



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

ΣΧΟΛΗ ΝΑΥΠΗΓΩΝ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΤΟΜΕΑΣ ΜΕΛΕΤΗΣ ΠΛΟΙΟΥ ΚΑΙ ΘΑΛΑΣΣΙΩΝ ΜΕΤΑΦΟΡΩΝ

**ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΑΤΥΧΗΜΑΤΩΝ ΣΕ  
ΠΛΟΙΑ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ ΦΟΡΤΙΟΥ ΧΥΔΗΝ**



Διπλωματική Εργασία

Μαυρέλης Μιχάλης

Επιβλέπων Καθηγητής : Ν. Βεντικός

Τριμελής Επιτροπή: Ν. Βεντικός

Γ. Ζαραφονίτης

Δ. Λυρίδης

## Περιεχόμενα

- Περιεχόμενα Πινάκων και Διαγραμμάτων.....σελ.3
- Βιβλιογραφική Επισκόπηση.....σελ.9
- Περίληψη.....σελ.10
- Εισαγωγή.....σελ.11
- Η εξέλιξη των Bulk Carriers.....σελ.13
- Ατυχήματα σε Bulk Carriers.....σελ.18
- Βάση Δεδομένων Πλοίων.....σελ.22
- Βάση Δεδομένων Ατυχημάτων.....σελ.28
- Βασικοί Τύποι Ατυχημάτων.....σελ.29
- Διαχωρισμός Ατυχημάτων ανά μέγεθος.....σελ.30
- Πληρότητα Δεδομένων.....σελ.34
- Σοβαρά Ατυχήματα.....σελ.35
- Διαγράμματα Τύπων Ατυχημάτων.....σελ.37
- Διαφοροποιήσεις λόγω νέων τύπων Panamax.....σελ.41
- Ηλικιακή Κατανομή Bulk Carriers και διαγράμματα.....σελ.42
- Διαγράμματα ετήσιων ατυχημάτων.....σελ.51
- Θεωρία Συχνοτήτων σε Στατιστική Ανάλυση και Διαγράμματα  
• Συχνοτήτων.....σελ.79
- Διαγράμματα Stacked Ατυχημάτων.....σελ.109
- Θεωρητικό Κομμάτι Regression Analysis.....σελ.123
- Regression Analysis και Διαγράμματα.....σελ.125
- Συμπεράσματα και Προτάσεις .....σελ.133
- Παράρτημα 1.....σελ.134
- Παράρτημα 2.....σελ.139
- Παράρτημα 3.....σελ.157
- Βιβλιογραφία.....σελ.175

## **Περιεχόμενα Πινάκων και Διαγραμμάτων**

<b>Εικόνα 1:</b> Διαχωρισμός Φορητών Πλοίων.....σελ.14	σελ.14
<b>Εικόνα 2:</b> Γενική Διάταξη ενός Bulk Carrier.....σελ.15	σελ.15
<b>Εικόνα 3:</b> Μέση Τομή σε Bulk Carrier.....σελ.17	σελ.17
<b>Εικόνα 4:</b> Η σημαία των Bulk Carriers από το 1980 ως το 2010.....σελ.19	σελ.19
<b>Εικόνα 5:</b> Ανθρώπινες απώλειες σε ναυτικά ατυχήματα απο το 2005 εως το 2014.....σελ.21	σελ.21
<b>Πίνακας 1:</b> Διαχωρισμός Bulk Carriers βάση μεταφορικής ικανότητας.....σελ.25	σελ.25
<b>Πίνακας 2:</b> Ανάπτυξη στόλου σε αριθμό και εκατομμύρια DWT.....σελ.26-27	σελ.26-27
<b>Πίνακας 3:</b> Διαστάσεις Panamax και New Panamax.....σελ.41	σελ.41
<b>Διάγραμμα 1.1:</b> Συνολικά Ατυχήματα σε Bulk Carriers.....σελ.30	σελ.30
<b>Διάγραμμα 1.2</b> Ατυχήματα σε Handysize.....σελ.31	σελ.31
<b>Διάγραμμα 1.3</b> Ατυχήματα σε Handymax.....σελ.32	σελ.32
<b>Διάγραμμα 1.4</b> Ατυχήματα σε Panamax.....σελ.32	σελ.32
<b>Διάγραμμα 1.5</b> Ατυχήματα σε Capesize.....σελ.32	σελ.32
<b>Διάγραμμα 1.6</b> Ατυχήματα σε Bulk Carriers.....σελ.33	σελ.33
<b>Διάγραμμα 1.7</b> Σοβαρά Ατυχήματα σε Bulk Carriers.....σελ.36	σελ.36
<b>Διάγραμμα 2.1</b> Είδη Σοβαρών Ατυχημάτων Handysize.....σελ.37	σελ.37
<b>Διάγραμμα 2.2</b> Είδη Σοβαρών Ατυχημάτων Handymax.....σελ.38	σελ.38
<b>Διάγραμμα 2.3</b> Είδη Σοβαρών Ατυχημάτων Panamax.....σελ.38	σελ.38
<b>Διάγραμμα 2.4</b> Είδη Σοβαρών Ατυχημάτων Capesize.....σελ.39	σελ.39
<b>Διάγραμμα 2.5</b> Είδη Σοβαρών Ατυχημάτων Συνολικά για Bulk Carriers.....σελ.39	σελ.39
<b>Διάγραμμα 2.6</b> Μέσος Όρος Ηλικίας ανά Έτος 2006-2016.....σελ.42	σελ.42
<b>Διάγραμμα 2.7</b> Μέσος Όρος Ηλικίας ανά Έτος 1995-2005.....σελ.43	σελ.43
<b>Διάγραμμα 2.8</b> Μέσος Όρος Ηλικίας ανά Έτος 1985-1994.....σελ.43	σελ.43
<b>Διάγραμμα 2.9</b> Μέσος Όρος Ηλικίας ανά Έτος 1985-2016.....σελ.44	σελ.44
<b>Διάγραμμα 3.1</b> Ποσοστό Πλοίων(0-4 έτη) 1985-2016.....σελ.46	σελ.46

<b>Διάγραμμα 3.2</b> Ποσοστό Πλοίων(5-9 έτη) 1985-2016.....σελ.47	σελ.47
<b>Διάγραμμα 3.3</b> Ποσοστό Πλοίων(10-14 έτη) 1985-2016.....σελ.48	σελ.48
<b>Διάγραμμα 3.4</b> Ποσοστό Πλοίων(15+ έτη) 1985-2016.....σελ.49	σελ.49
<b>Διάγραμμα 4.1</b> Collision σε Handysize 1990-2016.....σελ.51	σελ.51
<b>Διάγραμμα 4.2</b> Contact σε Handysize 1990-2016.....σελ.52	σελ.52
<b>Διάγραμμα 4.3</b> Fire/Explosion σε Handysize 1990-2016.....σελ.53	σελ.53
<b>Διάγραμμα 4.4</b> Foundered σε Handysize 1990-2016.....σελ.54	σελ.54
<b>Διάγραμμα 4.5</b> Hull/Mchy. Damage σε Handysize 1990-2016 .....σελ.55	σελ.55
<b>Διάγραμμα 4.6</b> Wrecked/Stranded σε Handysize 1990-2016.....σελ.56	σελ.56
<b>Διάγραμμα 5.1</b> Collision σε Bulk Carriers 1990-2016.....σελ.57	σελ.57
<b>Διάγραμμα 5.2</b> Contact σε Bulk Carriers 1990-2016.....σελ.59	σελ.59
<b>Διάγραμμα 5.3</b> Fire/Explosion σε Bulk Carriers 1990-2016.....σελ.60	σελ.60
<b>Διάγραμμα 5.4</b> Foundered σε Bulk Carriers 1990-2016.....σελ.61	σελ.61
<b>Διάγραμμα 5.5</b> Hull/Mchy. Damage σε Bulk Carriers 1990-2016.....σελ.62	σελ.62
<b>Διάγραμμα 5.6</b> Wrecked/Stranded σε Bulk Carriers 1990-2016.....σελ.63	σελ.63
<b>Διάγραμμα 6.1</b> Ατυχήματα 1990.....σελ.64	σελ.64
<b>Διάγραμμα 6.2</b> Ατυχήματα 1991.....σελ.65	σελ.65
<b>Διάγραμμα 6.3</b> Ατυχήματα 1992.....σελ.65	σελ.65
<b>Διάγραμμα 6.4</b> Ατυχήματα 1993.....σελ.66	σελ.66
<b>Διάγραμμα 6.5</b> Ατυχήματα 1994.....σελ.66	σελ.66
<b>Διάγραμμα 6.6</b> Ατυχήματα 1995.....σελ.67	σελ.67
<b>Διάγραμμα 6.7</b> Ατυχήματα 1996.....σελ.67	σελ.67
<b>Διάγραμμα 6.8</b> Ατυχήματα 1997.....σελ.68	σελ.68
<b>Διάγραμμα 6.9</b> Ατυχήματα 1998.....σελ.68	σελ.68
<b>Διάγραμμα 6.10</b> Ατυχήματα 1999.....σελ.69	σελ.69
<b>Διάγραμμα 6.11</b> Ατυχήματα 2000.....σελ.69	σελ.69
<b>Διάγραμμα 6.12</b> Ατυχήματα 2001.....σελ.70	σελ.70

<b>Διάγραμμα 6.13</b> Ατυχήματα 2002.....	σελ.70
<b>Διάγραμμα 6.14</b> Ατυχήματα 2003.....	σελ.71
<b>Διάγραμμα 6.15</b> Ατυχήματα 2004.....	σελ.71
<b>Διάγραμμα 6.16</b> Ατυχήματα 2005.....	σελ.72
<b>Διάγραμμα 6.17</b> Ατυχήματα 2006.....	σελ.72
<b>Διάγραμμα 6.18</b> Ατυχήματα 2007.....	σελ.73
<b>Διάγραμμα 6.19</b> Ατυχήματα 2008.....	σελ.73
<b>Διάγραμμα 6.20</b> Ατυχήματα 2009.....	σελ.74
<b>Διάγραμμα 6.21</b> Ατυχήματα 2010.....	σελ.74
<b>Διάγραμμα 6.22</b> Ατυχήματα 2011.....	σελ.75
<b>Διάγραμμα 6.23</b> Ατυχήματα 2012.....	σελ.75
<b>Διάγραμμα 6.24</b> Ατυχήματα 2013.....	σελ.76
<b>Διάγραμμα 6.25</b> Ατυχήματα 2014.....	σελ.76
<b>Διάγραμμα 6.26</b> Ατυχήματα 2015.....	σελ.77
<b>Διάγραμμα 6.27</b> Ατυχήματα 2016.....	σελ.78
<b>Διάγραμμα 7.1</b> Συχνότητες Collision σε Handymax 1990-2015.....	σελ.80
<b>Διάγραμμα 7.2</b> Συχνότητες Contact σε Handymax 1990-2015.....	σελ.81
<b>Διάγραμμα 7.3</b> Συχνότητες Fire/Explosion σε Handymax 1990-2015.....	σελ.82
<b>Διάγραμμα 7.4</b> Συχνότητες Foundered σε Handymax 1990-2015.....	σελ.83
<b>Διάγραμμα 7.5</b> Συχνότητες Hull/Mchy. Damage σε Handymax 1990-2015....	σελ.84
<b>Διάγραμμα 7.6</b> Συχνότητες Wrecked/Stranded σε Handymax 1990-2015.....	σελ.85
<b>Διάγραμμα 8.1</b> Ατυχήματα 1990.....	σελ.86
<b>Διάγραμμα 8.2</b> Ατυχήματα 1991.....	σελ.87
<b>Διάγραμμα 8.3</b> Ατυχήματα 1992.....	σελ.87
<b>Διάγραμμα 8.4</b> Ατυχήματα 1993.....	σελ.88
<b>Διάγραμμα 8.5</b> Ατυχήματα 1994.....	σελ.88
<b>Διάγραμμα 8.6</b> Ατυχήματα 1995.....	σελ.89

<b>Διάγραμμα 8.7</b> Ατυχήματα 1996.....	σελ.89
<b>Διάγραμμα 8.8</b> Ατυχήματα 1997.....	σελ.90
<b>Διάγραμμα 8.9</b> Ατυχήματα 1998.....	σελ.90
<b>Διάγραμμα 8.10</b> Ατυχήματα 1999.....	σελ.91
<b>Διάγραμμα 8.11</b> Ατυχήματα 2000.....	σελ.91
<b>Διάγραμμα 8.12</b> Ατυχήματα 2001.....	σελ.92
<b>Διάγραμμα 8.13</b> Ατυχήματα 2002.....	σελ.92
<b>Διάγραμμα 8.14</b> Ατυχήματα 2003.....	σελ.93
<b>Διάγραμμα 8.15</b> Ατυχήματα 2004.....	σελ.93
<b>Διάγραμμα 8.16</b> Ατυχήματα 2005.....	σελ.94
<b>Διάγραμμα 8.17</b> Ατυχήματα 2006.....	σελ.94
<b>Διάγραμμα 8.18</b> Ατυχήματα 2007.....	σελ.95
<b>Διάγραμμα 8.19</b> Ατυχήματα 2008.....	σελ.95
<b>Διάγραμμα 8.20</b> Ατυχήματα 2009.....	σελ.96
<b>Διάγραμμα 8.21</b> Ατυχήματα 2010.....	σελ.96
<b>Διάγραμμα 8.22</b> Ατυχήματα 2011.....	σελ.97
<b>Διάγραμμα 8.23</b> Ατυχήματα 2012.....	σελ.97
<b>Διάγραμμα 8.24</b> Ατυχήματα 2013.....	σελ.98
<b>Διάγραμμα 8.25</b> Ατυχήματα 2014.....	σελ.98
<b>Διάγραμμα 8.26</b> Ατυχήματα 2015.....	σελ.99
<b>Διάγραμμα 8.27</b> Ατυχήματα 2016.....	σελ.99
<b>Διάγραμμα 9.1</b> Συχνότητες Ατυχημάτων Collision 1990-2016.....	σελ.100
<b>Διάγραμμα 9.2</b> Συχνότητες Ατυχημάτων Contact 1990-2016.....	σελ.101
<b>Διάγραμμα 9.3</b> Συχνότητες Ατυχημάτων Fire/Explosion 1990-2016.....	σελ.102
<b>Διάγραμμα 9.4</b> Συχνότητες Ατυχημάτων Foundered 1990-2016.....	σελ.103
<b>Διάγραμμα 9.5</b> Συχνότητες Ατυχημάτων Hull/Mchy. Damage 1990-2016.....	σελ.104

<b>Διάγραμμα 9.6</b>	Συχνότητες Ατυχημάτων Wrecked/Stranded 1990-2016.....σελ.105
<b>Διάγραμμα 9.7</b>	Μέσος Όρος Ηλικίας Σοβαρών Ατυχημάτων 2016.....σελ.106
<b>Διάγραμμα 9.8</b>	Μέσος Όρος Ηλικίας Σοβαρών Ατυχημάτων 2015.....σελ.107
<b>Διάγραμμα 9.9</b>	Μέσος Όρος Ηλικίας Σοβαρών Ατυχημάτων 2014.....σελ.108
<b>Διάγραμμα 9.10</b>	Συνολικές Συχνότητες Εμφάνισης Ατυχημάτων 2004-2016..σελ.108
<b>Διάγραμμα 10.1</b>	Ατυχήματα Collision 1990-2003.....σελ.109
<b>Διάγραμμα 10.2</b>	Ατυχήματα Collision 2004-2016.....σελ.110
<b>Διάγραμμα 10.3</b>	Ατυχήματα Contact 1990-2003.....σελ.110
<b>Διάγραμμα 10.4</b>	Ατυχήματα Contact 2004-2016.....σελ.111
<b>Διάγραμμα 10.5</b>	Ατυχήματα Fire/Explosion 1990-2003.....σελ.111
<b>Διάγραμμα 10.6</b>	Ατυχήματα Fire/Explosion 2004-2016.....σελ.112
<b>Διάγραμμα 10.7</b>	Ατυχήματα Foundered 1990-2003.....σελ.112
<b>Διάγραμμα 10.8</b>	Ατυχήματα Foundered 2004-2016.....σελ.113
<b>Διάγραμμα 10.9</b>	Ατυχήματα Hull/Mchy Damage 1990-2003.....σελ.113
<b>Διάγραμμα 10.10</b>	Ατυχήματα Hull/Mchy Damage 2004-2016 .....σελ.114
<b>Διάγραμμα 10.11</b>	Ατυχήματα Wrecked/Stranded 1990-2003.....σελ.114
<b>Διάγραμμα 10.12</b>	Ατυχήματα Wrecked/Stranded 2004-2016.....σελ.115
<b>Διάγραμμα 11.1</b>	Συχνότητες Ατυχημάτων Collision 1990-2003 .....σελ.115
<b>Διάγραμμα 11.2</b>	Συχνότητες Ατυχημάτων Collision 2004-2015 .....σελ.116
<b>Διάγραμμα 11.3</b>	Συχνότητες Ατυχημάτων Contact 1990-2003.....σελ.116
<b>Διάγραμμα 11.4</b>	Συχνότητες Ατυχημάτων Contact 2004-2015.....σελ.117
<b>Διάγραμμα 11.5</b>	Συχνότητες Ατυχημάτων Fire/Explosion 1990-2003.....σελ.117
<b>Διάγραμμα 11.6</b>	Συχνότητες Ατυχημάτων Fire/Explosion 2004-2015.....σελ.118
<b>Διάγραμμα 11.7</b>	Συχνότητες Ατυχημάτων Foundered 1990-2003 .....σελ.118
<b>Διάγραμμα 11.8</b>	Συχνότητες Ατυχημάτων Foundered 2004-2015 .....σελ.119
<b>Διάγραμμα 11.9</b>	Συχνότητες Ατυχημάτων Hull/Mchy Damage 1990-2003.....σελ.119
<b>Διάγραμμα 11.10</b>	Συχνότητες Ατυχημάτων Hull/Mchy Damage 2004-2015.....σελ.120

<b>Διάγραμμα 11.11</b> Συχνότητες Ατυχημάτων Wrecked/Stranded 1990-2003.....σελ.120	σελ.120
<b>Διάγραμμα 11.12</b> Συχνότητες Ατυχημάτων Wrecked/Stranded 2004-2015.....σελ.121	σελ.121
<b>Διάγραμμα 12.1</b> Regression Analysis Collision.....σελ.125	σελ.125
<b>Διάγραμμα 12.2</b> Regression Analysis Contact.....σελ.125	σελ.125
<b>Διάγραμμα 12.3</b> Regression Analysis Fire/Explosion.....σελ.126	σελ.126
<b>Διάγραμμα 12.4</b> Regression Analysis Foundered.....σελ.126	σελ.126
<b>Διάγραμμα 12.5</b> Regression Analysis Hull/Mchy. Damage .....σελ.127	σελ.127
<b>Διάγραμμα 12.6</b> Regression Analysis Wrecked/Stranded.....σελ.127	σελ.127
<b>Διάγραμμα 13.1</b> Regression Analysis Collision με Συχνότητες .....σελ.128	σελ.128
<b>Διάγραμμα 13.2</b> Regression Analysis Contact με Συχνότητες .....σελ.128	σελ.128
<b>Διάγραμμα 13.3</b> Regression Analysis Fire/Explosion με Συχνότητες.....σελ.129	σελ.129
<b>Διάγραμμα 13.4</b> Regression Analysis Foundered με Συχνότητες.....σελ.129	σελ.129
<b>Διάγραμμα 13.5</b> Regression Analysis Hull/Mchy. Damage με Συχνότητες.....σελ.130	σελ.130
<b>Διάγραμμα 13.6</b> Regression Analysis Wrecked/Stranded με Συχνότητες.....σελ.130	σελ.130
<b>Διάγραμμα 13.7</b> Συνολικά ατυχήματα έτους Regression Analysis .....σελ.131	σελ.131
<b>Διάγραμμα 13.8</b> Συνολικά ατυχήματα έτους Regression Analysis με ακραίες τιμές..... .....σελ.132	σελ.132



## *Ευχαριστίες*

Σε αυτό το σημείο της διπλωματικής μου εργασίας θα ήθελα να ευχαριστήσω αρχικά τον κύριο Βεντίκο για το ενδιαφέρον θέμα διπλωματικής που μου παρείχε και τη βοήθεια κατά τη διάρκεια εκπόνησης της. Επιπλέον, όσον αφορά την ακαδημαϊκή βοήθεια πρέπει να αναφερθώ και να ευχαριστήσω τον κύριο Σωτήραλη για τη βοήθειά του κατά τη διάρκεια της ενασχόλησης μου με την εργασία. Εκτός σχολής φυσικά δεν θα μπορούσα να μην αναφερθώ στην οικογένεια μου αλλά και σε όσα άτομα με στήριξαν και με στηρίζουν καθόλη τη διάρκεια της εργασίας και να τους ευχαριστήσω, μικρούς και μεγάλους.

## Περίληψη

Στην παρακάτω διπλωματική αρχικά γίνεται μια αναφορά στα φορτηγά πλοία μεταφοράς ξηρού φορτίου χύδην. Παρουσιάζεται η ιστορία και η εξέλιξή τους στο πέρασμα των ετών και γίνεται μια συνοπτική ανάλυση της δομής τους. Εν συνεχεία, παρουσιάζονται οι πιθανοί τύποι ατυχημάτων στα παραπάνω πλοία, επεξηγούνται αναλυτικά και παρουσιάζονται οι δύο μεγάλες βάσεις δεδομένων που χρησιμοποιήθηκαν στη διπλωματική (μία με στοιχεία πλοίων και μία με στοιχεία ατυχημάτων). Στα αμέσως επόμενα κεφάλαια γίνεται διαχωρισμός των ατυχημάτων ανά κατηγορία μεγέθους πλοίου, ελέγχεται η πληρότητα των δεδομένων που χρησιμοποιείται και γίνεται μια ανάλυση των ατυχημάτων που θεωρούνται σοβαρά στην παρούσα έρευνα. Στα κεφάλαια που ακολουθούν παρουσιάζεται η ηλικιακή κατανομή των πλοίων που μελετώνται και τα στατιστικά διαγράμματα που προκύπτουν τόσο σε απόλυτα νούμερα όσο και σε συχνότητες ατυχημάτων, αλλά και συγκριτικών διαγραμμάτων Stacked. Στη συνέχεια γίνεται μια συνοπτική παρουσίαση της θεωρίας παλινδρομικής ανάλυσης και παρουσιάζονται τα διαγράμματα και οι εξισώσεις που προέκυψαν στην παραπάνω ανάλυση και πραγματοποιείται και ένας έλεγχός τους με τη διαδικασία p-value.

## Summary

In the following diploma thesis, at first there is a reference to dry bulk cargo ships. There is a presentation of their history and evolution over the years and a concise analysis of their structure. Next, the possible types of accidents on the above ships are presented and the two large databases used in the diplomatic (one with ship data and one with accidents data) are explained in detail. In the next chapters we distinguish the accidents by size class, the completeness of the data used is checked and an analysis of the accidents considered serious in the present investigation is made. The following chapters illustrate the age distribution of the ships being studied and the statistical diagrams that arise in both absolute numbers and accident frequencies as well as comparative Stacked diagrams. Then, a summary of the reciprocal analysis theory is presented, and the diagrams and equations that result from the above analysis are presented and their p-value process is checked.

## **Εισαγωγή**

Η παγκόσμια ναυτιλία είναι ο πλέον διαδεδομένος τρόπος μεταφοράς φορτίων και αγαθών στη σημερινή εποχή και ακολουθώντας συνεχώς αυξανόμενες τάσεις τείνει να ξεπεράσει κάθε προσδοκία προηγούμενων ετών. Η ιστορία των θαλάσσιων μεταφορών χάνεται στα βάθη των αιώνων και φτάνει στο σήμερα που πλέον καλύπτει ποσοστό άνω του 80% του παγκόσμιου εμπορίου. Η ίδρυση όλο και περισσότερων μεγάλων ναυτιλιακών εταιριών, η διάνοιξη διωρυγών και η βελτίωση των εγκαταστάσεων στα λιμάνια ανά τον κόσμο δημιούργησε τις απαραίτητες προϋποθέσεις ώστε να έχουμε σήμερα την εμπορική ναυτιλία ως μονόδρομο για τη μεταφορά τεράστιων ποσοτήτων εμπορευμάτων με το μικρότερο δυνατό κόστος. Αξιοσημείωτη είναι και η συμβολή της Ελλάδας στην παγκόσμια ναυτιλία καθώς πρόκειται για ένα παραδοσιακά ναυτιλιακό κράτος που έχει φτάσει σήμερα να πρωτοστατεί στις εξελίξεις του τομέα και να αποτελεί έναν βασικότατο τομέα της Ελληνικής οικονομίας.

Σε ένα χώρο όπως η θάλασσα που κρύβει αρκετούς κινδύνους και που ακόμα και σήμερα θεωρείται απρόβλεπτη, αν προσθέσουμε τον ανθρώπινο παράγοντα και τις πιθανές μηχανολογικές και μορφολογικές αστοχίες, είναι αναπόφευκτη η παρουσία ατυχημάτων. Η παρούσα διπλωματική πραγματεύεται τα ατυχήματα γύρω από τα φορτηγά πλοία και συγκεκριμένα για τα Bulk Carriers. Θα αναφερθούν και θα αναλυθούν οι πιθανοί τύποι ατυχημάτων καθώς και η πιθανότητες να συμβούν. Επιπλέον, θα γίνει ανάλυση όσον αφορά τη σχέση ηλικίας και συμβάντος και θα εξαχθούν σχετικά συμπεράσματα.

## **Βιβλιογραφική Επισκόπηση**

Όσον αφορά τα ατυχήματα σε Bulk Carriers είτε συνολικά για τον παγκόσμιο στόλο όπου εμπεριέχονται τα Bulk Carriers έχουν γίνει οι παρακάτω έρευνες στο παρελθόν:

- Βουλγαρέλλης Μάρκος, “Στατιστική ανάλυση σοβαρών ατυχημάτων πλοίων του παγκόσμιου στόλου την περίοδο 2000 – 2012”, Αθήνα 2015
- Οικονόμου Κωνσταντίνος Α.,” Στατιστική Ανάλυση Ατυχημάτων Πυρκαγιάς/Εκρηξης στο Παγκόσμιο Στόλο”, Αθήνα 2010
- Χρυσανγής Χρήστος, “ Τίτλος:Μελέτη και Ανάλυση Ναυτικών Ατυχημάτων Πλοίων Τύπου Γενικού Φορτίου”, Αθήνα 2011
- Μπίθα Κωνσταντίνα, ‘ Στατιστική ανάλυση ατυχημάτων κατά την περίοδο 1990-2012”, Αθήνα 2014

## **Η εξέλιξη των Bulk Carriers**

Τα πλοία ανάλογα με το αντικείμενο που μεταφέρουν μπορούν να χωριστούν σε δύο μεγάλες κατηγορίες. Αρχικά, διακρίνονται τα πλοία που προορίζονται στο να μεταφέρουν επιβάτες και ονομάζονται επιβατηγά και κατά δεύτερον υπάρχουν τα πλοία που μεταφέρουν φορτία και ονομάζονται φορτηγά πλοία. Τα φορτηγά πλοία ανάλογα με το είδος που είναι κατασκευασμένα να μεταφέρουν διακρίνονται στις παρακάτω τέσσερις κατηγορίες:

- Φορτηγά ξηρού φορτίου
- Φορτηγά υγρού φορτίου
- Φορτηγά μικτού φορτίου ( διαφορετικά πολλαπλής χρήσης)
- Φορτηγά πλοία ειδικού φορτίου

Τα φορτηγά πλοία ξηρού φορτίου ,ανάλογα με τον τύπο του φορτίου τους μπορούν να διαχωριστούν σε δύο επιμέρους βασικές κατηγορίες:

- ❖ Γενικού φορτίου (general cargo)
- ❖ Ομοειδούς φορτίου χύμα( in bulk)

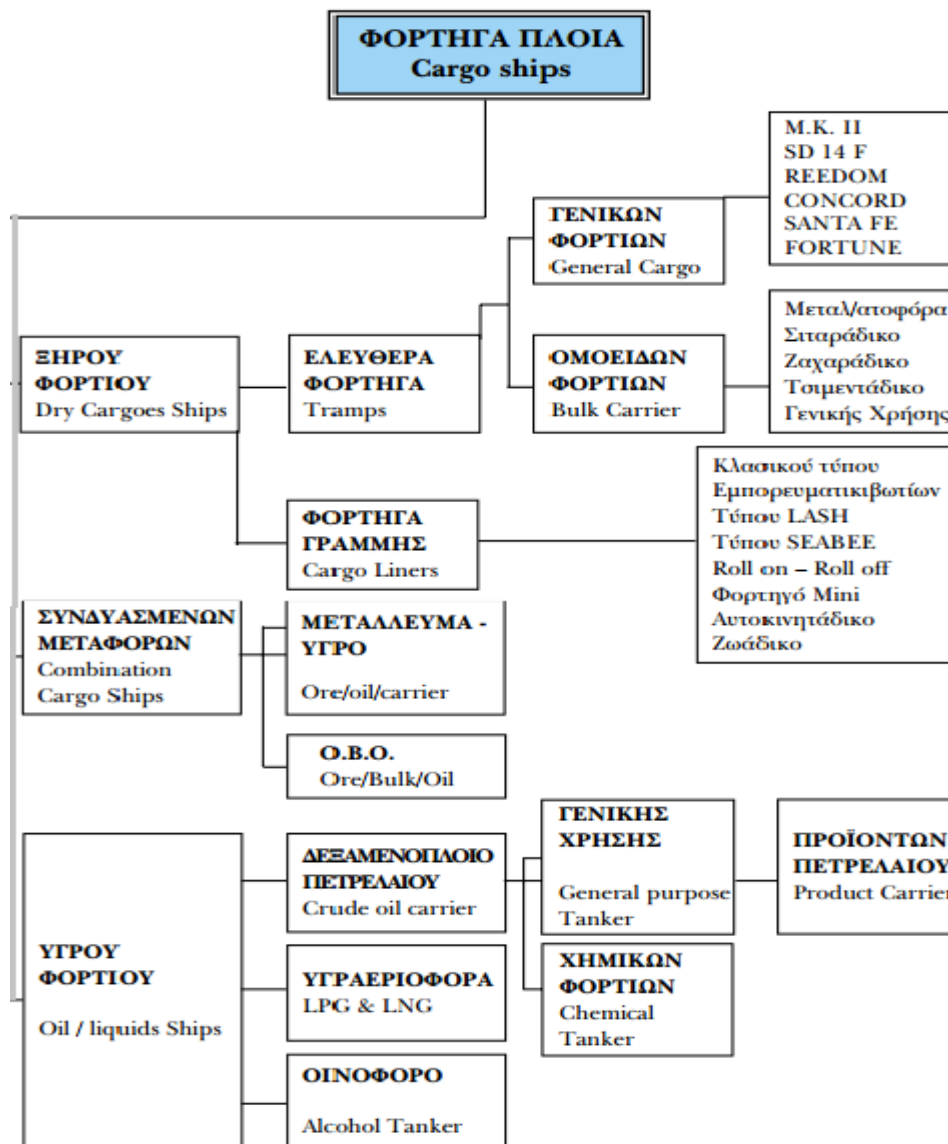
Τα φορτηγά πλοία που μεταφέρουν ομοειδές φορτίο χύδην ονομάζονται Bulk Carriers και είναι ο τύπος πλοίου για τον οποίο θα αναλυθούν τα πιθανά ατυχήματα στην παρούσα διπλωματική εργασία. Τα Bulk Carriers είναι φορτηγά πλοία που διαθέτουν ένα κατάστρωμα και μπορούν να μεταφέρουν διαφορετικά είδη ξηρών φορτίων χύμα, τα οποία έχουν μεταξύ τους διαφορά συντελεστού στοιβασίας<sup>66</sup> που είναι μεταξύ 15 και 55 κυβικών ποδών ανά τόνο. Ο αριθμός 66 υποδεικνύει πόσα κυβικά πόδια καταλαμβάνει ένας τόνος φορτίου.

