



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΩΣ

ΤΜΗΜΑ ΝΑΥΤΙΛΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ



ΣΧΟΛΗ ΝΑΥΤΙΚΩΝ ΔΟΚΙΜΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΝΑΥΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ

**ΔΙΔΡΥΜΑΤΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ
ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ**

**ΔΙΟΙΚΗΣΗ ΣΤΗ ΝΑΥΤΙΚΗ ΕΠΙΣΤΗΜΗ ΚΑΙ
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ**

Διπλωματική Εργασία

**ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΖΗΜΙΩΝ
ΟΧΗΜΑΤΩΝ ΣΕ ΘΑΛΑΣΣΙΕΣ ΜΕΤΑΦΟΡΕΣ**

Μαρία Δεληγιάννη

Γεώργιος Γαλάνης

Πειραιάς

Απρίλιος 2026

ΤΡΙΜΕΛΗΣ ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ:

ΜΕΛΟΣ Α΄: Γ. Γαλάνης, Διδάσκων ΣΝΔ

ΜΕΛΟΣ Β΄: Δ. Κουλουμπού, Διδάσκουσα ΣΝΔ

ΜΕΛΟΣ Γ΄: Γ. Κατσουλέας, Διδάσκων ΣΝΔ

Αφιέρωση

Στην οικογένεια μου, που πίστεψε σε μένα και μου έμαθε να κοιτάζω ψηλά.

Περίληψη

Η θαλάσσια μεταφορά οχημάτων αποτελεί σήμερα έναν εξειδικευμένο κλάδο της παγκόσμιας ναυτιλίας και αναπόσπαστο στοιχείο για τη συγκρότηση της εφοδιαστικής αλυσίδας της αυτοκινητοβιομηχανίας. Ωστόσο, τόσο κατά τη διαδικασία φόρτωσης, θαλάσσιας μεταφοράς και εκφόρτωσης του φορτίου, είναι συχνή η εμφάνιση ζημιών οι οποίες επιδρούν αρνητικά όχι μόνο στην οικονομία των ναυτιλιακών εταιρειών, αλλά και στη φήμη και ανταγωνιστικότητά τους. Με την παρούσα διπλωματική εργασία επιχειρείται η στατιστική ανάλυση ζημιών από πραγματικά δεδομένα της περιόδου 2023-2024 της εταιρείας N η οποία διαθέτει αποκλειστικά στόλο PCC και PCTC πλοίων ώστε να εξαχθούν εμπειρικά συμπεράσματα τα οποία θα είναι ικανά να κατευθύνουν την υπό μελέτη εταιρεία στη λήψη, πλέον, τεκμηριωμένων αποφάσεων και στρατηγικών που με τη σειρά τους θα οδηγήσουν σε βέλτιστες πρακτικές διαχείρισης κινδύνου. Συνεπώς, η στόχευση της διπλωματικής εργασίας είναι διττή, καθώς δεν περιορίζεται μόνο στην απλή περιγραφή των στατιστικών αποτελεσμάτων αλλά συνοδεύοντάς τα με πιθανές στρατηγικές αποφάσεις, σκιαγραφεί τον τρόπο με τον οποίο η Στατιστική επιστήμη μπορεί να εφαρμοστεί με ουσιαστική συμβολή και σημαντική πρακτική αξία στο ναυτιλιακό χώρο επιχειρώντας να ενισχυθεί η μέχρι σήμερα περιορισμένη χρήση της.

Λέξεις-Κλειδιά: Θαλάσσια μεταφορά οχημάτων, πλοία PCC & PCTC, ζημιές στο φορτίο, Διαχείριση Κινδύνου, Kruskal-Wallis Test, Negative Binomial Regression.

Abstract

The maritime transportation of vehicles constitutes a specialized sector of the global shipping industry and an integral component of the automotive supply chain.

However, during the processes of loading, sea transport, and unloading, damages frequently occur, adversely affecting not only the financial performance of shipping companies but also their reputation and competitiveness.

This thesis aims to conduct a statistical analysis of damages based on real data from the period 2023–2024 of Company N, which operates exclusively a fleet of PCC and PCTC vessels. The objective is to derive empirical findings that can support the company in making more informed decisions and developing strategies that will lead to optimal risk management practices.

Therefore, the purpose of this thesis is twofold. It does not merely focus on describing statistical results but also complements them with potential strategic decisions, illustrating how the science of Statistics can be applied with substantial contribution and significant practical value in the maritime sector, while also addressing its relatively limited use to date.

Πίνακας περιεχομένων

Κατάλογος Πινάκων	7
Κεφάλαιο 1: Εισαγωγή.....	8
Κεφάλαιο 2: Βιβλιογραφική Επισκόπηση.....	10
2.1 Ιστορική Αναδρομή.....	10
2.2 Ανταγωνιστικότητα και Σύγχρονες Τάσεις στη Ναυτιλία.....	11
2.3 Τεχνολογία στα Συστήματα Στοιβασίας.....	13
2.3.1 Επιχειρησιακοί Κανόνες Αρωγοί της Τεχνολογίας.....	14
2.3.2 DSS: Από τη Δυσκολία Επιλογής Παρόχου στη Δομημένη Λήψη Απόφασης	15
Κεφάλαιο 3: Μεθοδολογία	16
3.1 Δείγμα και Μεταβλητές.....	16
3.2 Η έννοια της κατανομής	16
3.3 Περιγραφικά Μέτρα.....	17
3.3.1 Μέτρα Θέσης.....	17
3.3.2. Μέτρα Διασποράς.....	18
3.3.3 Μέτρα Μορφής	18
3.4 Έλεγχος Κανονικότητας.....	19
3.5 Η ανάλυση στο στάδιο της φόρτωσης και ο έλεγχος Kruskal Wallis	20
3.6 Η ανάλυση στο στάδιο της εκφόρτωσης και η Αρνητική Διωνυμική Παλινδρόμηση	21
Κεφάλαιο 4: Στατιστική Ανάλυση και Αποτελέσματα	22
4.1 PL Damages	22
4.1.1 Συνολική Ανάλυση Ετών 2023&2024	22
4.1.1.1 Περιγραφικά Μέτρα της Μεταβλητής PL_Damages για τα έτη 2023&2024.....	22
4.1.1.2 Γραφικές Απεικονίσεις της Μεταβλητής PL_Damages για τα έτη 2023&2024.....	25
4.1.2 Ανάλυση ανά έτος.....	31
4.1.2.1 Περιγραφικά Μέτρα της μεταβλητής PL_Damages για το έτος 202331	

4.1.2.2 Γραφική Απεικόνιση της Μεταβλητής PL_Damages για το έτος 2023	32
4.1.2.3 Περιγραφικά Μέτρα της μεταβλητής PL_Damages για το έτος 2024	33
4.1.2.4 Γραφική Απεικόνιση της Μεταβλητής PL_Damages για το έτος 2024	34
4.1.3. Συγκεντρωτικός Πίνακας PL_Damages	35
4.2 PD Damages	35
4.2.1 Συνολική Ανάλυση Ετών 2023&2024	35
4.2.1.1 Περιγραφικά Μέτρα της Μεταβλητής PD_Damages για τα έτη 2023&2024	35
4.2.1.2 Γραφικές Απεικονίσεις της Μεταβλητής PD_Damages για τα έτη 2023&2024	38
4.2.2 Ανάλυση ανά έτος	41
4.2.2.1 Περιγραφικά Μέτρα της μεταβλητής PD_Damages για το έτος 2023	41
4.2.2.2 Γραφική Απεικόνιση της Μεταβλητής PD_Damages για το έτος 2023	42
4.2.2.3 Περιγραφικά Μέτρα της μεταβλητής PD_Damages για το έτος 2024	42
4.2.2.4 Γραφική Απεικόνιση της Μεταβλητής PD_Damages για το έτος 2024	43
4.2.3 Συγκεντρωτικός Πίνακας PD_Damages	43
4.3 Συγκεντρωτικός Πίνακας PL_Damages και PD_Damages 2023&2024	44
4.4 Στατιστικά σημαντικοί παράγοντες εμφάνισης ζημίας	45
4.4.1 Λιμένας Φόρτωσης: Παράγοντας εμφάνισης ζημίας κατά τη φόρτωση	45
4.4.2 Παράγοντες εμφάνισης ζημίας κατά την εκφόρτωση	58
4.4.3 Τμήμα Οχήματος με τις περισσότερες ζημίες	65
Κεφάλαιο 6: Συμπεράσματα	69
Βιβλιογραφία	71

Κατάλογος Πινάκων

Πίνακας 1 Περιγραφικά μέτρα της Μεταβλητής PL_Damages 2023&2024	22
Πίνακας 2 Επιπλέον περιγραφικά μέτρα της μεταβλητής PL_Damages 2023&2024 (Διάμεσος και Ποσοστημόρια)	23
Πίνακας 3 Περικομμένος Μέσος και 95% Διάστημα εμπιστοσύνης της μεταβλητής PL_Damages 2023&2024.....	24
Πίνακας 4 Έλεγχος Kolmogorov -Smirnov της PL_Damages 2023&2024.....	30
Πίνακας 5 Περιγραφικά Μέτρα της μεταβλητής PL_Damages 2023.....	31
Πίνακας 6 Περιγραφικά Μέτρα της μεταβλητής PL_Damages 2024.....	33
Πίνακας 7 Συγκεντρωτικός Πίνακας PL_Damages.....	35
Πίνακας 8 Περιγραφικά Μέτρα της Μεταβλητής PD_Damages 2023&2024.....	35
Πίνακας 9 Επιπλέον περιγραφικά μέτρα της μεταβλητής PD_Damages 2023&2024(Διάμεσος και Ποσοστημόρια)	36
Πίνακας 10 Περικομμένος Μέσος και 95% Διαστήματα εμπιστοσύνης της μεταβλητής PD_Damages 2023&2024	37
Πίνακας 11 Περιγραφικά Μέτρα της μεταβλητής PD_Damages 2023	41
Πίνακας 12 Περιγραφικά Μέτρα της μεταβλητής PD_Damages 2024.....	42
Πίνακας 13 Συγκεντρωτικός Πίνακας PD_Damages	43
Πίνακας 14 Συγκεντρωτικός Πίνακας PL_Damages και PD_Damages 2023&2024.....	44
Πίνακας 15 Levene's Test για τη μεταβλητή Pososta_PL	46
Πίνακας 16 Kruskal Wallis για τη μεταβλητή Pososta_PL.....	47
Πίνακας 17 Mean Ranks για τη μεταβλητή Pososta_PL.....	47
Πίνακας 18 Mean Ranks για τα λιμάνια με $N < 5$	49
Πίνακας 19 Mean Ranks για Λιμάνια με $5 \leq N < 30$	50
Πίνακας 20 Mean Ranks για Λιμάνια Φόρτωσης με $30 \leq N < 100$	51
Πίνακας 21 Mean Ranks για Λιμάνια Φόρτωσης με $N \geq 100$	51
Πίνακας 22 Post-Hoc έλεγχος για τα Λιμάνια Φόρτωσης.....	52
Πίνακας 23 Συνδυασμοί Λιμανιών Φόρτωσης με $N \geq 100$	55
Πίνακας 24 Omnibus Test για τη μεταβλητή PD_Damages	59
Πίνακας 25 Test of Model Effects για τη μεταβλητή PD_Damages.....	59
Πίνακας 26 Negative Binomial parameter	60
Πίνακας 27 Εκτίμηση Παραμέτρων για τη μεταβλητή Term_Out.....	60
Πίνακας 28 Εκτίμηση Παραμέτρων για τη μεταβλητή Vessel_Name	61
Πίνακας 29 Εκτίμηση Παραμέτρων για τη μεταβλητή Discharging Port	62
Πίνακας 30 Εκτίμηση Παραμέτρων για τη μεταβλητή Model.....	64
Πίνακας 31 Εκτίμηση Παραμέτρων για τη μεταβλητή Month.....	64

Κεφάλαιο 1: Εισαγωγή

Η θαλάσσια μεταφορά οχημάτων αποτελεί έναν από τους πιο δυναμικούς κλάδους της παγκόσμιας ναυτιλίας και συνιστά θεμελιώδη κρίκο στην εφοδιαστική αλυσίδα έτοιμων οχημάτων η οποία περιλαμβάνει, την μεταφορά συναρμολογημένων οχημάτων από το εργοστάσιο στους αντιπροσώπους και από τους αντιπροσώπους στους τελικούς πελάτες, τη διαχείριση του φορτίου από τους λιμένες και τους τερματικούς σταθμούς, καθώς και τις διαδικασίες ελέγχου κατά την φορτοεκφόρτωση αλλά και κατά μήκος της αλυσίδας μέχρι το φορτίο να φθάσει στον τελικό του προορισμό (Kara, Yalcin, Gurol, Simic, & Pamucar, 2024). Σημαντικό είναι να αναφερθεί ότι ο διεθνοποιημένος αυτός κλάδος είχε λάβει τεράστιες διαστάσεις ήδη από το έτος 1989 με τα μεταφερόμενα μέσω θαλάσσης οχήματα να ξεπερνούν σε ποσότητα τα 8,5 με 9 εκατομμύρια και να αντιστοιχούν στο 55% των παγκόσμιων εξαγωγών διανύοντας τεράστιες αποστάσεις (Böhme, 1989).

Σήμερα, τα πλοία PCTC και PCC αποτελούν τα πλέον εξειδικευμένα μέσα για την πραγματοποίηση της θαλάσσιας μεταφοράς οχημάτων επιτρέποντας τη φόρτωση μεγάλου όγκου και διαφοροποιημένου, ως προς τα τεχνικά του χαρακτηριστικά φορτίου, την οικονομική αποδοτικότητα μέσω της δυνατότητας ελαχιστοποίησης του μοναδιαίου κόστους μεταφοράς, την πρόσβαση σε απομακρυσμένες αγορές, την βελτιστοποίηση των χρονοδιαγραμμάτων των δρομολογίων, ενώ ακόμη συμβάλλουν σημαντικά και στην περιβαλλοντική βιωσιμότητα σε σύγκριση με τα χερσαία μέσα μεταφοράς (Kara, Yalcin, Gurol, Simic, & Pamucar, 2024).

Παρά την εξειδίκευση των πλοίων και την τεχνολογική τους εξέλιξη, καθώς και τον έλεγχο φορτίου σε πολλά χρονικά σημεία κατά μήκος της εφοδιαστικής αλυσίδας, οι ζημίες που υφίσταται το μεταφερόμενο φορτίο παραμένουν ένα ανεπίλυτο πρόβλημα το οποίο αποτελεί πηγή σημαντικού κόστους, όχι μόνο κατά την εμφάνιση τους με την εκταμίευση οικονομικών πόρων προκειμένου να καλυφθεί το κόστος επισκευών, αλλά και κατά την πρόληψη τους με την διεξαγωγή ελέγχων που στόχο έχουν την αποφυγή και τον περιορισμό τους. Τέλος, σημαντικά είναι και τα κόστη από νομικές διενέξεις που ενδέχεται να προκύψουν, το κόστος από την καθυστέρηση του προς παράδοση φορτίου, του χειρισμού των αποζημιώσεων από απαιτήσεις του πελάτη (claims), αλλά και το πλήγμα στη φήμη της εταιρείας που έχει άμεση επίδραση στον ανταγωνισμό της.

Στο πλαίσιο αυτό, η παρούσα διπλωματική εργασία ξεκινά με μια σύντομη ιστορική ανάδρομη στην εξέλιξη του κλάδου της θαλάσσιας μεταφοράς οχημάτων προκειμένου να διαμορφωθεί το πλαίσιο εντός του οποίου άνθισαν οι σύγχρονες πρακτικές. Στη συνέχεια, αναλύονται οι παράγοντες που χαρακτηρίζουν μια ναυτιλιακή εταιρεία ανταγωνιστική στο σημερινό περιβάλλον δίνοντας έμφαση σε σύγχρονες τάσεις και δυναμικές, ενώ τέλος παρουσιάζονται εφαρμοσμένα μέτρα και τακτικές που

αποσκοπούν στον περιορισμό και την πρόληψη κατά των ζημιών. Ύστερα από την δημιουργία της θεωρητικής βάσης, ακολουθεί στατιστική ανάλυση ζημιών τα αποτελέσματα της οποίας θα αποτελέσουν αδιάσειστη απόδειξη ότι η εφαρμογή της στατιστικής επιστήμης στο ναυτιλιακό χώρο, η οποία μέχρι σήμερα παραμένει περιορισμένη, μπορεί με τη σειρά της να οδηγήσει σε βέλτιστες πρακτικές διαχείρισης κινδύνου και κρίσιμες στρατηγικές κινήσεις που θα ενισχύσουν το ανταγωνιστικό προφίλ των εταιρειών.

Συγκεκριμένα, τα βασικά ερευνητικά ερωτήματα της εργασίας είναι:

- Υπάρχει συσχέτιση μεταξύ των ζημιών και παραγόντων όπως τα λιμάνια φορτοεκφόρτωσης, ο μήνας μεταφοράς και η επιλογή του πλοίου μεταφοράς; Σε τι αποφάσεις μπορεί να καταλήξει η εταιρεία δεδομένων των αποτελεσμάτων;
- Ποια είναι τα πιο ευάλωτα σε ζημιά τμήματα των οχημάτων και ερμηνεία του αποτελέσματος αυτού.
- Σε ποιο βαθμό οι υφιστάμενες επιχειρησιακές οδηγίες όπως παρουσιάζονται από το Maritime Cargo Operations ευθυγραμμίζονται με τις πραγματικές πρακτικές της εν λόγω εταιρείας;

Η απάντηση στα παραπάνω ερωτήματα αποσκοπεί στην εξαγωγή τεκμηριωμένων συμπερασμάτων τα οποία θα συντελέσουν στην ενίσχυση της ποιότητας και της ασφάλειας στον κλάδο της θαλάσσιας μεταφοράς οχημάτων και συνεπώς, στην ανταγωνιστικότητα των εταιρειών.

Κεφάλαιο 2: Βιβλιογραφική Επισκόπηση

2.1 Ιστορική Αναδρομή

Η αφετηρία της μεταφοράς οχημάτων μέσω θαλάσσης τοποθετείται χρονολογικά προ του Β' Παγκόσμιου πολέμου (περί το 1932) με μία ισχυρή άνοδο να σημειώνεται στο πρώτο μισό της δεκαετίας του 1950, κυρίως, στις βασικές διηπειρωτικές διαδρομές με συμβατικά πλοία τύπου tramp να μεταφέρουν σημαντικά αυξανόμενες ποσότητες μη συσκευασμένων οχημάτων. Η άνθηση αυτή στη ζήτηση συντελεί σε μια τεράστια επιχειρηματική ευκαιρία για τα μεγάλα πλοία μεταφοράς χύδην φορτίου (bulk carriers) εκείνης της εποχής τα οποία ως τότε, μετέφεραν σιτηρά από τις ΗΠΑ και τον Καναδά προς την Ευρώπη και λόγω ανισορροπίας εμπορίου αναγκάζονταν να επιστρέφουν κενά αυξάνοντας τα λειτουργικά τους έξοδα και οδηγώντας σε απώλεια κέρδους τον ιδιοκτήτη/διαχειριστή του πλοίου. Εξοπλισμένα καθώς ήταν με αποσπώμενα καταστρώματα αυτοκινήτων, μπορούσαν πλέον να αξιοποιηθούν στην ενίσχυση του ραγδαία εξελισσόμενου αυτού κλάδου μεταφέροντας οχήματα ως φορτίο επιστροφής μετά την εκφόρτωση άνθρακα ή σιτηρών (Böhme, 1989).

Περί το 1955, η ανάπτυξη του κλάδου τροφοδοτείται από τις προοδευτικά αυξανόμενες πωλήσεις αυτοκινήτων από χώρες της Ευρώπης, κυρίως, από τη Δυτική Γερμανία προς τις ΗΠΑ, καθώς και από την ταχεία ανάπτυξη της Ιαπωνίας η οποία ακολούθησε το 1964, με την τελευταία μάλιστα να αναδεικνύεται σε κορυφαίο εξαγωγέα, με τις εξαγωγές της να αντιπροσωπεύουν τα τρία τέταρτα των παγκόσμιων αποστολών αυτοκινήτων έχοντας ως κύρια κατεύθυνση τις ανατολικές και δυτικές ακτές των ΗΠΑ η οποία μάλιστα αναδείχθηκε με τη σειρά της στον μεγαλύτερο εισαγωγέα της περιόδου αυτής. Με το πέρασμα των χρόνων (κυρίως από τη δεκαετία του 1970 και μετά), αναδεικνύονται και νέοι προμηθευτές όπως η Βραζιλία και το Μεξικό, ένα αποτέλεσμα το οποίο οφείλεται σε μεγαλύτερο βαθμό στην μετεγκατάσταση των εργαστηριακών μονάδων παραγωγής αποσκοπώντας στην είσοδο σε νέες αγορές και την επίτευξη εξοικονόμησης κόστους (Böhme, 1989).

Το 1968 κατασκευάζονται τα πρώτα Pure Car Carriers (PCC) σηματοδοτώντας την απόλυτη εξειδίκευση του κλάδου και εξαιτίας της μεγαλύτερης τους χωρητικότητας, επιτυγχάνουν την μείωση του κόστους μεταφοράς ανά αυτοκίνητο σε σύγκριση με τα παλαιότερα πλοία. Κατά τα τέλη του 1970, εμφανίζονται τα πρώτα Pure Car Truck Carriers (PCTC) τα οποία δεν περιορίζονται μόνο στην μεταφορά επιβατηγών αυτοκινήτων αλλά και επεκτείνονται στη μεταφορά λεωφορείων, φορτηγών, δυσκίνητων βαρέων φορτίων καθώς και εμπορευματοκιβωτίων σε πλατφόρμες. Η ειδοποιός διαφορά των PCC και PCTC έγκειται στο γεγονός ότι τα τελευταία είναι περισσότερο ευέλικτα και μπορούν να αναδιαμορφώνουν τα εσωτερικά τους καταστρώματα για να επιτρέπουν την στοιβάση οχημάτων διαφορετικού ύψους και όγκου, ενώ κοινό τους χαρακτηριστικό είναι οι μεγάλων διαστάσεων πρυμναίες και

πλευρικές ράμπες καθώς και ο εξοπλισμός τους με συστήματα εξαγωγής καυσαερίων για την αποφυγή μόλυνσης του προς μεταφορά φορτίου (Böhme, 1989).

