6, byrow = TRUE )
```

```
> claims
```

	[,1]	[,2]	[,3]	[,4]	[,5]	[,6]
[1,]	204.71	228.88	37.29	18.00	7.12	5.26
[2,]	209.67	237.80	108.33	14.65	3.64	NA
[3,]	245.78	355.85	77.33	1.63	NA	NA
[4,]	348.72	264.16	47.05	NA	NA	NA
[5,]	439.43	243.32	NA	NA	NA	NA
[6,]	443.37	NA	NA	NA	NA	NA

Μετατροπή των τιμών του πίνακα ζημιών σε σωρευτικές

```
> claims<-t( apply (claims, 1, cumsum))
```

```
> claims
```

	[,1]	[,2]	[,3]	[,4]	[,5]	[,6]
[1,]	204.71	433.59	470.88	488.88	496.00	501.26
[2,]	209.67	447.47	555.80	570.45	574.09	NA
[3,]	245.78	601.63	678.96	680.59	NA	NA
[4,]	348.72	612.88	659.93	NA	NA	NA
[5,]	439.43	682.75	NA	NA	NA	NA

```
[6,] 443.37 NA NA NA NA NA
```

Απεικόνιση των δεδομένων σε μορφή τριγώνου:

```
> claims<- as.triangle (claims)
```

```
> claims
```

```
dev
```

```
origin  1    2    3    4    5    6
  1  204.71 433.59 470.88 488.88 496.00 501.26
  2  209.67 447.47 555.80 570.45 574.09 NA
  3  245.78 601.63 678.96 680.59 NA NA
  4  348.72 612.88 659.93 NA NA NA
  5  439.43 682.75 NA NA NA NA
  6  443.37 NA NA NA NA NA
```

Εφαρμογή του ΓΓΜ με την κατανομή Overdispersed Poisson:

```
>ODP = glmReserve (claims, var.power =1)
```

Το όρισμα «var.power =1» παραπέμπει στην συνάρτηση διακύμανσης της κατανομής Poisson, η οποία σύμφωνα και με τον Πίνακα 7 είναι $V(\mu) = \mu$. Τα αποτελέσματα της παραπάνω λειτουργίας προκύπτουν ως εξής:

```
>ODP
```

```
Latest Dev.To.Date Ultimate IBNR S.E CV
  2  574.09 0.9896568 580.09 6 14.61126 2.4352097
  3  680.59 0.9798442 694.59 14 21.70630 1.5504501
  4  659.93 0.9606947 686.93 27 27.89281 1.0330669
  5  682.75 0.8505139 802.75 120 57.16458 0.4763715
  6  443.37 0.4436495 999.37 556 164.47327 0.2958152
total 3040.73 0.8076887 3764.73 724 197.28476 0.2724928
```

Εκτίμηση των παραμέτρων της συνάρτησης σύνδεσης $g(\mu)$ και της παραμέτρου διασποράς φ

```
> summary (ODP, type ="model")
```

Call:

```
glm(formula = value ~ factor(origin) + factor(dev), family = fam,  
     data = IdaFit, offset = offset)
```

Deviance Residuals:

Min	1Q	Median	3Q	Max
-4.841	-2.530	0.000	1.700	5.093

Coefficients:

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)	
(Intercept)	5.40393	0.19737	27.379	9.78e-11	***
factor(origin)2	0.14621	0.24585	0.595	0.565243	
factor(origin)3	0.32649	0.23709	1.377	0.198524	
factor(origin)4	0.31556	0.23903	1.320	0.216193	
factor(origin)5	0.47075	0.23916	1.968	0.077354	.
factor(origin)6	0.69048	0.27428	2.517	0.030524	*
factor(dev)2	-0.08521	0.15231	-0.559	0.588152	
factor(dev)3	-1.39771	0.26937	-5.189	0.000408	***
factor(dev)4	-3.13449	0.69627	-4.502	0.001140	**
factor(dev)5	-3.79702	1.23137	-3.084	0.011570	*
factor(dev)6	-3.74380	1.75971	-2.128	0.059270	.

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

(Dispersion parameter for Tweedie family taken to be 16.08315)

Null deviance: 3084.63 on 20 degrees of freedom
Residual deviance: 162.96 on 10 degrees of freedom
AIC: NA

Number of Fisher Scoring iterations: 5

Εκτίμηση των τελικών απαιτήσεων και των αποθεμάτων:

>ODP \$ FullTriangle

dev

origin	1	2	3	4	5	6
1	204.71	433.59	470.88	488.88	496.00	501.26
2	209.67	447.47	555.80	570.45	574.09	580.09
3	245.78	601.63	678.96	680.59	687.59	694.59
4	348.72	612.88	659.93	672.93	679.93	686.93
5	439.43	682.75	770.75	785.75	793.75	801.75
6	443.37	850.37	960.37	979.37	989.37	999.37

Παράρτημα Ε: Εντολές και αποτελέσματα της γλώσσας R εφαρμόζοντας την Αρνητική Διωνυμική κατανομή

Φόρτωση του πακέτου «ChainLadder»

```
>library(ChainLadder)
```

Δημιουργία πίνακα με τις τιμές του τριγώνου εξέλιξης των αναθεωρημένων ζημιών (Πίνακας 14).