Χωρίζεται σε ελαφρύ φορτίο , όταν καλύπτει ολόκληρη τη χωρητικότητα των κυτών αλλά δεν εξαντλεί τη μεταφορική ικανότητα σε βάρος του πλοίου, και σε βαρύ φορτίο, όταν εξαντλεί τη μεταφορική ικανότητα σε βάρος αλλά δεν καταλαμβάνει όλη τη χωρητικότητα των κυτών του πλοίου. Τα Bulk Carriers γενικά δεν παρουσιάζουν μεγάλες διαφορές στη μορφή τους, παρά μόνο σε κάποια ιδιαίτερα χαρακτηριστικά τους. Το μηχανοστάσιο βρίσκεται στην πρύμνη του πλοίου και διαθέτουν μεγάλα στόμια κυτών που συνήθως ανοιγοκλείνουν με μηχανικά μέσα. Τα Bulk Carriers μπορούν να διαχωριστούν στις παρακάτω κατηγορίες ανάλογα με τον τύπο φορτίου που μεταφέρουν:

- Ore-Oil Carriers (μεταφέρουν ακατέργαστο πετρέλαιο και διάφορα μεταλλεύματα)
- Bulk Carriers (μεταφέρουν ξηρά φορτία, όπως σιτηρά)
- Bulk/Oil Carriers (μεταφέρουν ξηρά και υγρά φορτία)
- Ore/Bulk/Oil Carriers- O.B.O. (τύπος πλοίου που διαθέτει όλα τα παραπάνω χαρακτηριστικά)

Τα Bulk Carriers όσον αφορά την κατασκευή τους θεωρούνται ως ο απλούστερος τύπος πλοίου και είναι σχετικά δύσκολο να υπάρξει έντονη βελτίωση των κύριων χαρακτηριστικών τους. Με το πέρασμα των ετών και λόγω της συνεχώς αυξανόμενης ζήτησης και ανάγκης της παγκόσμιας αγοράς και εμπορίου παρουσιάζεται μια τεράστια αύξηση της χωρητικότητας των Bulk Carriers. Λόγω της βιομηχανικής ανάπτυξης παγκόσμια, διάφορες χώρες που παλαιότερα εισήγαν προϊόντα έτοιμα προς χρήση πλέον εισαγάγουν την πρώτη ύλη αλλά και σιτηρά σε πολύ μεγάλες ποσότητες. Η εισαγωγή αυτή πρώτης ύλης δεν γίνεται τυποποιημένα, αλλά χύδην κάτι που προκάλεσε την αλματώδη αύξηση στη χωρητικότητα των Bulk Carriers.

Παρακάτω παρουσιάζεται διαγραμματικά ο διαχωρισμός των φορτηγών πλοίων:

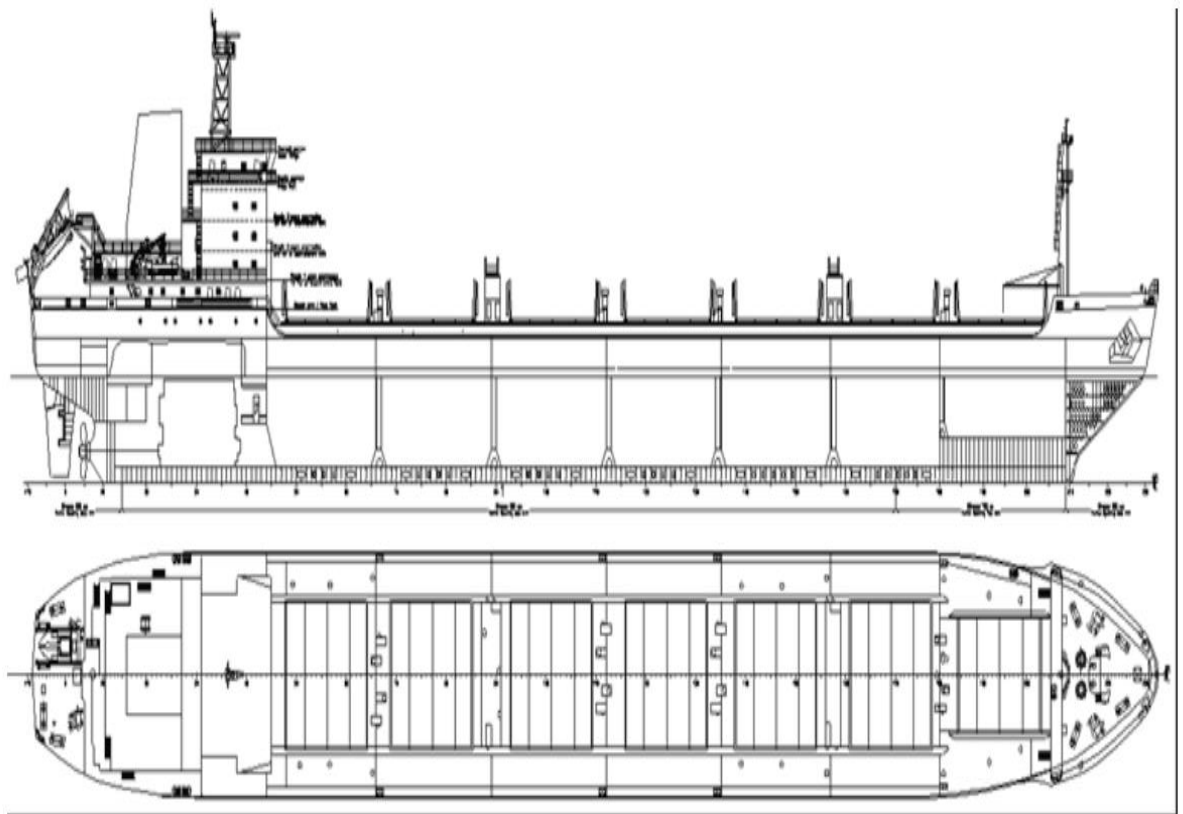


Εικόνα 1: Διαχωρισμός Φορτηγών Πλοίων

(Πηγή: Βιβλία Ναυτικού Τομέα, Παιδαγωγικό Ινστιτούτο, Υπουργείο Παιδείας)

Τα Bulk Carriers έκαναν την εμφάνιση τους στα μέσα της δεκαετίας του 1950 και εδραίωσαν την παρουσία τους στον παγκόσμιο χάρτη με την αρχή της δεκαετίας του 1960. Η δεκαετία του '60 έφερε μεγάλη αύξηση στην ανάγκη μεταφοράς φορτίων όπως ζάχαρη, σιτηρά, κάρβουνα, μεταλλεύματα, λιπάσματα κλπ. Χαρακτηριστικά είναι τα νούμερα της εποχής όπου ενώ το 1960 υπήρχαν περίπου 350 Bulk Carriers με μέσο όρο μεταφορικής ικανότητας 15.000 με 17.000 DWT, το 1965 ο αριθμός ξεπέρασε τα 1.100 πλοία και ο μέσος όρος μεταφορικής ικανότητας έφτασε στους 21.000 DWT. Στη σημερινή εποχή η μεταφορική ικανότητα συχνά ξεπερνά τους 200.000 DWT.

Η γενική διάταξη ενός Bulk Carrier έχει την παρακάτω μορφή:



Εικόνα 2: Γενική διάταξη ενός Bulk Carrier  
(Πηγή: 23645 DWT ocean-going bulk carrier)

Κάποια βασικά χαρακτηριστικά των Bulk Carriers είναι:

- Όπως ήδη αναφέρθηκε διαθέτουν ένα μόνο κατάστρωμα.
- Ο χώρος των αμπαριών είναι συνήθως ενιαίος και σχηματικά παρουσιάζει μια πολυγωνική μέση τομή.
- Πλευρικά από τα αμπάρια υπάρχουν δεξαμενές έρματος( wing tanks) και κάτω από τα αμπάρια οι δεξαμενές έρματος του διπύθμενου.
- Διαθέτουν χαλύβδινα συνήθως καλύμματα αμπαριών.
- Κάποια Bulk Carriers δεν διαθέτουν καθόλου φορτοεκφορτωτικά μέσα( gearless), ενώ άλλα διαθέτουν κρένια με δυνατότητα πολλές φορές να καλύπτουν μεγάλες ανυψωτικές ανάγκες.
- Στην πρύμνη υπάρχει μία κύρια υπερκατασκευή (όπου βρίσκεται η γέφυρα και οι ενδιαιτήσεις και κάτω από αυτήν το μηχανοστάσιο.

Τα πλοία που μεταφέρουν ξηρό φορτίο αποτελούν το 40 % του εμπορικού στόλου παγκόσμια και πλέον η κατασκευή τους και η σχεδιάσή τους γίνεται με γνώμονα τους παρακάτω παράγοντες:

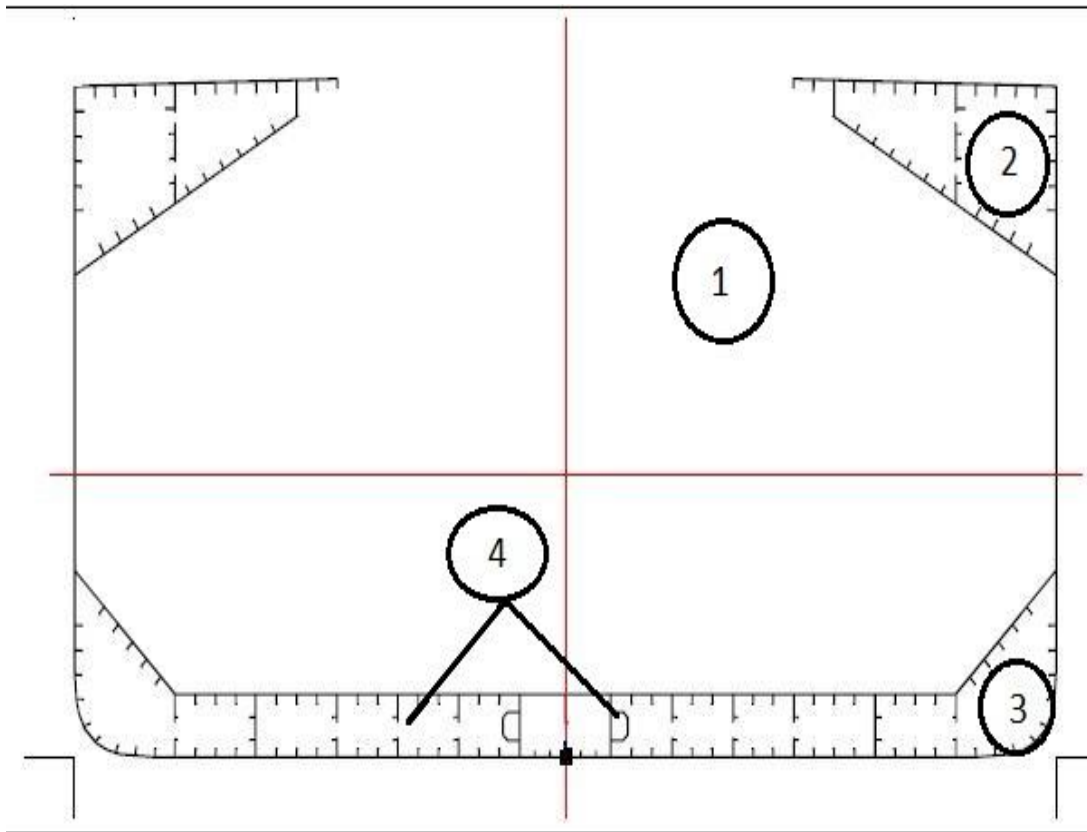
- ✓ Μεγιστοποίηση της μεταφορικής ικανότητας
- ✓ Ασφάλεια μεταφορέμενων προϊόντων
- ✓ Ασφάλεια πληρώματος
- ✓ Αντοχή των πλοίων σε βάθος χρόνου

Τα κύρια τμήματα που μπορεί να διαχωριστεί κατά μήκος ένα Bulk Carrier είναι τα παρακάτω:

- Πρύμνηθεν της πρυμναίας φρακτής (**L<sub>AFT</sub>**): ορίζεται ως η απόσταση μεταξύ πρυμναίας καθέτου (A.P.) και πρυμναίας φρακτής του μηχανοστασίου που συμπίπτει όμως με την πρυμναία φρακτή σύγκρουσης.
- Χώρος μηχανοστασίου (**L<sub>ER</sub>**): πρόκειται για το τμήμα ανάμεσα στη πρυμναία και την πρωραία φρακτή του μηχανοστασίου. Στο χώρο αυτόν περιλαμβάνεται η μηχανολογική εγκατάσταση του πλοίου. Ως μηχανολογική εγκατάσταση θεωρούμε την κύρια μηχανή , τις γεννήτριες και τα διάφορα βοηθητικά μηχανήματα.
- Χώρος φορτίου (**L<sub>CARGO</sub>**): είναι ο χώρος που βρίσκεται μεταξύ της πρωραίας φρακτής του μηχανοστασίου και της πρωραίας φρακτής σύγκρουσης του πλοίου. Στο χώρο αυτό βρίσκονται τα αμπάρια του πλοίου (Cargo Holds) που οριοθετούνται από τις εγκάρσιες φρακτές.
- Πρώραθεν της φρακτής σύγκρουσης (**L<sub>FWD</sub>**): πρόκειται για την απόσταση ανάμεσα στην πρωραία φρακτή σύγκρουσης και την πρωραία κάθετο (F.P.).



Ένα σχέδιο που δημιουργεί μια αναγνώριση της μορφής, της λειτουργικότητας αλλά και της δομικής διαμόρφωσης ενός Bulk Carrier είναι το σχέδιο μέσης τομής που φαίνεται και εξηγείται παρακατω:



Εικόνα 3: Μέση Τομή ενός Bulk Carrier

1. Cargo Holds. Πρόκειται για το χώρο που αποθηκεύονται τα μεταφερόμενα αγαθά.
2. Topside Tanks. Με τον όρο αυτό παρουσιάζονται οι πάνω πλευρικές δεξαμενές όπου τοποθετείται έρμα.
3. Hopper Tanks. Δεξαμενές έρματος που έχουν αυτή τη μορφή σε όλο το μήκος του πλοίου.
4. Double Bottom. Πρόκειται για το διπύθμενο το οποίο λόγω ασφάλειας, περιβαλλοντολογικής πρόβλεψης και των νέων κανονισμών που εφαρμόζονται πλέον σε όλα τα Bulk Carriers υπάρχει κάτω από τα αμπάρια σε ολόκληρο το μήκος του πλοίου.

## Ατυχήματα σε Bulk Carriers

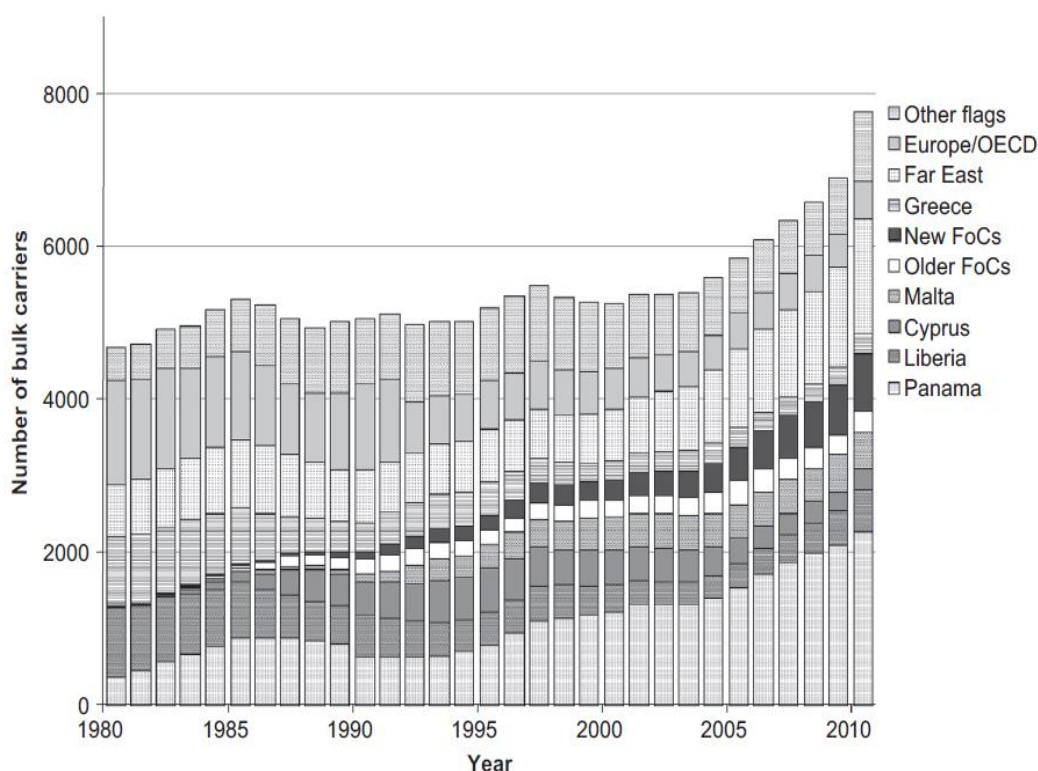
Όταν αναφερόμαστε σε θαλάσσιο ή ναυτικό ατύχημα (casualty), εννοούμε κάθε θαλάσσιο συμβάν που έχει ως αποτέλεσμα την βλάβη ή και την απώλεια πλοίου ή μέρους του φορτίου του.

Τα πλοία μεταφοράς φορτίου χύδην έχουν συνδεθεί με υψηλό κίνδυνο δομικής και κατασκευαστικής αποτυχίας, συγκρούσης αλλά και με μεγάλες απώλειες ανθρώπινης ζωής σε ατυχήματα σε βάθος χρόνου. Λόγω διεθνών κανονισμών και βελτίωσης της τεχνολογίας που χρησιμοποιείται για την κατασκευή και την επισκευή ενός πλοίου τα τελευταία 30 χρόνια υπάρχει ποσοστιαία μείωση και καλύτερος έλεγχος των ναυτικών ατυχημάτων. Καθώς λόγω των αναγκών αυξανόταν ο όγκος του μεταφερόμενου ξηρού χύδην φορτίου, όλο και μεγαλύτερα πλοία μεταφοράς χύδην φορτίου συνδέθηκαν με υψηλά ποσοστά ατυχημάτων με κατασκευαστικές αστοχίες κατά τη διάρκεια της δεκαετίας του '80. Από τη αρχή της δεκαετίας του 1990 και μετά, έκαναν την εμφάνισή τους όλο και περισσότερα δημοσιεύματα σχετικά με απώλειες πλοίων μεταφοράς φορτίου χύδην που δεν είχαν γίνει μέχρι τότε γνωστά. Οι κίνδυνοι για αστοχίες και κατασκευαστικές βλάβες εντοπίζονταν κυρίως στους παρακάτω παράγοντες:

- Μεγάλη ηλικία διαθέσιμων πλοίων
- Φθορά στο υλικό της γάστρας του πλοίου κατά τη μεταφορά φορτίου
- Μεταφορά σιδηρομεταλλεύματος
- Καιρικές συνθήκες, όπως καταιγίδες ή τυφώνες
- Εμπορικές διαδρομές υψηλού κινδύνου, όπως συναλλαγές στην Απω Ανατολή.

Υπήρχαν βέβαια και αρκετές περιπτώσεις όπου τα ατυχήματα οφείλονταν σε αστοχία των καλυμμάτων των αμπαριών ή ακόμα και σε ξαφνικές μεγάλες δομικές αστοχίες του πλοίου που οδηγούσαν συχνά σε απώλεια του πλοίου δίχως να υπάρξει κάποια επαφή ή σύγκρουση και σε απώλεια ακόμα και του πληρώματος. Προηγούμενες έρευνες που αφορούσαν περιστατικά σε Bulk Carriers μεταξύ 1960 και 1996 απέδειξαν ότι οι πιο σημαντικοί παράγοντες που εμφανίζονταν με μεγαλύτερη συχνότητα στα σοβαρά ατυχήματα ήταν το μεταφερόμενο φορτίο, η διαδρομή που ακολουθούσε το πλοίο, η ηλικία του και τέλος η σημαία του.

Παρακάτω φαίνεται διαγραμματικά η σημαία που έφεραν τα Bulk Carriers παγκόσμια από το 1980 ως το 2010:



Εικόνα 4: Η σημαία που έφεραν τα Bulk Carriers παγκόσμια από το 1980 ως το 2010 (Πηγή: Stephen E.Roberts, Stephen J.Pettit, Peter B.Marlow, "Casualties and loss of life in bulk carriers from 1980 to 2010")

Μετά τη δεκαετία του '90 ακολούθησαν βελτιώσεις στην αρχική κατασκευή των πλοίων που εστίαζαν κυρίως στη στεγανότητα και την καλύτερη αντοχή της γάστρας του πλοίου σε καιρικά φαινόμενα, στην πρόβλεψη και ταχύτερη αντιμετώπιση στην είσοδο νερού και κυρίως στους τρόπους επιβίωσης του πληρώματος σε ένα σοβαρό ατύχημα.

Ένας σοβαρός παράγοντας που λαμβάνεται υπόψη αλλά είναι δύσκολο να μελετηθεί είναι ο ανθρώπινος παράγοντας πάνω στο πλοίο, δηλαδή τα μέλη του πληρώματος. Ο παράγοντας αυτός ανάλογα το πλοίο μπορεί να έχει μεγάλες διαφοροποιήσεις που ποικίλουν ανάλογα με :

- την επαγγελματική κατάρτιση που έχουν λάβει
- την υπάρχουσα εμπειρία του πληρώματος
- την εθνικότητα
- τον τρόπο και την ικανότητα επικοινωνίας καπετάνιου/πληρώματος με την εταιρία που διαχειρίζεται το πλοίο
- τα επίπεδα διαχείρισης άγχους και δύσκολων ή επικίνδυνων καταστάσεων
- την κόπωση του πληρώματος

Από το 2005 έχει παρουσιαστεί ξανά μία μικρή αύξηση στα ατυχήματα των Bulk Carriers και εστιάζεται στα θανατηφόρα ατυχήματα. Η αύξηση αυτή αφορά σε μεγάλο βαθμό πλοία σημαία Παναμά. Βέβαια, η προαναφερόμενη αύξηση συνδέεται με την απώλεια 45 ζώων το 2010 λόγω 3 μεγάλων ναυαγίων Bulk Carriers που μετέφεραν νικέλιο από την Ινδονησία.

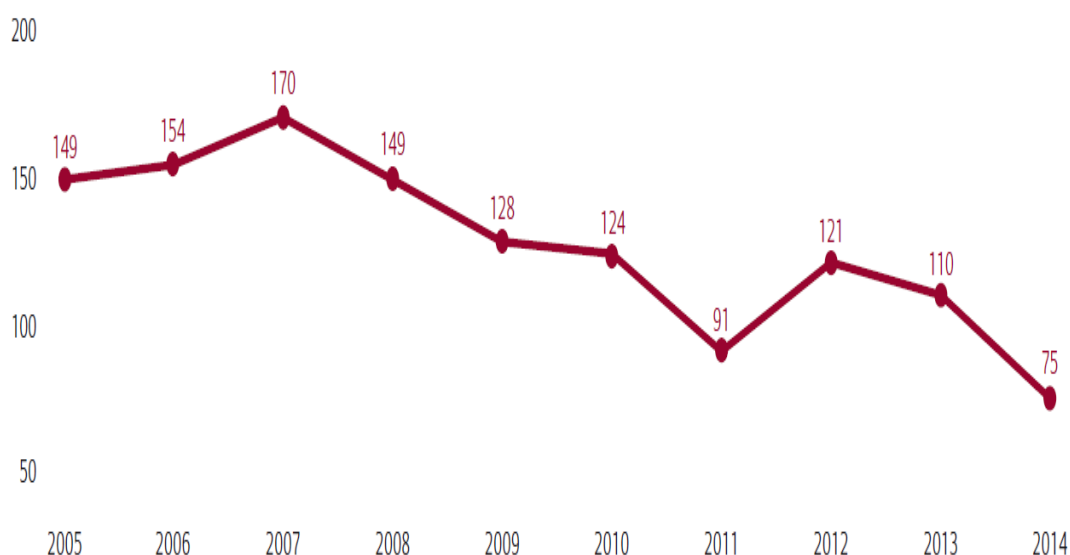
Γενικότερα, τα φορτία νικελίου είναι πιθανό σε ορισμένες ατμοσφαιρικές ή θερμοκρασιακές συνθήκες να είναι επιρρεπή σε υγροποίηση. Κάτι τέτοιο μπορεί να επιφέρει απώλεια της ισορροπίας και της σταθερότητας του πλοίου ή ακόμα και ανατροπή του. Αυτό εξηγεί και το γεγονός ότι τα φορτία νικελίου είναι τα πιο συνδεδεμένα με ατυχήματα και με ανθρώπινες απώλειες από το 1997 και μετά. Άλλα υλικά που συνδέονται συχνά με ατυχήματα είναι ο σίδηρος, το τσιμέντο, το κάρβουνο και η ξυλεία. Ο σίδηρος είναι το μέταλλο που συνδέεται σε μεγαλύτερο βαθμό με δομικές καταστροφές στα αμπάρια του πλοίου καθώς είναι το πιο πυκνό φορτίο, το οποίο γεμίζει ακόμα και μικρότερους χώρους στο χώρο μεταφοράς. Έτσι, κατά τη διάρκεια έντονων καιρικών φαινομένων ή έντονων κυματισμών επιφέρει μεγάλες πιέσεις στα τοιχώματα των αμπαριών.

Ο παγκόσμιος οργανισμός ναυτιλίας ( International Maritime Organization) θέσπισε το 2000 την FSA( Formal Safety Assessment) που θα μπορούσε να μεταφραστεί ως Επίσημη Αξιολόγηση Ασφαλείας και πρόκειται για μια επίσημη διαδικασία με την οποία αξιολογείται η ασφάλεια των πλοίων. Η FSA είναι μια μέθοδος που αναλύει το πιθανό ρίσκο, αξιολογεί τους πιθανούς κινδύνους και στοχεύει στην ασφαλή μεταφορά αγαθών με πλοία. Μπορεί να διαχωριστεί σε 4 βήματα τα οποία αναλύονται παρακάτω:

- 1) Προσδιορίζονται όλοι οι πιθανοί κίνδυνοι και δημιουργείται λίστα με τα πιθανά σενάρια ατυχημάτων που μπορεί να υπάρξουν μαζί με τα αποτελέσματά τους αλλά και τις πιθανές αιτίες.
- 2) Γίνεται αξιολόγηση όλων των πιθανών παραγόντων κινδύνου. Μέσω ενός ιστορικού φαινομένων προσδιορίζεται η συχνότητα εμφάνισης των κατηγοριοποιημένων ατυχημάτων.
- 3) Εντοπίζονται οι διάφορες επιλογές ελέγχου ρίσκου και επιλέγονται αυτές που θα μειώσουν τη πιθανότητα εμφάνισης ατυχημάτων και θα ελαττώσουν τους παράγοντες κινδύνου.
- 4) Το τέταρτο και τελευταίο βήμα αφορά τις τελικές συστάσεις και προτάσεις που δίνονται.

Παρακάτω φαίνονται σχηματικά οι ανθρώπινες απώλειες σε ναυτικά ατυχήματα απο το 2005 εως το 2014:

### Total Losses by Year a declining trend



Εικόνα 5: Οι ανθρώπινες απώλειες σε ναυτικά ατυχήματα απο το 2005 εως το 2014

(Πηγή: Lloyd's List Intelligence Casualty Statistics. Analysis: AGCS)

Όπως φαίνεται λόγω της εξέλιξης της ναυτικής τεχνολογίας αλλά και των διεθνών κανόνων για τη προστασία ενός πλοίου, υπάρχει μία πτωτική τάση στην απώλεια ανθρώπινων ζωών, ειδικότερα μετά το 2008.

Θα επιχειρηθεί στην παρούσα διπλωματική εργασία να αναλυθούν περαιτέρω οι τύποι των ατυχημάτων, να προκύψουν στατιστικά στοιχεία για αυτά και να γίνει συσχέτιση με παράγοντες όπως η ηλικία των πλοίων.