Πλέον με την εισαγωγή των PCC και PCTC, επιτυγχάνεται η ενίσχυση της ευελιξίας του κλάδου καθώς και μία έκρηξη στην χωρητικότητα η οποία από μόλις 480 αυτοκίνητα τη δεκαετία του 1930 φτάνει στα τέλη του 1980 να ξεπερνά τα 6.200 οχήματα, ενώ τα car-bulk carriers αποσύρονται από τις κύριες εμπορευματικές διαδρομές φτάνοντας να κατέχουν μόλις το 8% ποσοστό της συνολικής μεταφορικής ικανότητας του παγκόσμιου στόλου οχημάτων (14% το 1986). Ωστόσο η χωρητικότητα από το 1980 και μετά, λόγω των μαζικών παραγγελιών πλοίων, αυξάνεται με τέτοιον ρυθμό που ξεπερνά την ποσότητα του εξαγόμενου φορτίου με άμεση συνέπεια την τιμή των ναύλων να πέφτει και τις εταιρείες να ανταγωνίζονται για μερίδιο στο περιορισμένο φορτίο. Προκειμένου να εξασφαλίσουν την βιωσιμότητά τους, κατευθύνονται προς τις σημαίες ευκαιρίας για να μειώσουν το λειτουργικός τους κόστος και να είναι ικανές να προσφέρουν τις υπηρεσίες τους σε χαμηλότερες τιμές με στόχο να παραμείνουν ανταγωνιστικές (Böhme, 1989).

Πέρα από τις μεμονωμένες ενέργειες των εταιρειών για τη διασφάλιση μεριδίου στην αγορά, πολλά κράτη θέτουν σε εφαρμογή κυβερνητικά μέτρα εξασφαλίζοντας συμμετοχή του εθνικού τους στόλου και ελαττώνοντας την πρόσβαση ξένων εταιρειών στα εγχώρια λιμάνια. Ενδεικτικά παραδείγματα αποτελούν, η Νότια Κορέα η οποία επιβάλλει τουλάχιστον το 50% των εξαγωγών κορεάτικων οχημάτων να μεταφέρονται από Κορεάτικες εταιρείες με κύριο στόχο να περιορίσουν τη εντεινόμενη δράση των ιαπωνικών ναυτιλιακών εταιρειών, καθώς και οι ΗΠΑ με τον νόμο «Omnibus Trade Bill» (1988) που υποχρεώνει την κυβέρνηση να οργανώνει και να συμμετέχει σε διαπραγματεύσεις με κάθε χώρα που εξάγει περισσότερα από 50.000 οχήματα προς τις ΗΠΑ ώστε να επιτευχθεί η ενσωμάτωση και δραστηριοποίηση των αμερικανικών ναυτιλιακών εταιρειών στη μεταφορά τους. Άμεση συνέπεια αυτού είναι εταιρείες άλλης εθνικότητας, όπως η Σουηδική εταιρεία Wallenius, να νηολογούν τα πλοία τους υπό Αμερικανική σημαία για να εξασφαλίσουν τη συμμετοχή τους στην πλέον προστατευόμενη Αμερικανική αγορά (Böhme, 1989). Είναι σημαντικό να τονιστεί ότι ο κρατικός προστατευτισμός, ο οποίος ουσιαστικά φράσει την ελευθερία του διεθνούς εμπορίου, απειλεί την αποτελεσματικότητα των διεθνών Logistics αφού επέρχεται η αντικατάσταση των περισσότερο αποδοτικών μεταφορέων, ως προς το κόστος και την ποιότητα, από λιγότερο ανταγωνιστικούς εθνικούς μεταφορείς αυξάνοντας το συνολικό κόστος μεταφοράς και μειώνοντας την τελική αξία που φθάνει στους εισαγωγείς και στον τελικό πελάτη (Olney, 2020).

2.2 Ανταγωνιστικότητα και Σύγχρονες Τάσεις στη Ναυτιλία

Η ανωτέρω αναλυθείσα εξειδίκευση του κλάδου της θαλάσσιας μεταφοράς οχημάτων και οι πολιτικές προστατευτισμού, οι οποίες μεταβάλλουν συνεχώς και μη ομαλά το παγκόσμιο εμπορικό περιβάλλον, οξύνουν τον ανταγωνισμό των εταιρειών ο οποίος δεν είναι πλέον μονοδιάστατος αλλά πολυπαραγοντικός.

Η επιβίωση και η εξέλιξη στη ναυτιλία αποτελεί ένα πολύ πιο σύνθετο ζήτημα από την απλή παραδοχή ότι οφείλονται μόνο στον όσο το δυνατό μεγαλύτερο περιορισμό του κόστους επάνδρωσης, καθώς με την υιοθέτηση της παραδοχής αυτής θα είχε επιβιώσει μόνο ο πιο φθηνός στόλος (Thanopoulou, 1998). Λόγω των συνεχών μεταβολών που υφίστανται οι συνθήκες της αγοράς, ένας συνδυασμός παραγόντων απαιτείται για την επίτευξη και τη διατήρηση της ανταγωνιστικότητας.

Αρχικά, η οικονομική αποδοτικότητα ως προς το σταθερό κόστος, δηλαδή, η επίτευξη της βέλτιστης κεφαλαιουχικής δαπάνης για την απόκτηση των πλοίων τόσο ως προς την επιλογή του μέσου χρηματοδότησης όσο και του χρονικού της επένδυσης, αλλά και ως προς το μεταβλητό κόστος, όπως τον περιορισμό της φορολογίας και του κόστους των ναυτικών το οποίο καθορίζεται σε μεγάλο βαθμό από την ποσόστωση ξένων ναυτικών. Για τον περιορισμό του μεταβλητού κόστους οι κυβερνήσεις προχωρούν σε πολιτικά μέτρα, ένα παράδειγμα των οποίων είναι και ο κυβερνητικός προστατευτισμός ο οποίος επεξηγήθηκε παραπάνω. Ακόμη, το τεχνολογικό επίπεδο του στόλου το οποίο με τη σειρά του παράγει οικονομική αποδοτικότητα, καθώς οδηγεί στη μείωση του λειτουργικού κόστους και των δαπανών συντήρησης και επισκευής (Thanopoulou, 1998).

Η ανάγκη για μείωση του λειτουργικού κόστους έχει οδηγήσει πολλές εταιρείες στην ναυπήγηση ολοένα και μεγαλύτερων πλοίων, μια τακτική η οποία τροφοδότησε το φαινόμενο του γιγαντισμού στα πλοία. Ωστόσο, η σύγχρονη τάση χαρακτηρίζεται από στροφή σε μικρότερα πλοία λόγω του ότι επιτρέπουν συχνότερα δρομολόγια, καθώς και διατήρηση μικρότερων αποθεμάτων οχημάτων από τους εισαγωγείς μειώνοντας το κόστος αποθήκευσης, ασφάλισης και διαχείρισης. Επιπλέον, υποστηρίζουν την πρόσβαση σε λιμάνια με μικρότερο βύθισμα άρα και εξυπηρέτηση μεγαλύτερου αριθμού λιμανιών μια εξέλιξη ιδιαίτερα σημαντική, καθώς η διεθνοποίηση του δικτύου παραγωγής οχημάτων καθιστά τις μεταφορικές ανάγκες διάσπαρτα κατανεμημένες και την ανάγκη για πρόσβαση σε μικρότερα λιμάνια επιτακτική (Böhme, 1989).

Εκτός από τη στροφή σε μικρότερα πλοία, η σύγχρονη ναυτιλιακή πραγματικότητα χαρακτηρίζεται από την έκρηξη στη ζήτηση σε ηλεκτρονικά αυτοκίνητα η οποία μάλιστα το 2022 ξεπέρασε τις 10 εκατομμύρια μονάδες. Το 2023 τα ηλεκτρονικά οχήματα αποτελούν το 13% της παγκόσμιας θαλάσσιας μεταφοράς οχημάτων (από 3% το 2019) και τα PCTC μεταβάλλουν την χωρητικότητα τους σε μόλις 0,8% ποσοστιαία αύξηση δημιουργώντας μια σοβαρή απόκλιση μεταξύ ζήτησης και προσφοράς. Συνεπώς, οι ναύλοι εκτοξευθήκαν σε πρωτόγνωρα επίπεδα φτάνοντας τα 115.000 δολάρια σε ημερήσια βάση κατά τα τέλη του έτους 2023 (Ding & Yang, 2025).

Πολλοί κατασκευαστές ηλεκτρονικών οχημάτων όπως η BYD και η NIO, για να προφυλαχθούν από το τεράστιο οικονομικό κόστος, προχωρούν σε κάθετη ολοκλήρωση και υιοθετούν στρατηγική κυριότητας και αυτοδιαχείρισης πλοίων τα οποία είναι σύμφωνα με τους κανονισμούς του IMO. Εκτός από την πολιτική της ιδιοκτησίας πλοίων, οι κατασκευαστικές εταιρείες εφαρμόζουν πολιτικές ευέλικτης

τιμολόγησης, δηλαδή, σε περιόδους χαμηλής ζήτησης και έντονης αβεβαιότητας μειώνουν την παραγωγή οχημάτων σε σημείο μάλιστα που μπορεί να δημιουργείται τεχνητή έλλειψη, δηλαδή, τα επίπεδα παραγωγής να είναι χαμηλότερα από τα επίπεδα της ζήτησης, ενώ σε περιόδους χαμηλού ρίσκου να αυξάνει την παραγωγή για πολλές και ταχείες πωλήσεις (Ding & Yang, 2025).

2.3 Τεχνολογία στα Συστήματα Στοιβασίας

Η σύγχρονη τάση για την ιδιοκτησία και αυτοδιαχείριση μικρότερων και περισσότερων πλοίων μεταφοράς οχημάτων σε συνδυασμό με τη μεταφορά τεχνολογικά προηγμένων ηλεκτρονικών οχημάτων έχει κλιμακώσει την πολυπλοκότητα των επιχειρησιακών δραστηριοτήτων και τους πιθανούς κινδύνους εμφάνισης ζημίας. Συνεπώς, οι παραδοσιακές μέθοδοι φόρτωσης καθίστανται πλέον παρωχημένες και αναποτελεσματικές, ενώ γίνεται επιτακτική η ανάγκη για σύγχρονα και αυτοματοποιημένα συστήματα στοιβασίας τα οποία στοχεύουν στην πρόληψη ζημιών.

Ο Sun et al. 2022 παραθέτει ένα ημι- αυτοματοποιημένο σύστημα στοιβασίας το οποίο βρίσκει εφαρμογή σε πλοία Ro-Ro και PCTC και βασίζεται στη δημιουργία δυσδιάστατων μοντέλων εστιάζοντας στο μήκος και το πλάτος της επιφάνειας του πλοίου για την τοποθέτηση των οχημάτων παραβλέποντας την τρίτη διάσταση του ύψους. Η αποτελεσματικότητα του μοντέλου αυτού έγκειται στο ότι αναγνωρίζει υπαρκτά εμπόδια στο χώρο όπως πλευρικά τοιχώματα, κολώνες, δοκούς και τοποθετεί τα οχήματα κατά βέλτιστο τρόπο στον αναγνωρισμένο, πλέον, περιορισμένο χώρο, ενώ είναι ιδανικό και για συνθήκες περιορισμένου χρόνου αφού επιτρέπει την ταχεία δημιουργία σχεδίων φόρτωσης ακόμη και όταν τα τελικά στοιχεία για τη στοιβασία οριστικοποιούνται λίγο χρόνο πριν τον απόπλου.

Για να επιτευχθεί αυτό, χρησιμοποιείται ένας βελτιωμένος αλγόριθμος αναζήτησης χαμηλότερης οριζόντιας γραμμής η οποία συνήθως εκτείνεται με κατεύθυνση από την πρύμνη προς την πλώρη (lowest horizontal line searching algorithm) και τοποθετεί τα οχήματα ξεκινώντας πάντα από το μεγαλύτερο για την κάλυψη των μεγαλύτερων κενών. Αν το όχημα έχει τοποθετηθεί σωστά, τηρώντας τα όρια της γραμμής και μη προσκρούοντας σε εμπόδια, πλέον έχει λάβει την τελική του θέση και η γραμμή μετακινείται προς τα εμπρός για την τοποθέτηση νέου οχήματος. Διαφορετικά, δοκιμάζει νέα θέση λίγο πιο δίπλα ή πιο μπροστά για να τοποθετήσει ξανά (Sun, Wang, Wang, Liu, & Yin, 2022).

Αυτή η μέθοδος υπολογισμού, η οποία είναι εγκεκριμένη από διεθνείς νηογνώμονες όπως ο Lloyd's Register και ενσωματωμένη στο λογισμικό Smart Load αφού έχει λάβει την αναγνώριση από τον Κινέζικο νηογνώμονα (CCS), εξασφαλίζει ότι η στοιβασία γίνεται με τέτοιον τρόπο ώστε να αξιοποιείται κατά το μέγιστο η επιφάνεια του καταστρώματος λαμβάνοντας υπόψιν την ελάχιστη απόσταση που οφείλεται να τηρείται μεταξύ των στοιβαγμένων οχημάτων και ακολουθώντας τους κανόνες πυρασφάλειας (Sun, Wang, Wang, Liu, & Yin, 2022).

Ύστερα από την ολοκλήρωση του μοντέλου στοιβασίας, εξετάζεται η επίπλευση, η ευστάθεια και η διαμήκη αντοχή του πλοίου, ιδιότητες απαραίτητες για τη διατήρηση της αξιοπλοΐας του πλοίου με αποτέλεσμα να αποφεύγονται ατυχήματα όπως αυτό του Hoegh Osaka (2015). Είναι αξιόλογο να τονιστεί ότι η μέθοδος αυτή βρίσκει ήδη πραγματική εφαρμογή, όπως στο πλοίο TANG HONG - ένα PCTC πλοίο χωρητικότητας 3800 οχημάτων -απαλλάσσοντας μ' αυτόν τον τρόπο τους αξιωματικούς από την χρονοβόρα διαδικασία και ευθύνη να σχεδιάζουν με το χέρι που θα μπει το κάθε όχημα και συνεπώς, μειώνοντας τον ανθρώπινο κόπο και λάθος (Sun, Wang, Wang, Liu, & Yin, 2022).

2.3.1 Επιχειρησιακοί Κανόνες Αρωγοί της Τεχνολογίας

Η τεχνολογία, όμως, όταν εφαρμόζεται στις μεθόδους στοιβασίας δεν είναι από μόνη της επαρκής για την προφύλαξη κατά των ζημιών στο προς μεταφορά φορτίο. Αντιθέτως, κρίνεται απαραίτητη η τήρηση επιχειρησιακών κανόνων και διαδικασιών, όπως λεπτομερώς αναγράφονται στο εγχειρίδιο Maritime Cargo Operations που οδηγούν σε πρακτικές ασφαλούς φόρτωσης, πρόσδεσης και διαχείρισης των οχημάτων και τελικά στην μείωση της πιθανότητας εμφάνισης ζημίας.

Σύμφωνα με το Maritime Cargo Operations, πρέπει να επιλέγεται κατάλληλο πλάτος και κλίση στη ράμπα κατά τη φορτοεκφόρτωση όπως και να διασφαλίζεται αποτελεσματικός συντονισμός της ροής των οχημάτων για πρόληψη ζημιών το οποίο μπορεί να επιτευχθεί με τη χρήση καθοδηγητών (signalers) και καθαρών σημάτων επικοινωνίας προς τους οδηγούς των οχημάτων οι οποίοι είναι υποχρεωμένοι να μην οδηγούν το φορτίο εφαρμόζοντας υπερβολική ταχύτητα (Olsen, 2023).

Επιπλέον αναφέρεται ότι το φορτίο πρέπει να στοιβάζεται κατά το μήκος του πλοίου, καθώς με αυτόν τον τρόπο διασφαλίζεται μεγαλύτερη σταθερότητα κατά τη θαλάσσια μεταφορά τους και εγκάρσια (με μικρές αποστάσεις το ένα από το άλλο), ώστε σε περίπτωση που χαλαρώσει ή σπάσει κάποιος ιμάντας πρόσδεσης να περιοριστεί ο ελεύθερος χώρος που έχει το όχημα να γλιστρήσει, δηλαδή, να οροθετηθεί η πλευρική κίνηση του (Olsen, 2023).

Ακόμη αναφέρεται ότι οι ιμάντες πρόσδεσης είναι πιο αποδοτικοί όταν σχηματίζουν γωνία με το κατάστρωμα από 30 έως 60 μοίρες, ενώ πρέπει η διάταξη τους να είναι ίδια και στις δύο πλευρές και ο αριθμός των ιμάντων που τραβούν το όχημα προς τα εμπρός να είναι ίδιος με εκείνον που τραβούν το όχημα προς τα πίσω ώστε να αλληλοεξουδετερώνονται οι δυνάμεις που το θέτουν σε κίνηση. Επιπλέον, οι ιμάντες θα πρέπει να επιτηρούνται από το προσωπικό του πλοίου κατά τη διάρκεια του ταξιδιού, καθώς οι κινήσεις και οι δονήσεις που υφίσταται το πλοίο μπορεί να τους χαλαρώσουν. Συνεπώς, οι οδηγοί των οχημάτων, καθώς έχουν πλέον τοποθετήσει τα οχήματα στην κατάλληλη θέση στο κατάστρωμα οφείλουν να εφαρμόζουν σ' αυτά χειρόφρενο και ταχύτητα για καλύτερη σταθερότητα (Olsen, 2023).

Σε περίπτωση που το φορτίο δεν έχει ασφαλιστεί κατάλληλα και δεν έχει επιτευχθεί η απαιτούμενη σταθερότητα, τα οχήματα μπορεί να συγκρουστούν μεταξύ τους ή με τη δομή του πλοίου οδηγώντας σε ζημίες κατά τη μεταφορά και άμεσα πρέπει να συντάσσεται μία αναφορά στην οποία θα αναγράφονται το χρονικό του συμβάντος, η σοβαρότητα της ζημίας, το μέρος και ο αριθμός κυκλοφορίας του οχήματος που ζημιώθηκε όπως επίσης και η υπαιτιότητα (Olsen, 2023).

2.3.2 DSS: Από τη Δυσκολία Επιλογής Παρόχου στη Δομημένη Λήψη Απόφασης

Η χρήση σύγχρονων συστημάτων στοιβασίας και η τήρηση των επιχειρησιακών κανόνων αποτελούν επιπρόσθετα κρίσιμα κριτήρια αξιολόγησης των παρόχων FVL τα οποία είναι εναρμονισμένα με τις ανάγκες της εποχής. Συνεπώς, η ανταγωνιστικότητα εντείνει τον πολυπαραγοντικό χαρακτήρα της και καθιστά την διαδικασία επιλογής παρόχου ακόμη πιο περίπλοκη.

Ο Kara (2024) αναγνωρίζοντας τη σημασία επιλογής κατάλληλου παρόχου και χρησιμοποιώντας ένα προηγμένο σύστημα υποστήριξης αποφάσεων (DSS), το οποίο επιτρέπει στους χρήστες του να επιλύουν περίπλοκα προβλήματα και να καταλήγουν σε ορθολογικές επιλογές, οδηγείται στο συμπέρασμα ότι η επιλογή παρόχων εφοδιαστικής έτοιμων οχημάτων (FVL) πρέπει να βασίζεται, κυρίως, στο μέγεθος του στόλου το οποίο εξασφαλίζει επιχειρησιακή ανθεκτικότητα και στο ύψος του ναύλου το οποίο με τη σειρά του εξασφαλίζει ανταγωνιστικότητα, ενώ προτάσσει τους διευθυντές logistics ως ειδικούς με την μεγαλύτερη επιρροή στη στρατηγική λήψης αποφάσεων. Πέρα από τους κρίσιμους αυτούς δύο παράγοντες, αναφέρεται και στην ευελιξία της υπηρεσίας, την τεχνολογία παρακολούθησης, την υιοθέτηση πολιτικών φιλικών προς το περιβάλλον και την ισότητα των φύλων στο εργατικό δυναμικό ως σημαντικούς παράγοντες που τελικά θα καθορίσουν την επιλογή (Kara, Yalcin, Gurol, Simic, & Pamucar, 2024).

Για να καταλήξει στην ανάδειξη των παραπάνω παραγόντων, διεξήγαγε μια μελέτη περίπτωσης ανάμεσα σε έξι παρόχους προς ανάλυση στους οποίους συμπεριέλαβε και την εταιρεία της οποίας τα δεδομένα θα αναλυθούν στη συνέχεια απονέμοντάς της την 3^η θέση και αναγνωρίζοντας την συμβολή της στην θαλάσσια μεταφορά οχημάτων και την επιχειρησιακή της αποδοτικότητα. Η αποτελεσματικότητά ως προς τις λειτουργίες της οφείλεται σε μεγάλο βαθμό στην επένδυση σε συστήματα τεχνολογίας και παρακολούθησης και στο έμπειρο και εξειδικευμένο προσωπικό της μέσω των οποίων προάγεται η ποιότητα στις υπηρεσίες της προσφέροντας της επάξια αριστεία στον κλάδο δραστηριοποίησής της. Συνεπώς, η ικανότητα της να περιορίζει τις ζημίες κατά την θαλάσσια μεταφορά δεν είναι ένα τυχαίο γεγονός αλλά απόρροια ενός καλά σχεδιασμένου και ολοκληρωμένου συστήματος εφοδιαστικής που αναγνωρίζει την ανάγκη για προστασία του φορτίου προς μεταφορά χρησιμοποιώντας ως μέσο υποστήριξης τεχνολογίες παρακολούθησης φορτίου που ενισχύουν τη διαφάνεια και επιτρέπουν καλύτερη διαχείριση κινδύνου (Kara, Yalcin, Gurol, Simic, & Pamucar, 2024).

Κεφάλαιο 3: Μεθοδολογία

Η θεωρητική επισκόπηση επισήμανε τη σημασία της ικανότητας των ναυτιλιακών εταιρειών να προλαμβάνουν και να διαχειρίζονται κατάλληλα της ζημίες προκειμένου να διασφαλίσουν την ανταγωνιστικότητά τους. Για το λόγο αυτό επιχειρείται η στατιστική ανάλυση πραγματικών δεδομένων ζημιών της εταιρείας N με στόχο την αναγνώριση των παραγόντων που επηρεάζουν την εμφάνιση ζημίας, καθώς και η ποσοτική εκτίμηση τους με στόχο την εξαγωγή εμπειρικών συμπερασμάτων.

3.1 Δείγμα και Μεταβλητές

Για τις ανάγκες της παρούσας ανάλυσης συλλέχθηκαν δεδομένα από τη ναυτιλιακή εταιρεία N η οποία διαθέτει αποκλειστικά στόλο PCC & PCTC πλοίων. Τα δεδομένα αναφέρονται στα έτη 2023 και 2024 καλύπτοντας τη χρονική περίοδο από 01.01 μέχρι 31.12 του κάθε έτους. Η εξαρτημένη μεταβλητή είναι ο αριθμός ζημιών που καταγράφονται είτε κατά τη φόρτωση είτε κατά την εκφόρτωση του φορτίου και ανήκει στις ποσοτικές μεταβλητές αφού οι τιμές της εκφράζονται αποκλειστικά με αριθμούς και σε συγκεκριμένες μονάδες. Μάλιστα αποτελεί διακριτή ποσοτική μεταβλητή αφού μπορεί να λάβει θεωρητικά άπειρο πλήθος τιμών αλλά πάντα αριθμησιμο (Α.Σαχλός & Μπερσίμης, 2017). Το δείγμα αποτελείται από ένα σύνολο 8460 εγγραφών και επιλέγονται οι ακόλουθοι παράγοντες ως ανεξάρτητες μεταβλητές για να διερευνηθεί αν επηρεάζουν τη πιθανότητα εμφάνισης ζημίας: Λιμένας φόρτωσης και εκφόρτωσης, Εφαρμοστέοι όροι προσδιορισμού ευθύνης κατά την εκφόρτωση (Terms Out), Πλοίο που εκτελεί τη μεταφορά, Μοντέλο οχήματος και Μήνας φόρτωσης. Η παραπάνω διερεύνηση θα πραγματοποιηθεί με τη χρήση του Στατιστικού Πακέτου SPSS. Οι ανεξάρτητες μεταβλητές ανήκουν όλες στην κατηγορία των ποιοτικών μεταβλητών αφού οι τιμές τους εκφράζονται με λέξεις και συγκεκριμένα στην κατηγορία των ποιοτικών κατηγορικών μεταβλητών καθώς επιτρέπουν απλά την κατάταξη των δεδομένων της εξαρτημένης μεταβλητής σε κατηγορίες όπου κάθε μονάδα του δείγματος ανήκει σε μία μόνο κατηγορία της κάθε ανεξάρτητης μεταβλητής και δεν επιδέχονται κάποια μορφή ιεράρχησης (Α.Σαχλός & Μπερσίμης, 2017).