```
> claims=matrix(c(204.71, 228.88, 37.29, 18, 7.12, 5.26, 209.67, 237.80, 108.33,  
+ 14.65, 3.64, NA, 245.78, 355.85, 77.33, 1.63, NA, NA, 348.72, 264.16, 47.05,  
+ NA, NA, NA, 439.43, 243.32, NA, NA, NA, NA, 443.37, NA, NA, NA, NA,  
NA),nrow =6, ncol =6, byrow = TRUE )
```

```
> claims
```

	[,1]	[,2]	[,3]	[,4]	[,5]	[,6]
[1,]	204.71	228.88	37.29	18.00	7.12	5.26
[2,]	209.67	237.80	108.33	14.65	3.64	NA
[3,]	245.78	355.85	77.33	1.63	NA	NA
[4,]	348.72	264.16	47.05	NA	NA	NA
[5,]	439.43	243.32	NA	NA	NA	NA
[6,]	443.37	NA	NA	NA	NA	NA

Μετατροπή των τιμών του πίνακα ζημιών σε σωρευτικές

```
> claims<-t( apply (claims, 1, cumsum))
```

```
> claims
```

	[,1]	[,2]	[,3]	[,4]	[,5]	[,6]
[1,]	204.71	433.59	470.88	488.88	496.00	501.26
[2,]	209.67	447.47	555.80	570.45	574.09	NA
[3,]	245.78	601.63	678.96	680.59	NA	NA

```
[4,] 348.72 612.88 659.93 NA NA NA
[5,] 439.43 682.75 NA NA NA NA
[6,] 443.37 NA NA NA NA NA
```

Απεικόνιση των δεδομένων σε μορφή τριγώνου:

```
> claims<- as.triangle (claims)
```

```
> claims
```

```
dev
```

```
origin  1      2      3      4      5      6
  1  204.71 433.59 470.88 488.88 496.00 501.26
  2  209.67 447.47 555.80 570.45 574.09 NA
  3  245.78 601.63 678.96 680.59 NA NA
  4  348.72 612.88 659.93 NA NA NA
  5  439.43 682.75 NA NA NA NA
  6  443.37 NA NA NA NA NA
```

Εφαρμογή του ΓΓΜ με την Αρνητική Διωνυμική κατανομή:

```
>NB = glmReserve (claims, nb =TRUE)
```

Στην Αρνητική Διωνυμική κατανομή το όρισμα «var.power» παραλείπεται. Αντί αυτού χρησιμοποιείται το όρισμα «nb=TRUE». Τα αποτελέσματα της παραπάνω λειτουργίας προκύπτουν ως εξής:

```
>NB
```

	Latest	Dev.To.Date	Ultimate	IBNR	S.E	CV
2	574.09	0.9896568	580.09	6	4.490069	0.7483448
3	680.59	0.9826737	692.59	12	5.781814	0.4818178
4	659.93	0.9649087	683.93	24	8.830956	0.3679565
5	682.75	0.8558446	797.75	115	36.909232	0.3209498
6	443.37	0.4396898	1008.37	565	203.718885	0.3605644
total	3040.73	0.8081180	3762.73	722	210.021845	0.2908890

Εκτίμηση των παραμέτρων της συνάρτησης σύνδεσης $g(\mu)$ και της παραμέτρου διασποράς φ

```
> summary (NB, type = "model")
```

Call:

```
glm.nb(formula = value ~ factor(origin) + factor(dev), data = ldaFit,  
init.theta = 15.31226709, link = log)
```

Deviance Residuals:

Min	1Q	Median	3Q	Max
-2.9538	-0.7925	0.0000	0.7292	1.5904

Coefficients:

	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z)
(Intercept)	5.46852	0.17565	31.133	< 2e-16 ***
factor(origin)2	0.20841	0.19636	1.061	0.2885
factor(origin)3	0.14788	0.20289	0.729	0.4661
factor(origin)4	0.15726	0.21342	0.737	0.4612
factor(origin)5	0.38450	0.24106	1.595	0.1107
factor(origin)6	0.62505	0.31371	1.992	0.0463 *
factor(dev)2	-0.05735	0.16608	-0.345	0.7299
factor(dev)3	-1.40740	0.18878	-7.455	8.98e-14 ***
factor(dev)4	-3.12208	0.26006	-12.005	< 2e-16 ***
factor(dev)5	-3.86301	0.37939	-10.182	< 2e-16 ***
factor(dev)6	-3.85908	0.54421	-7.091	1.33e-12 ***

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

(Dispersion parameter for Negative Binomial(15.3123) family taken to be 1)

Null deviance: 408.278 on 20 degrees of freedom

Residual deviance: 25.491 on 10 degrees of freedom

AIC: 219.89

Number of Fisher Scoring iterations: 1

Theta: 15.31

Std. Err.: 6.77

2 x log-likelihood: -195.886

Εκτίμηση των τελικών απαιτήσεων και των αποθεμάτων:

> NB \$ FullTriangle

dev

origin	1	2	3	4	5	6
1	205	434	471	489	496	501
2	210	448	556	571	575	581
3	246	602	679	681	687	693
4	349	613	660	672	678	684
5	439	682	767	782	789	796
6	443	861	969	989	998	1007