## **Βάση Δεδομένων Πλοίων**

Η βάση δεδομένων η οποία χρησιμοποιήθηκε είναι η Sea-Web. Τα στοιχεία αντλήθηκαν τον Οκτώβριο του 2016 και συνεπώς τότε είναι και η βάση αναφοράς της συγκεκριμένης διπλωματικής εργασίας. Συνολικά η βάση δεδομένων περιέχει 12.379 Bulk Carriers. Για κάθε ένα από αυτά προέκυψαν 184 στοιχεία και χαρακτηριστικά. Τα κύρια χαρακτηριστικά αυτά και οι ερμηνείες τους είναι τα εξής:

**LR/IMO Ship No. :** Ο αριθμός με τον οποίο είναι καταχωρημένο το πλοίο στον IMO

**Name of Ship :** το όνομα του πλοίου

**Aux. Engine Builder:** ο κατασκευαστής της βοηθητικής μηχανής

**Aux. Engine Design:** ο σχεδιαστής της βοηθητικής μηχανής

**Aux. Engine Model:** το μοντέλο της βοηθητικής μηχανής

**Aux. Engine Stroke Type:** ο τύπος της βοηθητικής μηχανής (τιμές 2 ή 4)

**Aux. Engine Total KW:** η συνολική ισχύς της βοηθητικής μηχανής (τιμές από 50 έως 1800)

**Bale:** ο χώρος για μεταφορά εμπορευμάτων σε κυβικά πόδια( τιμές από 344 έως 196.000)

**Bollard Pull:** το αν διαθέτει το πλοίο στύλο πρόσδεσης

**Breadth:** το πλάτος του πλοίου( τιμές από 6,4 έως 65 μέτρα)

**Built:** η ημερομηνία κατασκευής του πλοίου ( τιμές από 1942 ως 2017)

**Cabins:** ο αριθμός των καμπίνων

**Cargo Tank Coating:** η επένδυση των δεξαμενών φορτίου

**Cars:** η χωρητικότητα σε οχήματα

**Class:** η κλάση του πλοίου

**Clean Ballast:** ποσότητα καθαρού έρματος

**Converted (last/only):** αν και πότε έχει γίνει κάποια μετατροπή στο πλοίο

**Country of Build:** η χώρα κατασκευής

**Crew:** τα μέλη του πληρώματος( τιμές από 6 έως 50)

**Deadweight:** οι τόνοι που μπορεί να μεταφέρει το πλοίο( τιμές από 150 ως 403.880)

**Decks:** ο αριθμός των καταστρωμάτων

**Delivery Date:** η ημερομηνία παράδοσης του πλοίου

**Depth:** η απόσταση από το επίπεδο της τρόπιδας από την ευθεία του κύριου καταστρώματος (τιμές από 2 ως 31,5 μέτρα)

**Displacement:** το εκτόπισμα του πλοίου

**DOC Company:** ο διαχειριστής του πλοίου

**DOC Domicile:** η χώρα του διαχειριστή

**DOC Registration:** η χώρα στην οποία είναι δηλωμένη η διαχείριση

**Draught:** το βύθισμα του πλοίου (1 ως 23,19 μέτρα)

**Engine Builder:** ο κατασκευαστής της κύριας μηχανής

**Engine Cylinders:** οι κύλινδροι της κύριας μηχανής

**Engine Design:** ο σχεδιαστής της κύριας μηχανής

**Engine Model:** το μοντέλο της κύριας μηχανής

**Engine Type:** ο τύπος της κύριας μηχανής

**Engines Number:** ο αριθμός των μηχανών (τιμές από 1 ως 4)

**Engines RPM:** στροφές μηχανής (τιμές από 56 ως 2.300)

**Flag:** η χώρα στην οποία ανήκει η σημαία του πλοίου

**Fuel Capacity:** η χωρητικότητα σε καύσιμα

**Fuel Consumption Main Engines:** η κατανάλωση καυσίμων της κύριας μηχανής (τιμές από 10 ως 98,1)

**Fuel Consumption Total:** η συνολική κατανάλωση καυσίμων(τιμές από 10 ως 98,8)

**Fuel Type:** ο τύπος καυσίμου που χρησιμοποιείται

**Gearless:** το κατά πόσο το εξεταζόμενο πλοίο διαθέτει φορτοεκφορτωτικά μέσα

**Group Owner:** η ιδιοκτήτρια εταιρία του πλοίου

**Group Owner Domicile:** η χώρα που εδρεύει η ιδιοκτήτρια εταιρία

**GT:** πρόκειται για τον συνολικό εσωτερικό όγκο όλων των χώρων του πλοίου, οι οποίοι είναι μόνιμα σκεπασμένοι ή κλειστοί (τιμές από 106 ως 203.483)

**Hatches:** τα συνολικά ανοίγματα του καταστρώματος προς τους χώρους μεταφοράς ( τιμές από 1 ως 37)

**Holds:** ο αριθμός των κυτών( αμπαριών) (τιμές από 1 ως 13)

**Hull Material:** το υλικό κατασκευής της γάστρας του πλοίου ( σε όλες τις περιπτώσεις έχουμε χάλυβα υψηλής αντοχής)

**Hull Type:** ο τύπος της γάστρας

**Ice capable:** η ικανότητα του πλοίου να πλεύσει σε πάγο

**Keel Laid:** η ημερομηνία τοποθέτησης της τρόπιδας

**Keel To Mast Height:** ύψος ψηλότερου σημείου του πλοίου από την τρόπιδα( τιμές από 10 ως 71,6 μέτρα)

**Last Update:** τελευταία ενημέρωση της βάσης δεδομένων για το συγκεκριμένο πλοίο

**Launch Date:** η ημερομηνία παράδοσης

**Length:** ολικό μήκος (τιμές από 19,74 ως 362 μέτρα)

**Length BP:** το μήκος μεταξύ των καθέτων (τιμές από 19,74 ως 355 μέτρα)

**Length Registered:** το δηλωμένο μήκος του πλοίου (τιμές από 21,73 ως 353,52 μέτρα)

**MMSI:** πρόκειται για την ταυτότητα ναυτιλιακής κινητής υπηρεσίας

**Newbuilding Price:** η αρχική τιμή του πλοίου όταν κατασκευάστηκε

**NRT:** είναι ο όγκος του πλοίου προς εκμετάλευση αν από το την ολική χωρητικότητα (gt) αφαιρεθεί ο όγκος χώρων που δεν προσφέρονται για μεταφορά φορτίου (τιμές μεταξύ 60 και 79.952)

**Operator:** η εταιρία η οποία χρησιμοποιεί το πλοίο

**Operator Domicile:** η χώρα που ανήκει η παραπάνω εταιρία  
**Order Date:** η ημερομηνία παραγγελίας του πλοίου  
**P and I Club:** η εταιρία στην οποία ασφαρίζεται το πλοίο  
**Passengers:** επιβάτες του πλοίου  
**Permanent Ballast:** μόνιμη ποσότητα έρματος  
**Propeller Type:** ο τύπος της προπέλας  
**Propulsion Type:** προωθητικό μέσο  
**Propulsion Units:** αριθμός προωθητικών μέσων (τιμές από 1 ως 2)  
**Registered Owner:** ο δηλωμένος ιδιοκτήτης  
**Registered Owner Domicile:** η χώρα του ιδιοκτήτη  
**Retirement:** το κατά πόσο το πλοίο έχει αποσυρθεί  
**Sale Date:** αν και πότε έχει πουληθεί το πλοίο  
**Sale Price:** η τιμή πώλησης σε δολάρια  
**Segregated Ballast Capacity:** ποσότητα διαχωρισμένου έρματος  
**Service Speed:** η ταχύτητα υπηρεσίας (τιμές από 10 ως 17,75 κόμβοι)  
**Ship Type:** ο τύπος του πλοίου  
**Ship Type Group:** ο τύπος του πλοίου ανάλογα το μέγεθός του  
**Shipbuilder:** η κατασκευάστρια εταιρία  
**Status:** η κατάσταση λειτουργίας του πλοίου  
**Technical Manager:** η εταιρία που διαχειρίζεται όλα τα τεχνικά ζητήματα του πλοίου  
**Technical Mgr Domicile:** η χώρα που βρίσκεται η τεχνική εταιρία  
**Total KW Main Eng:** η συνολική ισχύς της κύριας μηχανής (τιμές από 88 ως 32.970)  
**TPC:** η μεταβολή του εκτοπίσματος ανά μονάδα βυθισματος

Με τη χρήση όλων των παραπάνω δεδομένων δημιουργήθηκε η πρώτη βάση δεδομένων της παρούσας διπλωματικής η οποία διαχωρίστηκε παρακάτω σε τέσσερις μικρότερες ανάλογα το μέγεθος και το DWT των Bulk Carriers.



Συγκεκριμένα γίνεται ο εξής διαχωρισμός:

Πίνακας 1: Διαχωρισμός Μεγεθών

<b>DWT</b>	<b>Τύπος Bulk Carriers</b>
10.000-35.000	Handysize
35.000-50.000	Handymax
50.000-80.000	Panamax
>80.000	Capesize

Για να εκτιμηθεί ο ρυθμός αύξησης του κάθε τύπου μεγέθους αλλά και της μεταφορικής ικανότητας του κάθε τύπου στην παγκόσμια αγορά παρατίθενται παρακάτω στοιχεία για το μέγεθος του στόλου στην κατηγορία Capesize και επιπλέον στοιχεία για τις υπόλοιπες 3 κατηγορίες συμπεριλαμβάνονται στο παράρτημα 1:

Πίνακας 2: Ανάπτυξη Στόλου Capesize

Έτος	Ανάπτυξη στόλου σε Capesize Bulkcarrier σε αριθμό	Ανάπτυξη στόλου σε Capesize Bulkcarrier σε εκατομμύρια DWT
1970	11	1,12
1971	22	2,46
1972	40	4,80
1973	58	7,10
1974	82	10,29
1975	90	11,30
1976	104	12,99
1977	122	15,24
1978	133	16,69
1979	141	17,66
1980	145	18,12
1981	149	18,71
1982	188	24,38
1983	221	29,41
1984	239	32,41
1985	257	35,27
1986	276	38,91
1987	294	42,56
1988	295	43,49
1989	305	45,47
1990	322	48,38
1991	356	53,90
1992	364	55,48
1993	362	55,91
1994	378	58,78
1995	398	62,22
1996	442	68,96
1997	471	74,39
1998	498	79,01
1999	485	77,67
2000	491	79,58
2001	512	83,41
2002	533	87,21
2003	543	89,56
2004	565	93,76

2005	512	102,64
2006	561	111,64
2007	715	121,42
2008	772	132,09
2009	827	144,03
2010	960	170,67
2011	1.168	210,01
2012	1.369	249,94
2013	1.511	279,99
2014	1.569	293,94
2015	1.638	308,24
2016		310,76
2017		323,35

Όπως φαίνεται παραπάνω ο αριθμός του στόλου τόσο σε αριθμό, όσο και σε εκατομμύρια DWT μεταφορικής ικανότητας παρουσιάζει μια συνεχώς αυξανόμενη τάση. Ο αριθμός των πλοίων Capesize μπορούσε στη δεκαετία του '70 να εκφραστεί με διψήφιο αριθμό και από το 2013 και μετά ξεπερνά πλέον τα 1.500. Όπως ήδη αναφέρθηκε οι αντίστοιχοι πίνακες για τις υπόλοιπες κατηγορίες μεγεθών βρίσκονται στο παράρτημα 1.

Η στατιστική ανάλυση που πραγματοποιείται θα γίνεται για κάθε μία από τις παραπάνω κατηγορίες, αλλά και συνολικά για το στόλο των Bulk Carriers.

## **Βάση Δεδομένων Ατυχημάτων**

Με χρήση στοιχείων από τη Sea-Web δημιουργήθηκε μία δεύτερη βάση δεδομένων που αφορά τα ατυχήματα σε Bulk Carriers. Σε αυτή τη βάση προέκυψαν 17.949 καταχωρήσεις συμβάντων. Ο αριθμός αυτός δεν αφορά απαραίτητα διαφορετικά πλοία, καθώς μπορεί σε ένα πλοίο να υπήρχαν πάνω από ένα ατύχημα. Για το κάθε ατύχημα υπάρχουν 21 χαρακτηριστικά που σχετίζονται με το ατύχημα, τα οποία επεξηγούνται παρακάτω:

**LR/IMO Ship No. & Incident No. :** αριθμός πλοίου και ατυχήματος καταχωρημένος στον παγκόσμιο οργανισμό ναυτιλίας

**LR/IMO Ship No:** αριθμός πλοίου στον IMO

**Ship Name:** το όνομα του πλοίου

**Cargo:** το είδος του μεταφερόμενου φορτίου όταν συνέβη το ατύχημα

**Casualty Date:** η ημερομηνία του ατυχήματος

**Casualty Type:** ο τύπος του ατυχήματος

**Date of Build:** η ημερομηνία κατασκευής του πλοίου

**Demolition Commenced:** η ημερομηνία έναρξης διάλυσης του πλοίου( αν έχει συμβεί)

**Demolition Complete:** η ημερομηνία λήξης της διάλυσης

**Demolition Date:** η ημερομηνία διάλυσης του πλοίου

**DWT:** οι τόνοι που μπορεί να μεταφέρει το πλοίο( τιμές από 109 έως 403.818)

**Flag:** η σημαία του πλοίου

**GT:** ο συνολικός εσωτερικός όγκος όλων των χώρων του πλοίου, οι οποίοι είναι μόνιμα σκεπασμένοι ή κλειστοί (τιμές από 110 ως 199.959)

**Incident No.:** ο καταγεγραμμένος αριθμός του συμβάντος

**Killed:** οι ανθρώπινες απώλειες που υπήρχαν στο ατύχημα. Οι τιμές κινούνται μεταξύ 0-26.

**Loss or Disposal:** το συγκεκριμένο στοιχείο παρουσιάζει την κατάσταση του πλοίου μετά το ατύχημα. Οι πιθανές καταστάσεις που παρουσιάζονται είναι (1) να συνέβη το συμβάν και το πλοίο να συνεχίζει να βρίσκεται σε λειτουργία, (2) το πλοίο να έχει βγει εκτός λειτουργίας/ να έχει αποσυρθεί από την αγορά και (3) να υπήρξε ολική απώλεια του πλοίου.

**Missing:** το κατά πόσο το πλοίο αγνοείται

**Pollution:** το κατά πόσο υπήρξε μόλυνση στο περιβάλλον. Ως πιθανές παρουσιάζονται το να υπήρξε, το να μην υπήρξε και οι περιπτώσεις στις οποίες είναι άγνωστο.

**Severity:** η σοβαρότητα του ατυχήματος.

**Ship type:** ο τύπος του πλοίου

**Zone:** η γεωγραφική ζώνη στην οποία συνέβη το ατύχημα.

Τα ατυχήματα σε Bulk Carriers μπορούν να μπουν σε κάποιες κατηγορίες ανάλογα με τον τρόπο που συμβαίνουν και το αποτέλεσμα τους. Παρακάτω θα αναλυθούν οι τύποι ατυχημάτων που παρουσιάζονται.

## **Βασικοί Τύποι Ατυχημάτων**

Με βάση τα παραπάνω δεδομένα οι πιθανοί τύποι ατυχημάτων μπορούν να διαχωριστούν ως εξής:

- Collision-Σύγκρουση
- Contact-Επαφή
- Fire/Explosion-Φωτιά/ Έκρηξη
- Foundered- Βύθιση
- Hull/Mchy. Damage –Μηχανολογική βλάβη/ Ζημιά Γάστρας
- Missing- Αγνοούνται
- War Loss/Hostilities- Απώλειες Πολέμου
- Wrecked/Stranded-Ακινητοποίηση Πλοίου

Στην παρούσα διπλωματική εργασία θα εξαιρεθούν τα ατυχήματα που αφορούν απώλειες πολέμου καθώς πρόκειται για πολύ μικρό δείγμα χωρίς ουσιαστικά πορίσματα για τα στατιστικά στοιχεία. Επιπλέον, δεν θα μελετηθούν τα ατυχήματα που αφορούν πλοία που αγνοούνται καθώς δεν είναι εφικτό να μελετηθούν τέτοια δεδομένα. Οι υπόλοιποι έξι τύποι πιθανών ατυχημάτων αναλύονται παρακάτω:

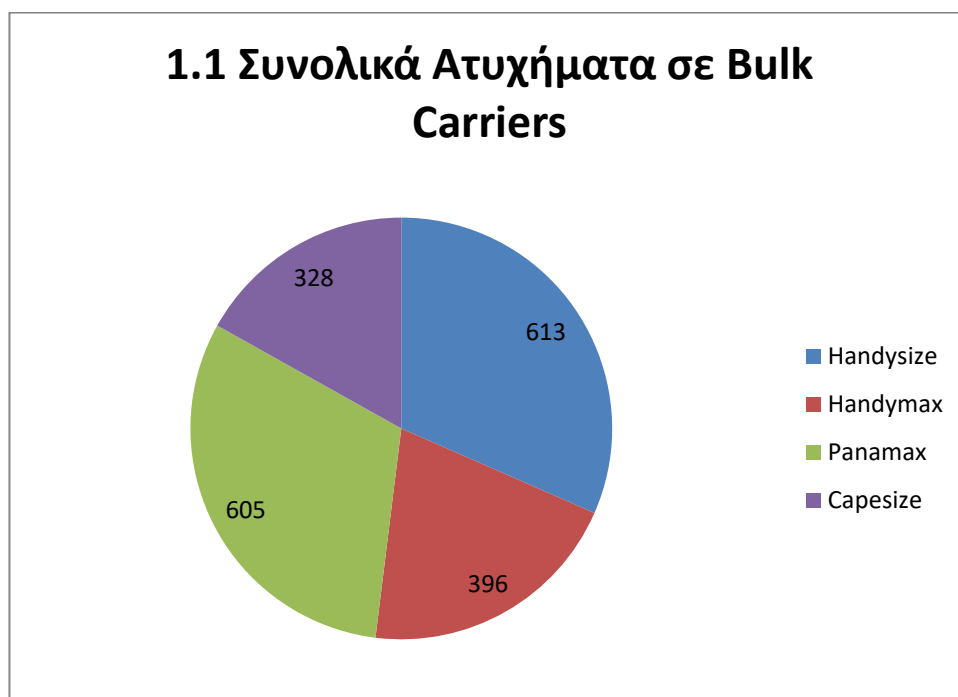
- **Collision:** Πρόκειται για ατυχήματα σύγκρουσης. Αφορά περιπτώσεις όπου ένα Bulk Carrier συγκρούεται με ένα δεύτερο πλοίο.
- **Contact:** Ορίζονται τα ατυχήματα επαφής. Δηλαδή το Bulk Carrier έρχεται σε επαφή με κάποιο σταθερό αντικείμενο ή κάποιο αντικείμενο που επέπλεε.
- **Fire/Explosion:** Πρόκειται για ατυχήματα στα οποία είτε το συμβάν προήλθε από μία αρχική φωτιά ή έκρηξη στο πλοίο είτε πρόκειται για καθαρά μια φωτιά ή έκρηξη.
- **Foundered:** Πρόκειται για συμβάντα στο Bulk Carrier που οδήγησαν στη βύθισή του.
- **Hull/Mchy. Damage:** Πρόκειται για δύο κατηγορίες ατυχημάτων. Αρχικά, όσον αφορά τη γάστρα του πλοίου (Hull Damage) περιγράφονται ατυχήματα που συνδέονται με κάποια αστοχία ή κάποια ρωγμή στη γάστρα του πλοίου. Συνδέονται συνήθως με μορφολογικά προβλήματα στο περίβλημα του και συχνά οδηγούν σε πιο σοβαρά προβλήματα στην ευστάθεια και στην πλευστότητα. Κατά δεύτερον αναφέρονται οι μηχανολογικές βλάβες (Mchy. Damage). Σε αυτή την περίπτωση περικλύονται βλάβες στην κύρια μηχανή, στο πηδάλιο κλπ.
- **Wrecked/Stranded:** Στην τελευταία κατηγορία ατυχημάτων που μελετάται περιλαμβάνονται οι περιπτώσεις που ένα Bulk Carrier έμεινε ακινητοποιημένο σε κάποιο μέρος λόγω προσάραξης ή δυσμενών καιρικών φαινομένων.

Για τους παραπάνω τύπους πιθανών ατυχημάτων θα αναλυθούν οι συχνότητες εμφάνισής τους και η συσχέτιση του με άλλους παράγοντες, όπως η ετήσια ηλικία του στόλου των Bulk Carriers.

## Διαχωρισμός Ατυχημάτων ανά μέγεθος

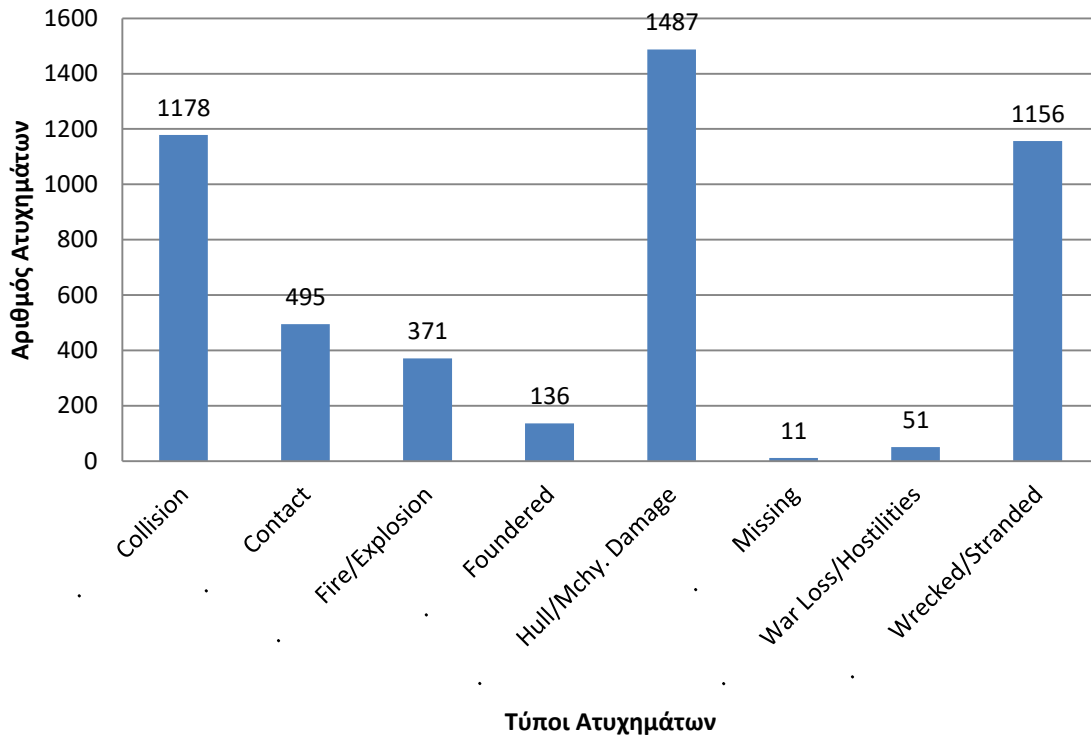
Η δεύτερη βάση δεδομένων που δημιουργήθηκε χωρίστηκε σε τέσσερις επιμέρους βάσεις δεδομένων ανάλογα με το DWT του κάθε πλοίου. Προέκυψαν έτσι τέσσερις βάσεις δεδομένων για ατυχήματα σε Bulk Carriers, όπου η κάθε μία αφορά τις τέσσερις κατηγορίες μεγεθών: Handysize, Handymax, Panamax και Capesize. Αριθμητικά, στην κάθε κατηγορία προέκυψαν τα παρακάτω αποτελέσματα(και διαγρ. 1.1):

- Handysize: 8.519 ατυχήματα
- Handymax: 2.644 ατυχήματα
- Panamax: 3.610 ατυχήματα
- Capesize: 3.180 ατυχήματα

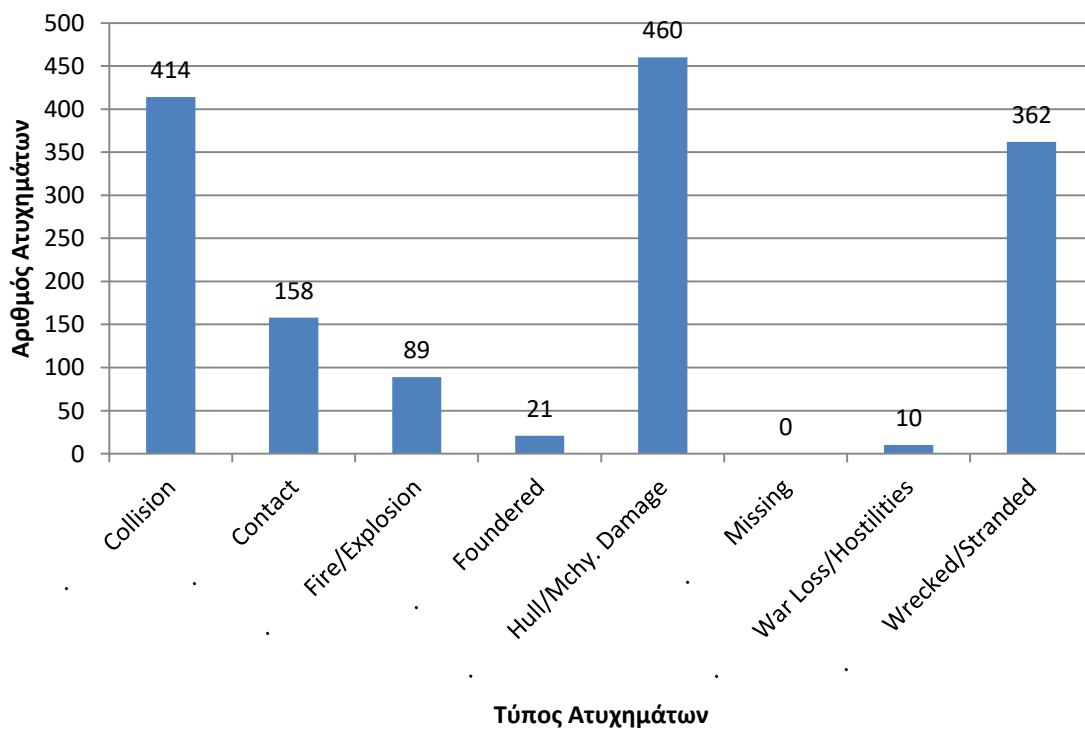


Από τα παραπάνω νούμερα αν αφαιρεθούν όλα τα ατυχήματα των οποίων δεν καθορίζεται ο τύπος προκύπτουν αρχικά τα παρακάτω διαγράμματα, τα οποία παρουσιάζουν το πλήθος του κάθε τύπου ατυχημάτων. Αρχικά, στα πρώτα τέσσερα διαγράμματα(1.2 ως 1.5) φαίνεται ο κάθε τύπος Bulk Carrier ξεχωριστά, ενώ στο τελευταίο διάγραμμα(1.6) ο συνολικός στόλος:

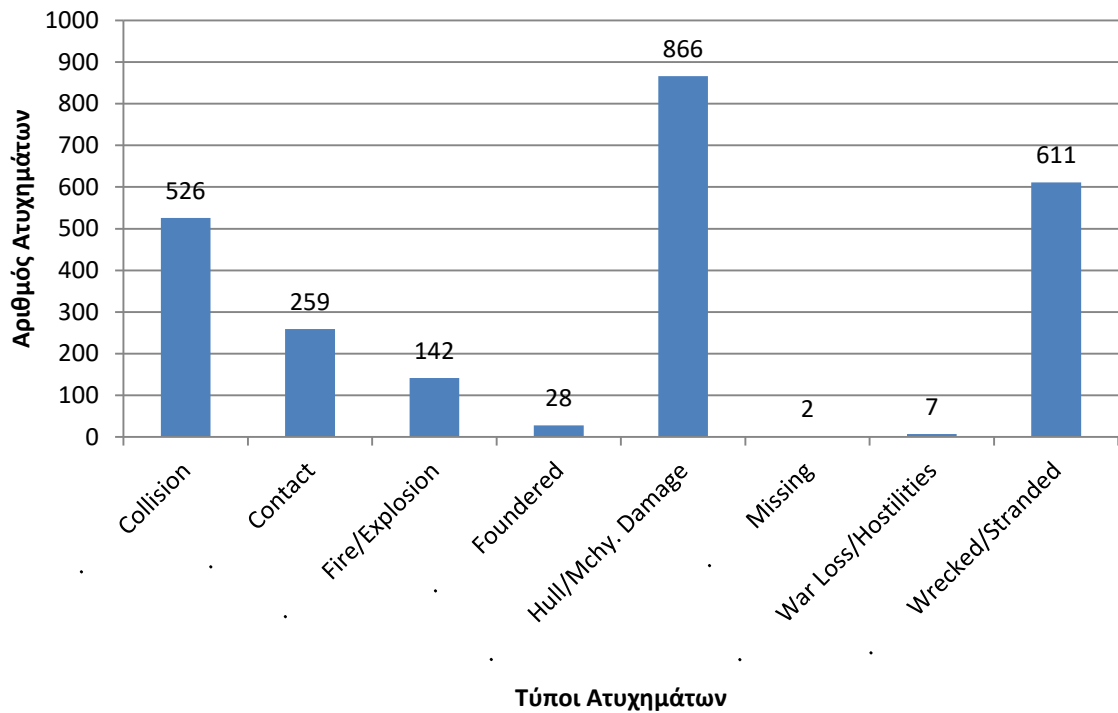
## 1.2 Ατυχήματα σε Handysize



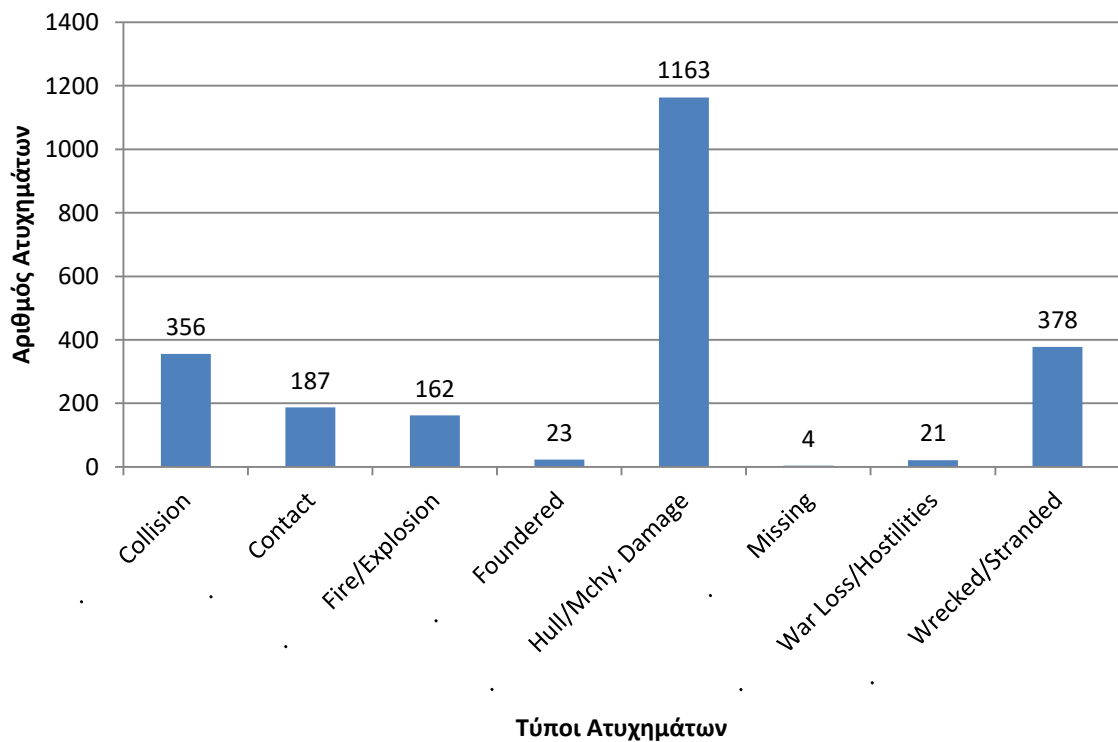
## 1.3 Ατυχήματα σε Handymax



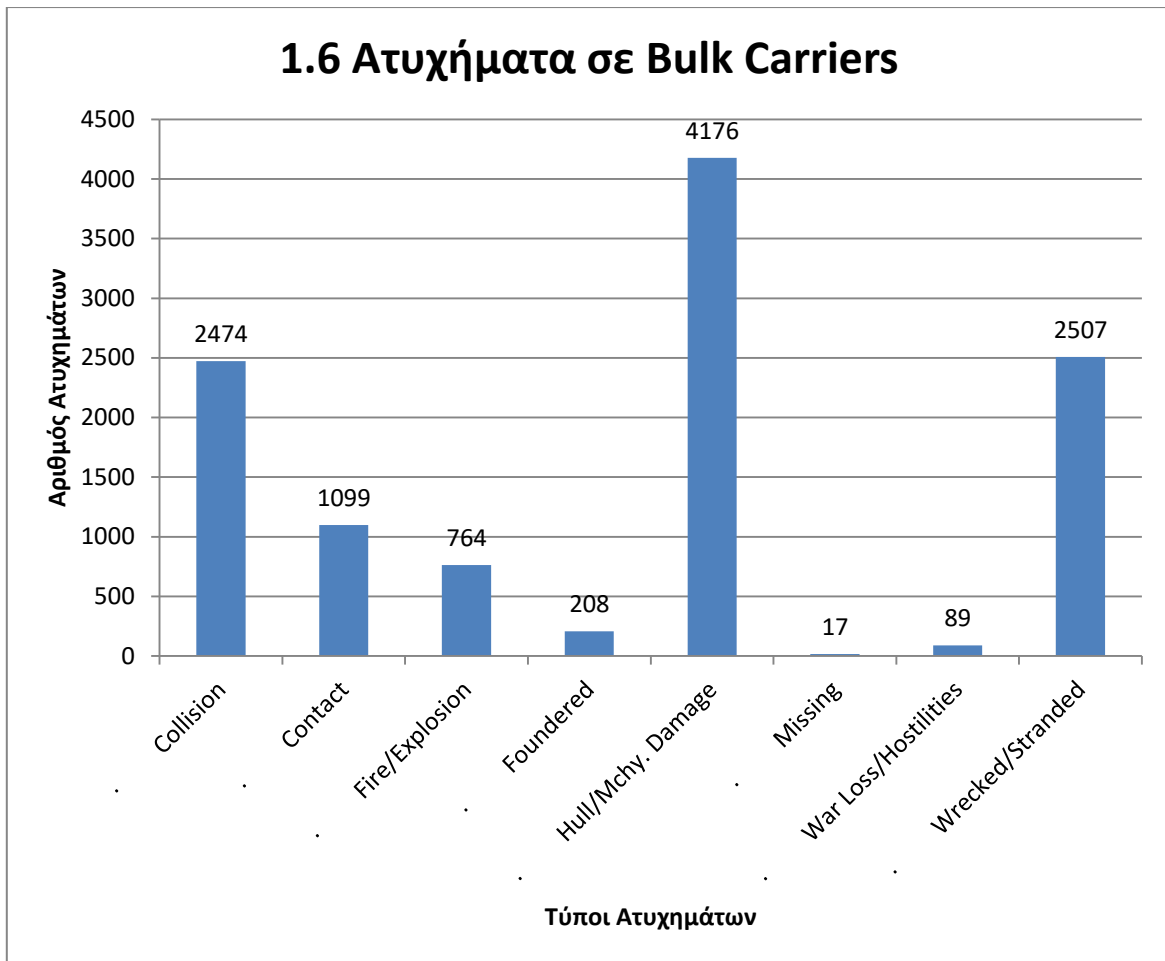
### 1.4 Ατυχήματα σε Panamax



### 1.5 Ατυχήματα σε Capesize







Γίνεται αντιληπτό ότι στο συνολικό στόλο τα περισσότερα ατυχήματα αφορούν μηχανολογικές βλάβες και ζημιές στη γάστρα του πλοίου. Το ίδιο ισχύει και για τις υποκατηγορίες μεγεθών και η αμέσως επόμενη κατηγορία ατυχημάτων είναι η σύγκρουση και η ακινητοποίηση πλοίου. Τα διαγράμματα αυτά περιέχουν όλους τους τύπους ατυχημάτων, καθώς και όλο το εύρος σοβαρών και μη σοβαρών ατυχημάτων. Έτσι, δημιουργούν μια γενική εικόνα των ατυχημάτων σε Bulk Carriers αλλά δεν είναι ευκολο να εξαχθούν συμπεράσματα. Έτσι, παρακάτω θα γίνει διαχωρισμός και επεξήγηση των σοβαρών ατυχημάτων, τα οποία είναι και αυτά που ενδιαφέρουν κυρίως λόγω των συνεπειών τους.