3.2 Η έννοια της κατανομής

Ως πρώτο στάδιο της στατιστικής ανάλυσης επιχειρείται η διερεύνηση της κατανομής τόσο της μεταβλητής των ζημιών κατά την φόρτωση η οποία φέρει την ονομασία PL_Damages όσο και των ζημιών οι οποίες καταγράφονται κατά την εκφόρτωση και μπορούν να συμβούν είτε κατά τη διαδικασία της θαλάσσιας μεταφοράς είτε κατά τη διαδικασία εκφόρτωσης και η οποία αναφέρεται στο σύνολο δεδομένων ως PD_Damages. Με τον όρο κατανομή εννοούμε τον μηχανισμό ο οποίος προσδιορίζει την πιθανότητα να παρατηρηθεί κάποια συγκεκριμένη τιμή των τυχαίων μεταβλητών. Επομένως, το όνομα αυτό του μηχανισμού του έχει απονεμηθεί γιατί κυριολεκτικά <<κατανέμει>> την πιθανότητα ανάμεσα σε όλες τις δυνατές τιμές που μπορούν να πάρουν οι τυχαίες μεταβλητές (ΜΠΕΡΣΙΜΗΣ, ΡΑΚΙΤΖΗΣ, & ΣΑΧΛΑΣ, 2021).

3.3 Περιγραφικά Μέτρα

Με τα περιγραφικά μέτρα τα οποία θα προκύψουν ως πρώτο αποτέλεσμα της ανάλυσης θα εξαχθούν τα πρώτα συμπεράσματα σχετικά με την κατανομή των ζημιών φόρτωσης και εκφόρτωσης τόσο για τα έτη 2023&2024 συνολικά, αλλά και μεμονωμένα στοχεύοντας τόσο στη συνολική εικόνα όσο και στην πιο λεπτομερή. Με τον όρο περιγραφικά μέτρα αναφερόμαστε σε κάποιες ποσότητες (δείκτες) που χαρακτηρίζουν ή αλλιώς περιγράφουν την κατανομή των υπό μελέτη μεταβλητών και διακρίνονται σε 3 μεγάλες κατηγορίες: τα μέτρα θέσης, τα μέτρα διασποράς και τα μέτρα μορφής (Α.Σαχλάς & Μπερσίμης, 2017).

Τα μέτρα θέσης της κατανομής περιγράφουν τη θέση της κατανομής των δεδομένων. Τα κυριότερα μέτρα είναι η μέση τιμή, η διάμεσος, η επικρατούσα τιμή (ή κορυφή), το 1^ο και το 3^ο τεταρτημόριο. Ακολούθως, τα μέτρα διασποράς καταδεικνύουν το βαθμό της ανομοιογένειας (διασποράς) που χαρακτηρίζει τις τιμές των υπό μελέτη μεταβλητών. Τα βασικότερα μέτρα διασποράς είναι το εύρος, η διακύμανση και η τυπική απόκλιση τα οποία συνήθως σχολιάζονται μαζί με τα μέτρα θέσης για λόγους σύγκρισης. Τέλος, τα μέτρα μορφής χρησιμοποιούνται για να προσδιορίσουν το σχήμα που έχει η κατανομή των τιμών των μεταβλητών. Τα σημαντικότερα μέτρα μορφής είναι ο συντελεστής ασυμμετρίας και ο συντελεστής κύρτωσης (Α.Σαχλάς & Μπερσίμης, 2017).

3.3.1 Μέτρα Θέσης

Η μέση τιμή ή αλλιώς ο αριθμητικός μέσος όρος (Mean) των τιμών μιας μεταβλητής X ορίζεται ως το πηλίκο του αθροίσματος των τιμών δια το πλήθος τους n και συμβολίζεται με $\bar{x}$. Για τα δεδομένα της παρούσης εργασίας ισχύει ότι $n = 8460$ και ο υπολογισμός του δίνεται από τον τύπο: $\bar{x} = (x_1 + x_2 + \dots + x_{8460}) / 8460$. Το αποτέλεσμα του θα δείξει την τιμή των δεδομένων γύρω από την οποία είναι συγκεντρωμένες οι τιμές των υπό εξέταση εξαρτημένων μεταβλητών. Σημαντικό είναι να αναφερθεί ότι αποτελεί αντιπροσωπευτικό μέτρο θέσης της κατανομής μόνο στην περίπτωση συμμετρικών κατανομών, καθώς σε αντίθετη περίπτωση παρασύρεται από τις ουρές των κατανομών που δημιουργούνται από την παρουσία μεγάλων τιμών. (Α.Σαχλάς & Μπερσίμης, 2017)

Η επικρατούσα τιμή (Mode) των τιμών μιας μεταβλητής είναι η τιμή που εμφανίζεται με τη μεγαλύτερη συχνότητα και συμβολίζεται με M_0 . Αν υπάρχει μία επικρατούσα τιμή τότε η κατανομή λέγεται μονοκόρυφη ενώ ενδεικτικά αν έχει δύο δικόρυφη και λοιπά. Συνεπώς το αποτέλεσμά της θα δείξει την παρατήρηση που εμφανίζεται περισσότερες φορές στο δείγμα (Α.Σαχλάς & Μπερσίμης, 2017).

Η διάμεσος (Median) των τιμών μιας μεταβλητής αντιπροσωπεύεται από μια τιμή της μεταβλητής, τέτοια ώστε το μισό του συνόλου των τιμών της μεταβλητής να είναι μικρότερες ή ίσες με αυτή και το άλλο μισό μεγαλύτερες. Συμβολίζεται με M_d και λόγω

του ότι $n = 8460$ (άρτιος) ο τύπος της δίνεται από τη σχέση $M_d = \frac{X_{[\frac{N}{2}]} + X_{[\frac{N}{2}+1]}}{2}$ και είναι δηλαδή το ημιάθροισμα των τιμών που αντιστοιχούν στις 4230 και 4231 διατεταγμένες θέσεις. Τέλος, σε αντίθεση με το μέσο όρο, η διάμεσος αποτελεί αντιπροσωπευτικό μέτρο θέσης της κατανομής σε περίπτωση ασύμμετρων κατανομών (Α.Σαχλάς & Μπερσίμης, 2017).

Τα τελευταία μέτρα θέσης κατανομής τα οποία θα σχολιαστούν είναι το 1^ο και το 3^ο τεταρτημόριο. Το πρώτο τεταρτημόριο συμβολίζεται με Q_1 και είναι η τιμή της μεταβλητής ώστε το ένα τέταρτο όλου του συνόλου των τιμών της μεταβλητής να είναι μικρότερες ή ίσες με αυτή, ενώ το τρίτο τεταρτημόριο συμβολίζεται με Q_3 και είναι η τιμή της μεταβλητής ώστε τα τρία τέταρτα των τιμών της να είναι μικρότερες ή ίσες με αυτήν. Είναι σημαντικό να αναφερθεί, ότι με την αφαίρεση του τρίτου από το πρώτο τεταρτημόριο προκύπτει το ενδοτεταρτημοριακό εύρος δηλαδή το κεντρικό 50% των παρατηρήσεων (Α.Σαχλάς & Μπερσίμης, 2017).

3.3.2. Μέτρα Διασποράς

Έπειτα από τα βασικότερα μέτρα θέσης, η ανάλυση προχωρά με την παρουσίαση και τον σχολιασμό των μέτρων διασποράς με τη χρήση των οποίων γίνεται ο χαρακτηρισμός της κατανομής των μεταβλητών ως προς τη μεταβλητότητα δηλαδή ως προς την ανομοιογένεια που τις χαρακτηρίζει.

Το εύρος μεταβολής (Range) υπολογίζεται από τη διαφορά της μέγιστης από την ελάχιστη τιμή και συμβολίζεται με R . Φυσικά συγκρίνοντας δύο ομάδες παρατηρήσεων, εκείνη με τη μεγαλύτερη τιμή του εύρους χαρακτηρίζεται από μεγαλύτερη μεταβλητότητα (Α.Σαχλάς & Μπερσίμης, 2017).

Η διακύμανση (Variance) των τιμών μιας μεταβλητής συμβολίζεται με S^2 και ορίζεται ως ο μέσος όρος των τετραγώνων των αποκλίσεων των τιμών της μεταβλητής από τον αριθμητικό μέσο (Mean) και στη συγκεκριμένη περίπτωση δίνεται από τον τύπο: $S^2 = \frac{\sum_{i=1}^{i=8460} (X_i - \bar{x})^2}{8459}$ ενώ η τυπική απόκλιση (Standard deviation) συμβολίζεται με S και είναι η τετραγωνική ρίζα της διακύμανσης. Οι διακύμανση και τυπική απόκλιση ποσοτικοποιούν τη μεταβλητότητα των παρατηρήσεων γύρω από το μέσο του δείγματος και συγκρίνοντας δύο ομάδες παρατηρήσεων, η μικρότερη τυπική απόκλιση αποτελεί ένδειξη περισσότερο ομοιογενών παρατηρήσεων και μικρότερης μεταβλητότητας. (Α.Σαχλάς & Μπερσίμης, 2017)

3.3.3 Μέτρα Μορφής

Τέλος, τα μέτρα μορφής (shape measures) της κατανομής των τιμών μιας μεταβλητής χαρακτηρίζουν τη μορφή της κατανομής.

Ο συντελεστής ασυμμετρίας (coefficient of skewness) για $n = 8460$ υπολογίζεται από τον τύπο:

$$b_1 = \frac{1}{8459} \frac{\sum_{i=1}^{n=8460} (X_i - \bar{x})^3}{S^3}$$

όπου αν $b_1 = 0$ τότε η κατανομή χαρακτηρίζεται συμμετρική.

αν $b_1 > 0$ τότε η κατανομή παρουσιάζει θετική ασυμμετρία

αν $b_1 < 0$ τότε η κατανομή παρουσιάζει αρνητική ασυμμετρία.

Ο συντελεστής κύρτωσης (coefficient of kurtosis) για $n=8460$ υπολογίζεται από τον τύπο:

$$b_2 = \frac{1}{8459} \frac{\sum_{i=1}^{n=8460} (X_i - \bar{x})^4}{S^4} - 3$$

όπου αν $b_2 = 0$ τότε η κατανομή χαρακτηρίζεται μεσόκυρτη.

αν $b_2 > 0$ τότε η κατανομή χαρακτηρίζεται ως πλατύκυρτη.

αν $b_2 < 0$ τότε η κατανομή χαρακτηρίζεται ως λεπτόκυρτη (Α.Σαχλάς & Μπερσίμης, 2017).

Συνεπώς με τον υπολογισμό και σχολιασμό των παραπάνω περιγραφικών μέτρων για το υπό μελέτη δείγμα, θα υπάρξει μια πρώτη κατανοητή εικόνα της μορφής, της διάταξης των τιμών και κεντρικής τάσης, της ανομοιογένειας και συνεπώς αβεβαιότητας των κατανομών των εξαρτημένων μεταβλητών PL_Damages και PD_Damages που θα επιτρέψει την εξαγωγή των πρώτων εμπειρικών συμπερασμάτων τόσο ξεχωριστά για τα έτη 2023 και 2024 αλλά και συνολικά.

3.4 Έλεγχος Κανονικότητας

Στη συνέχεια, θα εξεταστεί αν οι μεταβλητές ακολουθούν την κανονική κατανομή τόσο με τη βοήθεια των ήδη υπολογισμένων περιγραφικών μέτρων όσο και με γραφήματα και με τον έλεγχο κανονικότητας Kolmogorov Smirnov. Ο έλεγχος Kolmogorov Smirnov βασίζεται στη διαφορά της εμπειρικής συνάρτησης κατανομής των πραγματικών δεδομένων του δείγματος με την αναμενόμενη συνάρτηση κανονικής κατανομής η οποία έχει ως παραμέτρους τον μέσο όρο του δείγματος και την τυπική απόκλιση. Συνεπώς για να μην υπάρχει απόκλιση από την κανονική κατανομή θα πρέπει η εμπειρική συνάρτηση κατανομής να μην απέχει αρκετά αλλά να βρίσκεται κοντά στην αναμενόμενη (Α.Σαχλάς & Μπερσίμης, 2017). Αν αποφασιστεί απόκλιση από την κανονική κατανομή τότε αυτό σημαίνει ότι το πραγματικό μοντέλο απέχει σημαντικά από το υποτιθέμενο παραμετρικό μοντέλο και επομένως θα γίνει χρήση μη παραμετρικών τεχνικών και μεθόδων που βασίζονται σε μη παραμετρικά στατιστικά κριτήρια και στις αντίστοιχες στατιστικές συναρτήσεις και χαρακτηρίζονται από μεγάλη αποδοτικότητά κατά την εφαρμογή τους σε τέτοιες περιπτώσεις.

Είναι σημαντικό να αναφερθεί ότι η κανονική κατανομή αποτελεί τη σημαντικότερη και πιο γνωστή κατανομή της Θεωρίας Πιθανοτήτων και Στατιστικής καθώς αποτελεί το θεμέλιο και τη κατευθυντήρια γραμμή πάνω στα οποία οικοδομείται όλη η επιστημονική γνώση του κλάδου. Η κατανομή αυτή προέκυψε από τον Abraham de Moivre (1667-1754) ο οποίος οδηγήθηκε σε αυτήν μέσω της δυνωμικής κατανομής υπό τη προϋπόθεσή ότι το μέγεθος του δείγματος τείνει στο άπειρο. Η συνάρτηση πυκνότητας πιθανότητας της κανονικής κατανομής είναι συμμετρική γύρω από τη μέση τιμή όπου σε αυτή βρίσκεται και το μέγιστό της. Η κατανομή έχει σχήμα καμπάνας και το 99,7% περίπου του εμβαδού της κατανομής περιέχεται στο διάστημα $(\mu-3\sigma, \mu+3\sigma)$ (ΜΠΕΡΣΙΜΗΣ, ΡΑΚΙΤΖΗΣ, & ΣΑΧΛΑΣ, 2021).

3.5 Η ανάλυση στο στάδιο της φόρτωσης και ο έλεγχος Kruskal Wallis

Η ανάλυση στο στάδιο φόρτωσης περιορίζεται στον χαρακτηρισμό του λιμένα φόρτωσης ως στατιστικά σημαντικού ή όχι και στην ερμηνεία των αποτελεσμάτων. Ο περιορισμός αυτός έγκειται στη μη οικονομική υπόσταση των ζημιών φόρτωσης καθιστώντας την ανάλυση επαρκή.

Η διαδικασία της ανάλυσης των ζημιών κατά την φόρτωση ως προς τον παράγοντα λιμένας φόρτωσης διεξάγεται σε 3 βασικά βήματα. Βήμα πρώτο αποφασίζεται η χρήση μη παραμετρικών ελέγχων λόγω απόκλισης από την κανονική κατανομή. Βήμα δεύτερο διενεργείται έλεγχος ομοιογένειας Levene's Test για να εξεταστεί αν οι κατανομές για κάθε διαφορετική ομάδα που δημιουργούν οι διαφορετικές κατηγορίες του υπό εξέταση παράγοντα έχουν την ίδια μεταβλητότητα. Βήμα τρίτο εκτελείται ο μη παραμετρικός έλεγχος Kruskal-Wallis και σύμφωνα με το Levene's Test γίνεται σύγκριση μέσω των τάξεων και όχι διαμέσων.

Ο έλεγχος Kruskal-Wallis εφαρμόζεται στην περίπτωση που οι τιμές μιας μεταβλητής είναι τοποθετημένες σε k διαφορετικές και ανεξάρτητες πληθυσμιακές μονάδες και φυσικά όταν δεν ακολουθείται η κανονική κατανομή. Έχει ως μηδενική υπόθεση H_0 ότι τα k δείγματα που δημιουργούνται από τις k διαφορετικές κατηγορίες της ανεξάρτητης μεταβλητής προέρχονται από τον ίδιο πληθυσμό, ενώ ως H_1 ότι δεν προέρχονται από τον ίδιο πληθυσμό (Α.Σαχλός & Μπερσίμης, 2017) . Με τον τρόπο αυτό ελέγχουμε αν η ανεξάρτητη μεταβλητή είναι στατιστικά σημαντική, καθώς ελέγχεται αν ο παράγοντας προκαλεί διαφορές μεταξύ των ομάδων.

Ως βήμα τέταρτο εκτελείται Post-Hoc έλεγχος για όλους τους δυνατούς συνδυασμούς που δημιουργούνται από τις διαφορετικές κατηγορίες του παράγοντα προκειμένου να αποφασιστεί σε ποιες ομάδες οφείλεται η διαφορά (αν υπάρχει) στις μέσες τιμές. Στη συνέχεια, φιλτράρονται και απομονώνονται για σχολιασμό μόνο όσοι συγκρίνουν λιμάνια φόρτωσης για τα οποία ισχύει $N \geq 100$ στοχεύοντας στην εξαγωγή αξιόπιστων αποτελεσμάτων. Φυσικά, για λόγους πληρότητας, γίνεται κι ένας σύντομος σχολιασμός των αποτελεσμάτων του Kruskal-Wallis για λιμένες με $N < 100$, προτρέποντας όμως

την εταιρεία να συλλέξει δεδομένα από μελλοντικές φορτώσεις στα λιμάνια αυτά και ύστερα να προβεί στην εξαγωγή συμπερασμάτων. Τέλος, για την κατηγορία των λιμένων με $N \geq 100$, συνδυάζονται τα αποτελέσματα των ελέγχων Post Hoc και Kruskal Wallis προκειμένου να προκύψουν λιμένες με υψηλότερη και χαμηλότερη τάση εμφάνισης ζημιών και να προταθούν κατευθύνσεις για μελλοντικές δράσεις και πρωτοβουλίες.

3.6 Η ανάλυση στο στάδιο της εκφόρτωσης και η Αρνητική Διωνυμική Παλινδρόμηση

Ακολούθως, η ανάλυση κατευθύνεται στις ζημίες που καταγράφονται στο λιμάνι εκφόρτωσης και πραγματοποιείται με τη χρήση της αρνητικής διωνυμικής παλινδρόμησης τόσο για την ανάδειξη των στατιστικά σημαντικών παραγόντων όσο και για την ποσοτικοποίηση της επίδρασής τους στην πιθανότητα εμφάνισης ζημίας. Ο τρόπος αυτός επιλέγεται καθώς στόχος της θεωρίας παλινδρόμησης είναι η πρόβλεψη της εξαρτημένης μεταβλητής με βάση τα στοιχεία που υπάρχουν για τις ανεξάρτητες μεταβλητές ή χαρακτηριστικά όπως αλλιώς λέγονται (ΔΑΜΙΑΝΟΥ & ΚΟΥΤΡΑΣ, 2021). Συνεπώς, η αρνητική διωνυμική παλινδρόμηση είναι κατάλληλη στην ανάλυση που θα ακολουθήσει και ικανοποιεί τις προϋποθέσεις της αφού η εξαρτημένη μεταβλητή εκφράζει αριθμό περιστατικών (στη συγκεκριμένη περίπτωση ζημιογόνων) και τα δεδομένα παρουσιάζουν υπερδιασπορά (Lawless, 1987).

Αναλυτικότερα, για κάθε μία ανεξάρτητη μεταβλητή επιλέγεται μια κατηγορία αναφοράς με την οποία συγκρίνονται όλες οι υπόλοιπες κατηγορίες. Με τον τρόπο αυτόν εξετάζεται αν κάθε κατηγορία παρουσιάζει θετικό ή αρνητικό ρυθμό ζημιών σε σχέση με την κατηγορία αναφοράς, ενώ καθορίζεται για κάθε μία η ποσοτική επίδραση τους στην αύξηση ή μείωση αντίστοιχα του αναμενόμενου αριθμού ζημιών. Είναι σημαντικό να αναφερθεί ότι για κάθε παράγοντα ως κατηγορία αναφοράς επιλέχθηκε εκείνη με τον μεγαλύτερο αριθμό παρατηρήσεων. Εξαίρεση αποτελεί η περίπτωση του παράγοντα Μήνας καθώς επιλέχθηκε ο Απρίλιος λόγω του ότι θεωρείται ένας μέσος τυπικός μήνας που δεν χαρακτηρίζεται από ιδιαίτερη εποχικότητα.

Κεφάλαιο 4: Στατιστική Ανάλυση και Αποτελέσματα

Η ανάλυση που παρουσιάζεται στο υποκεφάλαιο 4.1 μέχρι το 4.4.1 βασίζεται στις κατευθύνσεις και τη μεθοδολογία των (Α.Σαχλός & Μπερσίμης, 2017).

4.1 PL Damages

4.1.1 Συνολική Ανάλυση Ετών 2023&2024

4.1.1.1 Περιγραφικά Μέτρα της Μεταβλητής PL_Damages για τα έτη 2023&2024

Πίνακας 1 Περιγραφικά μέτρα της Μεταβλητής PL_Damages 2023&2024

Descriptive Statistics											
	N	Range	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation	Variance	Skewness		Kurtosis	
	Statistic	Statistic	Statistic	Statistic	Statistic	Statistic	Statistic	Statistic	Std. Error	Statistic	Std. Error
PL DAMAGES	8460	415	0	415	4,42	10,770	115,983	10,522	,027	277,338	,053
N	8460										

Από τον Πίνακα 1 προκύπτει ότι το σύνολο των δεδομένων (N) που χρησιμοποιήθηκαν στην ανάλυση είναι 8460. Το εύρος των δεδομένων (Range) ισούται με 415 με μικρότερη παρατηρούμενη ζημία κατά τη φόρτωση το 0 υποδηλώνοντας ότι σε ορισμένες περιπτώσεις θαλάσσιας μεταφοράς δεν καταγράφηκαν ζημίες κατά τη φόρτωση ενώ μέγιστη τιμή είναι οι 415 ζημίες. Η μέση ζημία (Mean), δηλαδή ο μέσος όρος ζημιών είναι 4,42, η διακύμανση (Variance) είναι 115,983 ζημίες² και η τυπική απόκλιση ισούται με 10,770 ζημίες. Σε αντίθεση με τη διακύμανση, η τυπική απόκλιση εκφράζεται στις ίδιες μονάδες μέτρησης με τα δεδομένα που την καθιστά πιο εύκολα ερμηνεύσιμη και ως αποτέλεσμα να επιλέγεται εκείνη ως μέτρο απόκλισης των παρατηρήσεων από τον μέσο όρο. Τέλος, ο συντελεστής ασυμμετρίας (Skewness) ισούται με 10,522 υποδηλώνοντας ότι η κατανομή παρουσιάζει θετική ασυμμετρία με παρατεταμένη ανάπτυξη της δεξιάς ουράς της κατανομής ενώ ο συντελεστής κύρτωσης με τιμή 277,338 φανερώνει ότι πρόκειται για μία λεπτόκυρτη κατανομή το οποίο πρακτικά σημαίνει ότι το ποσοστό των παρατηρήσεων που βρίσκονται στο κέντρο της είναι μεγαλύτερο του αντίστοιχου ποσοστού της κανονικής κατανομής.

Πίνακας 2 Επιπλέον περιγραφικά μέτρα της μεταβλητής *PL_Damages 2023&2024* (Διάμεσος και Ποσοστημόρια)

Statistics

PL_DAMAGES		
N	Valid	8460
	Missing	0
Median		1,00
Mode		0
Percentiles	25	,00
	75	5,00

Από τον Πίνακα 2, προκύπτει ότι η διάμεσος της κατανομής (Median) είναι 1, από το οποίο συνεπάγεται ότι το 50% των παρατηρήσεων είναι μικρότερες ή ίσες με την τιμή αυτή. Επιπλέον, η επικρατούσα τιμή (Mode) είναι 0 δηλαδή αυτή είναι η τιμή της μεταβλητής με την μεγαλύτερη συχνότητα ενώ πρόκειται για μονοκόρυφη κατανομή καθώς το 0 αποτελεί τη μοναδική τιμή που εμφανίζεται με τόσο μεγάλη συχνότητα. Όσον αφορά τα ποσοστημόρια (Percentiles), το 1^ο ποσοστημόριο (Q1) ισούται με 0, το οποίο δηλώνει ότι το ένα τέταρτο των ζημιών στη φόρτωση είναι 0 και το 3^ο ποσοστημόριο (Q3) ισούται με 5 το οποίο εκφράζει με τη σειρά του ότι τα $\frac{3}{4}$ των ζημιών είναι μικρότερες ή ίσες του 5. Στην πράξη αυτό σημαίνει ότι, στο 75% των περιπτώσεων των καταγραφθέντων ζημιών κατά την φόρτωση στα έτη 2023 & 2024, δεν παρατηρείται υψηλότερος αριθμός ζημιών από τις 5.

Πίνακας 3 Περικομμένος Μέσος και 95% Διάστημα εμπιστοσύνης της μεταβλητής *PL_Damages 2023&2024*

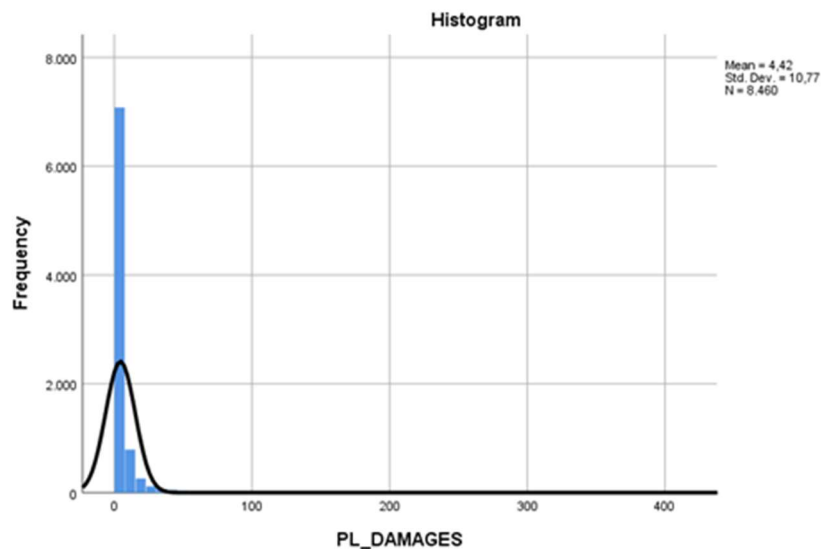
Descriptives				
			Statistic	Std. Error
PL_DAMAGES	Mean		4,42	,117
	95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound	4,19	
		Upper Bound	4,65	
	5% Trimmed Mean		2,75	

Από τον Πίνακα 3, παρατηρούμε ότι το 95% διάστημα εμπιστοσύνης για τον μέσο αριθμό ζημιών είναι το (4,19 , 4,65) το οποίο με απλά λόγια σημαίνει ότι με βεβαιότητα 95% ο μέσος αριθμός ζημιών κατά τη φόρτωση βρίσκεται μεταξύ του 4,19 και 4,65. Τέλος, ο περικομμένος μέσος, ο οποίος υπολογίζεται αφαιρώντας το 5% των μικρότερων και το 5% των μεγαλύτερων παρατηρήσεων και, επομένως λαμβάνοντας υπόψιν το 90% αυτών, είναι 2,75. Με τον υπολογισμό του περικομμένου μέσου έχουμε μια επιπλέον ένδειξη ασυμμετρίας λόγω του ότι διαφέρει αρκετά από τον μέσο που ισούται με 4,42 ζημίες.

4.1.1.2 Γραφικές Απεικονίσεις της Μεταβλητής PL_Damages για τα έτη 2023&2024

Στη συνέχεια, παρουσιάζεται η γραφική απεικόνιση της μεταβλητής. Από τον σχολιασμό των παραπάνω, αναμένουμε μια λεπτόκυρτη κατανομή με έντονη θετική ασυμμετρία η οποία φυσικά αποκλίνει έντονα από την κανονική κατανομή.

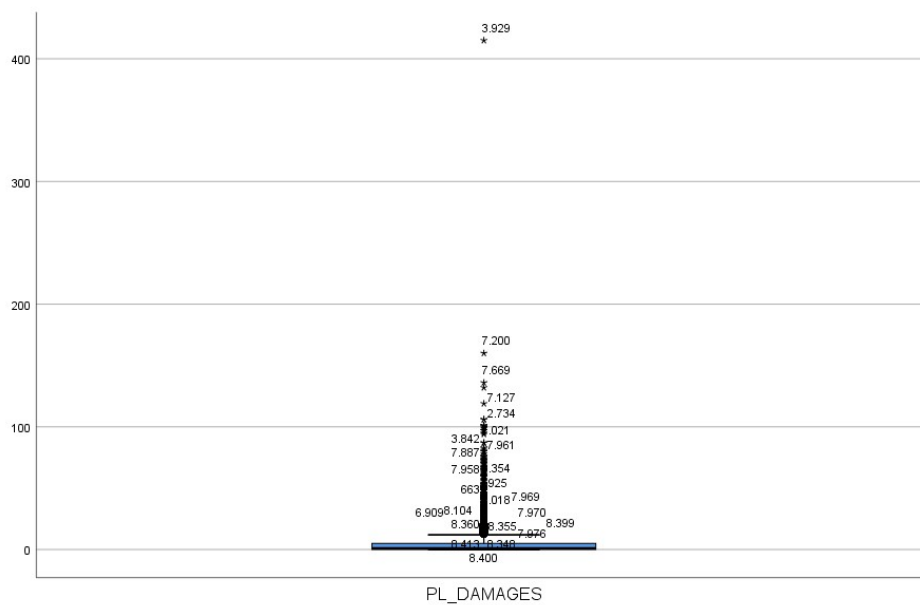
Γράφημα 1. Ιστόγραμμα της *PL_Damages 2023&2024*



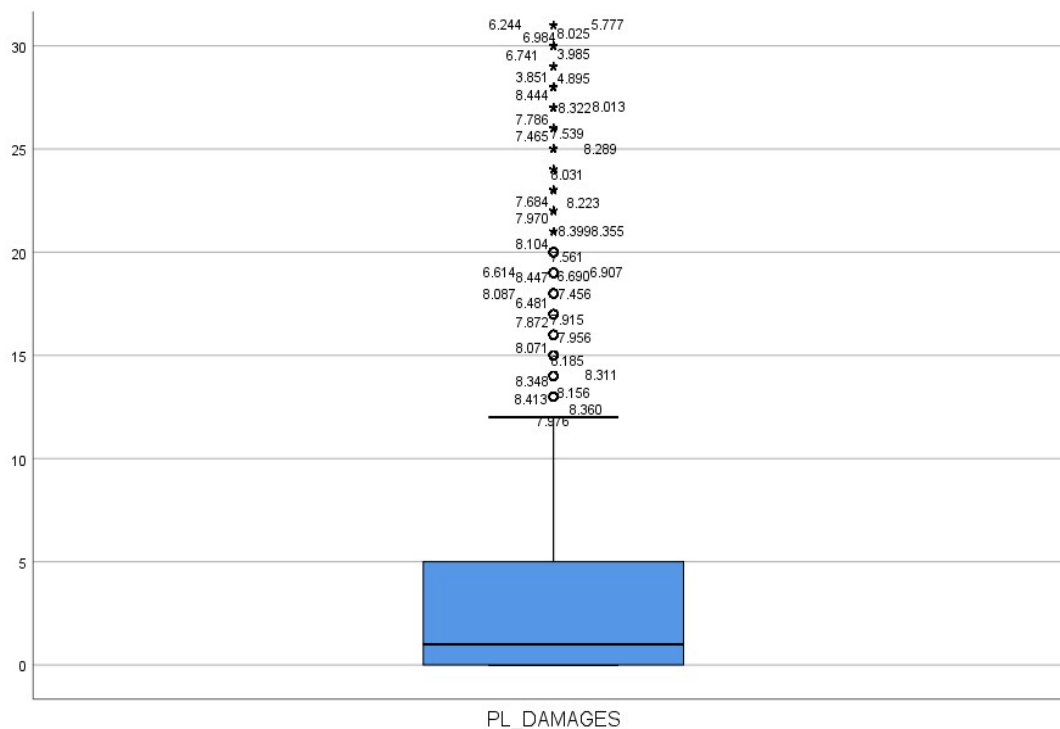
Από το παραπάνω γράφημα, επαληθεύεται ότι τα δεδομένα δεν ακολουθούν την κανονική κατανομή και ότι το μεγαλύτερο ποσοστό των τιμών των ζημιών ισούται με μηδέν λόγω της πολύ υψηλής κορυφής που εκδηλώνεται στο σημείο αυτό ενώ υπάρχει ένας μεγάλος αριθμός ακραίων τιμών ο οποίος εκτείνεται πέρα και από τις 400 ζημίες.

Επιχειρώντας την ταυτόχρονη και πιο λεπτομερή απεικόνιση της διαμέσου, του εύρους, των τεταρτημόριων και των ακραίων τιμών, ακολουθεί η κατασκευή του θηκογράμματος της μεταβλητής των ζημιών κατά τη φόρτωση.

Γράφημα 2. Θηκόγραμμα της μεταβλητής *PL_Damages 2023&2024*



Προκειμένου η απεικόνιση να διευκολύνει την ερμηνεία των αποτελεσμάτων, καθώς υπάρχει πολύ μεγάλο πλήθος ζημιών πέρα από τους φράκτες, το εύρος των τιμών περιορίζεται στις 30.



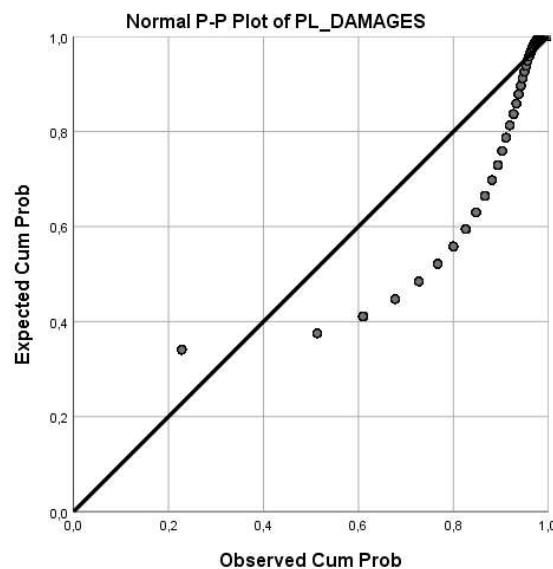
Το διάγραμμα έχει τη μορφή ενός ορθογώνιου παραλληλόγραμμου, το ύψος του οποίου αντιστοιχεί στο ενδοτεταρτημοριακό εύρος (IR) της κατανομής ($IR = Q3 - Q1 = 5 - 0 = 5$). Η κάτω οριζόντια πλευρά αντιστοιχεί στο 1^ο τεταρτημόριο ενώ η πάνω οριζόντια πλευρά στο 3ο τεταρτημόριο. Στο εσωτερικό του υπάρχει μία οριζόντια γραμμή η οποία αντιστοιχεί στη διάμεσο της κατανομής.

Οριζόντιες γραμμές οι οποίες ονομάζονται φράκτες φέρονται πέραν των δύο οριζόντιων πλευρών του παραλληλογράμμου σε αποστάσεις οι οποίες ισούνται το πολύ με 1,5 φορά το ενδοτεταρτημοριακό εύρος ($1,5 * 5 = 7,5$). Αν η μικρότερη ή η μεγαλύτερη τιμή της κατανομής βρίσκεται εντός των περιοχών αυτών, οι φράκτες συμπίπτουν με τις τιμές αυτές. Γι' αυτό, η μικρότερη τιμή της κατανομής που είναι το 0 συμπίπτει με τον κάτω φράκτη. Ωστόσο, για τον άνω φράκτη, αυτό δεν συμβαίνει. Συγκεκριμένα, η τιμή του είναι $Q3 + 1,5 * IR = 5 + (1,5 * 5) = 12,5$ το οποίο, φυσικά, επαληθεύεται και από το σχήμα. Επιπλέον, οι τιμές που βρίσκονται εκτός των περιοχών που ορίζουν οι φράκτες ονομάζονται παράτυπα σημεία (outliers). Αναλυτικότερα, εάν βρίσκονται σε απόσταση $[Q3 + 1,5 * IR, Q3 + 3 * IR] \rightarrow [5 + (1,5 * 5), 5 + (3 * 5)] \rightarrow [12,5, 20]$ συμβολίζονται με ο ενώ πάνω από την τιμή 20 συμβολίζονται με *.

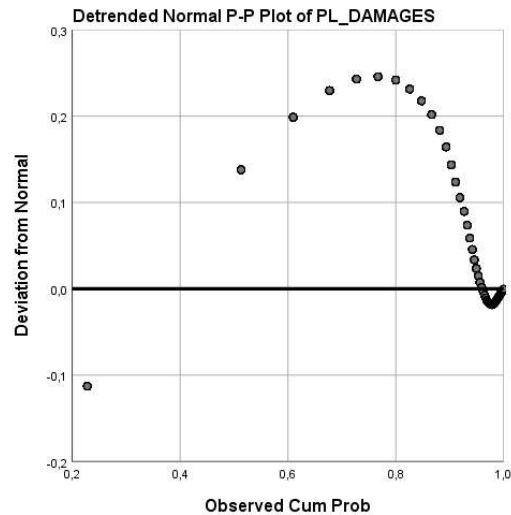
Ωστόσο, ανατρέχοντας στα δεδομένα μου, υπάρχουν 379 παρατηρήσεις που έχουν τιμή στο διάστημα $[12,5, 20]$ ενώ στο θηκόγραμμα αποτυπώνονται οχτώ ο. Αυτό συμβαίνει διότι το θηκόγραμμα εκφράζει με ο κάθε μοναδική τιμή αγνοώντας τα διπλότυπα. Πάνω από την τιμή 20, παρουσιάζονται τα extreme values τα οποία είναι συγκεκριμένα 407 το οποίο φυσικά δικαιολογεί τον μεγάλο συντελεστή ασυμμετρίας και την βαριά δεξιά ουρά που έχουν ήδη διαπιστωθεί.

Για να ολοκληρωθεί η γραφική απεικόνιση της μεταβλητής, ακολουθεί το διάγραμμα PP-Plot.

Γράφημα 3. PP-PLOT της *PL_Damages 2023&2024*



Από το διάγραμμα παρατηρείται ότι οι τιμές της μεταβλητής δεν βρίσκονται κοντά στη διαγώνιο με μόνο προς το τέλος να υπάρχει ένας βαθμός σύγκλισης το οποίο επιβεβαιώνει ξανά την ύπαρξη μη κανονικής κατανομής.



Από το διάγραμμα Detrended Normal PP-Plot, παρατηρούνται οι αποκλίσεις μεταξύ των παρατηρημένων τιμών της μεταβλητής και των αναμενόμενων τιμών μιας κανονικής κατανομής. Αν η κατανομή ήταν κανονική, θα έπρεπε τα σημεία να είναι συγκεντρωμένα σε μια ζώνη γύρω από το 0 χωρίς να ακολουθούν κάποιο πρότυπο-μοτίβο. Αντίθετα, στη συγκεκριμένη περίπτωση τα σημεία είναι μακριά από την $Y=0$ και εμφανίζουν ένα μοτίβο καμπύλης ενώ καθώς ανεβαίνουν πάνω από το 0, φτάνουν σε μέγιστη απόκλιση και έπειτα υποχωρούν για να καταλήξουν στο τέλος απότομα κάτω από το 0.

4.1.1.3 Έλεγχος Κανονικότητας Kolmogorov Smirnov της PL_Damages για τα έτη 2023&2024

Τέλος, η μηδενική υπόθεση της κανονικότητας (H_0) μπορεί να απορριφθεί και με τη χρήση του στατιστικού ελέγχου Kolmogorov-Smirnov.

Πίνακας 4 Έλεγχος Kolmogorov -Smirnov της PL_Damages 2023&2024

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test		PL_DAMAGES
N		8460
Normal Parameters ^{a,b}	Mean	4,42
	Std. Deviation	10,770
Most Extreme Differences	Absolute	,341
	Positive	,265
	Negative	-,341
Test Statistic		,341
Asymp. Sig. (2-tailed)		,000 ^c

Από τον Πίνακα 4, παρατηρούμε ότι $p\text{-value}=0 < 0.05$ και απορρίπτουμε τη μηδενική υπόθεση κανονικότητας. Αφού μάλιστα $p\text{-value} < 0,01$, συμπεραίνουμε ότι υπάρχουν αναμφισβήτητα τεκμήρια απόρριψης της κανονικότητας.

Σε συνέχεια της συνολικής εξέτασης της μεταβλητής PL_Damages για τα έτη 2023&2024, ακολουθεί μεμονωμένη ανάλυση της μεταβλητής για κάθε έτος ξεχωριστά, έτσι ώστε να εντοπιστεί η ύπαρξη στατιστικά σημαντικών αλλαγών μεταξύ των ετών και για τη διαμόρφωση ακριβούς εικόνας που θα βοηθήσει την εταιρεία να εξάγει αξιόπιστα και πιο ακριβή συμπεράσματα.

4.1.2 Ανάλυση ανά έτος

4.1.2.1 Περιγραφικά Μέτρα της μεταβλητής PL_Damages για το έτος 2023

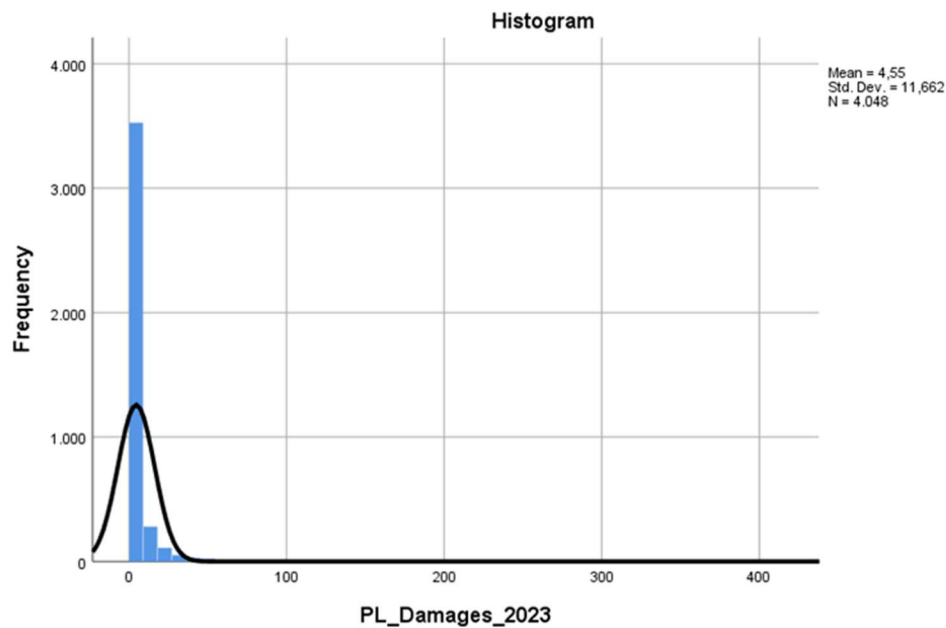
Πίνακας 5 Περιγραφικά Μέτρα της μεταβλητής PL_Damages 2023

Descriptive Statistics										
	N	Range	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation	Skewness		Kurtosis	
	Statistic	Statistic	Statistic	Statistic	Statistic	Statistic	Statistic	Std. Error	Statistic	Std. Error
PL_Damages_2023	4048	415	0	415	4,55	11,662	13,433	,038	392,156	,077
Valid N (listwise)	4048									

Από τον Πίνακα 5 προκύπτει ότι υπάρχουν 4048 παρατηρήσεις στο σύνολο. Το εύρος ισούται με την τιμή 415, με μικρότερη τιμή το 0 και μεγαλύτερη τιμή το 415. Η τυπική απόκλιση ισούται με 11,662 και υπολογίζοντας τον συντελεστή μεταβλητότητας $CV = 11,662/4,55 = 2,56 >> 0,1$, προκύπτει ότι πρόκειται για ανομοιογενείς με έντονη μεταβλητότητα παρατηρήσεις και μεγάλη αβεβαιότητα, κάτι το οποίο πρακτικά σημαίνει ότι τα δεδομένα ακολουθούν μια χαοτική συμπεριφορά και επομένως δεν μπορούν να προβλεφθούν. Ακόμη, ο συντελεστής ασυμμετρίας ισούται με 13,433 φανερώνοντας θετική ασυμμετρία με βαριά δεξιά ουρά και συντελεστή κύρτωσης με τιμή 392,156 που εκφράζει και σ' αυτή την περίπτωση μια λεπτόκυρτη κατανομή. Συνεπώς από τα παραπάνω προκύπτει, η απόκλιση από την κανονική κατανομή.