## Πληρότητα Δεδομένων

Η δεύτερη βάση δεδομένων που κατασκευάστηκε και αφορά τα ατυχήματα πλοίων λόγω ελλειπόν δεδομένων δεν διαθέτει πλήρη κάλυψη όλων των χαρακτηριστικών. Συνεπώς γίνεται παρακάτω μια ανάλυση της πληρότητας των διαθέσιμων δεδομένων:

**LR/IMO Ship No. & Incident No.:** 17.949 από τα 17.949. πληρότητα 100%

**LR/IMO Ship No:** 17.949 από τα 17.949. πληρότητα 100%

**Ship Name:** 17.949 από τα 17.949. πληρότητα 100%

**Cargo:** 4.092 από τα 17.949. πληρότητα 22,8%

**Casualty Date:** 17.932 από τα 17.949. πληρότητα 99,91%

**Casualty Type:** 11.154 από τα 17.949. πληρότητα 62,14%

**Date of Build:** 17.949 από τα 17.949. πληρότητα 100%

**Demolition Commenced:** 5.594 από τα 17.949. πληρότητα 31,17%

**Demolition Complete:** 895 από τα 17.949. πληρότητα 4,99%

**Demolition Date:** 5.990 από τα 17.949. πληρότητα 33,37%

**DWT:** 17.949 από τα 17.949. πληρότητα 100%

**Flag:** 17.949 από τα 17.949. πληρότητα 100%

**GT:** 17.949 από τα 17.949. πληρότητα 100%

**Incident No.:** 17.949 από τα 17.949. πληρότητα 100%

**Killed:** 627 από τα 17.949. πληρότητα 3,5%

**Loss or Disposal:** 17.949 από τα 17.949. πληρότητα 100%

**Missing:** 162 από τα 17.949. πληρότητα 0,9%

**Pollution:** 17.949 από τα 17.949. πληρότητα 100%

**Severity:** 6.240 από τα 17.949. πληρότητα 34,77%

**Ship type:** 17.949 από τα 17.949. πληρότητα 100%

**Zone:** 10.639 από τα 17.949. πληρότητα 59,27%

## Σοβαρά Ατυχήματα

Ο διαχωρισμός των ατυχημάτων, ώστε να επιλεγθούν όσα θα χρησιμοποιηθούν ως βάση για στατιστικά πορίσματα, γίνεται με βάση τη σοβαρότητα τους. Ως σοβαρά ατυχήματα, τα οποία είναι και εκείνα που μελετούνται, λαμβάνονται τα παρακάτω:

- Όσα ατυχήματα είναι καταχωρημένα στην βάση δεδομένων ως Σοβαρά(Serious)
- Όσα ατυχήματα είχαν ως αποτέλεσμα την απώλεια ανθρώπινης ζωής
- Όσα ατυχήματα είχαν ως αποτέλεσμα την περιβαλλοντική ρύπανση

Σε περίπτωση πληρότητας δεδομένων θα αρκούσε η πρώτη κατηγορία, αλλά εφόσον είχαμε πληρότητα περίπου 35% στη σοβαρότητα των ατυχημάτων εξετάζονται και οι 2 προαναφερόμενοι παράγοντες. Ως σοβαρά ατυχήματα σύμφωνα με την Lloyd's List Intelligence θεωρούνται τα παρακάτω:

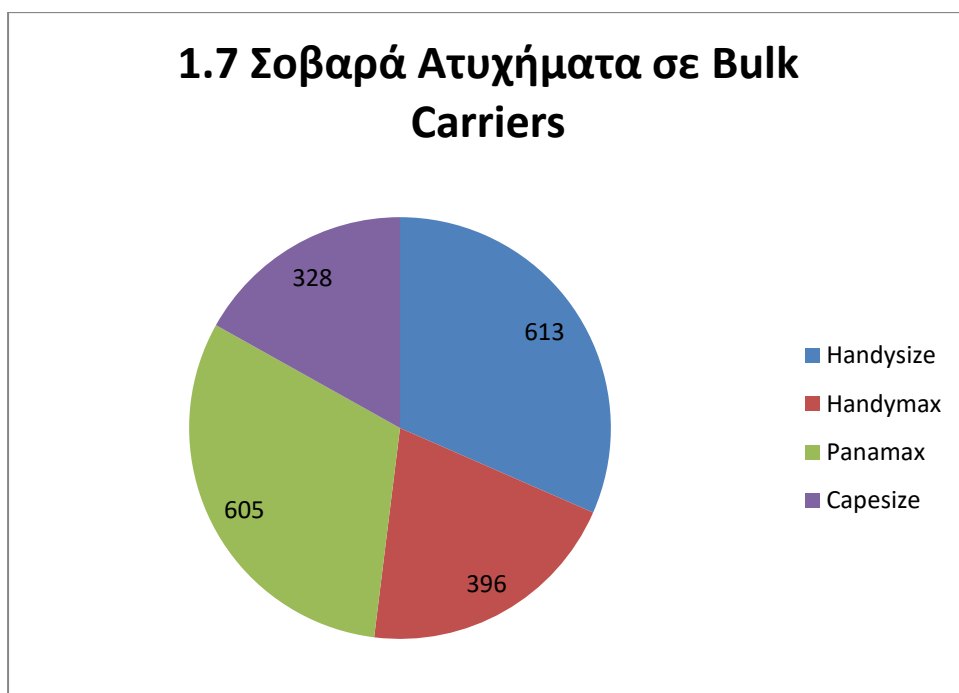
- ❖ Σοβαρές μηχανολογικές ή δομικές καταστροφές που οδηγούν σε ολική απώλεια του πλοίου
- ❖ Σοβαρές μηχανολογικές ή δομικές καταστροφές που οδηγούν στην ανάγκη για εκτεταμένες και απαιτητικές επισκευές ή που καθιστούν το πλοίο σε κατάσταση να μην μπορεί πλέον να ταξιδέψει
- ❖ Ατυχήματα που οδηγούν στην εγκατάλειψη του πλοίου, στην ανάγκη αποστολής βοήθειας στο πλοίο ή στην απόσυρση του πλοίου για μεγάλο διάστημα για επισκευές
- ❖ Οποιοδήποτε άλλο ατύχημα δεν επιτρέπει στο πλοίο να συνεχίσει τη διαδρομή που ακολουθούσε
- ❖ Ατύχημα που περιλαμβάνει ανθρώπινες απώλειες

Επιπλέον, η μελέτη και η σύγκριση αποτελεσμάτων που θα γίνει αφορά πλοία που κατασκευάστηκαν από το 1985 μέχρι το 2017 και ατυχήματα που συνέβησαν από το 1990 μέχρι το 2017. Οι λόγοι που η παρούσα διπλωματική ασχολείται μόνο με τα εξής δεδομένα είναι το ότι πριν το 1985 υπήρχε τεχνολογία κατασκευής αρκετά κατώτερη από τη σημερινή εποχή και συνεπώς ήταν πιο πιθανή η ύπαρξη ατυχημάτων, η έλλειψη αξιόπιστων δεδομένων για χρόνια πριν το '90 και το '85 και τέλος το γεγονός ότι το εύρος 1990-2017 είναι ένα επαρκές δείγμα για εξαγωγή συμπερασμάτων.

Με βάση όλα τα παραπάνω δημιουργήθηκαν 5 νέες βάσεις δεδομένων ατυχημάτων οι οποίες αφορούν μόνο σοβαρά ατυχήματα και πλοία κατασκευασμένα από το '85 και μετά και ατυχήματα με ημερομηνία συμβάντος από την αρχή του '90 και μετά.

Οι 5 νέες βάσεις δεδομένων αφορούν την κάθε κατηγορία Bulk Carrier ξεχωριστά και όλα τα Bulk Carriers συνολικά και αριθμητικά διαμορφώνονται πλέον ως εξής:

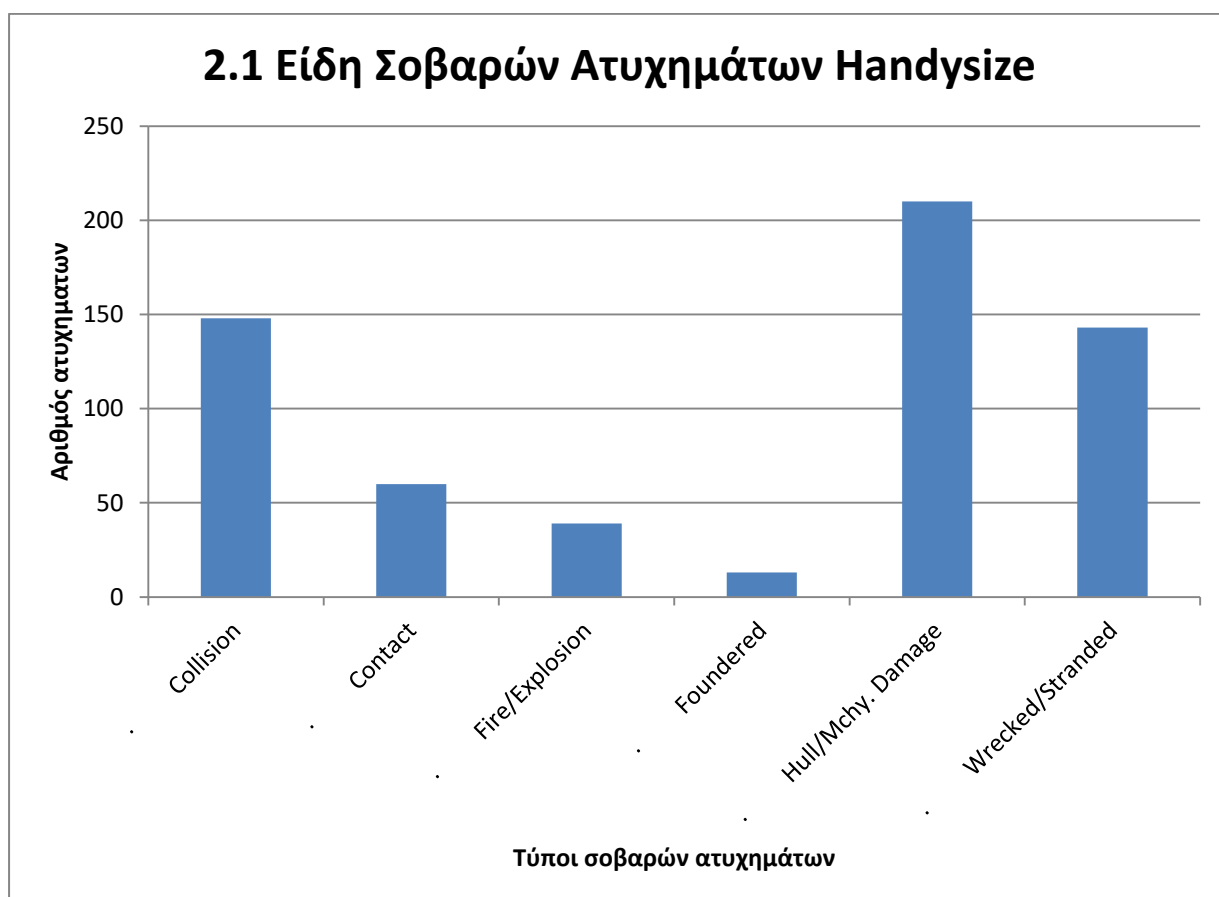
- Handysize: 613 καταχωρήσεις ατυχημάτων
- Handymax: 396 καταχωρήσεις ατυχημάτων
- Panamax: 605 καταχωρήσεις ατυχημάτων
- Capesize: 328 καταχωρήσεις ατυχημάτων
- Συνολικός στόλος Bulk Carriers: 1942 καταχωρήσεις ατυχημάτων



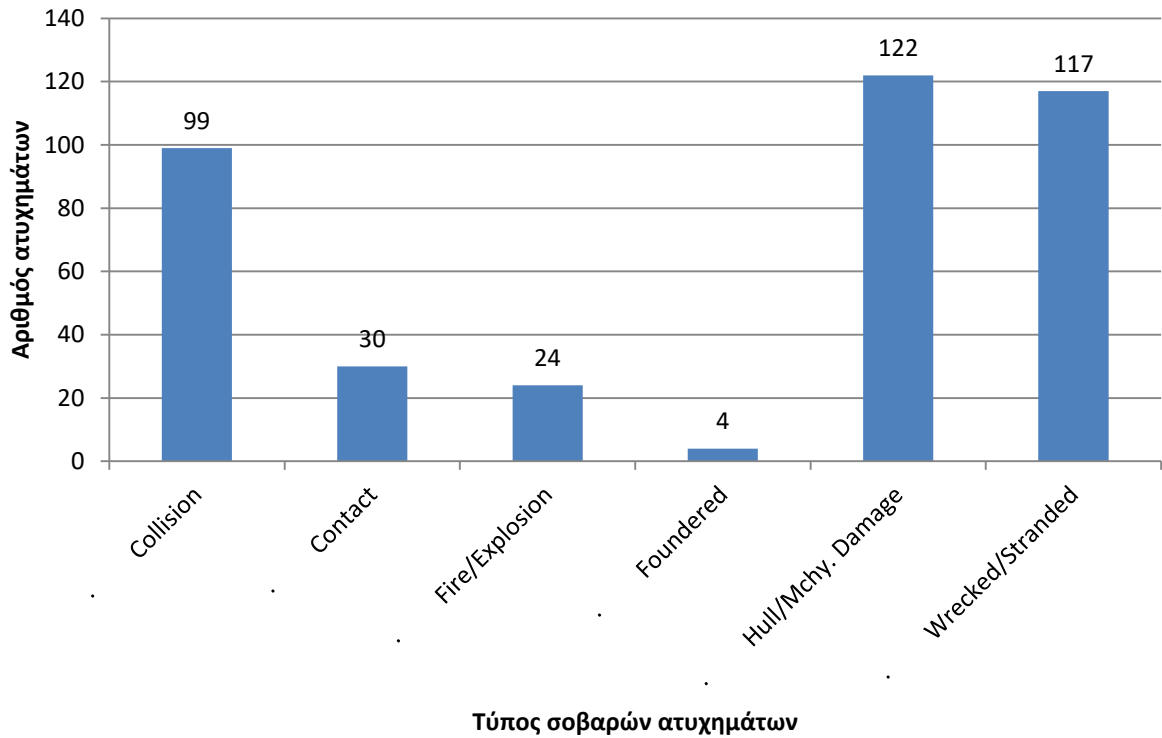
Για το μεγαλύτερο ποσοστό των παραπάνω σοβαρών ατυχημάτων πραγματοποιήθηκε και σύγκριση με στοιχεία από τον ΙΜΟ για το κατά πόσο μπορούν να θεωρηθούν σοβαρά και για επαλήθευση των δεδομένων πλοίου και ατυχήματος.

## Διαγράμματα Τύπων Ατυχημάτων

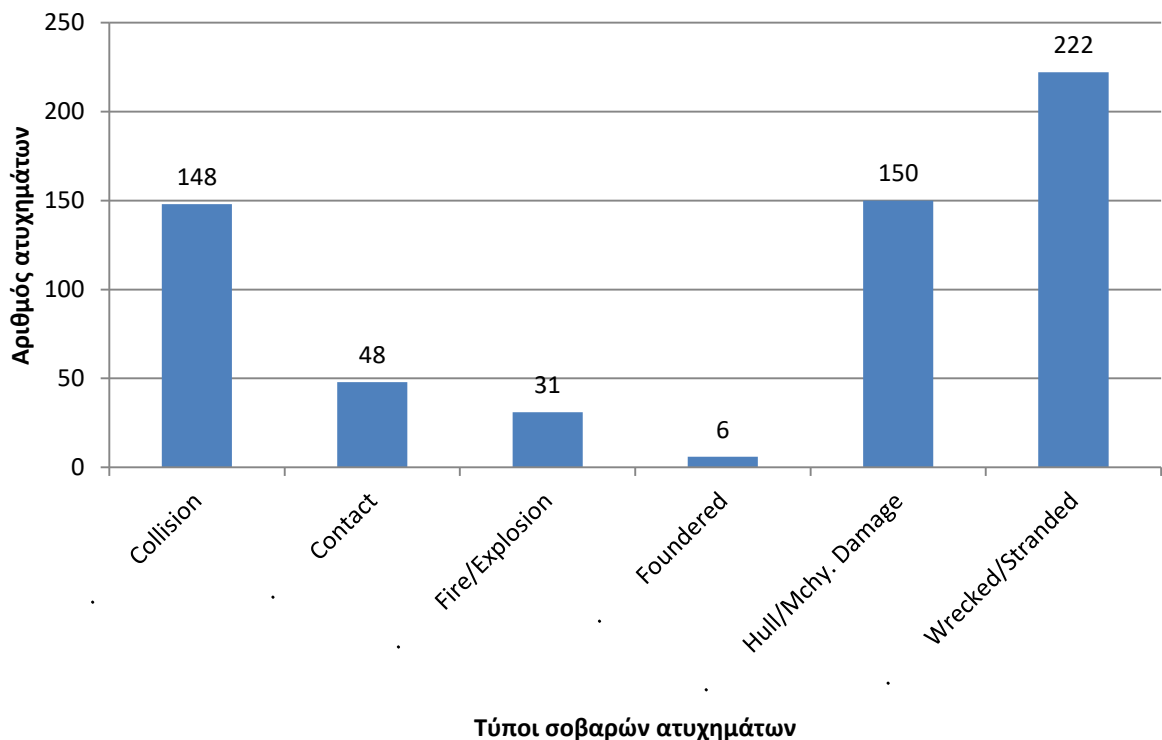
Παρακάτω παρατίθενται τα διαγράμματα που παρουσιάζουν τους πιθανούς τύπους σοβαρών ατυχημάτων στην κάθε κατηγορία Bulk Carrier(2.1 ως 2.4 και συνολικά στο 2.5):



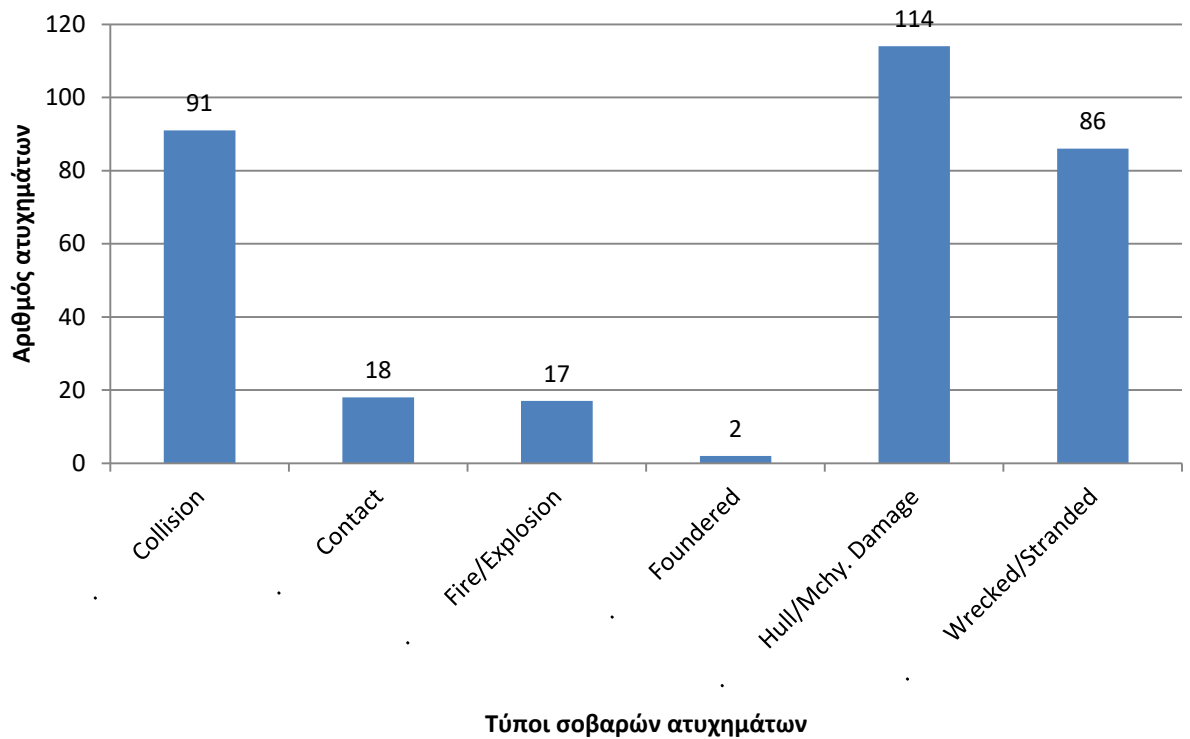
## 2.2 Είδη Σοβαρών Ατυχημάτων Handymax



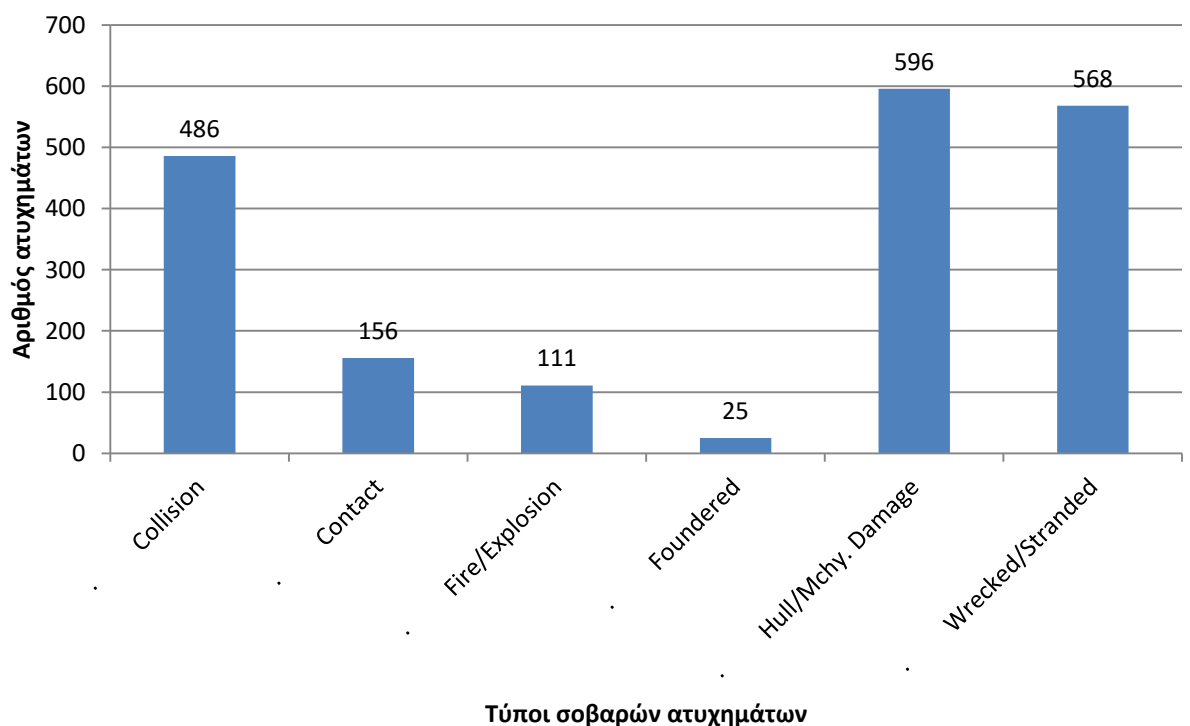
## 2.3 Είδη Σοβαρών Ατυχημάτων Panamax



## 2.4 Είδη Σοβαρών Ατυχημάτων Capesize



## 2.5 Είδη Σοβαρών Ατυχημάτων Συνολικά για Bulk Carriers



Γίνεται σαφές ότι αφαιρώντας από τον μεγάλο αρχικό όγκο των ατυχημάτων όσα δεν μπορούν, ή δεν υπάρχουν επαρκεί στοιχεία ώστε, να θεωρηθούν σοβαρά ο αριθμός μειώνεται σημαντικά. Από τα αρχικά 17.949 ατυχήματα πλέον μελετώνται τα 1942. Σε απόλυτα νούμερα παρουσιάζονται περισσότερα ατυχήματα στους εξής τύπους πλοίων:

- ✓ Collision: 148 ατυχήματα τόσο σε Panamax όσο και σε Handysize
- ✓ Contact: 60 ατυχήματα σε Handysize
- ✓ Fire/Explosion: 39 ατυχήματα σε Handysize
- ✓ Foundered: 13 ατυχήματα σε Handysize
- ✓ Hull/Mchy. Damage: 210 ατυχήματα σε Handysize
- ✓ Wrecked/Stranded: 222 ατυχήματα σε Panamax

Τα νούμερα αυτά μπορούν να βοηθήσουν μόνο στην εξαγωγή ποσοτικών καθαρά συμπερασμάτων. Για στατιστικά συμπεράσματα γίνεται παρακάτω σύγκριση με το αντίστοιχο μέγεθος του στόλου κάθε τύπου πλοίου.

Είναι επίσης ξεκάθαρο ότι ο πιο συνηθισμένος τύπος ατυχημάτων σε Bulk Carriers είναι η μηχανολογική ζημιά ή το πρόβλημα στην γάστρα του πλοίου (596 σοβαρά περιστατικά). Ο δεύτερος πιο συχνός τύπος είναι ατυχήματα Wrecked/Stranded (568 περιστατικά) και ακολουθούν ατυχήματα Collision( 486 ατυχήματα).