4.1.2.2 Γραφική Απεικόνιση της Μεταβλητής PL_Damages για το έτος 2023

Γράφημα 4. Ιστόγραμμα της Μεταβλητής PL_Damages 2023



Από το Ιστόγραμμα, παρατηρούμε ότι η εικόνα του έτους 2023 είναι συγκριτικά παρόμοια με την συνολική εικόνα των ετών 2023-2024 με μία υψηλή κορυφή στο 0 και μια βαριά δεξιά ουρά. Μια μικρή διαφορά παρατηρείται στις τιμές των μέσων και της τυπικής απόκλισης, καθώς στην μεμονωμένη περίπτωση είναι λίγο μεγαλύτερες, το οποίο δείχνει λίγο περισσότερες ζημιές και λίγο πιο διασκορπισμένες.

4.1.2.3 Περιγραφικά Μέτρα της μεταβλητής PL_Damages για το έτος 2024

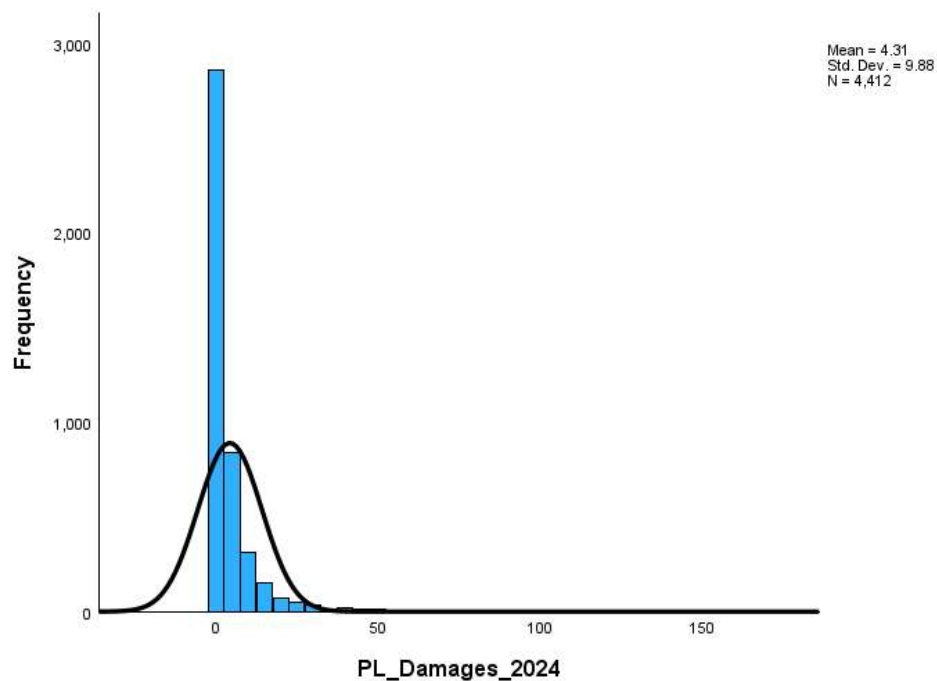
Πίνακας 6 Περιγραφικά Μέτρα της μεταβλητής PL_Damages 2024

Descriptive Statistics										
	N	Range	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation	Skewness		Kurtosis	
	Statistic	Statistic	Statistic	Statistic	Statistic	Statistic	Statistic	Std. Error	Statistic	Std. Error
PL_Damages	4412	160	0	160	4,31	9,880	5,857	,037	51,950	,074
Valid N	4412									

Από τον Πίνακα 6 προκύπτει ότι υπάρχουν 4412 παρατηρήσεις στο σύνολο. Το εύρος ισούται με την τιμή 160 με μικρότερη τιμή το 0 και μεγαλύτερη τιμή το 160. Ο μέσος αριθμός ζημιών είναι 4,31, η τυπική απόκλιση είναι 9,880 και υπολογίζοντας τον συντελεστή μεταβλητότητας $CV = 9,880/4,31 = 2,29 >> 0,1$ προκύπτει και σ' αυτή την περίπτωση ότι πρόκειται για ανομοιογενείς με μεγάλη μεταβλητότητα παρατηρήσεις και μεγάλη αβεβαιότητα. Επιπλέον, ο συντελεστής ασυμμετρίας ισούται με 5,857 φανερώνοντας θετική ασυμμετρία με βαριά δεξιά ουρά και ο συντελεστής κύρτωσης με 51,950 που εκφράζει μια λεπτόκυρτη κατανομή. Συνεπώς και στη μεμονωμένη περίπτωση του έτους 2024, προκύπτει απόκλιση από την κανονική κατανομή.

4.1.2.4 Γραφική Απεικόνιση της Μεταβλητής PL_Damages για το έτος 2024

Γράφημα 5. Ιστόγραμμα της Μεταβλητής PL_Damages 2024



Από το παραπάνω ιστόγραμμα παρατηρούμε ότι, συγκριτικά με το έτος 2023 και την συνολική εικόνα του 2023&2024, μικρότερη τυπική απόκλιση και εύρος των παρατηρήσεων και επομένως μικρότερη μεταβλητότητα και λίγο μικρότερο μέσο όρο ζημιών. Ωστόσο, η πολύ μεγάλη ασυμμετρία είναι εμφανής και σε αυτή την περίπτωση.

4.1.3. Συγκεντρωτικός Πίνακας PL_Damages

Παρακάτω παρατίθεται συγκεντρωτικός Πίνακας 7 ο οποίος παρουσιάζει τα παραπάνω αποτελέσματα για να διευκολυνθεί η συγκριτική ανάλυση.

Πίνακας 7 Συγκεντρωτικός Πίνακας PL_Damages.

Έτη	Μέσος Όρος	Εύρος	Τυπική Απόκλιση	Ασυμετρία	Κύρτωση
2023 & 2024	4,42	415	10,77	10,522	277,338
2023	4,55	415	11,662	13,433	392,156
2024	4,31	160	9,88	5,857	51,95

Παρατηρούμε ότι, ο μέσος όρος ζημιών κατά τη φόρτωση διατηρείται σταθερός και περίπου ίσος με 4,4. Αυτό υποδηλώνει ότι η εταιρεία σε γενικές γραμμές λειτουργεί σταθερά αλλά υπάρχουν αρκετά υψηλού ρίσκου περιστατικά τα οποία θέτουν την εταιρεία σε μεγάλο οικονομικό κόστος, λειτουργική αστάθεια και δυσφήμιση. Μάλιστα, τα περιστατικά αυτά ήταν πιο έντονα το έτος 2023. Συνεπώς, η εταιρεία πρέπει να επενδύσει πόρους πρωτίστως στην πρόληψη και ύστερα στη διαχείριση των περιστατικών αυτών που κάνουν την εμφάνιση ζημιών μη προβλέψιμη και μη ελέγξιμη.

4.2 PD Damages

4.2.1 Συνολική Ανάλυση Ετών 2023&2024

4.2.1.1 Περιγραφικά Μέτρα της Μεταβλητής PD_Damages για τα έτη 2023&2024

Πίνακας 8 Περιγραφικά Μέτρα της Μεταβλητής PD_Damages 2023&2024

Descriptive Statistics										
	N Statistic	Range Statistic	Minimum Statistic	Maximum Statistic	Mean Statistic	Std. Deviation Statistic	Skewness		Kurtosis	
							Statistic	Std. Error	Statistic	Std. Error
PD_Damages	8460	35	0	35	,83	2,020	5,722	,027	54,257	,053
Valid N (listwise)	8460									

Από τον Πίνακα 8, παρατηρούμε ότι το εύρος των δεδομένων ισούται με την τιμή 35 με μικρότερη τιμή 0 υποδηλώνοντας ότι σε ορισμένες περιπτώσεις θαλάσσιας μεταφοράς δεν καταγράφηκαν ζημιές κατά την εκφόρτωσης ενώ μέγιστη τιμή είναι οι 35 ζημιές. Ο μέσος αριθμός ζημιών είναι 0,83, η τυπική απόκλιση 2,020 και ο Συντελεστής μεταβλητότητας $CV = 2,020/0,83=2,433735 >>0,1$ άρα πρόκειται ξανά για ανομοιογενείς με έντονη μεταβλητότητα παρατηρήσεις και μεγάλη αβεβαιότητα το οποίο πρακτικά υποδηλώνει χαοτική συμπεριφορά των δεδομένων. Επιπλέον, ο

συντελεστής ασυμμετρίας ισούται με 5,722 φανερώνοντας θετική ασυμμετρία με παρατεταμένη δεξιά ουρά και ο συντελεστής κύρτωσης με 54,257 που εκφράζει και σ' αυτήν την περίπτωση μια λεπτόκυρτη κατανομή. Ως αποτέλεσμα, απορρίπτεται το ενδεχόμενο τα δεδομένα να ακολουθούν την κανονική κατανομή.

Πίνακας 9 Επιπλέον περιγραφικά μέτρα της μεταβλητής PD_Damages 2023&2024(Διάμεσος και Ποσοστημόρια)

Statistics

PD_Damages

N	Valid	8460
	Missing	0
Median		,00
Mode		0
Sum		6981
Percentiles	25	,00
	75	1,00

Από τον Πίνακα 9, προκύπτει ότι η διάμεσος της κατανομής, η επικρατούσα τιμή και το πρώτο τεταρτημόριο ισούνται με 0 ενώ το τρίτο τεταρτημόριο με 1. Επομένως, στο 75% των περιπτώσεων των καταγραφθέντων ζημιών κατά την εκφόρτωση στα έτη 2023& 2024, δεν παρατηρείται υψηλότερος αριθμός από τη 1 ζημία.

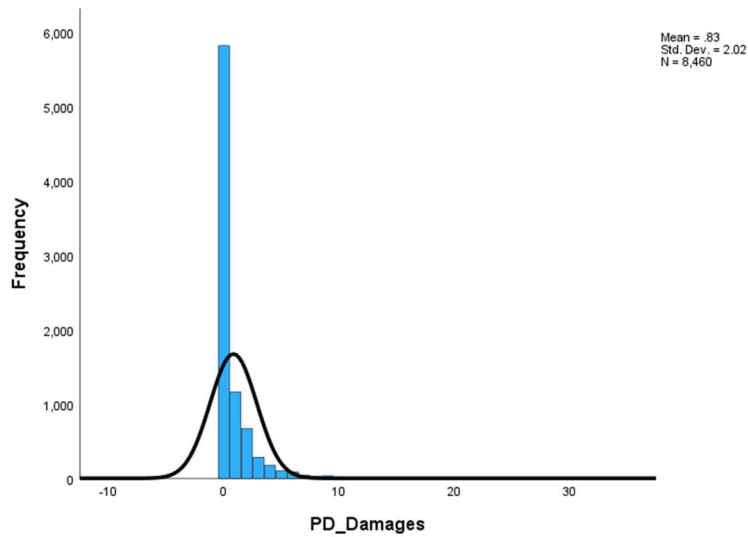
Πίνακας 10 Περικομμένος Μέσος και 95% Διαστήματα εμπιστοσύνης της μεταβλητής PD_Damages 2023&2024

Descriptives		Statistic	Std. Error
PD_Damages	Mean	,83	,022
	95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound	,78
		Upper Bound	,87
	5% Trimmed Mean	,50	

Από τον Πίνακα 10, παρατηρούμε ότι το 95% εμπιστοσύνης για το μέσο αριθμό ζημιών είναι το (0,78 , 0,87) το οποίο με απλά λόγια σημαίνει ότι με βεβαιότητα 95% ο μέσος αριθμός ζημιών κατά την εκφόρτωση βρίσκεται μεταξύ του 0,78 και του 0,87. Τέλος, ο περικομμένος μέσος είναι 0,50 ο οποίος δεν παρουσιάζει πολύ μεγάλη διαφορά από τον μέσο και εσφαλμένα θα μπορούσε να θεωρηθεί ότι είναι δείκτης μη έντονης ασυμμετρίας, το οποίο έρχεται σε αντίθεση με τον υψηλό δείκτη ασυμμετρίας που εντοπίστηκε στον Πίνακα 9. Η φαινομενική σύγχυση που δημιουργείται αίρεται από την ερμηνεία που δόθηκε κατά τον υπολογισμό του 3^{ου} τεταρτημόριου Q3. Λόγω του ότι, η κύρια μάζα των δεδομένων βρίσκεται μεταξύ του 0 και του 1, η διαφορά 0,50 του περικομμένου με τον μέσο είναι μεγάλη και στατιστικά σημαντική, το οποίο δικαιολογεί τη μεγάλη ασυμμετρία που διαπιστώθηκε από τον παραπάνω πίνακα.

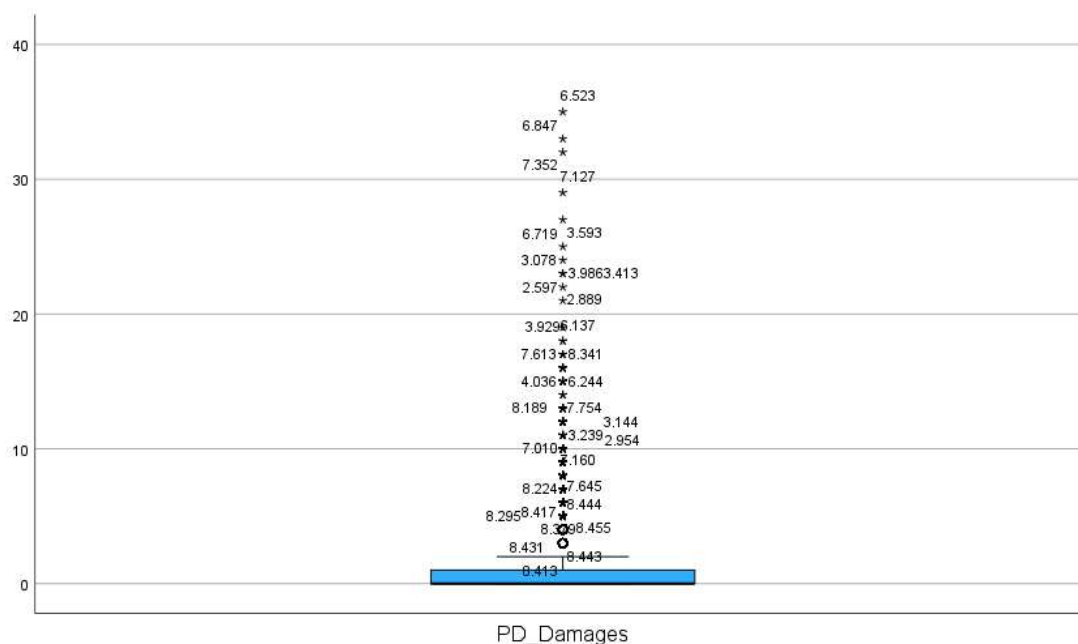
4.2.1.2 Γραφικές Απεικονίσεις της Μεταβλητής PD_Damages για τα έτη 2023&2024

Γράφημα 6. Ιστόγραμμα της PD_Damages 2023&2024



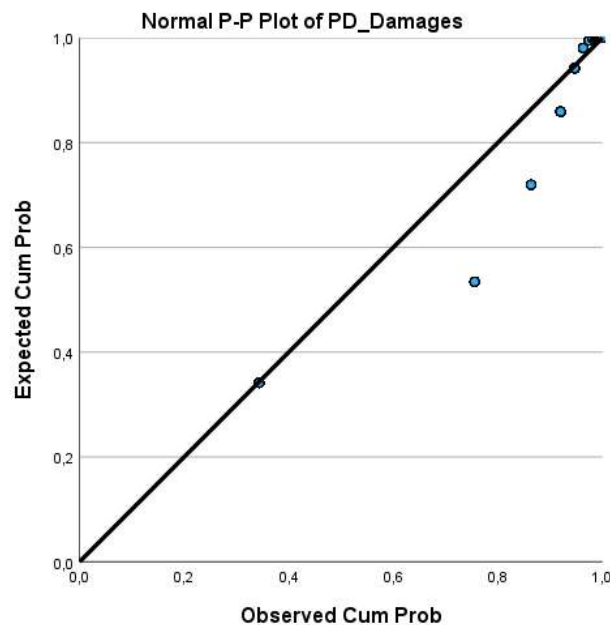
Από το Ιστόγραμμα προκύπτει ότι πρόκειται για λεπτόκυρτη κατανομή με βαριά δεξιά ουρά που εκτείνεται μέχρι την τιμή 35 και μια υψηλή κορυφή στο 0 επαληθεύοντας τα άνω ευρήματα και συμπεράσματα.

Γράφημα 7. Θηκόγραμμα της PD_Damages 2023&2024

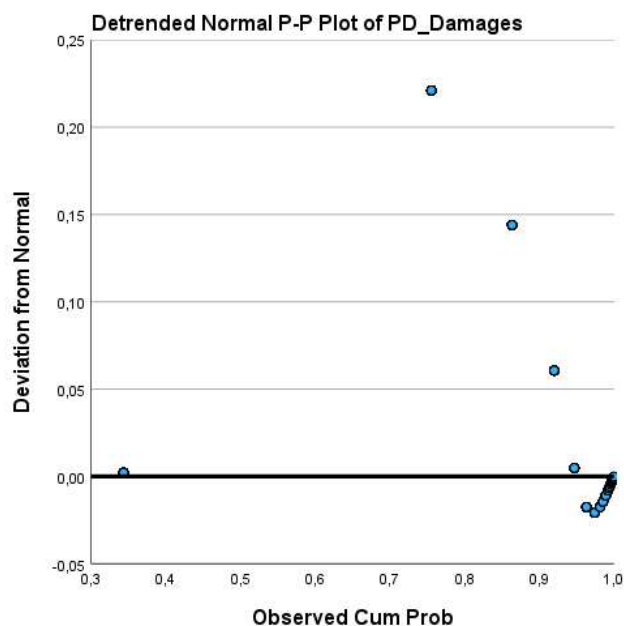


Λόγω του ότι η διάμεσος και το 1^ο τεταρτημόριο ταυτίζονται και ισούνται με 0, το κάτω άκρο του ορθογώνιου παραλληλογράμμου αναπαριστά τόσο τη διάμεσο όσο και το Q1. Ο κάτω φράκτης ισούται με την τιμή 0 ($\max(0, 0-1,5)$), και ο άνω φράκτης με 2,5 ($\min(35, 1+1,5(1))=2,5$). Σχετικά με τα outliers, βρίσκονται εντός της περιοχής $[1+1.5, 1+3]=[2.5, 4]$ και συμβολίζονται με ο. Ανατρέχοντας στα δεδομένα, υπάρχουν 459 στο πλήθος απομακρυσμένες τιμές αλλά αγνοώντας τα διπλότυπα προκύπτουν 2 μοναδικές ζημίες οι οποίες αντιστοιχούν στις τιμές 3 και 4 και γι' αυτό παρατηρούνται στο θηκόγραμμα δυο ο αντίστοιχα. Ακόμη πάνω από την τιμή 4, υπάρχουν οι ακραίες τιμές οι οποίες στα δεδομένα είναι 363 στο πλήθος αλλά λαμβάνοντας υπόψιν μόνο τις μοναδικές είναι 25 οι οποίες σημειώνονται στο γράφημα με 25*.

Γράφημα 8. *PP-Plot της PD_Damages 2023&2024*



Με βάση το διάγραμμα (Normal PP-PLOT) ,από το σημείο 0,6 μέχρι το 0,8 οι παρατηρήσεις δεν βρίσκονται κοντά στη διαγώνιο ενώ από το σημείο 0,9 και άνω <<πέφτουν>> πάνω στη διαγώνιο. Αυτό πρακτικά σημαίνει ότι από το 90ο ποσοστημόριο και άνω (δηλαδή το άνω 10% των παρατηρήσεων) ευθυγραμμίζεται με το κανονικό μοντέλο υποδηλώνοντας μια σχετική συμφωνία αλλά όχι ταύτιση αλλά μόνο γι' αυτό το <<τμήμα >> της κατανομής.



Στο δεύτερο διάγραμμα (Detrended Normal PP-Plot), αν η κατανομή ήταν κανονική, τα σημεία θα έπρεπε να ήταν διάσπαρτα κατανεμημένα γύρω από το 0. Στην προκειμένη όμως περίπτωση παρατηρείται ότι λίγα σημεία είναι πάνω από 0 ανέρχονται, φτάνουν στη μέγιστη απόκλιση και συγκεντρώνονται έπειτα κάτω από το 0 με πολύ μεγάλη συχνότητα. Αυτό είναι ένδειξη βαριάς δεξιάς ουράς και φυσικά απόκλισης από την κανονικότητα.

4.2.2 Ανάλυση ανά έτος

4.2.2.1 Περιγραφικά Μέτρα της μεταβλητής PD_Damages για το έτος 2023

Πίνακας 11 Περιγραφικά Μέτρα της μεταβλητής PD_Damages 2023

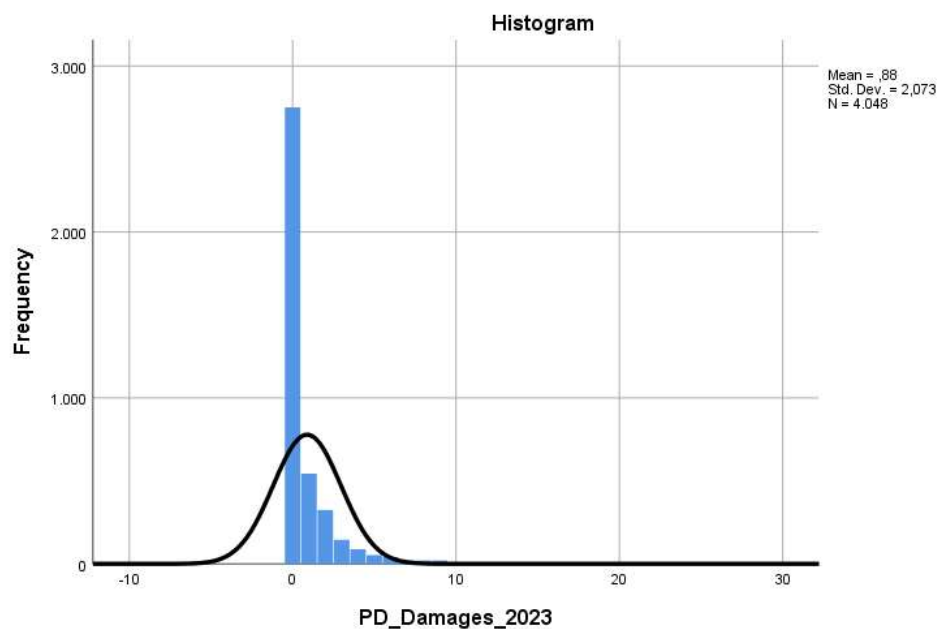
Descriptive Statistics										
	N	Range	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation	Skewness	Kurtosis		
	Statistic	Statistic	Statistic	Statistic	Statistic	Statistic	Statistic	Std. Error	Statistic	Std. Error
PD_Damages_2023	4048	27	0	27	,88	2,073	4,758	,038	33,610	,077
Valid N	4048									

Από τον παραπάνω πίνακα, το εύρος ισούται με την τιμή 27, με μικρότερη τιμή το 0 και μεγαλύτερη τιμή το 27. Ο μέσος ισούται με 0,88, η τυπική απόκλιση ισούται με 2,073, ο συντελεστής μεταβλητότητας CV υπολογίζεται ως $2,073/0,88=3,1 \gg 0,1$ και ο συντελεστής ασυμμετρίας και κύρτωσης 4,758 και 33,610 αντίστοιχα φανερώνοντας ξανά μια λεπτόκυρτη κατανομή με θετική ασυμμετρία, βαριά δεξιά ουρά και μεγάλη αβεβαιότητα.

4.2.2.2 Γραφική Απεικόνιση της Μεταβλητής PD_Damages για το έτος 2023

Για λόγους πληρότητας παρατίθεται και το ιστόγραμμα της μεταβλητής το οποίο επαληθεύει τα άνω αποτελέσματα.

Γράφημα 9. Ιστόγραμμα της μεταβλητής PD_Damages 2023



4.2.2.3 Περιγραφικά Μέτρα της μεταβλητής PD_Damages για το έτος 2024

Πίνακας 12 Περιγραφικά Μέτρα της μεταβλητής PD_Damages 2024

Descriptive Statistics

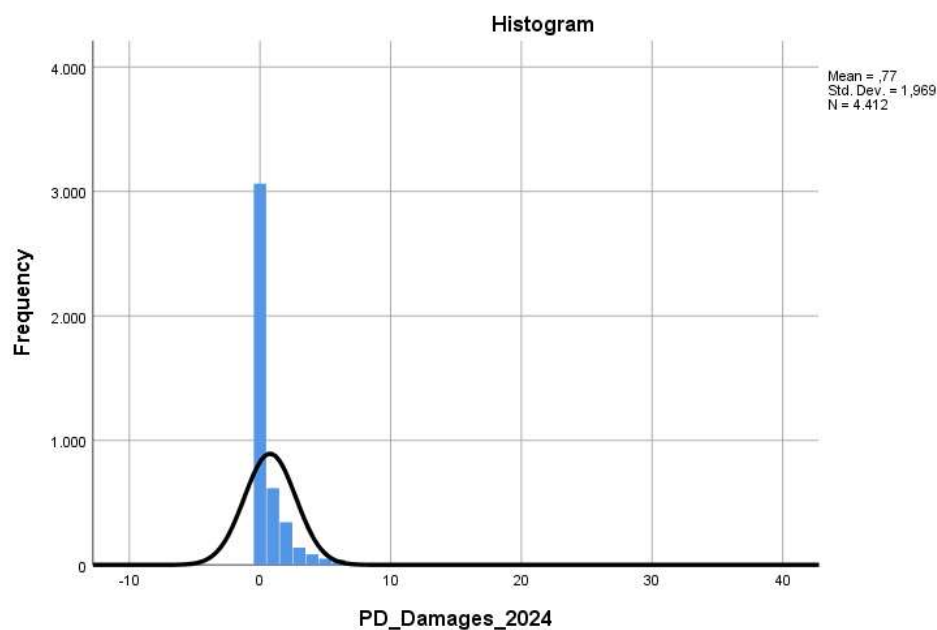
	N	Range	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation	Skewness		Kurtosis	
	Statistic	Statistic	Statistic	Statistic	Statistic	Statistic	Statistic	Std. Error	Statistic	Std. Error
PD_Damages_2024	4412	35	0	35	,77	1,969	6,748	,037	77,558	,074
Valid N (listwise)	4412									

Από τον Πίνακα 12, το εύρος ισούται με την τιμή 35, με μικρότερη τιμή το 0 και μεγαλύτερη τιμή το 35. Ο μέσος ισούται με 0,77, η τυπική απόκλιση ισούται με 1,969, ο συντελεστής μεταβλητότητας CV υπολογίζεται ως $1,969/0,77=2,56 \gg 0,1$ και ο συντελεστής ασυμμετρίας και κύρτωσης 6,748 και 77,558 αντίστοιχα φανερώνοντας ξανά μια λεπτόκυρτη κατανομή με θετική ασυμμετρία, βαριά δεξιά ουρά και μεγάλη αβεβαιότητα.

4.2.2.4 Γραφική Απεικόνιση της Μεταβλητής PD_Damages για το έτος 2024

Για λόγους πληρότητας παρατίθεται και το ιστόγραμμα της μεταβλητής το οποίο επαληθεύει τα άνω αποτελέσματα.

Γράφημα 10. Ιστόγραμμα της Μεταβλητής PD_Damages 2024



4.2.3 Συγκεντρωτικός Πίνακας PD_Damages

Παρακάτω παρατίθεται συγκεντρωτικός Πίνακας 13 ο οποίος παρουσιάζει τα παραπάνω αποτελέσματα για να διευκολυνθεί η συγκριτική ανάλυση.

Πίνακας 13 Συγκεντρωτικός Πίνακας PD_Damages

Έτη	Μέσος Όρος	Ευρος	Τυπική Αποκλιση	Ασυμετρία	Κύρτωση
2023&2024	0,83	35	2,02	5,722	54,257
2023	0,88	27	2,073	4,758	33,61
2024	0,77	35	1,969	6,748	77,558

Το 2023 καταγράφηκαν περισσότερες ζημιές κατά μέσο όρο με μεγαλύτερη διασπορά των δεδομένων (λόγω της μεγαλύτερης τυπικής απόκλισης) αλλά μικρότερο εύρος τιμών και μικρότερη ασυμμετρία . Αυτό συμβαίνει λόγω του ότι, το εύρος μετράει απλώς τη διαφορά ανάμεσα στη μικρότερη και μεγαλύτερη τιμή ενώ η τυπική απόκλιση μετρά το πόσο τα δεδομένα είναι διασκορπισμένα γύρω από τον μέσο. Συνεπώς, το μικρότερο εύρος υποδηλώνει ότι δεν υπάρχουν τόσο ακραίες μέγιστες τιμές που <<τραβούν>> την κατανομή τόσο πολύ δεξιά δηλαδή η κατανομή δεν φτάνει τόσο μακριά σε απόλυτους αριθμούς όπως φαίνεται και από τη μικρότερη δεξιά ασυμμετρία. Για το έτος όμως 2023, υπάρχει μεγαλύτερη τυπική απόκλιση και διασπορά που σημαίνει ότι περισσότερες τιμές συνολικά είναι πιο σκορπισμένες γύρω από το μέσο και ότι δεν είναι συγκεντρωμένες κοντά του. Αντίθετα για το έτος 2024, παρατηρείται μικρότερος μέσος όρος ζημιών και διασπορά αλλά πολύ πιο έντονη ασυμμετρία και μεγαλύτερο εύρος. Επομένως, υπάρχει μικρότερη απόκλιση γύρω από το μέσο αλλά μεγαλύτερες σε τιμή ακραίες τιμές.

Επιχειρώντας να προσδιοριστεί το καλύτερο έτος ανάμεσα στα έτη 2023 & 2024, δεν υπάρχει ξεκάθαρη απάντηση αλλά εξαρτάται από το αν η εταιρεία δίνει μεγαλύτερη έμφαση στο χαμηλότερο κόστος ή στη χαμηλότερη αβεβαιότητα. Συγκεκριμένα, αν δίνεται μεγαλύτερη έμφαση στη σταθερότητα και στην αποφυγή της αβεβαιότητας που προκύπτει από τα ακραία μεμονωμένα περιστατικά τότε το έτος 2023 φαίνεται καλύτερο λόγω του μικρότερου αριθμού σε πλήθος μεμονωμένων ακραίων περιστατικών. Αντίθετα, το 2024 θεωρείται καλύτερο όταν δίνεται μεγαλύτερη έμφαση στο χαμηλότερο κόστος ζημιών (χαμηλότερος μέσος) και στην καλύτερη λειτουργία των διαδικασιών καθώς οι ζημιές είναι περισσότερο συγκεντρωμένες γύρω από το 0 (μικρότερη τυπική απόκλιση) αλλά υπήρξαν κάποιες ζημιές με πολύ υψηλό κόστος. Επομένως, οι διαδικασίες εκφόρτωσης λειτούργησαν καλύτερα σε σύγκριση με το 2023 εκτός από κάποιες μεμονωμένες περιπτώσεις που ξέφυγαν και ξεπέρασαν σε κόστος τις ακραίες τιμές του 2023 δημιουργώντας μεγαλύτερο εύρος και ασυμμετρία.

4.3 Συγκεντρωτικός Πίνακας PL_Damages και PD_Damages 2023&2024

Στη συνέχεια, στον Πίνακα 14, συγκρίνονται τα ευρήματα του PL_Damages και PD_Damages 2023 & 2024, με στόχο να εντοπιστεί η φάση με τον υψηλότερο μέσο ζημιών και την μεγαλύτερη αβεβαιότητα.

Πίνακας 14 Συγκεντρωτικός Πίνακας PL_Damages και PD_Damages 2023&2024.

Έτη	Μέσος Όρος	Εύρος	Τυπική Απόκλιση	Ασυμμετρία	Κύρτωση
PL 2023 & 2024	4,42	415	10,77	10,522	277,338
PD 2023&2024	0,83	35	2,02	5,722	54,257

Όπως εύκολα προκύπτει από τον παραπάνω Πίνακα, η φάση με τον υψηλότερο μέσο ζημιών και με την μεγαλύτερη αβεβαιότητα, είναι η διαδικασία της φόρτωσης. Ακόμη, οι τυπικές αποκλίσεις διαφέρουν σε μεγάλο βαθμό και συγκεκριμένα κατά 8,75 μονάδες επομένως με ασφάλεια μπορεί να ειπωθεί ότι η φάση φόρτωσης ενέχει μεγαλύτερο ρίσκο από τη φάση εκφόρτωσης. Το εύρημα αυτό ευθυγραμμίζεται με την ανάλυση του (Kaptan, 2022), ο οποίος διαπιστώνει τη μεγάλη συχνότητα των ζημιών που εντοπίζονται στο λιμάνι φόρτωσης και αναφέρεται στη φάση της στοιβασίας και της επιβίβασης από τις ράμπες ως πολύ επικίνδυνες για την πρόκληση ζημιών αλλά και χαρακτηρίζει ως επιτακτική την ανάγκη ελέγχου της κατάστασης του οχήματος πριν την έναρξη της διαδικασίας φόρτωσης καθώς όταν το όχημα φτάσει στον τελικό παραλήπτη και εκείνος με τη σειρά του ζητήσει αποζημίωση, ο μεταφορέας θα μπορέσει να προφυλαχθεί καθώς οι ζημιές θα έχουν ήδη εντοπιστεί και χαρακτηριστεί προ υπάρχουσες. Φυσικά, εκτός από την προστασία από το κόστος αποζημίωσης, ένα όχημα με κακή συντήρηση ενδέχεται να προκαλέσει νέες ζημιές κατά τη φόρτωση ακόμη και σε άλλα οχήματα που στοιβάζονται κοντά του. Τα παραπάνω αναδεικνύουν το λόγο που οι ναυτιλιακές εταιρείες προχωρούν σε έλεγχο του φορτίου στο λιμένα φόρτωσης ο οποίος πραγματοποιείται από ειδικούς επιθεωρητές με το κόστος επιθεώρησης να βαραίνει την ναυτιλιακή εταιρεία και να ενσωματώνεται στην τιμή του ναύλου. Τέλος, είναι σημαντικό να αναφερθεί, όπως προκύπτει από τη χρήση Fuzzy Bayesian Networks, πως η πιθανότητα εμφάνισης ζημίας κατά τη φάση της φόρτωσης αυξάνεται κατά 26% από την ανθρώπινη κόπωση και την έλλειψη επικοινωνίας. Αντίθετα, μια συντονισμένη ομαδική εργασία θα οδηγήσει σε επιτυχής στοιβασία και μεγαλύτερη επιχειρησιακή ασφάλεια (Kaptan, 2022).

4.4 Στατιστικά σημαντικοί παράγοντες εμφάνισης ζημίας

4.4.1 Λιμένας Φόρτωσης: Παράγοντας εμφάνισης ζημίας κατά τη φόρτωση

Στο δεύτερο στάδιο της ανάλυσης, παρουσιάζεται η διαδικασία που ακολουθείται για την ανάδειξη συγκεκριμένων παραγόντων ως στατιστικά σημαντικούς τόσο για την εμφάνιση ζημιών κατά την φόρτωση όσο και κατά την εκφόρτωση. Ο πρώτος παράγοντας που θα ελεγχθεί είναι το λιμάνι φόρτωσης.

Για την ανάλυση σχετικά με το αν υπάρχει ή όχι επίδραση των παραγόντων στην εξαρτημένη μεταβλητή, επιλέγεται ο μη παραμετρικός έλεγχος Kruskal-Wallis και για το λόγο αυτό διερευνάται η συμμόρφωση των δεδομένων με τις προϋποθέσεις του.

Καταλήγουμε στο συμπέρασμα ότι οι προϋποθέσεις εφαρμογής του ελέγχου ισχύουν καθώς οι εξαρτημένες μεταβλητές (ζημιές κατά τη φόρτωση και την εκφόρτωση) είναι συνεχείς, δεν ακολουθούν την κανονική κατανομή και κάθε παράγοντας που θα μελετηθεί διακρίνει τις εξαρτημένες μεταβλητές σε $k > 2$ διαφορετικές ομάδες που αποτελούνται από ανεξάρτητες παρατηρήσεις, δηλαδή δεν υπάρχει σχέση μεταξύ των

παρατηρήσεων σε κάθε διαφορετική ομάδα ή μεταξύ της ίδιας ομάδας. Η ανεξαρτησία των παρατηρήσεων εγγυάται λόγω του ότι, κάθε παρατήρηση αντιστοιχεί σε ένα διαφορετικό αυτοκίνητο και καταγράφεται μία φορά ως προς τις ζημίες του καθώς επίσης αντιστοιχεί σ' ένα μοναδικό συνδυασμό λιμένος φόρτωσης και εκφόρτωσης. Στην περίπτωση της μεταφόρτωσης (transshipment), καταγράφεται ως λιμάνι εκφόρτωσης το λιμάνι του τελικού προορισμού, ενώ οποιαδήποτε ζημία σημειώνεται στο λιμάνι μεταφόρτωσης χαρακτηρίζεται ως ζημία που παρατηρείται στη διαδικασία εκφόρτωσης και επομένως προσμετράται στο τελικό λιμάνι εκφόρτωσης.

Ωστόσο, η ορθή ερμηνεία των αποτελεσμάτων του Kruskal -Wallis απαιτεί να προσδιοριστεί εάν οι κατανομές σε κάθε ομάδα (δηλαδή, η κατανομή των ζημιών φόρτωσης για κάθε ομάδα που δημιουργείται από τις κατηγορίες των υπό εξέταση παραγόντων) έχουν το ίδιο σχήμα δηλαδή την ίδια μεταβλητότητα. Για τον έλεγχο αυτό, χρησιμοποιείται ο έλεγχος ομοιογένειας διακυμάνσεων Levene's Test ο οποίος δεν προϋποθέτει την ύπαρξη κανονικότητας.

Δεδομένου ότι η ποσότητα (Quantity) των μεταφερόμενων αυτοκινήτων διαφοροποιείται ανά αποστολή (Shipment), χρησιμοποιείται το ποσοστό ζημιών αντί του απόλυτου αριθμού ζημιών ώστε να διασφαλιστεί συγκρισιμότητα μεταξύ των παρατηρήσεων.

Πίνακας 15 Levene's Test για τη μεταβλητή Pososta_PL

Test of Homogeneity of Variances					
		Levene Statistic	df1	df2	Sig.
POSOSTA_PL	Based on Mean	11,039	35	8420	,000
	Based on Median	7,102	35	8420	,000
	Based on Median and with adjusted df	7,102	35	5862,243	,000
	Based on trimmed mean	9,147	35	8420	,000

Από τον Πίνακα 15, παρατηρείται ότι p-value <0,05. Επομένως, οι διακυμάνσεις μεταξύ των διαφορετικών ομάδων, που αναπαριστούν τα διαφορετικά λιμάνια φόρτωσης, διαφέρουν μεταξύ τους. Συνεπώς, με τον Kruskal- Wallis, θα γίνει σύγκριση μέσων τάξεων και όχι διαμέσων.

Ακολούθως παρουσιάζεται ο έλεγχος Kruskal-Wallis λαμβάνοντας ως παράγοντα προς εξέταση το λιμάνι φόρτωσης.

Πίνακας 16 *Kruskal Wallis για τη μεταβλητή Pososta_PL*

Test Statistics ^{a,b}	
Pososta_PL	
Kruskal-Wallis H	856,015
df	39
Asymp. Sig.	,000

a. Kruskal Wallis Test

b. Grouping Variable: Port_Code

Από τον Πίνακα 16, παρατηρείται ότι $p\text{-value} < 0,05$. Επομένως, ο παράγοντας λιμάνι φόρτωσης επηρεάζει σημαντικά το πόσες ζημιές καταγράφονται στο στάδιο της φόρτωσης και οι καταγεγραμμένες ζημιές μεταξύ των ομάδων διαφέρουν σημαντικά.

Πίνακας 17 *Mean Ranks για τη μεταβλητή Pososta_PL*

Ports	N	Mean Rank
Port B	3	7267
Port C	166	7187,21
Port D	6	6828,83
Port E	136	6274,04
Port F	6	5733,17
Port G	12	5653,71
Port H	21	5523,05
Port I	30	5390,33
Port J	7	5382,14
Port K	63	5222,52
Port L	1	5222

Port M	2	5139,25
Port N	3	4815
Port A	1697	4676,09
Port O	292	4481,74
Port P	196	4445,06
Port Q	629	4367,81
Port R	220	4354,17
Port S	2	4313,75
Port T	547	4280,82
Port U	842	4225,58
Port V	401	4100,99
Port W	846	3984,65
Port X	177	3920,95
Port Y	424	3739,95
Port Z	1073	3696,4
Port AA	304	3199,48
Port AB	283	2743,74
Port AC	26	2546,04
Port AD	1	2197
Port AE	4	2197
Port AF	2	2197
Port AG	1	2197
Port AH	8	2197
Port AI	3	2197
Port AJ	12	2197
Port AK	3	2197
Port AL	2	2197
Port AM	8	2197
Port AN	1	2197

Ωστόσο, από τον Πίνακα 17 (ο οποίος προέκυψε κατά την διαδικασία του ελέγχου Kruskal-Wallis), παρατηρείται ότι αρκετά λιμάνια έχουν λίγες παρατηρήσεις και λόγω των υψηλών ποσοστών ζημιάς, το Mean Rank τους υπερεκτιμάται και εσφαλμένα τοποθετούνται στις πρώτες θέσεις της λίστας. Ένα χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι το Port B το οποίο εμφανίζεται 3 φορές στα δεδομένα και λόγω του υψηλού ποσοστού ζημιών σε κάθε μία από αυτές (>3%), κατατάσσεται στις πρώτες θέσεις.

Συνεπώς επιχειρώντας μία πιο αντικειμενική σύγκριση και ορθά συμπεράσματα, υιοθετείται η παρακάτω παραδοχή και βάση αυτής, ακολουθεί η ερμηνεία των αποτελεσμάτων.

Για $N < 5$ -> πολύ μικρό δείγμα

Για $5 \leq N < 30$ -> μικρό δείγμα

Για $30 \leq N < 100$ -> μεσαίο δείγμα

Για $N \geq 100$ -> μεγάλο δείγμα

Πίνακας 18 Mean Ranks για τα λιμάνια με $N < 5$

Port	N	Mean Rank
Port B	3	7267
Port L	1	5222
Port M	2	5139,25
Port N	3	4815
Port S	2	4313,75
Port AD	1	2197
Port AE	4	2197
Port AF	2	2197
Port AG	1	2197
Port AI	3	2197
Port AK	3	2197
Port AL	2	2197
Port AN	1	2197

Από τον Πίνακα 18, παρατηρείται ότι τα λιμάνια φόρτωσης B,L& M φαίνεται να παρουσιάζουν ενδείξεις υψηλότερου ποσοστού ζημιών σε σύγκριση με τα υπόλοιπα της συγκεκριμένης κατηγορίας αλλά η μεγάλη έλλειψη παρατηρήσεων καθιστά την ανάλυση ανεπαρκή για την εξαγωγή συμπερασμάτων. Η υπό εξέταση εταιρεία γι' αυτή την ομάδα λιμένων, θα μπορούσε να συλλέξει περισσότερα δεδομένα σε μελλοντικές μεταφορές και να αποφασίσει αν θα πρέπει ή όχι να γίνεται αυστηρότερος έλεγχος φορτίων.

Πίνακας 19 Mean Ranks για Λιμάνια με $5 \leq N < 30$

Ports	N	Mean Rank
Port D	6	6828,83
Port F	6	5733,17
Port G	12	5653,71
Port H	21	5523,05
Port J	7	5382,14
Port AC	26	2546,04
Port AH	8	2197
Port AJ	12	2197
Port AM	8	2197

Σ' αυτή τη κατηγορία, τα Port D,F,G,H κατέχουν τα υψηλότερα mean ranks και επομένως φαίνεται να υπάρχουν ενδείξεις για υψηλότερα ποσοστά ζημιών. Ωστόσο και σ' αυτή την περίπτωση, εξαιτίας του μικρού μεγέθους του δείγματος, η εταιρεία πρέπει να συλλέξει περισσότερα δεδομένα από μελλοντικές μεταφορές για να εξαχθεί ένα αξιόπιστο αποτέλεσμα και συμπέρασμα.

Πίνακας 20 Mean Ranks για Λιμάνια Φόρτωσης με $30 \leq N < 100$

Ports	N	Mean Rank
Port I	30	5390,33
Port K	63	5222,52

Στη συγκεκριμένη κατηγορία, τα αποτελέσματα μπορούν να θεωρηθούν λίγο πιο αξιόπιστοι δείκτες τάσης. Επομένως, το Port I φαίνεται να παρουσιάζει ελαφρώς υψηλότερο δείκτη ζημιών σε σύγκριση με το Port K.

Πίνακας 21 Mean Ranks για Λιμάνια Φόρτωσης με $N \geq 100$

Ports	N	Mean Rank
Port C	166	7187,21
Port E	136	6274,04
Port A	1697	4676,09
Port O	292	4481,74
Port P	196	4445,06
Port Q	629	4367,81
Port R	220	4354,17
Port T	547	4280,82
Port U	842	4225,58
Port V	401	4100,99
Port W	846	3984,65
Port X	177	3920,95
Port Y	424	3739,95
Port Z	1073	3696,4
Port AA	304	3199,48
Port AB	283	2743,74

Από τον Πίνακα 21, αρχικά φαίνεται να ισχύει ότι οι λιμένες Port C,E& A έχουν μεγαλύτερη τάση για υψηλότερα ποσοστά ζημιών ενώ οι λιμένες Port Z,AA και AB τείνουν να έχουν μικρότερες τιμές. Ωστόσο, προκειμένου να ενισχυθεί η εγκυρότητα του παραπάνω συμπεράσματος, είναι απαραίτητο να εντοπιστούν τα ζεύγη κατηγοριών που έχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές και ύστερα με βάση τον Πίνακα 22 να αποφασιστεί η μεγαλύτερη ή μικρότερη τάση εμφάνισης ζημιών. Συνεπώς ακολουθεί ο Post-Hoc έλεγχος.