## Διαφοροποιήσεις λόγω νέων τύπων Panamax

Η ονομασία Panamax προέρχεται από την ικανότητα ενός πλοίου να διέρχεται από το κανάλι του Παναμά που είναι μήκους 320 μέτρων, πλάτους 33,53 μέτρων και βάθους 12,56 μέτρων. Συνεπώς οι κατασκευάστριες εταιρίες πλοίων και συγκεκριμένα Bulk Carriers φρόντιζαν οι διαστάσεις των πλοίων Panamax να είναι σύμφωνες με τις διαστάσεις (πλάτος, μήκος και βάθος) των θαλάμων κλειδώματος του καναλιού. Ένα πλοίο Panamax δεν πρέπει να υπερβαίνει το όριο διαστάσεων μήκους 294,13 μέτρων, πλάτους 32,31 μέτρων και βυθίσματος 12,04 μέτρων ώστε να είναι εύκολη η προσαρμογή τους στο πέρασμα. Το κανάλι του Παναμά άνοιξε το 1914 και η λογική των πλοίων Panamax εφαρμόζεται από τότε. Το 2009 ανακοινώθηκε ότι απο το 2014 θα είναι εφικτή η διέλευση ακόμα μεγαλύτερων πλοίων καθώς θα λειτουργούσε ένα νέο πέρασμα με μεγαλύτερες διαστάσεις( μήκος 427 μέτρα, πλάτος 55 μέτρα και 18,3 μέτρα βάθος. Τα νέα πλοία που είναι ικανα να διέρχονται από το κανάλι του Παναμά ονομάζονται νέα Panamax (new Panamax) και έχουν τις παρακάτω διαστάσεις:

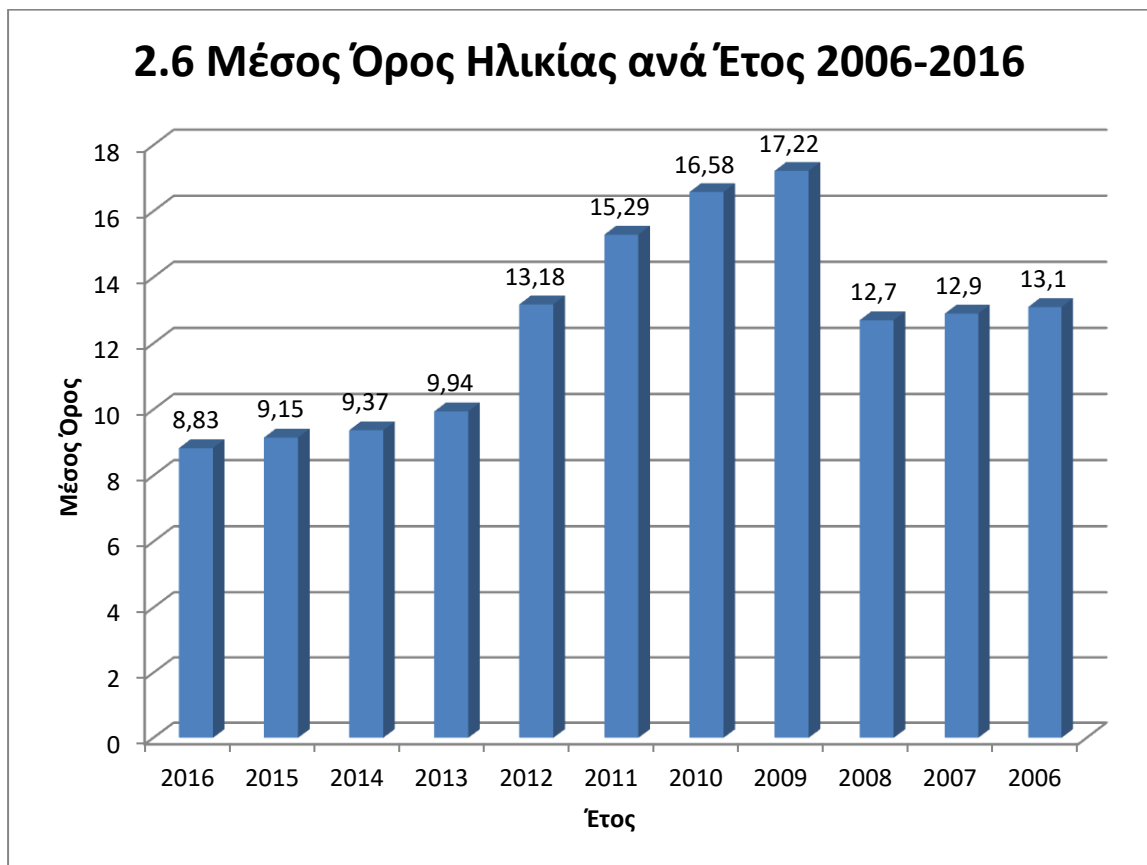
Πίνακας 3: Διαστάσεις Panamax και New Panamax

	<b>Panamax</b>	<b>New Panamax</b>
<b>Μήκος</b>	294,13	366
<b>Πλάτος</b>	32,31	49
<b>Βύθισμα</b>	12,04	15,2

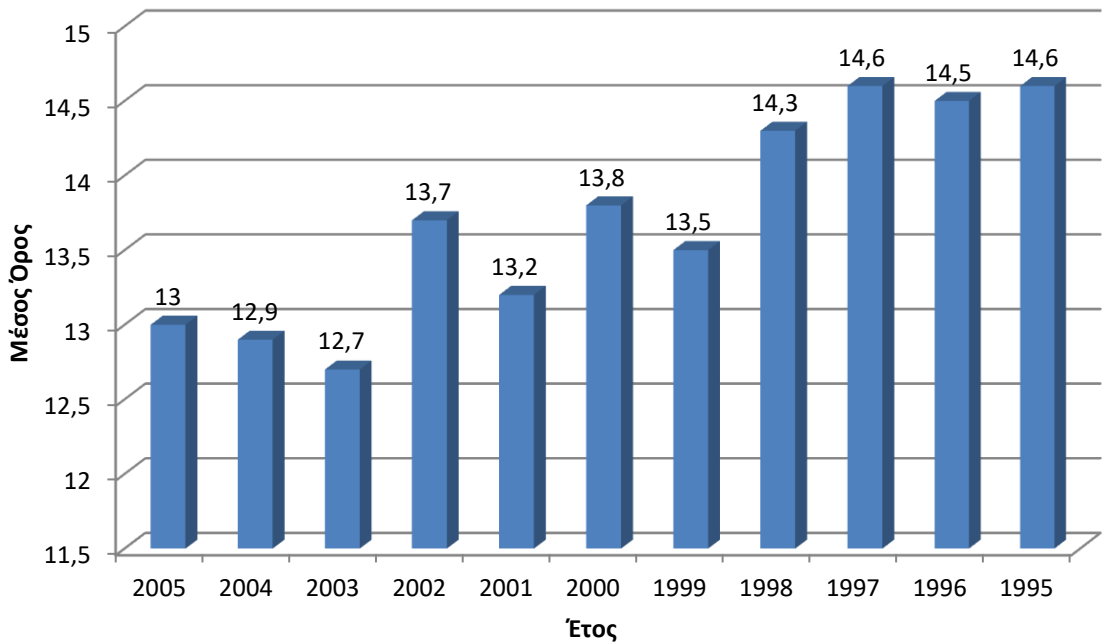
Τα πλοία Panamax της βάσης δεδομένων που κατασκευάστηκαν μετά το 2009 και παρουσίασαν σοβαρό ατύχημα είναι 184. Η διεύρυνση του καναλιού μπορεί να μην βοηθήσει ώστε ακόμα μεγαλύτερα πλοία να αποφεύγουν περιοχές με δυσμενείς καιρικές συνθήκες, αλλά μπορεί να κρύβει κινδύνους όπως το ανεπαρκές ύψος νερού και τα δομικά προβλήματα των θαλάμων του καναλιού. Και στις δύο περιπτώσεις δεν υπάρχουν ακόμα επαρκή στοιχεία ώστε να φανεί αν η διεύρυνση θα φέρει μείωση ατυχημάτων.

## Ηλικιακή Κατανομή Bulk Carriers και Διαγράμματα

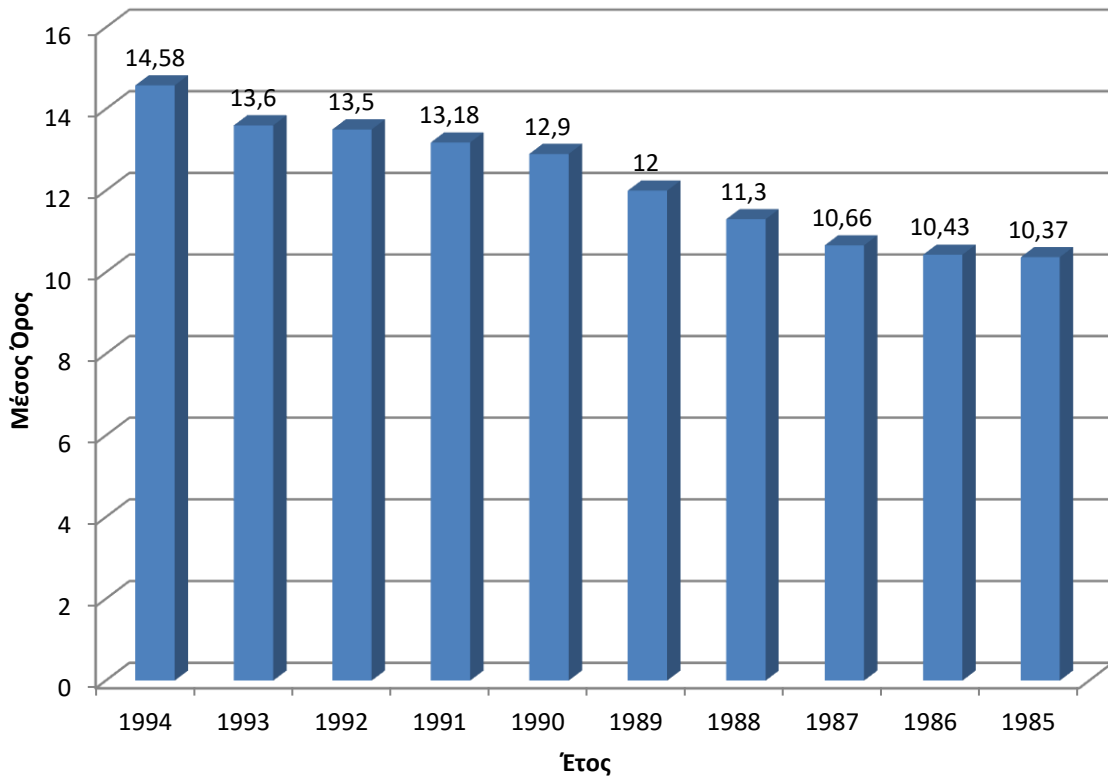
Κάθε χρόνο η διάσκεψη των Ηνωμένων Εθνών για το εμπόριο και την ανάπτυξη εκδίδει την ετήσια ανασκόπηση των ναυτικών μεταφορών. Στην ανασκόπηση αυτή υπάρχει ένα κεφάλαιο που περιλαμβάνει την ηλικιακή κατανομή όλων των τύπων πλοίου για κάθε έτος. Σύμφωνα με τα δεδομένα αυτά προέκυψαν τα παρακάτω διαγράμματα για τα Bulk Carriers (2.6 ως 2.8):



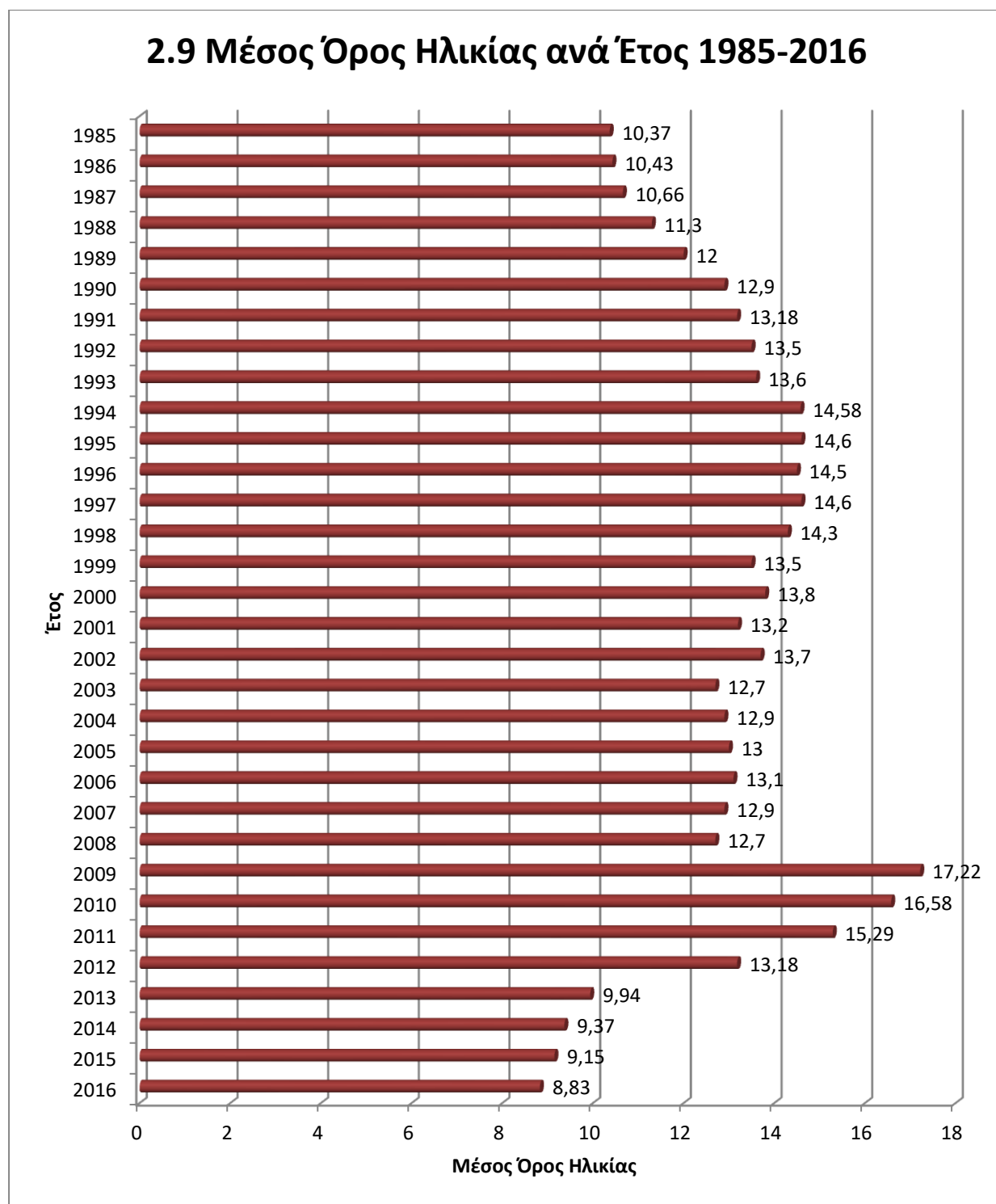
## 2.7 Μέσος Όρος Ηλικίας ανά Έτος 1995-2005



## 2.8 Μέσος Όρος Ηλικίας ανά Έτος 1985-1994



Επιπλέον, για να προκύψει και συγκριτικό συμπέρασμα για το μέσο όρο ηλικίας παρατίθεται και το διάγραμμα 2.9 παρακάτω:



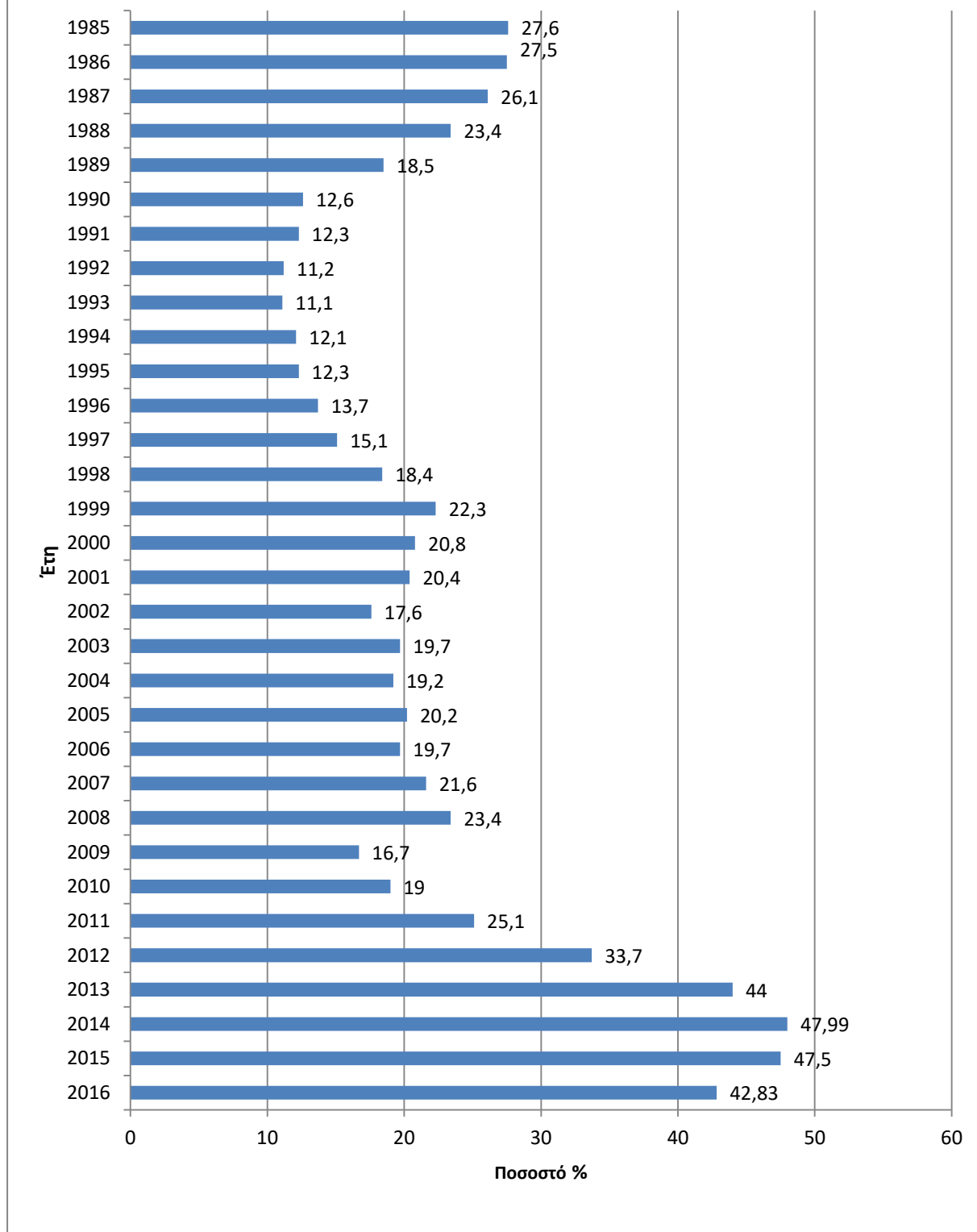
Όπως φαίνεται από το 1985 ως τις αρχές του '90 ο μέσος όρος ηλικίας του στόλου των Bulk Carriers ήταν σε χαμηλότερα επίπεδα κάτι που μπορεί εύκολα να εξηγηθεί από το γεγονός ότι μετά το '80 αυξήθηκαν οι ανάγκες για μεταφορές προϊόντων χύδην σε μεγάλες ποσότητες. Συνεπώς, κατασκευάστηκαν τότε αρκετά νέα Bulk Carriers για να καλύψουν τις ανάγκες, ρίχνοντας έτσι και το μέσο όρο.

Από το 1990 μέχρι και το 2002 παρατηρείται ένας σχετικά μεγάλος μέσος όρος ηλικίας του στόλου. Από τις αρχές του 2000 λόγω νέων κανονισμών και τεχνολογιών στις ναυτικές μεταφορές παρατηρείται απόσυρση κάποιων παλαιότερων πλοίων κάτι που δικαιολογεί τη μείωση στο μέσο όρο. Λόγω των μεγάλων αναγκών μεταφοράς από το 2006 μέχρι το 2013 παρατηρείται υψηλός μέσος όρος ηλικίας καθώς παρόλο που προστίθενται συνεχώς νέα πλοία στον παγκόσμιο στόλο δεν υπάρχει εξίσου απόσυρση παλαιότερων. Συγκεκριμένα το 2009 παρουσιάζεται μέσος όρος ηλικίας 17,22 έτη, ο υψηλότερος στα υπό μελέτη χρόνια. Από το 2013 μέχρι το 2016 παρατηρείται μια πτώση στο μέσο όρο που μπορεί να εξηγηθεί από την παγκόσμια ναυτιλιακή πτώση μετά το 2010 που οδήγησε στην απόσυρση παλαιότερων πλοίων.

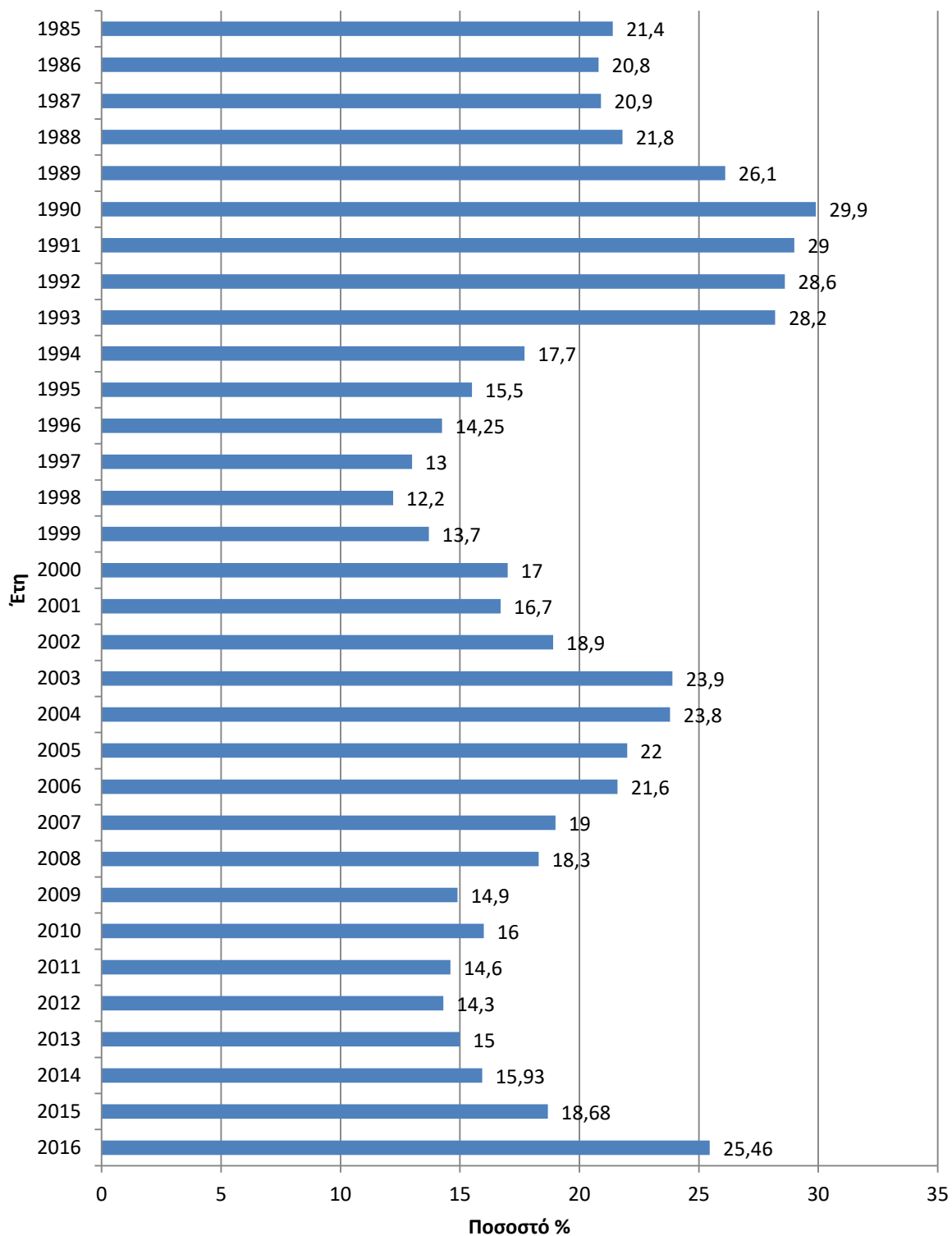
Παρακάτω παρουσιάζονται διαγράμματα όπου φαίνονται τα ποσοστά του ετήσιου στόλου των Bulk Carriers που ανήκουν στις παρακάτω ηλικιακές κατανομές:

- 0-4 έτη(διαγρ.3.1)
- 5-9 έτη(διαγρ.3.2)
- 10-14 έτη(διαγρ.3.3)
- 15 και παραπάνω έτη(διαγρ.3.4)

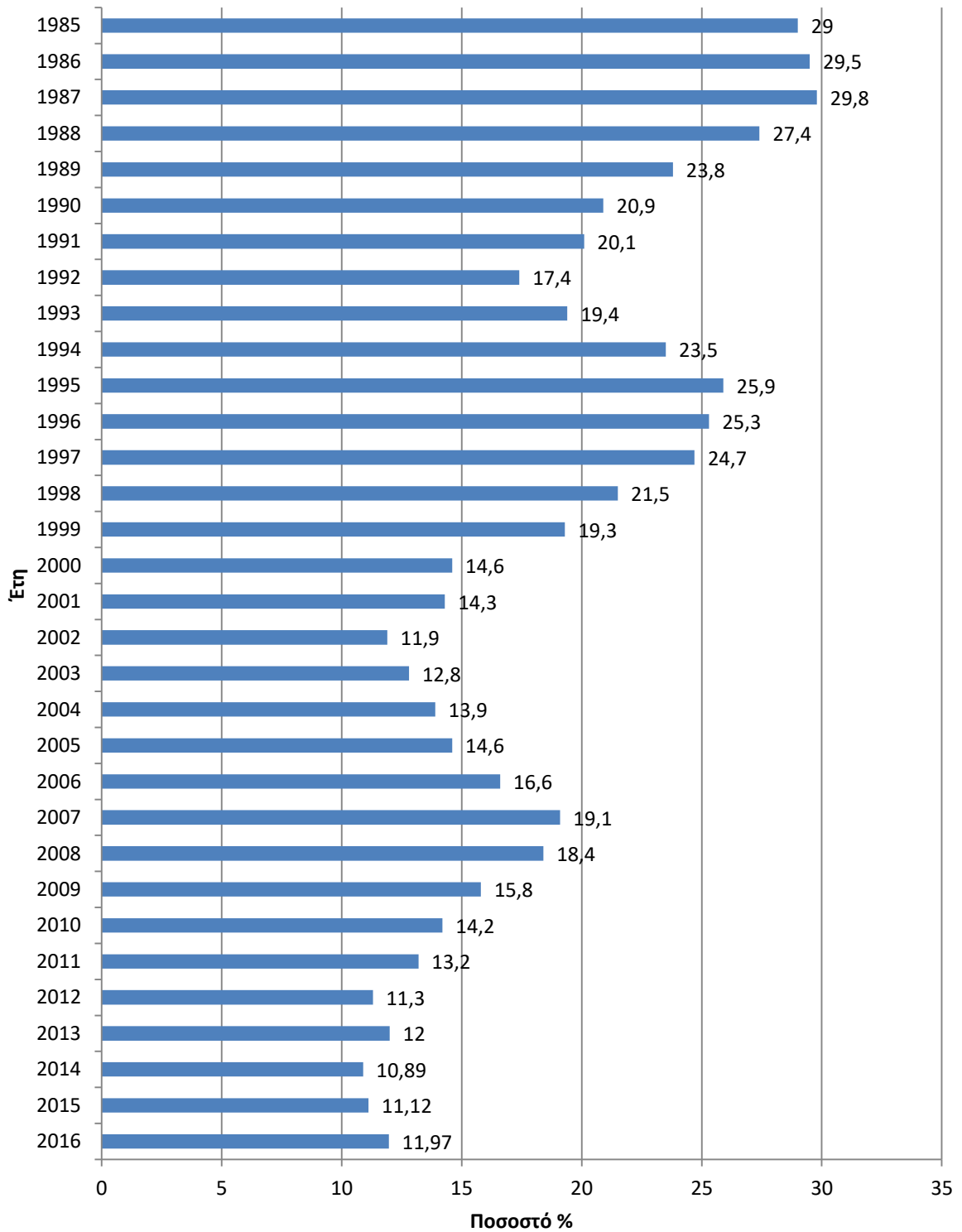
### 3.1 Ποσοστό Πλοίων(0-4 έτη) 1985-2016



### 3.2 Ποσοστό Πλοίων(5-9 έτη) 1985-2016

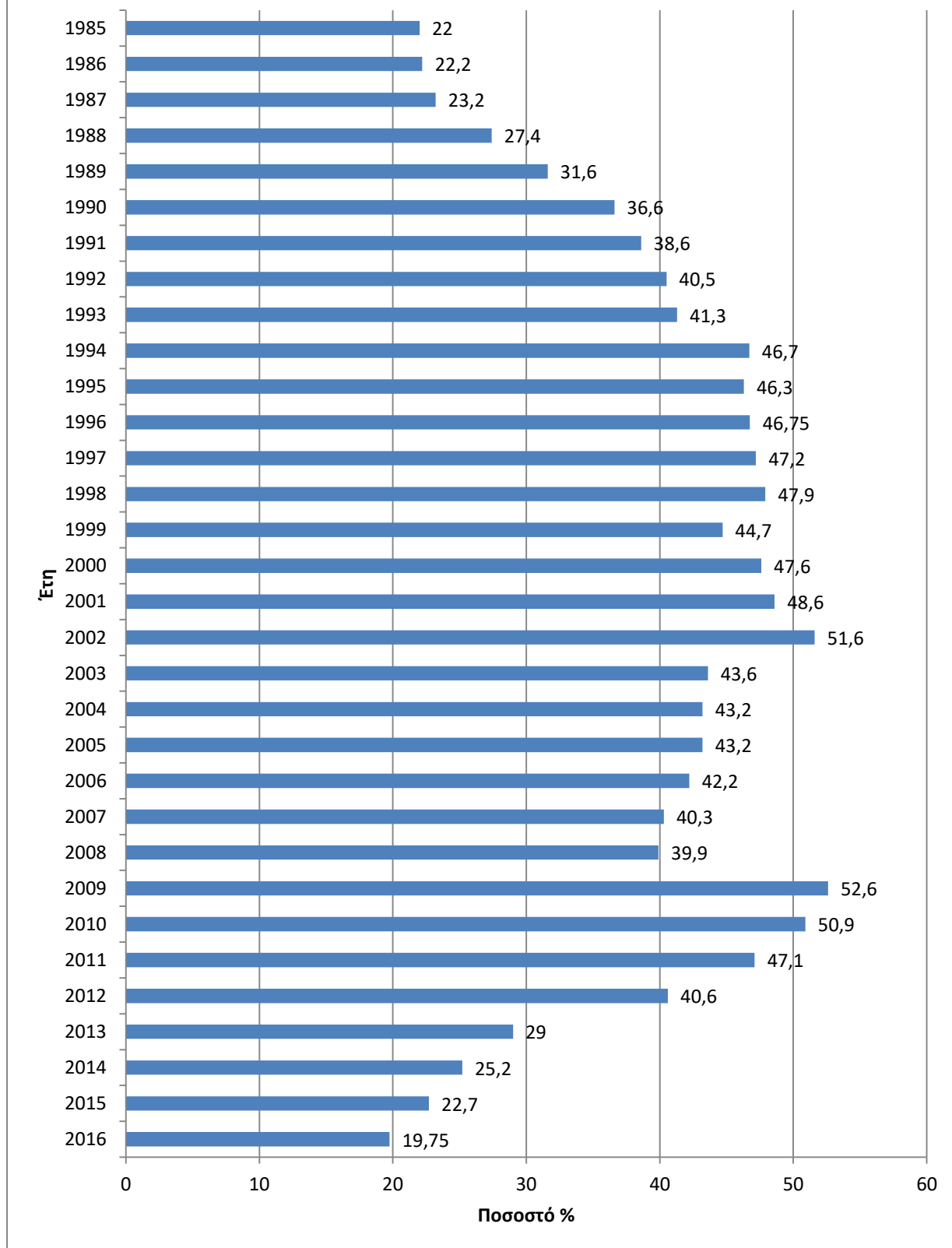


### 3.3 Ποσοστό Πλοίων(10-14 έτη) 1985-2016





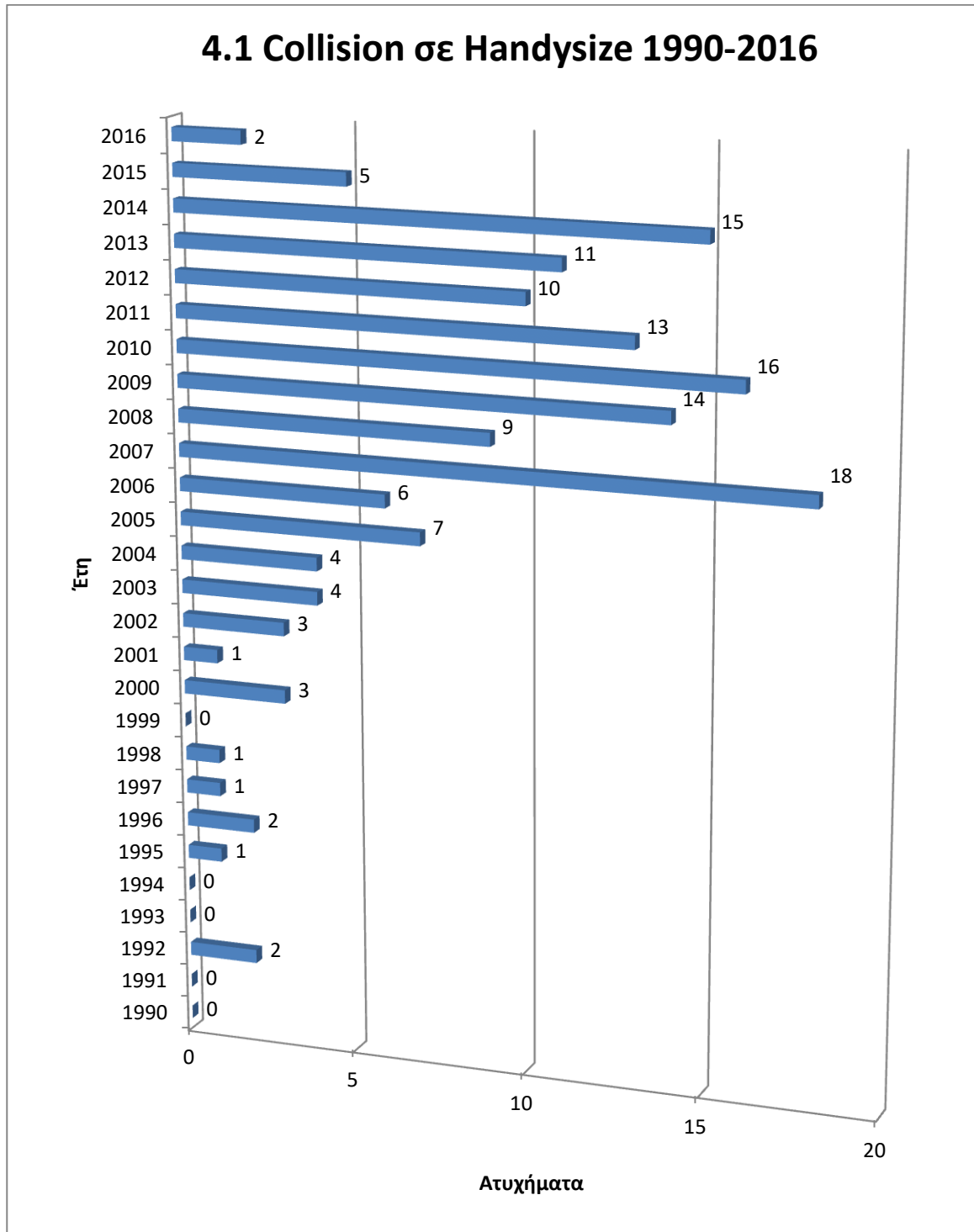
### 3.4 Ποσοστό Πλοίων(15+ έτη) 1985-2016