Πίνακας 22 Post-Hoc έλεγχος για τα Λιμάνια Φόρτωσης

Port Name	Adj. Sig
Port AM - Port C	.000
Port AJ - Port C	.000
Port AH - Port E	.001
Port AH - Port C	.000
Port AE - Port C	.009
Port AM - Port E	.001
Port AJ - Port H	.035
Port AJ - Port K	.016
Port AJ - Port I	.026
Port AJ - Port E	.000
Port AJ - Port D	.031
Port AC - Port Q	.042
Port AC - Port P	.042
Port AC - Port O	.021
Port AC - Port A	.001
Port AC - Port K	.000
Port AC - Port I	.002
Port AC - Port H	.005
Port AC - Port E	.000
Port AC - Port D	.021
Port AC - Port C	.000
Port AB - Port Z	.000

Port AB - Port Y	.000
Port AB - Port X	.000
Port AB - Port W	.000
Port AB - Port V	.000
Port AB - Port U	.000
Port AB - Port T	.000
Port AB - Port R	.000
Port AB - Port Q	.000
Port AB - Port P	.000
Port AB - Port O	.000
Port AB - Port A	.000
Port AB - Port K	.000
Port AB - Port I	.000
Port AB - Port H	.000
Port AB - Port G	.009
Port AB - Port E	.000
Port AB - Port D	.009
Port AB - Port C	.000
Port AA - Port W	.000
Port AA - Port V	.000
Port AA - Port U	.000
Port AA - Port T	.000
Port AA - Port R	.000
Port AA - Port Q	.000
Port AA - Port P	.000
Port AA - Port O	.000
Port AA - Port A	.000
Port AA - Port K	.000
Port AA - Port I	.000
Port AA - Port H	.004

Port AA - Port E	.000
Port AA - Port C	.000
Port Z - Port U	.000
Port Z - Port T	.001
Port Z - Port Q	.000
Port Z - Port P	.015
Port Z - Port O	.000
Port Z - Port A	.000
Port Z - Port K	.000
Port Z - Port I	.038
Port Z - Port E	.000
Port Z - Port C	.000
Port Y - Port Q	.007
Port Y - Port O	.012
Port Y - Port A	.000
Port Y - Port K	.001
Port Y - Port E	.000
Port Y - Port C	.000
Port X - Port A	.017
Port X - Port E	.000
Port X - Port C	.000
Port W - Port A	.000
Port W - Port K	.020
Port W - Port E	.000
Port W - Port C	.000
Port V - Port A	.003
Port V - Port E	.000
Port V - Port C	.000
Port U - Port A	.002
Port U - Port E	.000

Port U - Port C	.000
Port T - Port E	.000
Port T - Port C	.000
Port R - Port E	.000
Port R - Port C	.000
Port Q - Port E	.000
Port Q - Port C	.000
Port P - Port E	.000
Port P - Port C	.000
Port O - Port E	.000
Port O - Port C	.000
Port A - Port E	.000
Port A - Port C	.000
Port K - Port C	.000
Port I - Port C	.046

Από τον έλεγχο Post-Hoc, θα μελετηθούν οι συνδυασμοί λιμανιών με $N \geq 100$, προκειμένου τα συμπεράσματα που θα εξαχθούν να είναι αξιόπιστα.

Πίνακας 23 Συνδυασμοί Λιμανιών Φόρτωσης με $N \geq 100$

Ports
Port AB - Port Z
Port AB - Port Y
Port AB - Port X
Port AB - Port W
Port AB - Port V
Port AB - Port U
Port AB - Port T
Port AB - Port R
Port AB - Port Q
Port AB - Port P

Port AB - Port O
Port AB - Port A
Port AB - Port E
Port AB - Port C
Port AA - Port W
Port AA - Port V
Port AA - Port U
Port AA - Port T
Port AA - Port R
Port AA - Port Q
Port AA - Port P
Port AA - Port O
Port AA - Port A
Port AA - Port E
Port AA - Port C
Port Z - Port U
Port Z - Port T
Port Z - Port Q
Port Z - Port P
Port Z - Port O
Port Z - Port A
Port Z - Port E
Port Z - Port C
Port Y - Port Q
Port Y - Port O
Port Y - Port A
Port Y - Port E
Port Y - Port C
Port X - Port A
Port X - Port E

Port X - Port C
Port W - Port A
Port W - Port E
Port W - Port C
Port V - Port A
Port V - Port E
Port V - Port C
Port U - Port A
Port U - Port E
Port U - Port C
Port T - Port E
Port T - Port C
Port R - Port E
Port R - Port C
Port Q - Port E
Port Q - Port C
Port P - Port E
Port P - Port C
Port O - Port E
Port O - Port C
Port A - Port E
Port A - Port C

Συνδυάζοντας τα αποτελέσματα των Πινάκων 21&23, προκύπτει ότι το AB παρουσιάζει τη χαμηλότερη τάση εμφάνισης ζημιών σε σχέση με όλα τα υπόλοιπα(πλην του λιμένος AA με το οποίο δεν παρουσιάζει στατιστικά σημαντική διαφορά). Ακόμη, τα Port C&E παρουσιάζουν τη μεγαλύτερη τάση εμφάνισης ζημιών σε σχέση με όλα τα υπόλοιπα λιμάνια φόρτωσης. Σχετικά με το λιμάνι φόρτωσης A, αυτό παρουσιάζει στατιστικά σημαντική διαφορά με τα 10 από τα υπόλοιπα 15 λιμάνια φόρτωσης που έχουν αριθμό παρατηρήσεων $N \geq 100$ και επομένως μπορεί να υποστηριχθεί ότι πράγματι η γενική εικόνα δείχνει μια μεγαλύτερη τάση εμφάνισης ζημιών. Τέλος, το λιμάνι Z παρουσιάζει στατιστικά σημαντική διαφορά με 9 από τα

υπόλοιπα 15 λιμάνια φόρτωσης και λόγω του χαμηλού Mean Rank του μπορεί πράγματι να υποστηριχθεί ότι η τάση εμφάνισης ζημιών στο συγκεκριμένο λιμάνι κινείται σε χαμηλά επίπεδα.

Τα άνω αποτελέσματα μπορούν να αξιοποιηθούν από την εταιρεία ώστε να επιτύχει καλύτερη διαχείριση κινδύνου στους λιμένες φόρτωσης. Συγκεκριμένα, η εταιρεία θα πρέπει να θέσει ως προτεραιότητα της την κατανομή πόρων στα λιμάνια C, E & A (με μεγαλύτερη έμφαση στους λιμένες C & E) με τρόπο τέτοιο ώστε να επιτραπεί ο μεγαλύτερος σε διάρκεια έλεγχος προ φορτώσεως, η αυξημένη επιτήρηση και η εκπαίδευση του προσωπικού του πλοίου για ορθότερη διαχείριση του φορτίου κατά τη στοιβασία και την πρόσδεσή του. Αντίθετα, το λιμάνι AB μπορεί να αξιοποιηθεί ως σημείο αναφοράς για την εταιρεία ώστε να εξεταστούν εφαρμοσμένες πρακτικές και χαρακτηριστικά στα οποία οφείλεται το χαμηλό προφίλ κινδύνου. Ακόμη, είναι εύλογο να προταθεί η ανακατανομή πόρων από το λιμάνι AB στο λιμάνι C σε βαθμό όμως που δεν θα οδηγήσει σε μελλοντική αύξηση του προφίλ κινδύνου του λιμένα C.

Δεδομένου ότι οι ζημίες που καταγράφονται στο λιμάνι φόρτωσης δεν αποτελούν αποζημιώσιμα περιστατικά και επομένως δεν επιβαρύνουν την οικονομική κατάσταση της εταιρείας, η ανάδειξη του λιμένα φόρτωσης ως παράγοντα που επηρεάζει το ποσοστό εμφάνισης ζημιών κρίνεται επαρκής για να κατευθύνει την εταιρεία στην ενίσχυση των ελεγκτικών μηχανισμών στα λιμάνια φόρτωσης με την υψηλότερη τάση για εμφάνιση ζημίας κατά τις επιχειρησιακές διαδικασίες.

4.4.2 Παράγοντες εμφάνισης ζημίας κατά την εκφόρτωση

Ακολουθώντας, με την εφαρμογή αρνητικής δυωνυμικής παλινδρόμησης, αναδεικνύονται οι παράγοντες που είναι στατιστικά σημαντικοί για την εμφάνιση ζημίας κατά τη διαδικασία της εκφόρτωσης καθώς και εκτιμάται η επίδραση τους προσφέροντας τη δυνατότητα στην εταιρεία να εφαρμόσει στοχευμένες και αποτελεσματικότερες διαδικασίες πρόληψης, να βελτιστοποιήσει τις επιχειρησιακές διαδικασίες και πρωτίστως να περιορίσει το συνολικό κόστος ζημιών.

Η αρνητική δυωνυμική παλινδρόμηση αποτελεί το κατάλληλο μοντέλο παλινδρόμησης για τα υπό εξέταση δεδομένα καθώς η εξαρτημένη μεταβλητή, δηλαδή οι καταγεγραμμένες ζημίες κατά την εκφόρτωση, είναι συνεχής με μη αρνητικές ακέραιες τιμές και η διακύμανση είναι πολύ μεγαλύτερη από τη μέση τιμή παραβιάζοντας τη βασική παραδοχή του μοντέλου Poisson για ίση διακύμανση και μέση τιμή (Lawless, 1987). Ως κατηγορία αναφοράς λαμβάνεται κάθε φορά η κατηγορία του παράγοντα με τις περισσότερες παρατηρήσεις με εξαίρεση τον παράγοντα μήνα όπου ως κατηγορία αναφοράς επιλέχθηκε ο μήνας Απρίλιος λόγω του ότι δεν χαρακτηρίζεται από έντονη εποχικότητα και βρίσκεται περί το μέσο του έτους.

Πίνακας 24 Omnibus Test για τη μεταβλητή PD_Damages

Omnibus Test ^a		
Likelihood Ratio Chi-Square	df	Sig.
1090.663	122	<.001

Dependent Variable: PD_Damages

Model: (Intercept), Term_out2, Vessel_Name2, Discharging2, MODEL_2, Month, offset = log_quantity

a. Compares the fitted model against the intercept-only model.

Από τον Πίνακα 24, αξιολογείται η αποτελεσματικότητα του μοντέλου. Συγκεκριμένα, συγκρίνει ένα κενό μοντέλο χωρίς καθόλου προβλεπτικούς παράγοντες με το μοντέλο με τους υπό εξέταση 5 παράγοντες που μελετάται η επίδρασή τους στην εμφάνιση ζημιών κατά την εκφόρτωση. Συνεπώς, παρατηρείται ότι $p\text{-value} < 0,001$ και απορρίπτεται η μηδενική υπόθεση (H_0) των μηδενικών συντελεστών των ανεξάρτητων μεταβλητών καταλήγοντας στο συμπέρασμα ότι τουλάχιστον μία από τις ανεξάρτητες μεταβλητές έχει στατιστικά σημαντική επίδραση.

Πίνακας 25 Test of Model Effects για τη μεταβλητή PD_Damages

Tests of Model Effects			
Source	Wald Chi-Square	Type III	
		df	Sig.
(Intercept)	4143.143	1	<.001
Term_out2	40.387	3	<.001
Vessel_Name2	96.871	37	<.001
Discharging2	776.001	35	<.001
MODEL_2	410.822	10	<.001
Month	57.730	11	<.001

Από τα αποτελέσματα του Πίνακα 25, διαπιστώνεται ότι όλες οι ανεξάρτητες μεταβλητές είναι στατιστικά σημαντικές (κάθε $p\text{-value} < 0.001$) για την εμφάνιση ζημιών εκφόρτωσης.

Πίνακας 26 *Negative Binomial parameter*

(Negative binomial)	0,117
---------------------	-------

Από τον παραπάνω Πίνακα 26, παρατηρούμε ότι η παράμετρος διασποράς α (dispersion parameter) ισούται με $0,117 > 0$ υποδεικνύοντας την παρουσία υπερδιασποράς και ορθής επιλογής της αρνητικής δυωνυμικής παλινδρόμησης.

Σε όλους τους ακόλουθους πίνακες που αναφέρονται στην εκτίμηση παραμέτρων, για κάθε προβλεπτικό παράγοντα, εμφανίζονται μόνο οι στατιστικά σημαντικές κατηγορίες τους για τις οποίες ισχύει ότι $\text{Sig} < 0.05$.

Πίνακας 27 *Εκτίμηση Παραμέτρων για τη μεταβλητή Term_Out*

Parameter	B	df	Sig.	Exp(B)
[Term_out2=FPR	-0,2347	1	0,005476	0,790807
[Term_out2=FOB	-0,45863	1	3,92E-10	0,632152
[Term_out2=FAS	0b			1

Από τον Πίνακα 27, φαίνεται ότι ο αναμενόμενος ρυθμός ζημιών στο FOB, FPR διαμορφώνεται στο 79% και 63% αντίστοιχα του ρυθμού ζημιών του FAS δηλαδή αν επιλεγεί όρος μεταφοράς FOB και FPR, ο αναμενόμενος αριθμός ζημιών μειώνεται περίπου 0,20 και 0,40 φορές σε σχέση με όταν επιλέγεται όρος μεταφοράς FAS. Από τα παραπάνω, προκύπτει ότι η εταιρεία είναι συνετό όταν υπογράφει συμβόλαια θαλάσσιας μεταφοράς με όρο FAS να προτείνει υψηλότερο ναύλο προκειμένου να αντισταθμιστεί το κόστος του 20% και 40% επιπλέον κινδύνου που αναλαμβάνει.

Στη συνέχεια ακολουθεί ο πίνακας με τις εκτιμήσεις παραμέτρων για τα πλοία με $N > 50$.

Πίνακας 28 Εκτίμηση Παραμέτρων για τη μεταβλητή *Vessel_Name*

Parameter	B	df	Sig.	Exp(B)
Vessel KL	0,188200312	1	0,034988	1,207075
Vessel GL	0,214797031	1	0,025549	1,23961
Vessel DM	0,204552632	1	0,040785	1,226976
Vessel AR	0,248969563	1	0,008402	1,282703
Vessel OD	0b			1

Από τον παραπάνω Πίνακα, φαίνεται ότι ο αναμενόμενος αριθμός ζημιών αυξάνεται ($B > 0$) και συγκεκριμένα υπάρχει αύξηση της τάξεως του 20-30% στον κίνδυνο εμφάνισης ζημιάς με την επιλογή οποιουδήποτε άλλου πλοίου από το πλοίο Vessel OD. Αυτό πρακτικά σημαίνει ότι ο στόλος της εταιρείας δεν παρουσιάζει ομοιογενή κίνδυνο και συγκεκριμένα τα υπό εξέταση πλοία είναι 20-30% περισσότερο <<ζημιογόνα>> σε σύγκριση με το Vessel OD. Η εταιρεία, έχοντας γνώση του συγκεκριμένου αποτελέσματος, θα μπορούσε αρχικά να εξετάσει αν αυτή η αύξηση της τάξεως του 20-30% οφείλεται σε τεχνικά χαρακτηριστικά των πλοίων όπως έτος κατασκευής, διαμόρφωση καταστρωμάτων, στενότερες ράμπες σε σύγκριση με το Vessel OD. Ακόμη, λόγω του υψηλότερου κινδύνου είναι συνετό η εταιρεία να απευθύνει εντατικότερη εκπαίδευση στα μέλη των πληρωμάτων αυτών των πλοίων και να επιμείνει στην καλύτερη πληροφόρησή τους στις ενέργειες που πρέπει να ακολουθούνται σε περίπτωση ζημιογόνου περιστατικού. Τέλος, είναι συνετό τα περισσότερο ακριβά και ευπαθή οχήματα να μεταφέρονται με το Vessel OD, ενώ τα παραπάνω στατιστικά στοιχεία μπορούν να αποτελέσουν βοηθητική πληροφόρηση στην διαδικασία πρόβλεψης μελλοντικών αποζημιώσεων ανά πλοίο επιτρέποντας καλύτερη κατανομή των χρηματικών αποθεμάτων που προορίζονται για την κάλυψη περιστατικών αποζημιώσεων.

Ακολούθως παρουσιάζεται ο πίνακας εκτιμήσεων παραμέτρων για τα λιμάνια εκφόρτωσης.

Πίνακας 29 Εκτίμηση Παραμέτρων για τη μεταβλητή *Discharging Port*

Parameter	B	df	Sig	Exp(B)
[Discharging2=Port V	-0,31404	1	0,00136095	0,730487
[Discharging2=Port AA	-1,14952	1	0,00626348	0,316788
[Discharging2 = Port T	-0,40427	1	0,00000070	0,667467
[Discharging2=DF	-0,35597	1	0,00764321	0,700492
[Discharging2=Port P	0,247981	1	0,02960241	1,281435
[Discharging2=Port E	1,461895	1	0,00000395	4,314127
[Discharging2=Port A	-0,42706	1	0,00306158	0,652421
[Discharging2=Port O	1,271814	1	0,00000000	3,567319
[Discharging2=DE	1,12449	1	0,00000000	3,078645
[Discharging2=Port D	0,836089	1	0,00000000	2,307326
[Discharging2=Port N	-0,58034	1	0,00000204	0,55971
[Discharging2=Port AJ	-0,62397	1	0,00000000	0,535814
[Discharging2=AI	-0,22684	1	0,00464529	0,797049
[Discharging2=Port C	0,426449	1	0,00027737	1,531808
[Discharging2=DJ	-2,44638	1	0,00061780	0,086607
[Discharging2=DW]	-0,56842	1	0,00051966	0,566419
[Discharging2=Port R	-0,67037	1	0,00000000	0,511519
[Discharging2=Port AB	0,931455	1	0,00012219	2,5382
[Discharging2=Port W	-2,36624	1	0,00094889	0,093833
[Discharging2=Koper]	0b			1

Από τον παραπάνω Πίνακα 31, φαίνεται ότι 12 από τα 20 υπό εξέταση λιμάνια συνδέονται με μείωση του αναμενόμενου αριθμού ζημιών σε σχέση με την κατηγορία αναφοράς ($B < 0$) και συγκεκριμένα με μείωση της τάξεως 20-50% για τα 9 από αυτά ενώ για τα υπόλοιπα 3 πολύ μεγαλύτερη μείωση της τάξεως του 70-90%. Το λιμάνι AA ,το οποίο αποτελεί το ένα από τα 3 με τον μεγαλύτερο ρυθμό μείωσης κινδύνου,

είχε καταταχθεί ανάμεσα στα λιμάνια με την χαμηλότερη τάση εμφάνιση ζημίας και κατά τη διαδικασία φόρτωσης. Επομένως, μπορεί εύλογα να χαρακτηριστεί ως αξιόπιστο λιμάνι στο οποίο οι επιχειρησιακές διαδικασίες εκτελούνται ομαλά και αποδοτικά. Συνεπώς, αφού το κόστος διαχείρισης ζημιών στο λιμάνι αυτό είναι 70% χαμηλότερο, η εταιρεία θα μπορούσε να προσφέρει ανταγωνιστικότερο ναύλο για φορτία που έχουν τον προορισμό του κυρίως για πελάτες των οποίων η εταιρεία διακινεί μεγάλους όγκους φορτίου. Σχετικά με το λιμάνι DJ, το οποίο δεν λειτούργησε ως λιμάνι φόρτωσης στα υπό εξέταση δεδομένα, παρουσιάζει την εκρηκτική μείωση της τάξεως του 90%. Το αποτέλεσμα αυτό, το οποίο φυσικά αποδεικνύει την επιχειρησιακή ανωτερότητα του λιμανιού, μπορεί να επιστρέψει στην εταιρεία να απαιτήσει μειωμένο κόστος (survey fee) για τον έλεγχο κατά την εκφόρτωση. Φυσικά, αν ο αριθμός των διακινούμενων οχημάτων από αυτό το λιμάνι είναι μικρός, η εταιρεία μπορεί να μη διενεργεί καθόλου έλεγχο εκφορτώσεως. Τέλος, το λιμάνι W, το οποίο και ως λιμάνι φόρτωσης εμφάνιζε ενδείξεις για εμφάνιση χαμηλότερων ζημιών, κατατάσσεται ανάμεσα στα περισσότερο αξιόπιστα λιμάνια κατά την εκφόρτωση.

Σχετικά με τα λιμάνια που έχουν ρυθμό εμφάνισης ζημίας μεγαλύτερο σε σχέση με το λιμάνι αναφοράς, παρατηρείται ότι τα λιμάνια E,O,DE αντιστοιχούν σε 200-300% αύξηση των αναμενόμενων ζημιών. Στα λιμάνια αυτά, η εταιρεία θα μπορούσε να έχει όρους Free Out ώστε να περιορίζεται η ευθύνη της πριν γίνει ο χειρισμός του φορτίου από τους στοιβαδόρους και επομένως να αποζημιώνει τον πελάτη μόνο για τις ζημιές που συνέβησαν κατά τη θαλάσσια μεταφορά μειώνοντας έτσι το κόστος για αποζημιώσεις. Τέλος το λιμάνι D, έχει ρυθμό αύξησης 2,30 φορές μεγαλύτερο από την κατηγορία αναφοράς κι επομένως χαρακτηρίζεται από αύξηση της τάξεως του 130% στον αναμενόμενο αριθμό ζημιών καθιστώντας αναγκαία την εφαρμογή αυστηρότερων ελεγκτικών μηχανισμών από την εταιρεία ενώ το λιμάνι AB, το οποίο ως λιμάνι φόρτωσης αποτελούσε το πιο αξιόπιστο, παρουσιάζει αύξηση στον αναμενόμενο αριθμό ζημιών της τάξεως του 150% κι επομένως χαρακτηρίζεται σημαντικά επικίνδυνο. Η συγκεκριμένη περίπτωση αποτελεί ένα αντιπροσωπευτικό παράδειγμα ότι η επιχειρησιακή αποδοτικότητα δεν είναι αναγκαία ενιαία σε όλα τα στάδια. Για το λόγο αυτό η εταιρεία θα πρέπει να διερευνήσει αυτή την αντίφαση και να διαχωρίσει το ναύλο σε χαμηλό για τα οχήματα που φορτώνονται από το λιμάνι αυτό και υψηλό για τα οχήματα που εκφορτώνονται στο εν λόγω λιμάνι.

Ακολουθεί η εκτίμηση παραμέτρων για τα Μοντέλα αυτοκινήτων.