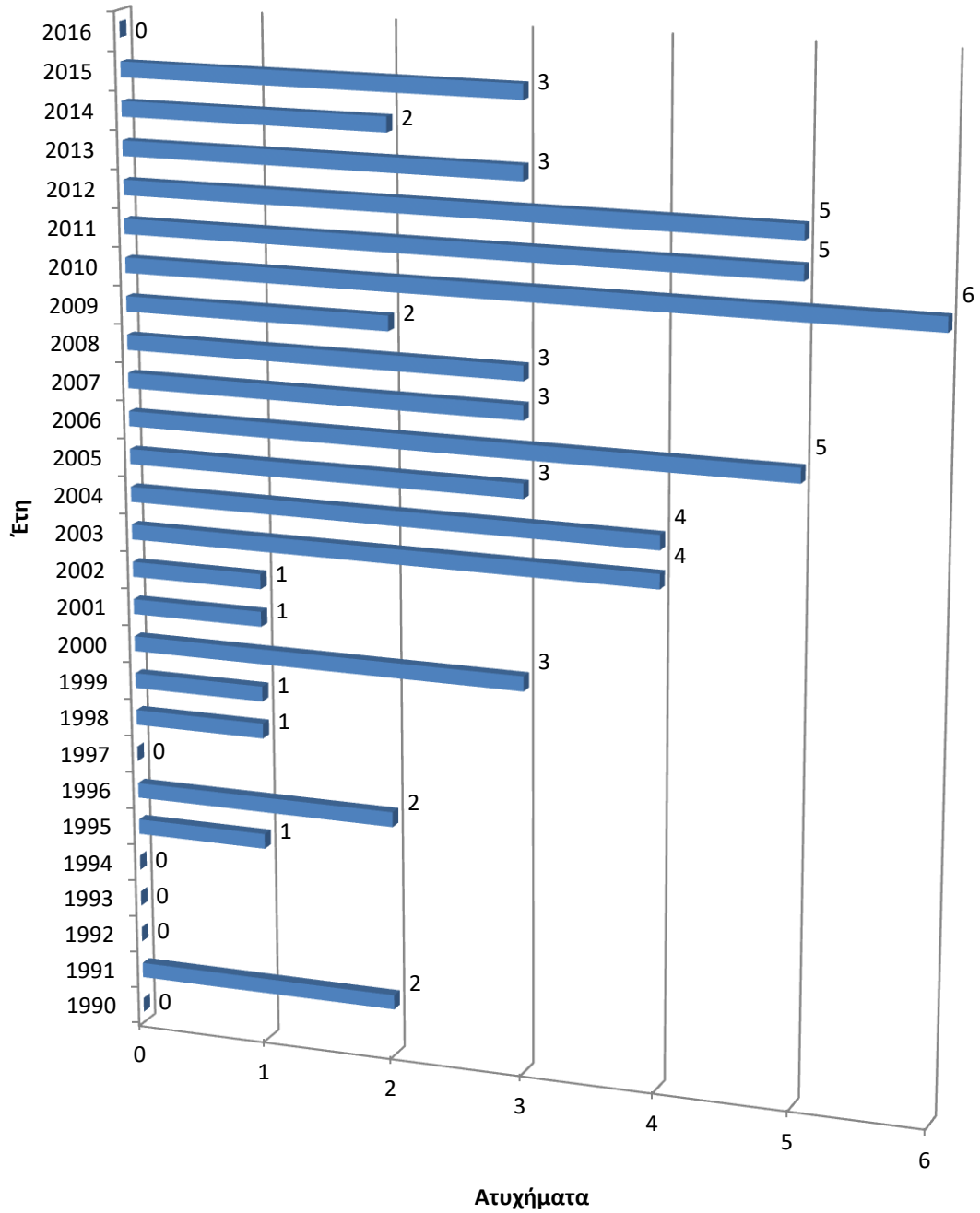
Από τα παραπάνω διαγράμματα φαίνεται ότι τη διετία 2014-2015 ποσοστό πάνω από 47% του στόλου των Bulk Carriers είχε ηλικία 0 ως 4 έτη, το οποίο σημαίνει ότι από το 2010 και μετά αυξήθηκαν κατά πολύ τα νέα πλοία. Στα έτη 2002, 2009 και 2010 πάνω από το 50% του στόλου είχε ηλικία πάνω από 15 έτη. Το γεγονός αυτό μπορεί σε μεγάλο βαθμό να δικαιολογήσει αρκετά ατυχήματα στα έτη αυτά καθώς και στα αμέσως προηγούμενα ή επόμενα. Πριν το 1987 μόλις το 22% του στόλου είχε ηλικία μεγαλύτερη από τα 15 έτη. Το ίδιο συμβαίνει και μετά το 2013 καθώς πλησιάζοντας το 2016 το ποσοστό πέφτει ακόμα και κάτω από 20%. Η παγκόσμια ναυτιλιακή κρίση του 2008-2009 οδήγησε πολλά παλαιότερα πλοία στην απόσυρση. Επίσης, λόγω μεγάλης ανόδου της ναυτιλιακής αγοράς και αύξησης των ναύλων σε ιστορικά υψηλά τα ακριβώς προηγούμενα χρόνια παρατηρήθηκε μεγάλη αύξηση των νέων παραγγελιών για Bulk Carriers τα οποία ήρθαν στην αγορά μετά το 2012. Τα δύο αυτά γεγονότα μπορούν σε μεγάλο βαθμό να εξηγήσουν τη μείωση στο μέσο όρο της ηλικίας. Τέλος, το μικρότερο ποσοστό πλοίων με μέσο όρο ηλικίας 0 έως 4 έτη παρουσιάζεται στα έτη 1990-1995, κάτι που σημαίνει ότι τα ακριβώς προηγούμενα χρόνια ήταν αρκετά λιγότερες συγκριτικά οι παραγγελίες νέων πλοίων. Τα παραπάνω στοιχεία ηλικιακών κατανομών παρουσιάζονται παρακάτω σε σύγκριση με τα ατυχήματα κάθε έτους.

## Διαγράμματα ετήσιων ατυχημάτων

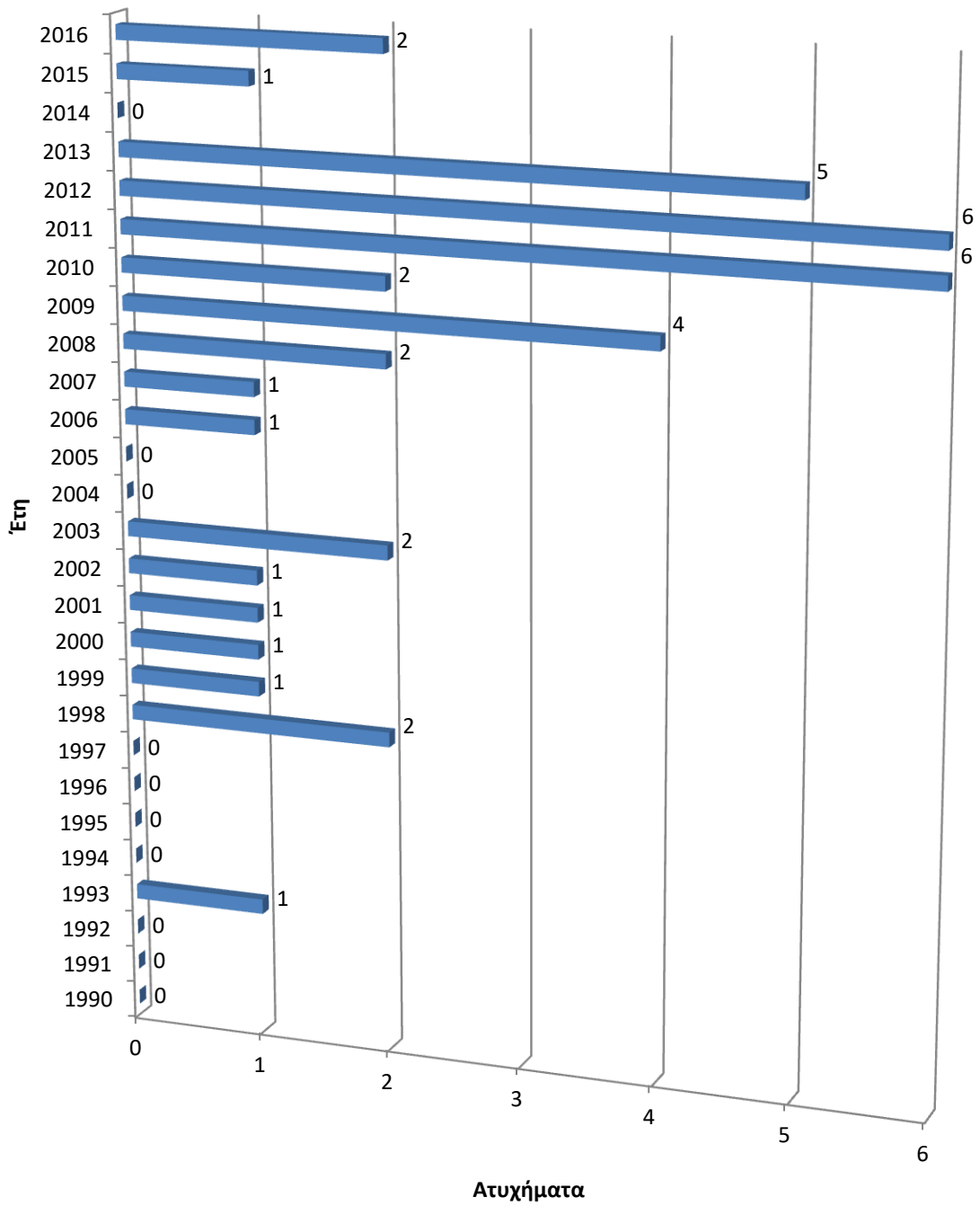
Παρακάτω θα παρουσιαστούν τα ατυχήματα για κάθε έτος ανά τύπο ατυχήματος. Τα διαγράμματα(διαγρ 4.1 ως 4.6) αφορούν τα πλοία μεγέθους Handysize, ενώ για τις υπόλοιπες 3 κατηγορίες τα αντίστοιχα διαγράμματα παρατίθενται στο Παράρτημα 2.



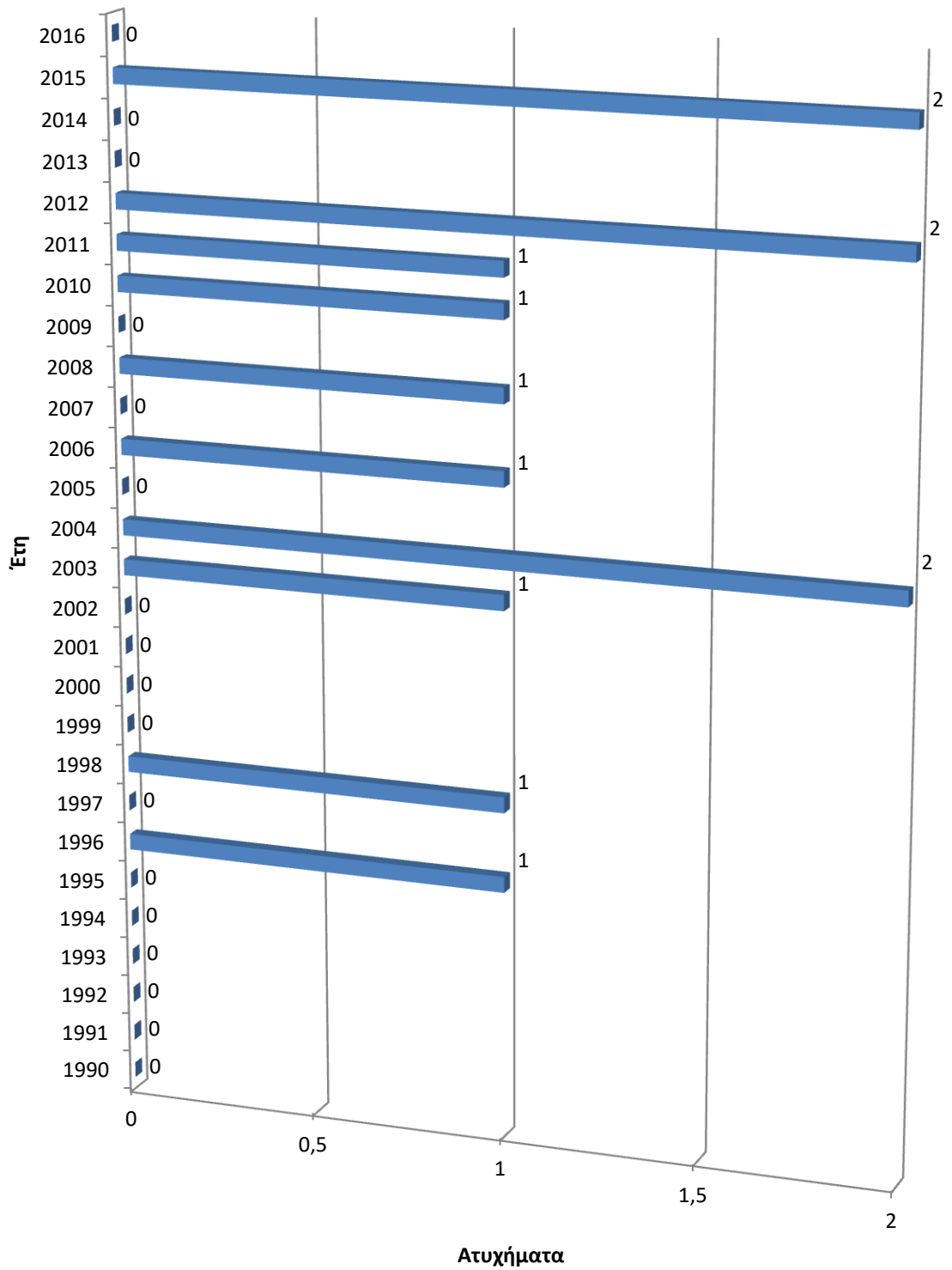
## 4.2 Contact σε Handysize 1990-2016



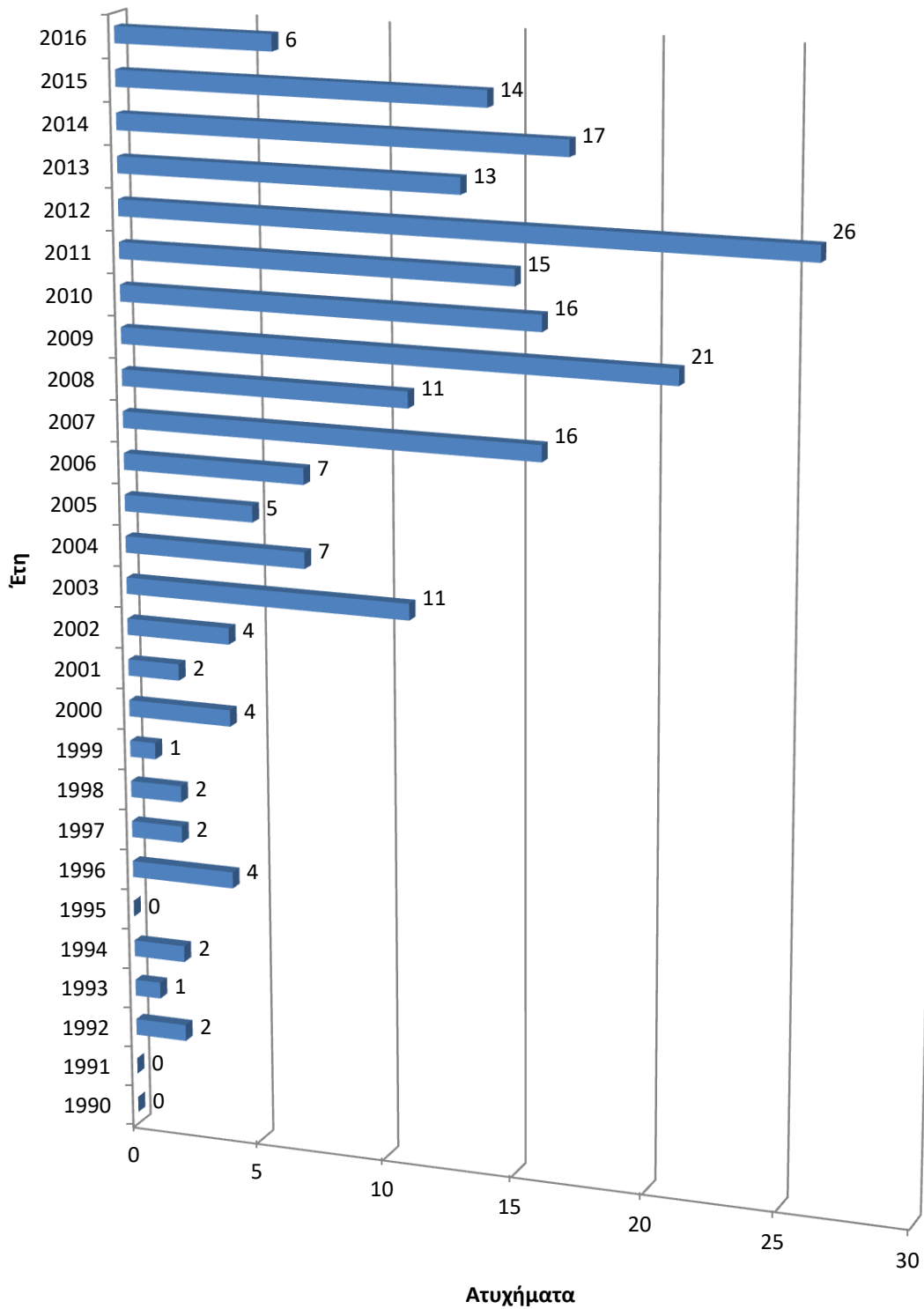
### 4.3 Fire/Explosion σε Handysize 1990-2016



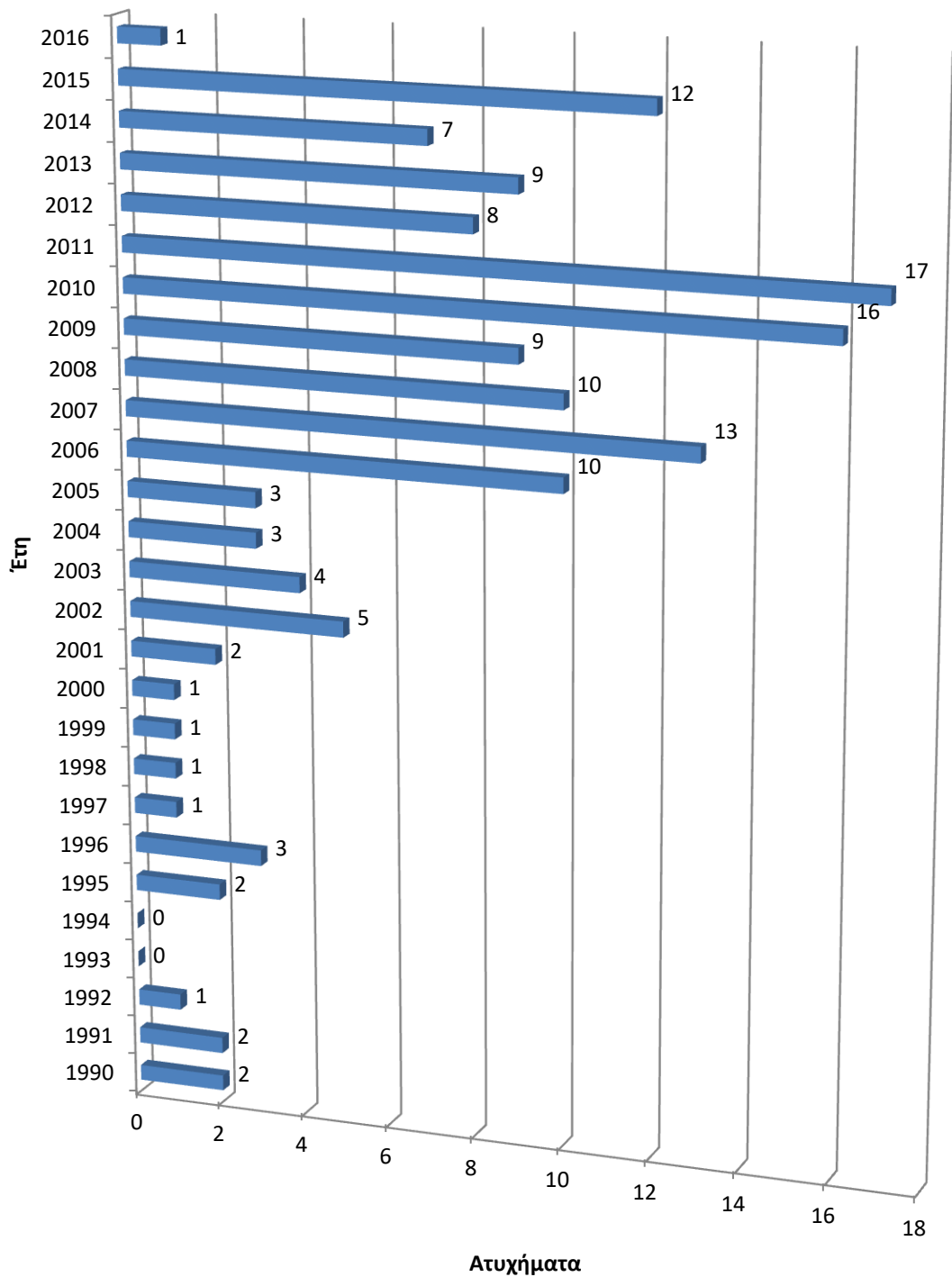
#### 4.4 Foundered σε Handysize 1990-2016



### 4.5 Hull/Mchy. Damage σε Handysize 1990-2016



#### 4.6 Wrecked/Stranded σε Handyize 1990-2016





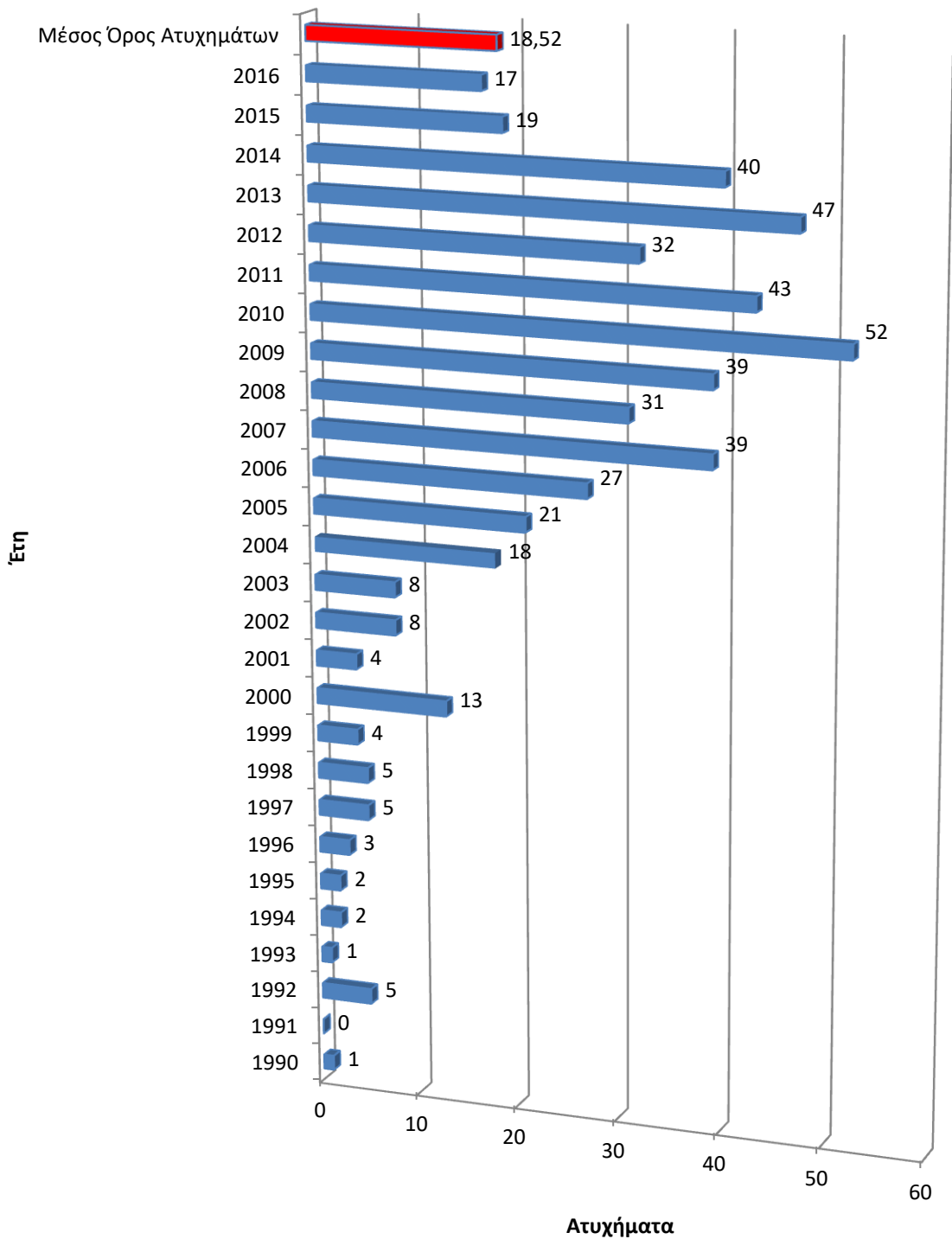
Παρατηρείται ότι τα περισσότερα ατυχήματα που προκάλεσαν ακινητοποίηση του πλοίου στα Handysize πλοία ήταν στη διετία 2010-2011, ενώ τα λιγότερα στη διετία 1993-1994. Αντίστοιχα οι περισσότερες μηχανολογικές βλάβες παρουσιάστηκαν το 2012 ενώ τα λιγότερα στις αρχές της δεκαετίας του '90. Ατυχήματα σύγκρουσης παρουσιάστηκαν περισσότερα το 2007 ενώ στις υπόλοιπες κατηγορίες ατυχημάτων, οι μεγαλύτεροι αριθμοί εμφανίζονται στα έτη 2010-2013.

Είναι εμφανές ότι πριν το 2000 τα παρουσιαζόμενα ατυχήματα φαίνονται αρκετά λιγότερα σε σύγκριση με τα επόμενα χρόνια. Αυτό οφείλεται σε μεγάλο βαθμό σε έλλειψη δεδομένων όσο πλησιάζουν τα δεδομένα το '90 ή το '80. Φυσικά, σε μικρότερο βαθμό παίζει ρόλο και ο μικρότερος αριθμός πλοίων στα χρόνια πριν το 2000 κάτι όμως που με πλήρη δεδομένα πιθανόν να ισοσταθμιζόταν με τη βελτίωση της τεχνολογίας σε κατασκευή πλοίων μετά το 2000. Για τον παραπάνω λόγο εκτός των παραπάνω διαγραμμάτων που παρουσιάζουν την ύπαρξη κάθε τύπου ατυχήματος σε απόλυτα νούμερα, θα παρατεθούν παρακάτω και διαγράμματα με τις συχνότητες εμφάνισης κάθε τύπου ατυχήματος, που συνδέονται με το μέγεθος του αντίστοιχου στόλου.