Πίνακας 30 Εκτίμηση Παραμέτρων για τη μεταβλητή *Model*

Parameter	B	df	Sig	Exp(B)
[MODEL_2=VN	-1,55637	1	0,000	0,2109
[MODEL_2=VV	-2,11954	1	0,000	0,120087
[MODEL_2=TA	-1,32881	1	0,000	0,264792
[MODEL_2=MI	-0,42612	1	0,007	0,653036
[MODEL_2=MS	-1,53611	1	0,000	0,215217
[MODEL_2=HI]	-2,25664	1	0,000	0,104702
[MODEL_2=B	-1,50333	1	0,000	0,222389
[MODEL_2=R]	0b			1

Όλα τα μοντέλα συνδέονται με μείωση του αναμενόμενου αριθμού ζημιογόνων περιστατικών με την κατηγορία αναφοράς και συγκεκριμένα της τάξεως του 70-90% με εξαίρεση το μοντέλο ΜΙ με μείωση της τάξης του 35%. Λόγω του ότι ο μεγαλύτερος πελάτης της εταιρείας είναι το μοντέλο R και αυτός από τον παραπάνω πίνακα κατατάσσεται ως ο πιο ζημιογόνος ανάμεσα στα υπόλοιπα μοντέλα, η εταιρεία θα πρέπει να επικεντρωθεί σε πρακτικές πρόληψης ζημιών στο βασικό της πελάτη και ίσως να σκεφτεί και την πιθανότητα αύξησης του ναύλου.

Τέλος ακολουθεί η εκτίμηση παραμέτρων για τον μήνα φόρτωσης.

Πίνακας 31 Εκτίμηση Παραμέτρων για τη μεταβλητή *Month*

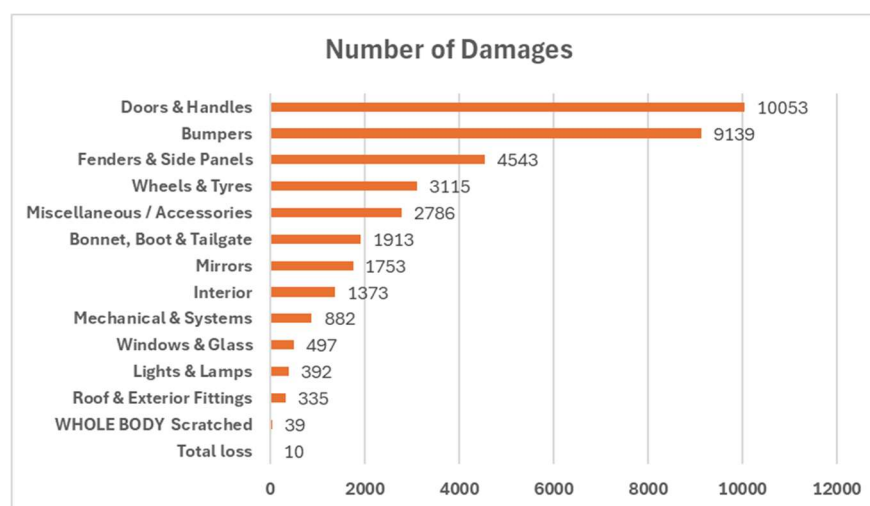
Parameter	B	df	Sig	Exp(B)
[Month=Σεπτε]	0,317371	1	2,65E-06	1,373512
[Month=Οκτωβ]	0,140756	1	0,035102	1,151144
[Month=Νοεμβ]	0,238473	1	0,000352	1,269309
[Month=Ιανου]	0,128091	1	0,074885	1,136656
[Month=Δεκεμ]	0,133154	1	0,054067	1,142426
[Month=Αυγού]	0,316618	1	7,28E-06	1,372478
[Month=Απριλ]	0b			1

Παρατηρείται μια αύξηση της τάξεως του 10-37%, με τη μεγαλύτερη αύξηση να σημειώνεται τους μήνες του Αυγούστου και Σεπτεμβρίου το οποίο φυσικά δικαιολογείται από την περιορισμένη διαθεσιμότητα έμπειρου προσωπικού λόγω των καλοκαιρινών αδειών.

4.4.3 Τμήμα Οχήματος με τις περισσότερες ζημίες

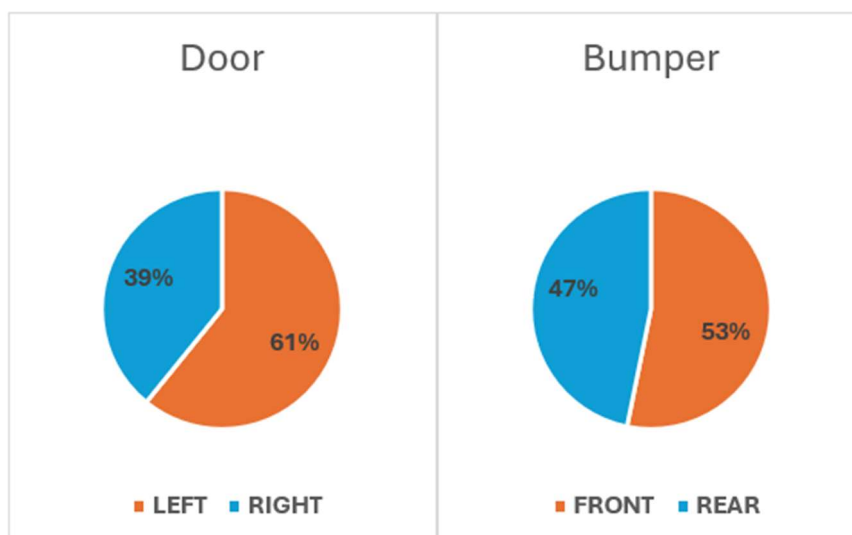
Μετά την ανάλυση των παραγόντων που είναι στατιστικά σημαντικοί ως προς την πιθανότητα εμφάνισης ζημίας, κρίνεται ωφέλιμη η περαιτέρω διερεύνηση της κατανομής των ζημιών ως προς τη συχνότητα με την οποία εμφανίζονται στα διάφορα μέρη του οχήματος με στόχο την ανάδειξη του περισσότερο ευάλωτου τμήματος.

Γράφημα 11. Πιο ευάλωτο τμήμα 2023



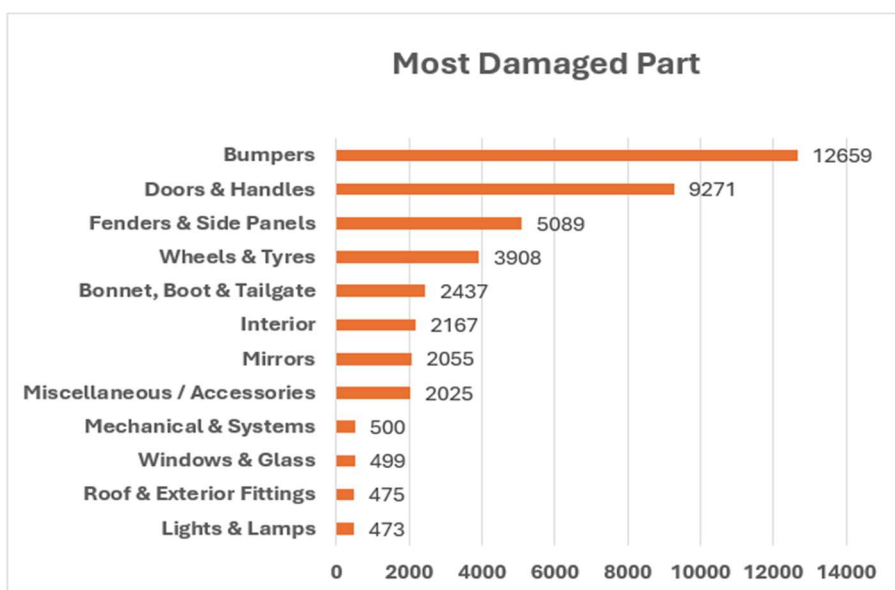
Από το ραβδόγραμμα, προκύπτει ότι το 2023 οι πόρτες αποτελούσαν το πιο ευάλωτο τμήμα σε ζημίες, ενώ σε πολύ κοντινή απόσταση ακολουθούν οι προφυλακτήρες. Στην 3^η θέση κατατάσσονται τα φτερά του οχήματος και στην 4^η θέση τα λάστιχα και οι ρόδες. Από τα λιγότερα ευάλωτα τμήματα είναι η οροφή και τα φώτα των οχημάτων.

Με περαιτέρω ανάλυση των δυο πιο ευάλωτων τμημάτων του έτους 2023, προκύπτουν τα ακόλουθα γραφήματα τα οποία δείχνουν την αριστερή πόρτα και τον μπροστινό προφυλακτήρα να προηγούνται σε συχνότητα ζημιών.



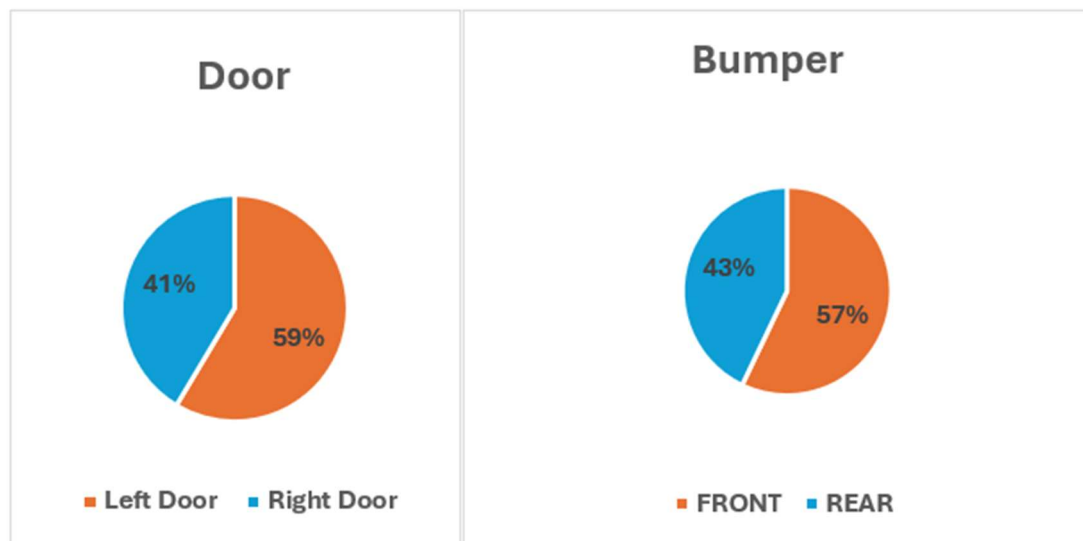
Η ίδια ανάλυση διενεργείται και για το έτος 2024 από την οποία προκύπτουν τα ακόλουθα.

Γράφημα 12. Πιο ενάλωτο τμήμα 2024



Ομοίως για το έτος 2024, οι πόρτες και οι προφυλακτήρες αποτελούσαν τα συχνότερα ενάλωτα μέρη του οχήματος με την πρωτιά σε αυτή την περίπτωση όμως να κατέχουν οι προφυλακτήρες. Στην 3η θέση κατατάσσονται ξανά τα φτερά του οχήματος και στην 4η θέση τα λάστιχα και οι ρόδες ενώ από τα λιγότερα ενάλωτα τμήματα είναι ομοίως η οροφή και τα φώτα των οχημάτων.

Με περαιτέρω ανάλυση των δυο πιο ευάλωτων τμημάτων του έτους 2024, προκύπτουν τα ακόλουθα γραφήματα τα οποία δείχνουν ξανά την αριστερή πόρτα και τον μπροστινό προφυλακτήρα να προηγούνται σε συχνότητα ζημιών.



Σύμφωνα με το Maritime Cargo Operations (Olsen, 2023), η συχνότητα των ζημιών στις πόρτες οφείλεται στην έντονη κινητικότητα που παρατηρείται στο χώρο στοιβασίας καθώς το προσωπικό είτε εισέρχεται στα οχήματα για να τα οδηγήσει στην κατάλληλη θέση τους είτε εξέρχεται από αυτά με αποτέλεσμα οι πόρτες να χτυπιούνται κατά το άνοιγμα είτε, όταν κινείται ανάμεσα στα οχήματα για να εφαρμόσει τους ιμάντες ασφάλισης με αποτέλεσμα οι πόρτες να υπόκεινται εκδορές. Φυσικά, η μεγαλύτερη ευπάθεια της αριστερής πόρτας οφείλεται στο γεγονός ότι από τα λιμάνια τα οποία αποτελούν προορισμοί της εταιρείας, μόνο σε αυτά της Αγγλίας και της Κύπρου οδηγούνται δεξιότίμονα οχήματα. Τέλος, αν οι ιμάντες πρόσδεσης δεν έχουν ασφαλιστεί σωστά και χαλαρώσουν, είναι πιθανό να προκληθεί η εγκάρσια κίνηση των οχημάτων, λόγω των κινήσεων του πλοίου και των κραδασμών της μηχανής, και αυτό να οδηγήσει σε αλληλοφθορές των πλαϊνών σημείων των οχημάτων.

Σχετικά με τους προφυλακτήρες αναφέρεται ότι είναι τα πρώτα σημεία τα οποία κινδυνεύουν κατά τη διέλευση από τις ράμπες, ειδικά όταν αυτές χαρακτηρίζονται από απότομη κλίση και ολίσθηση διότι, όντας τα εξωτερικά άκρα του οχήματος, μπορεί να ακουμπήσουν με το δάπεδο της ράμπας ή του πλοίου εξαιτίας της μη διατήρησης σωστής γωνίας με το έδαφος. Τέλος, εξαιτίας του γεγονότος ότι οι προφυλακτήρες βρίσκονται σε πολύ κοντινή απόσταση με τους τροχούς όπου γίνεται η πρόσδεση, είναι πολύ πιθανόν να γρατζουνιστούν κατά τη διαδικασία ασφάλισης των οχημάτων.

Κεφάλαιο 5: Ευθυγράμμιση εταιρείας με Maritime Cargo Operations

Η υπό εξέταση εταιρεία είναι πλήρως ευθυγραμμισμένη με τις πρακτικές που περιγράφονται στο Maritime Cargo Operations κατά τη διαδικασία της φόρτωσης και στοιβασίας. Συγκεκριμένα, η εταιρεία διαθέτει εξειδικευμένο τμήμα το οποίο κάνει επιθεωρήσεις στα πλοία προκειμένου να διασφαλιστεί ότι η κλίση της ράμπας διατηρείται στις 8-10 μοίρες και οι ιμάντες πρόσδεσης σχηματίζουν γωνία 45 ± 15 μοιρών.



Επίσης διασφαλίζει ότι οι αποστάσεις μεταξύ των προφυλακτών διατηρούνται το ελάχιστο στα 30 εκ. και οι αποστάσεις μεταξύ των καθρεφτών στις 10-15 εκ.



Κεφάλαιο 6: Συμπεράσματα

Η παρούσα ερευνητική μελέτη είχε ως πρωτεύοντα στόχο να επιτύχει την εξαγωγή εμπειρικών συμπερασμάτων τα οποία θα επιτρέψουν στην υπό εξέταση ναυτιλιακή εταιρεία να εφαρμόσει βέλτιστες πρακτικές διαχείρισης κινδύνου και ως απορρέων στόχο να ενθαρρύνει την εφαρμογή της στατιστικής επιστήμης προβάλλοντας τα οφέλη της χρήσης της στη σύγχρονη ναυτιλιακή πραγματικότητα. Με τη στατιστική επεξεργασία πραγματικών δεδομένων των ετών 2023 & 2024 της υπό μελέτη ναυτιλιακής εταιρείας, η οποία διαθέτει αποκλειστικά στόλο μεταφοράς οχημάτων, μελετώνται οι ζημιές που συμβαίνουν στο προς μεταφορά φορτίο που εντοπίζονται τόσο κατά τη φάση της φόρτωσης όσο και κατά της εκφόρτωσης καθώς και αναδεικνύονται στατιστικά σημαντικοί παράγοντες που επηρεάζουν την εμφάνιση ζημίας ποσοτικοποιώντας σε δεύτερη φάση τον βαθμό επίδρασης τους.

Η μελέτη ξεκινά με τη διερεύνηση της κατανομής τόσο των ζημιών που εντοπίστηκαν στη φάση της φόρτωσης όσο και στη φάση της εκφόρτωσης για να εξαχθούν εμπειρικά συμπεράσματα με τη χρήση περιγραφικών μέτρων αλλά και να εντοπιστεί απόκλιση ή συμφωνία με την κανονική κατανομή ώστε να επιλεγθούν παραμετρικές ή μη παραμετρικές μέθοδοι για την περαιτέρω ανάλυση. Τα αποτελέσματα έδειξαν τη φάση της φόρτωσης περισσότερο εκτεθειμένη σε ζημιές με περίπου 5 φορές μεγαλύτερο μέσο όρο ζημιών αναδεικνύοντας τη τεράστια σημασία του προ φορτώσεως ελέγχου ώστε η ναυτιλιακή εταιρεία να μην επιβαρύνεται με το κόστος προ υπαρχουσών ζημιών αλλά και τη δέουσα προσοχή που πρέπει να αφιερώνεται στο φορτίο κατά τη στοιβασία. Ακόμη, μελετώντας μεμονωμένα τα έτη 2023 & 2024 δεν παρουσιάζονται μεγάλες αποκλίσεις και συνολικά δεν υπάρχει σημαντική διαφορά στην εικόνα τους σε καμία από τις δυο φάσεις. Επιπλέον, εμφανίστηκε μεγάλη απόκλιση από την κανονική κατανομή και με τη χρήση του μη παραμετρικού ελέγχου Kruskal-Wallis, εντοπίστηκαν τα λιμάνια φόρτωσης με μεγαλύτερη τάση εμφάνισης ζημιών στα οποία και προτάθηκε αυξημένος έλεγχος προ φορτώσεως και πιο ποιοτική και ουσιαστική εκπαίδευση του προσωπικού που διαχειρίζεται το φορτίο κατά τη φόρτωση και στοιβασία.

Στη συνέχεια, για τη μελέτη των ζημιών που εντοπίζονται κατά την εκφόρτωση, επιλέχθηκαν 5 παράγοντες οι οποίοι αρχικά αναδείχθηκαν στατιστικά σημαντικοί για την εμφάνιση ζημιών και στη συνέχεια πραγματοποιήθηκε σύγκριση μεταξύ των κατηγοριών τους με σημείο αναφοράς μια βασική κατηγορία. Τα αποτελέσματα έδειξαν για κάθε επιλεγθείσα κατηγορία με σημαντικό αριθμό παρατηρήσεων (≥ 100), το ρυθμό με τον οποίο αυξάνεται ή μειώνεται ο αναμενόμενος αριθμός ζημιών σε σύγκριση με την κατηγορία αναφοράς. Ως αποτέλεσμα, η εταιρεία μπορεί να ενισχύσει κατηγορίες με υψηλό ρυθμό μείωσης, να περιορίσει ή να ανασχεδιάσει κατηγορίες με ρυθμό αύξησης και να κάνει προσομοίωση εναλλακτικών σεναρίων μεταβάλλοντας συνδυαστικά κατηγορίες παραγόντων και εκτιμώντας την αναμενόμενη μεταβολή του οικονομικού αποτελέσματος.

Τέλος, με απλή επεξεργασία των δεδομένων, ο μπροστά προφυλακτήρας και η αριστερή πόρτα αναδεικνύονται τα πιο ευάλωτα τμήματα σε ζημιές ενός αυτοκινήτου ενώ αποφασίζεται και η ευθυγράμμιση της εταιρείας με τις πρακτικές φόρτωσης και στοιβάσας που ορίζει το Maritime Operations (2023).

Στο πλαίσιο αυτό λοιπόν, η παραπάνω έρευνα επιχειρεί να αναιρέσει τον εδραιωμένο χαρακτηρισμό της ναυτιλίας ως παραδοσιακή βιομηχανία με τις περιορισμένες τεχνικές και ψηφιακές μεθόδους (Yang, και συν., 2025) και να δείξει πως η στατιστική επιστήμη δύναται να αποτελέσει σε πρακτικό επίπεδο ένα <<όπλο>> γνώσης στα χέρια της εταιρείας η οποία μπορεί πλέον να αποφασίζει εμπειρικά και όχι να στηρίζεται στη διαίσθηση για τη λήψη αποφάσεων, καθώς όπως στοχευμένα είχε παρατηρήσει ο W. Edwards Deming ‘without data, you are just another person with an opinion’.

Βιβλιογραφία

- Böhme, H. (1989, April). The seaborne transport of automobile: Growth, change and adjustment. *Marine Policy*, 13(2), σσ. 155-165.
doi:[https://doi.org/10.1016/0308-597X\(89\)90005-5](https://doi.org/10.1016/0308-597X(89)90005-5)
- Ding, Y., & Yang, D. (2025, March). Should an electric vehicle manufacturer buy its own ship? Investment and pricing strategies under uncertainty. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 195.
doi:<https://doi.org/10.1016/j.tre.2025.103990>
- Kaptan, M. (2022, September 15). Analysis of accidents during vehicle stowage on RO-RO vessels by using Fuzzy Bayesian networks. *Ocean Engineering*, 260. doi:<https://doi.org/10.1016/j.oceaneng.2022.111997>
- Kara, K., Yalcin, G. C., Gurol, P., Simic, V., & Pamucar, D. (2024, December). Enhancing decision support system for finished vehicle logistics service provider selection through a single-valued neutrosophic Dombi Bonferroni-based model. *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, 138. doi:<https://doi.org/10.1016/j.engappai.2024.109441>
- Lawless, J. F. (1987, September). Negative Binomial and Mixed Poisson regression. *The Canadian Journal of Statistics*, 15, σσ. 209-225.
doi:<https://doi.org/10.2307/3314912>
- Olney, W. W. (2020, November). Cabotage sabotage? The curious case of the Jones Act. *Journal of International Economics*, 127.
doi:<https://doi.org/10.1016/j.jinteco.2020.103378>
- Olsen, A. A. (2023). *Maritime Cargo Operations*. Abingdon, Oxon, New York: Routledge. doi:10.1201/9781003354338
- Sun, X., Wang, S., Wang, Z., Liu, C., & Yin, Y. (2022, March 1). A semi-automated approach to stowage planning for Ro-Ro ships. *Ocean Engineering*, 247. doi:<https://doi.org/10.1016/j.oceaneng.2022.110648>
- Thanopoulou, H. A. (1998, July-September). What price the flag? The terms of competitiveness in shipping. *Marine Policy*, 22, σσ. 359-374.
doi:[https://doi.org/10.1016/S0308-597X\(97\)00043-2](https://doi.org/10.1016/S0308-597X(97)00043-2)

- Yang, X., Tsoulakos, N., Xiao, Z., Wei, X., Fu, X., & Yan, R. (2025, October). Estimation of shipping emissions from maritime big data: A comprehensive review and prospective. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 202. doi:<https://doi.org/10.1016/j.tre.2025.104313>
- Α.Σαχλάς, & Μπερσίμης, Σ. (2017). *Εφαρμοσμένη Στατιστική με Χρήση του IBM SPSS Statistics 23: Με έμφαση στις Επιστήμες Υγείας*. Τζιολά.
- ΔΑΜΙΑΝΟΥ, & ΚΟΥΤΡΑΣ. (2021). *ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΗ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ* (2 εκδ.). ΑΘΗΝΑ: ΤΣΟΤΡΑΣ.
- ΜΠΕΡΣΙΜΗΣ, Σ., ΡΑΚΙΤΖΗΣ, Α., & ΣΑΧΛΑΣ, Α. (2021). *ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ*. ΤΖΙΟΛΑ.