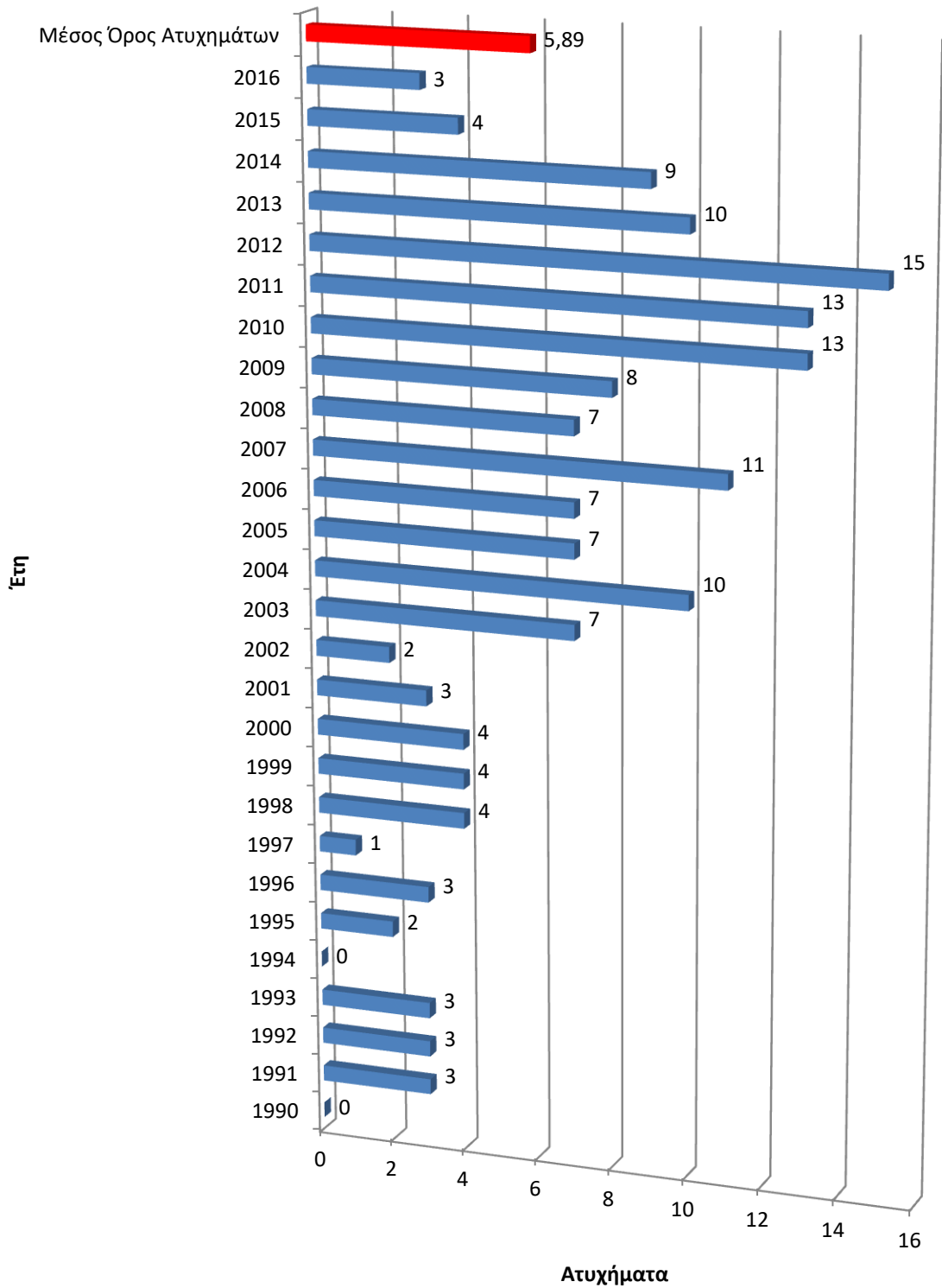
### **Συνολικός Στόλος Bulk Carriers**

Αρχικά θα παρουσιαστεί διαγραμματικά το πλήθος κάθε τύπου ατυχήματος σε κάθε έτος. Με κόκκινο χρώμα στο κάθε διάγραμμα φαίνεται ο μέσος όρος ατυχημάτων του είδους και αφορά όλα τα χρόνια από το 1990 ως το 2016. Τα συνολικά αυτά διαγράμματα είναι τα διαγράμματα 5.1 έως 5.6 παρακάτω:

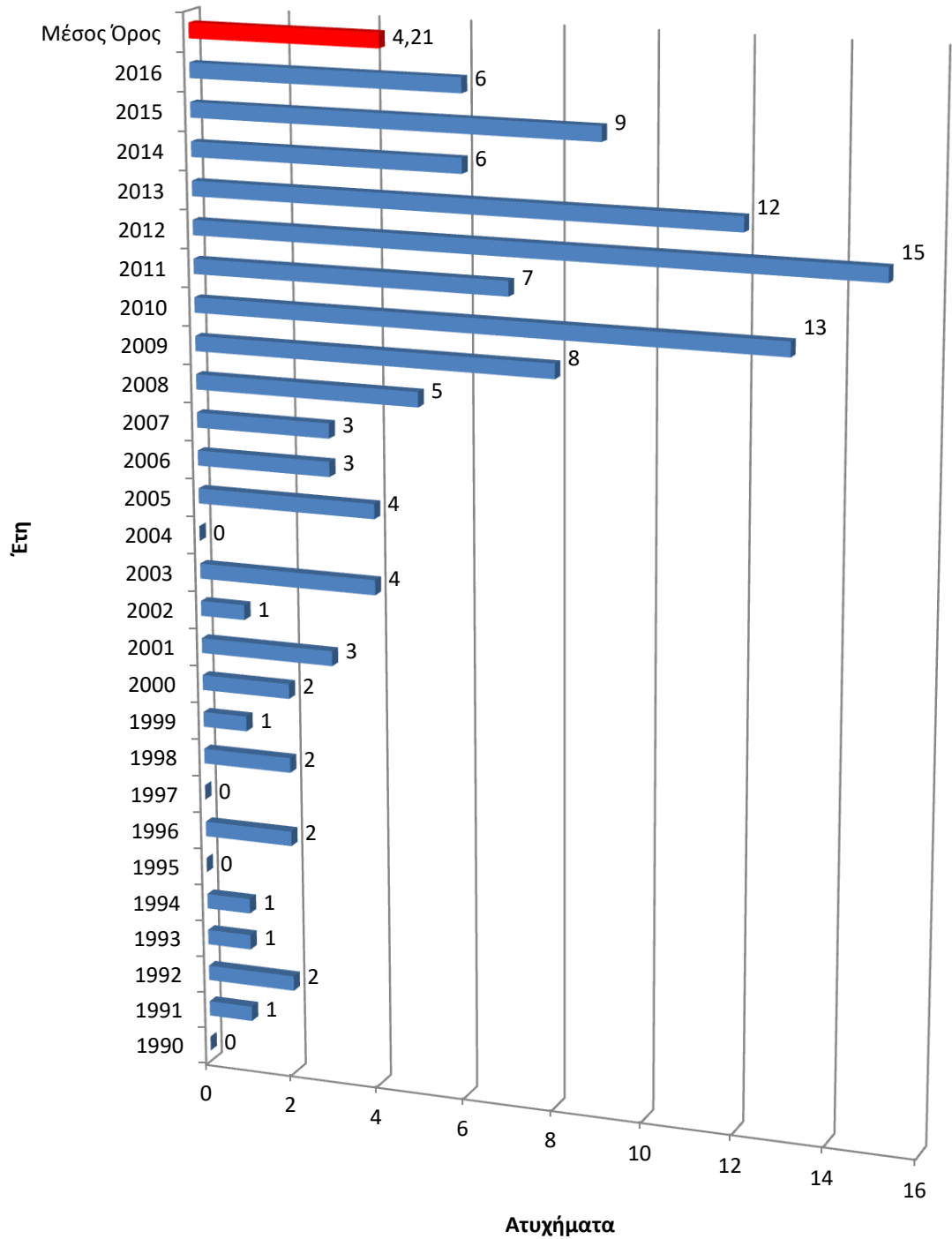
## 5.1 Collision σε Bulk Carriers 1990-2016



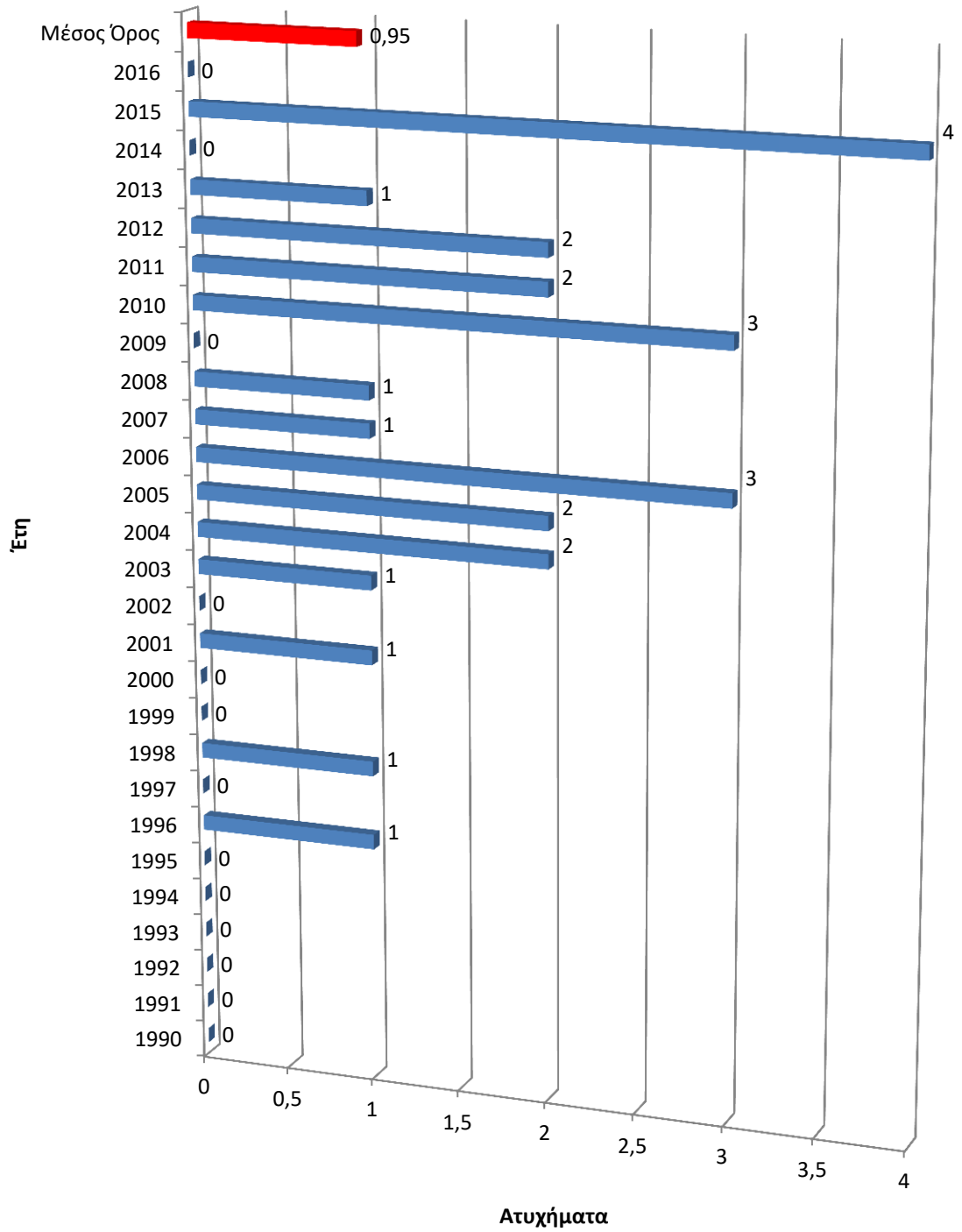
## 5.2 Contact σε Bulk Carriers 1990-2016



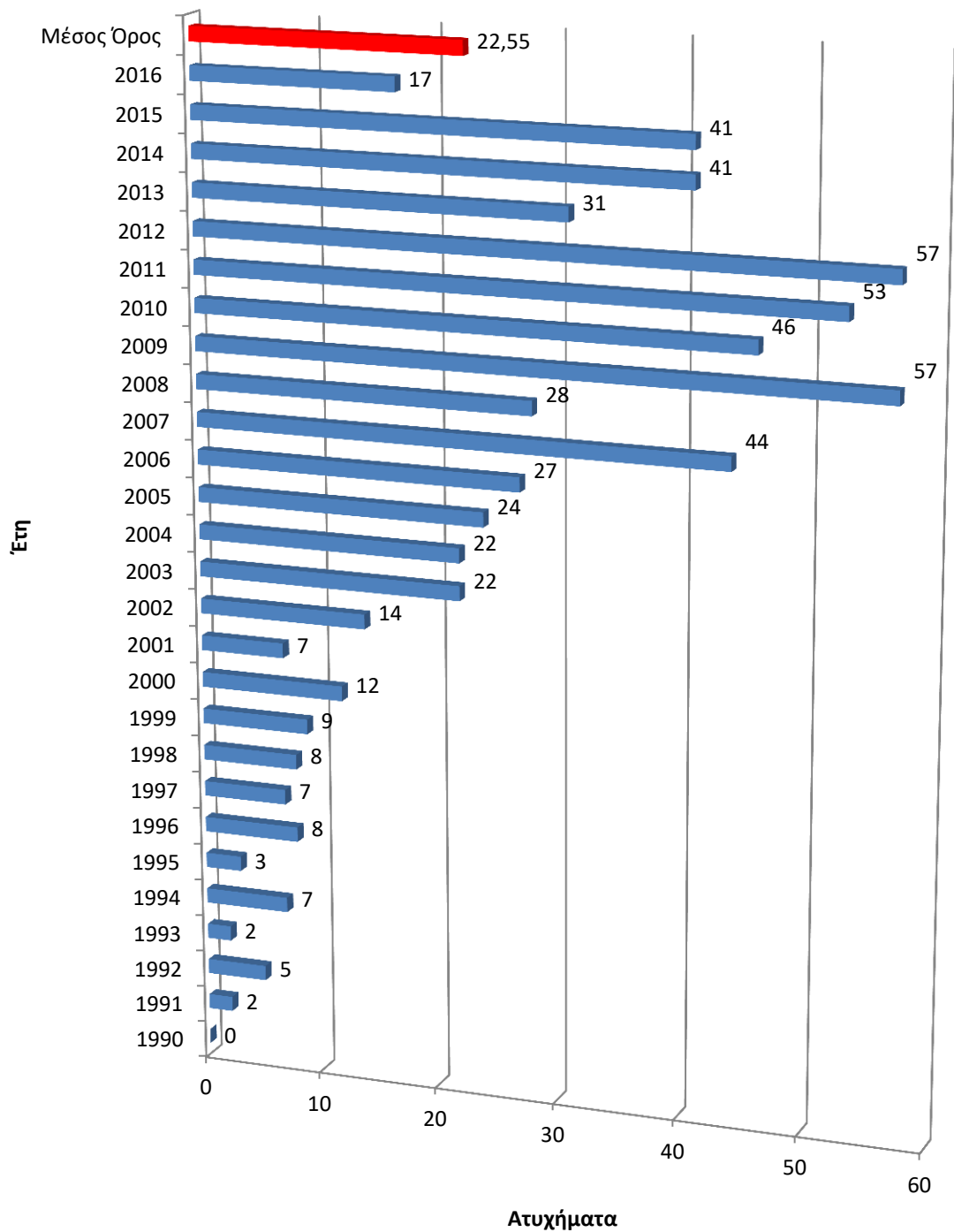
### 5.3 Fire/Explosion σε Bulk Carriers 1990-2016



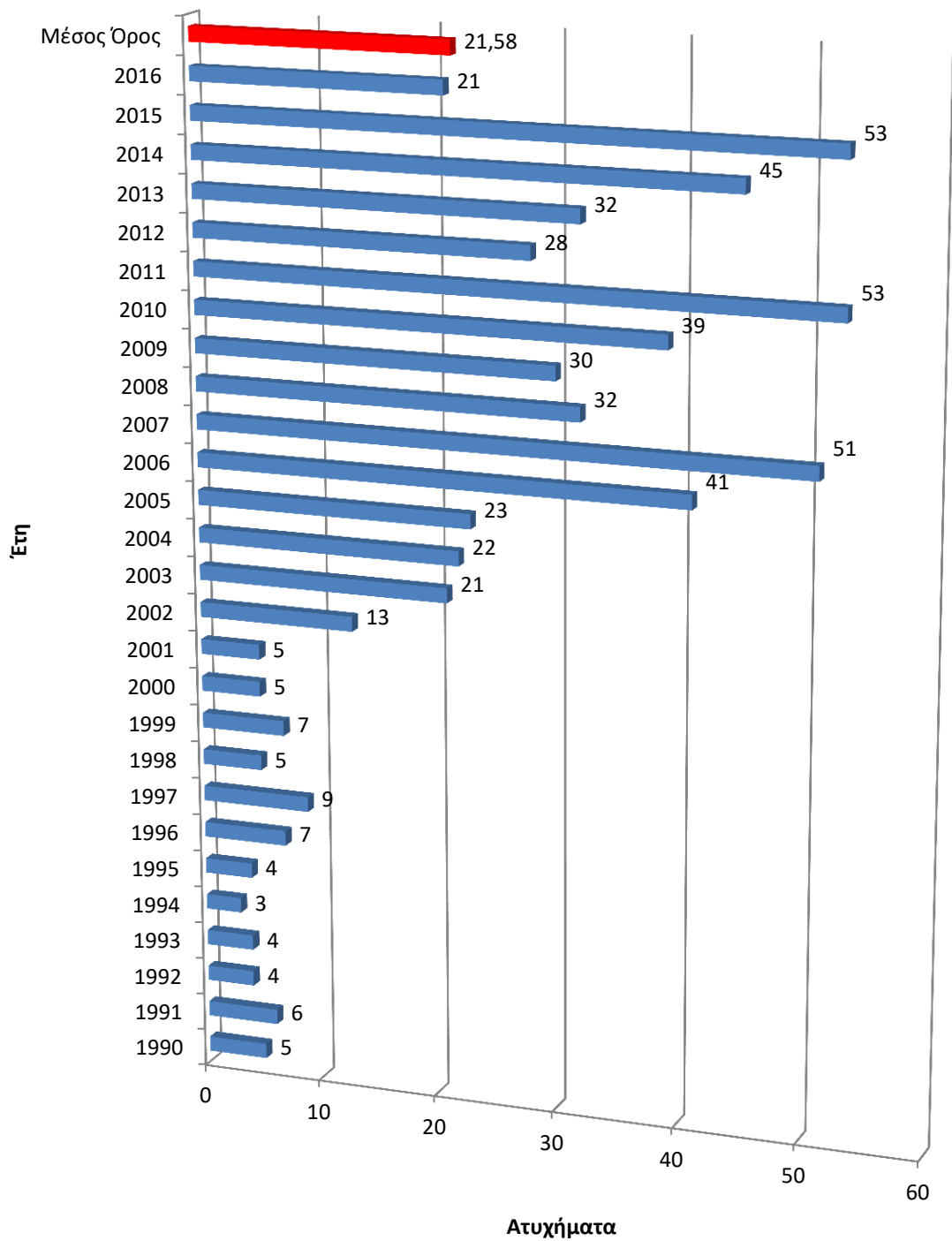
## 5.4 Foundered σε Bulk Carriers 1990-2016



## 5.5 Hull/Mchy. Damage σε Bulk Carriers 1990-2016

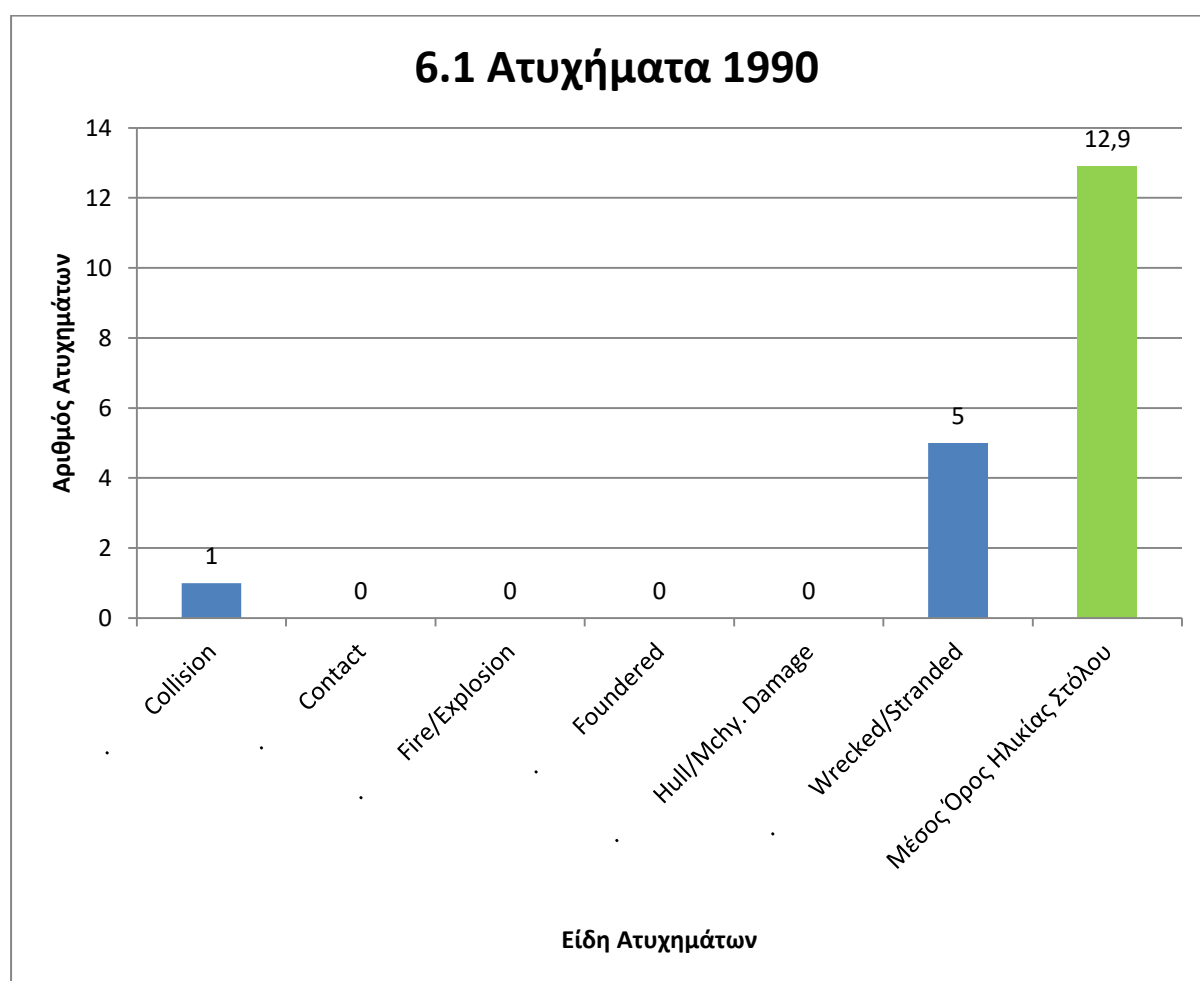


## 5.6 Wrecked/Stranded σε Bulk Carriers 1990-2016



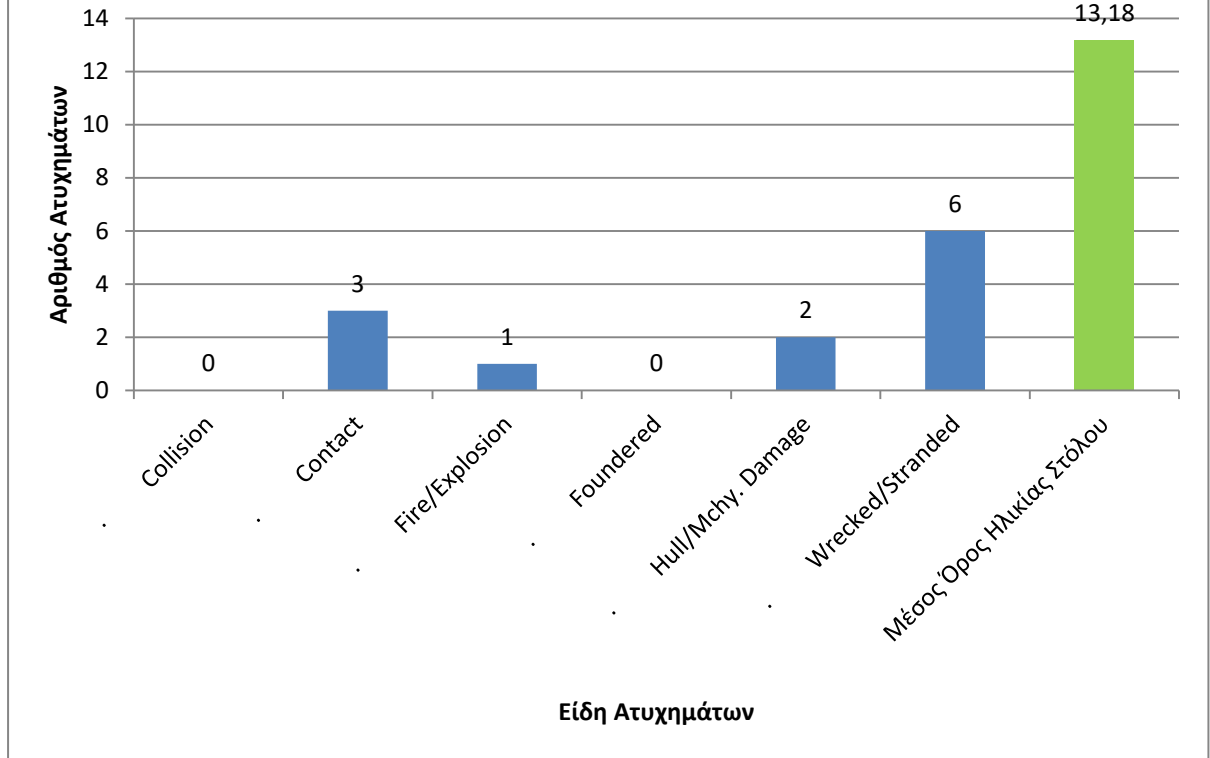
Όπως φαίνεται παραπάνω σε όλους τους τύπους ατυχημάτων μετά το 2004 οι αριθμοί ατυχημάτων βρίσκονται πλειοψηφικά πάνω από το μέσο όρο του κάθε τύπου, ενώ αντίθετα πριν το 2003 βρίσκονται κυρίως κάτω από το μέσο όρο.

Παρακάτω θα παρουσιαστούν σε διαγράμματα σε ετήσια βάση οι αριθμοί του κάθε τύπου ατυχήματος. Σε αυτά τα διαγράμματα με πράσινο χρώμα επισημαίνεται ο μέσος όρος ηλικίας του συνολικού στόλου των Bulk Carriers ώστε να μπορεί να γίνει σύγκριση των ατυχημάτων με την ηλικία και τα διαγράμματα είναι από 6.1 έως 6.27:

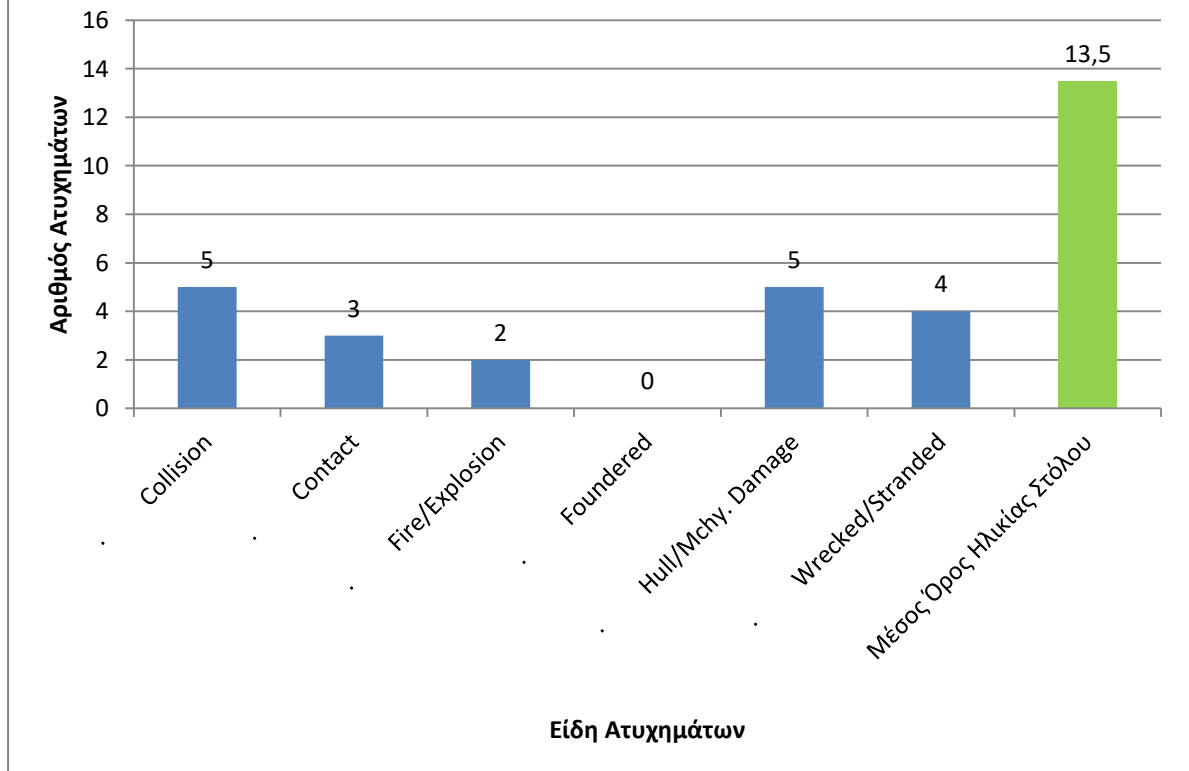




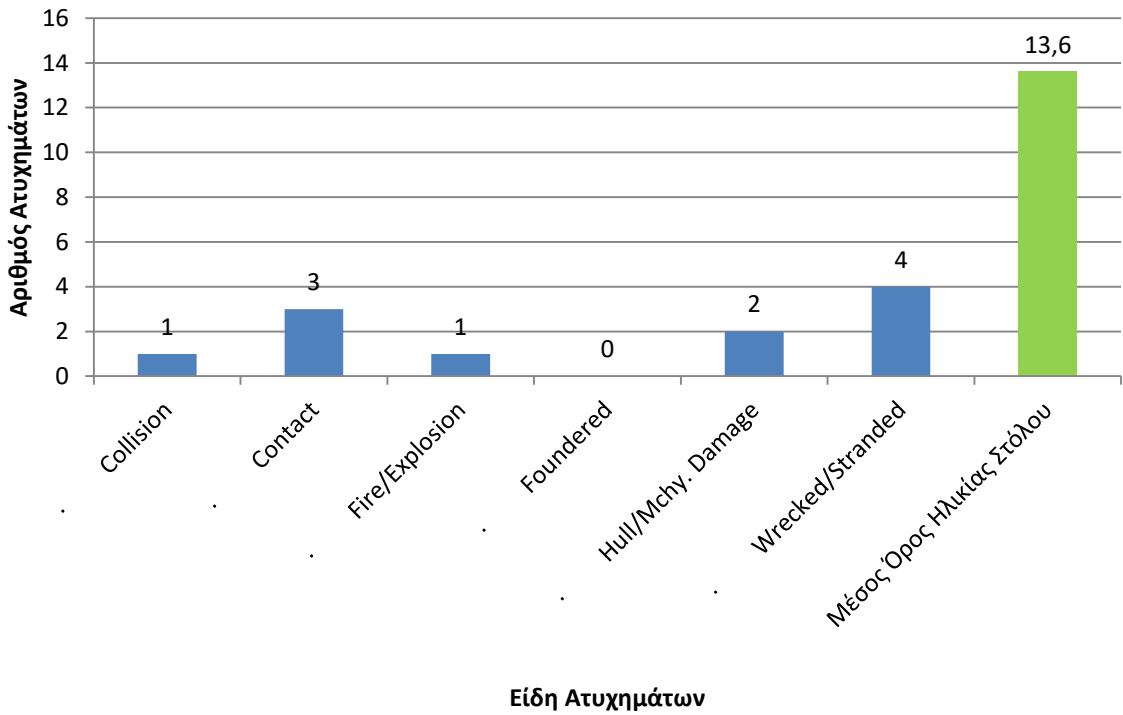
## 6.2 Ατυχήματα 1991



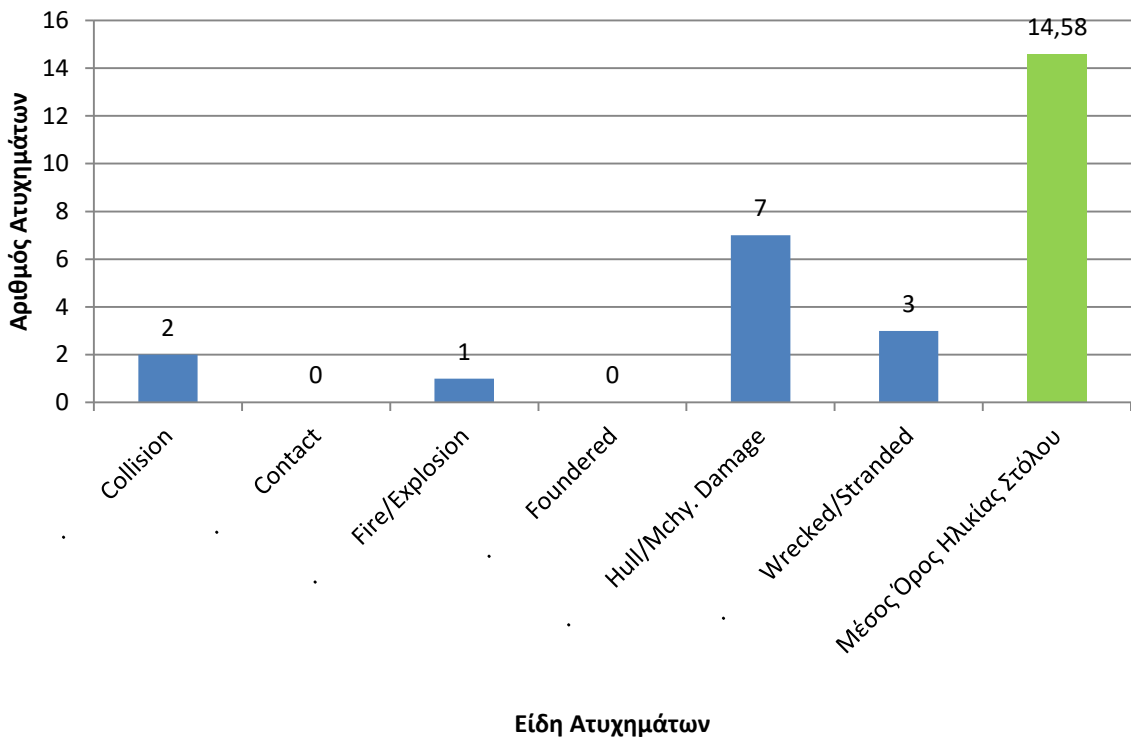
## 6.3 Ατυχήματα 1992



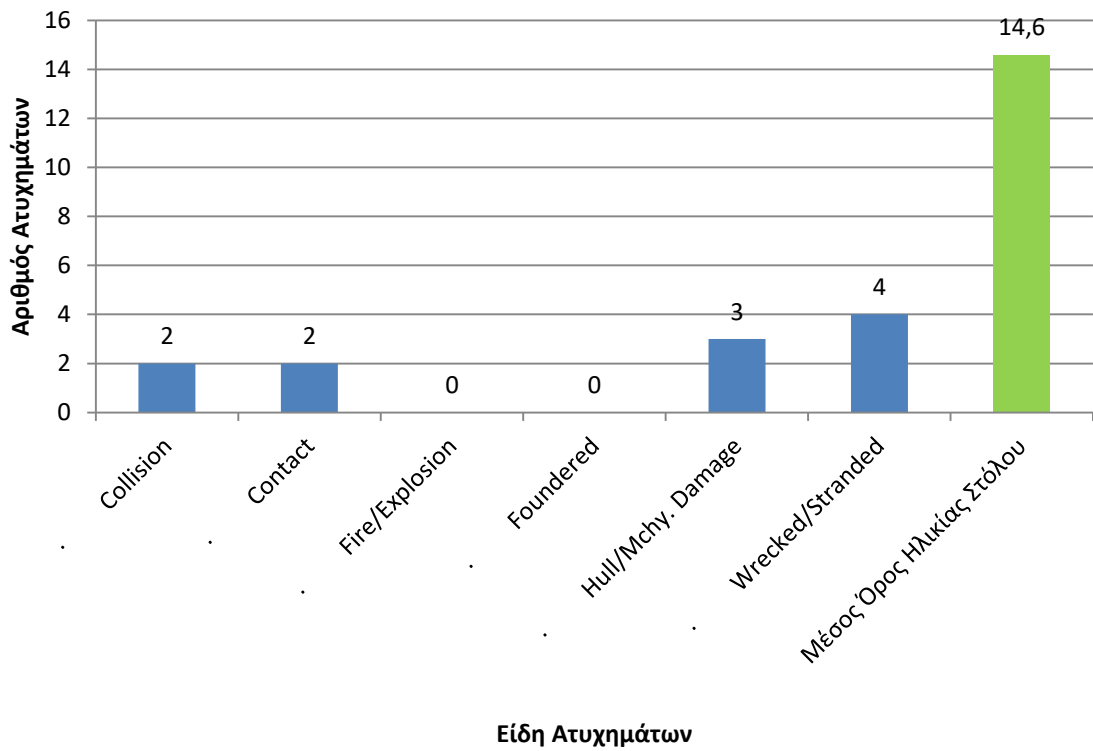
### 6.4 Ατυχήματα 1993



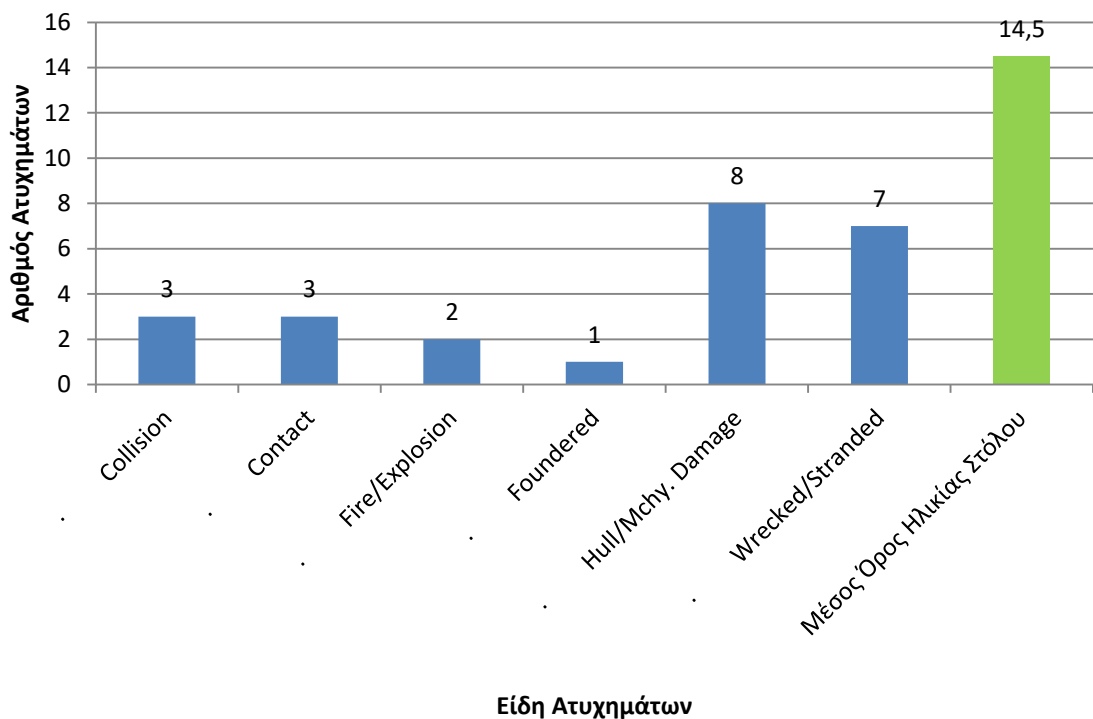
### 6.5 Ατυχήματα 1994



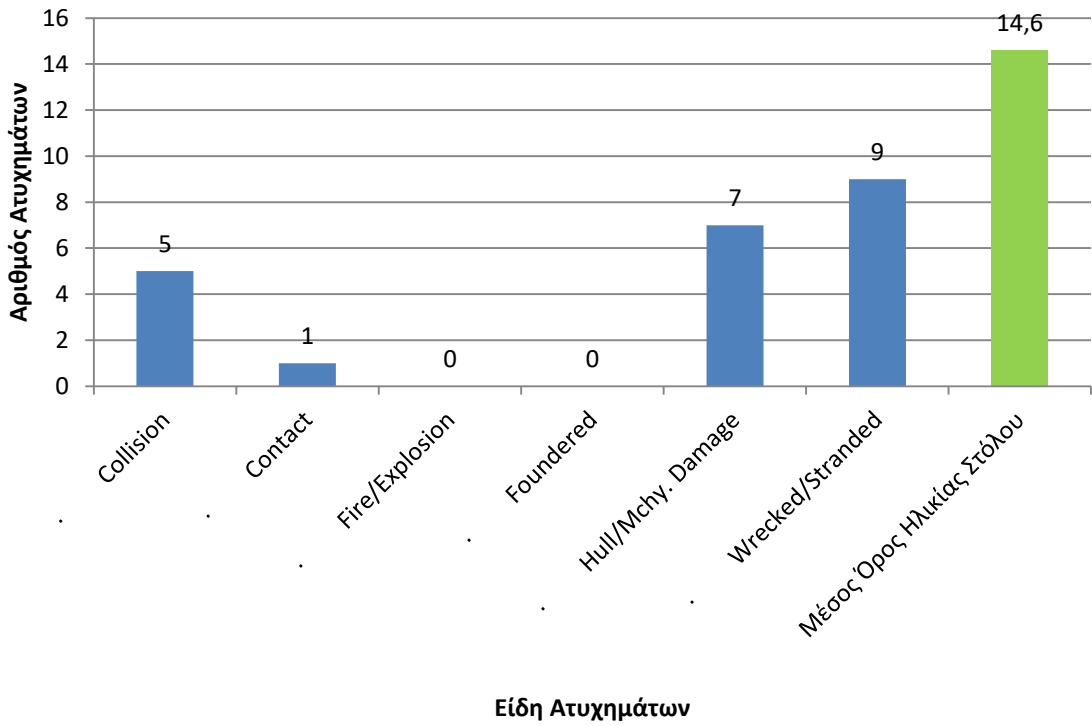
## 6.6 Ατυχήματα 1995



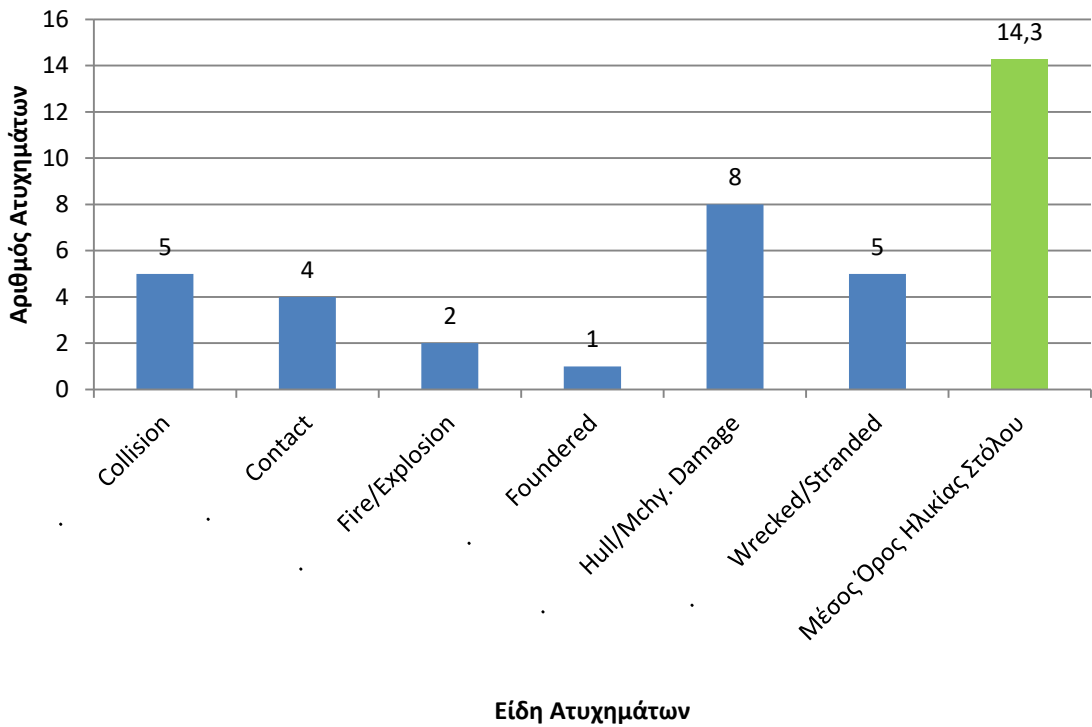
## 6.7 Ατυχήματα 1996



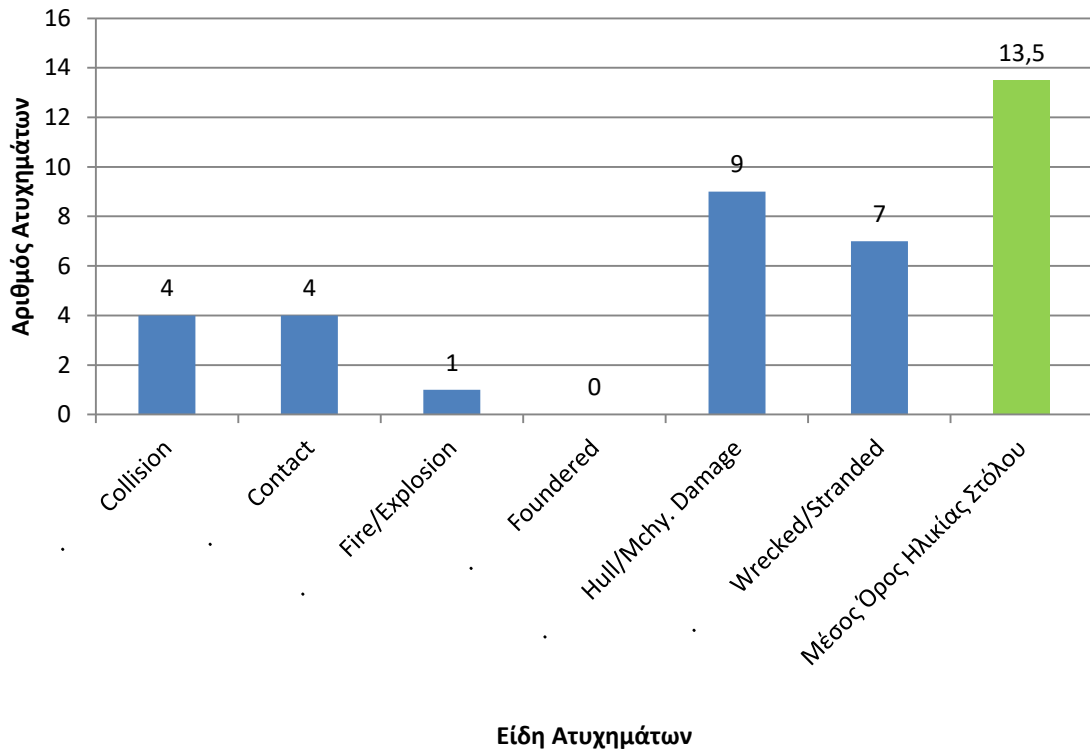
### 6.8 Ατυχήματα 1997



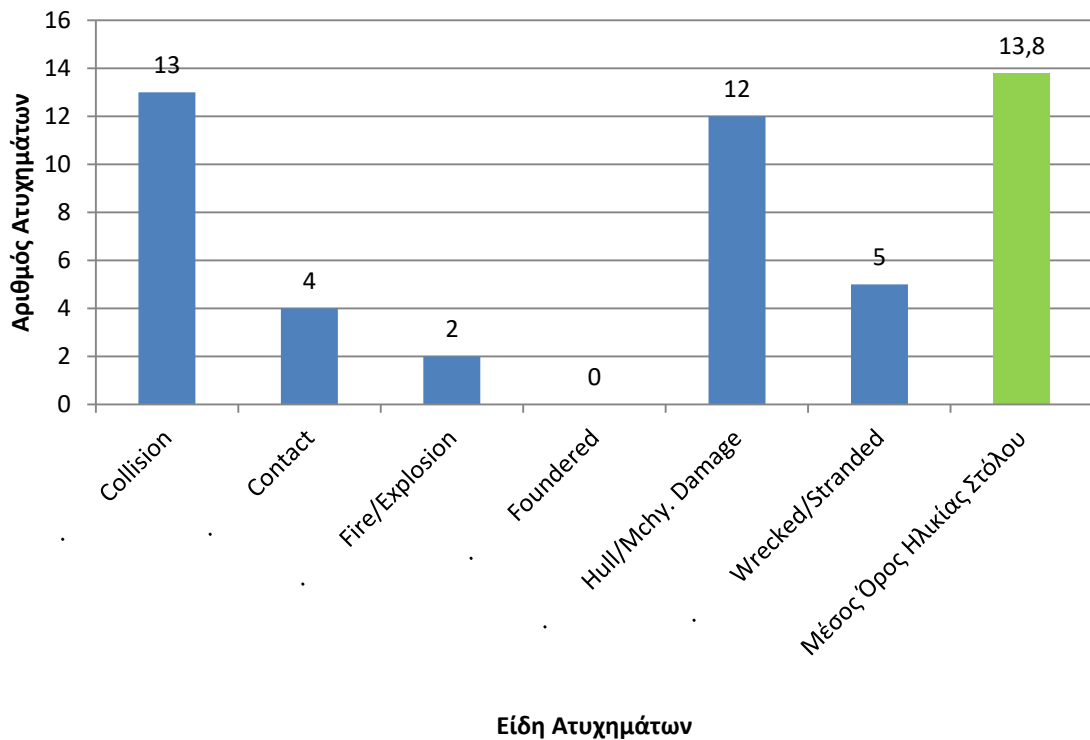
### 6.9 Ατυχήματα 1998



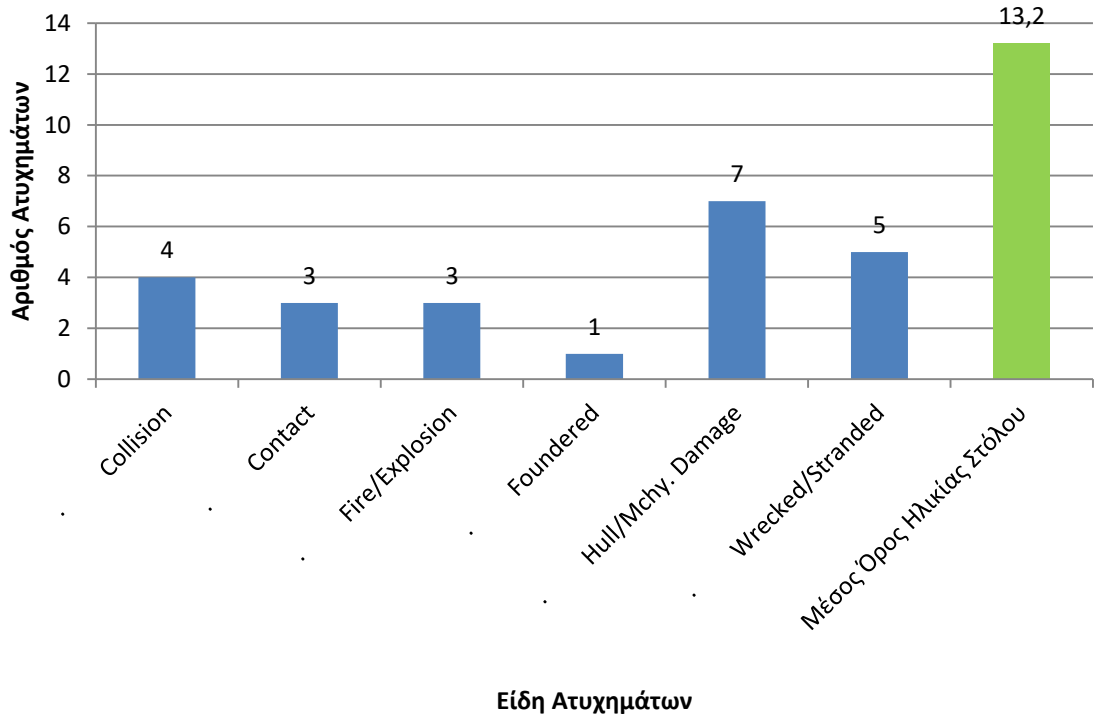
### 6.10 Ατυχήματα 1999



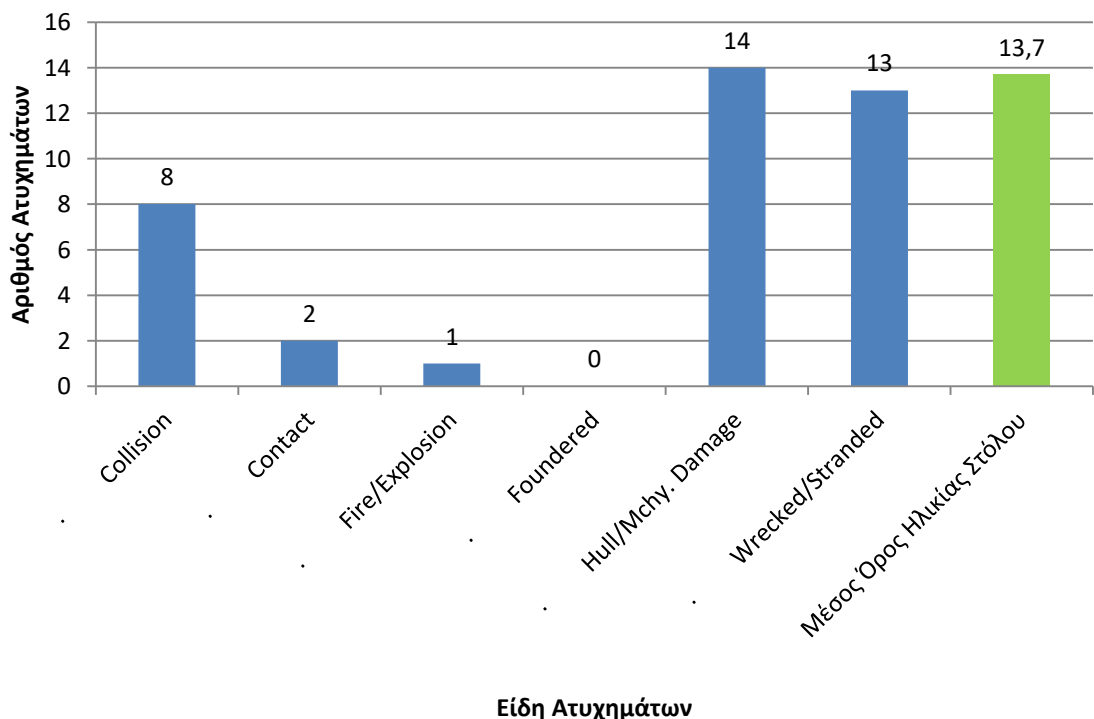
### 6.11 Ατυχήματα 2000



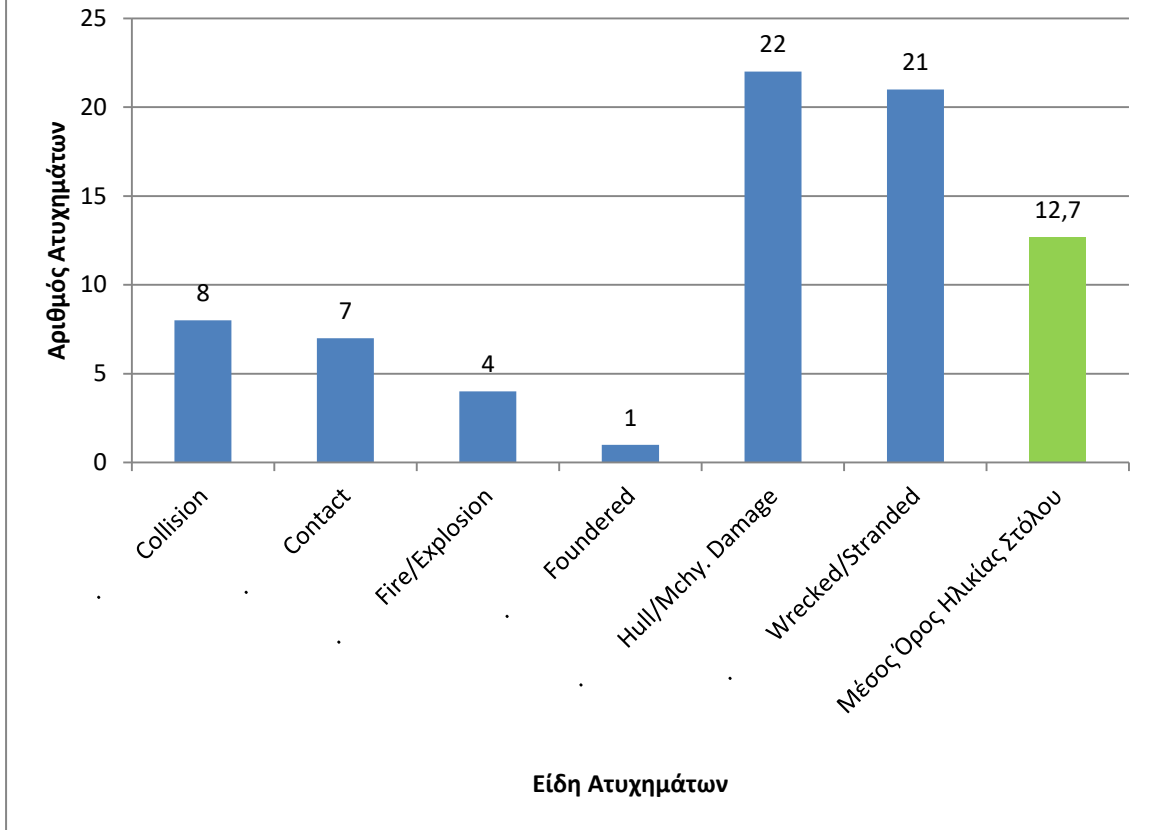
### 6.12 Ατυχήματα 2001



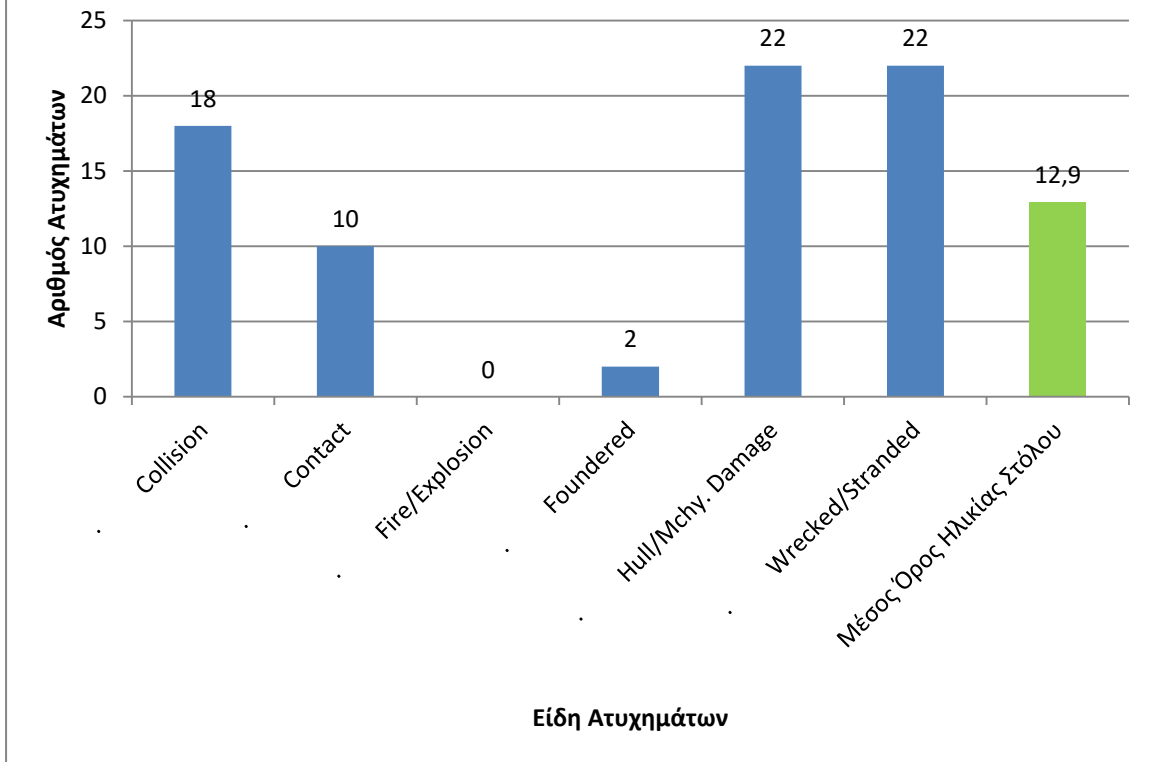
### 6.13 Ατυχήματα 2002



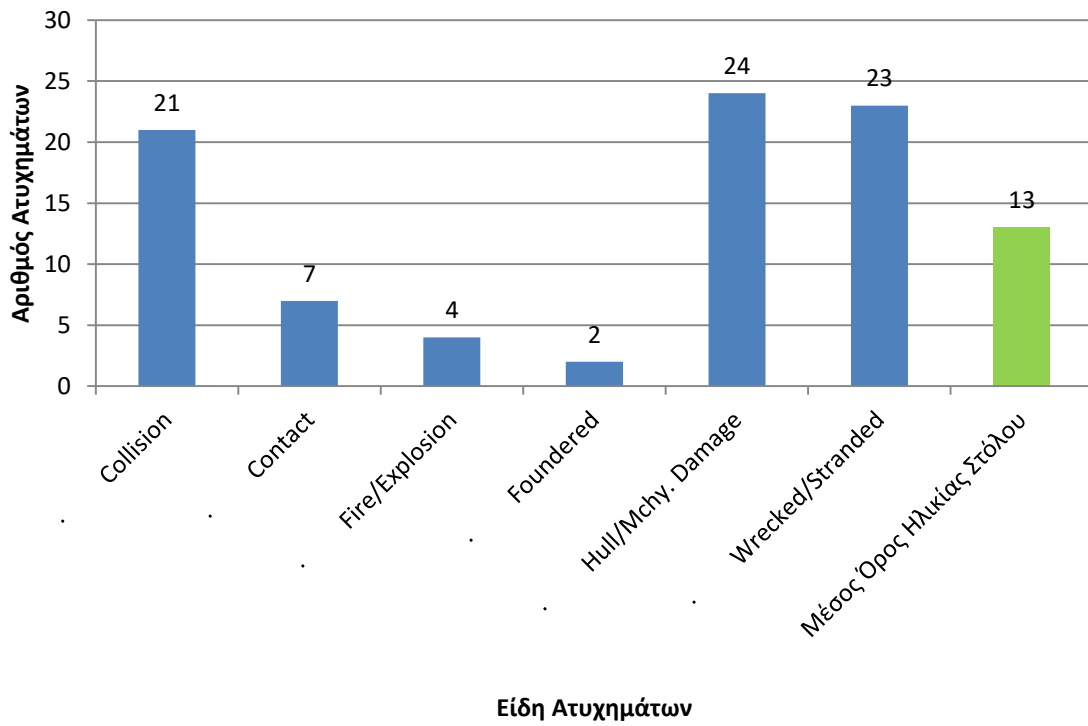
### 6.14 Ατυχήματα 2003



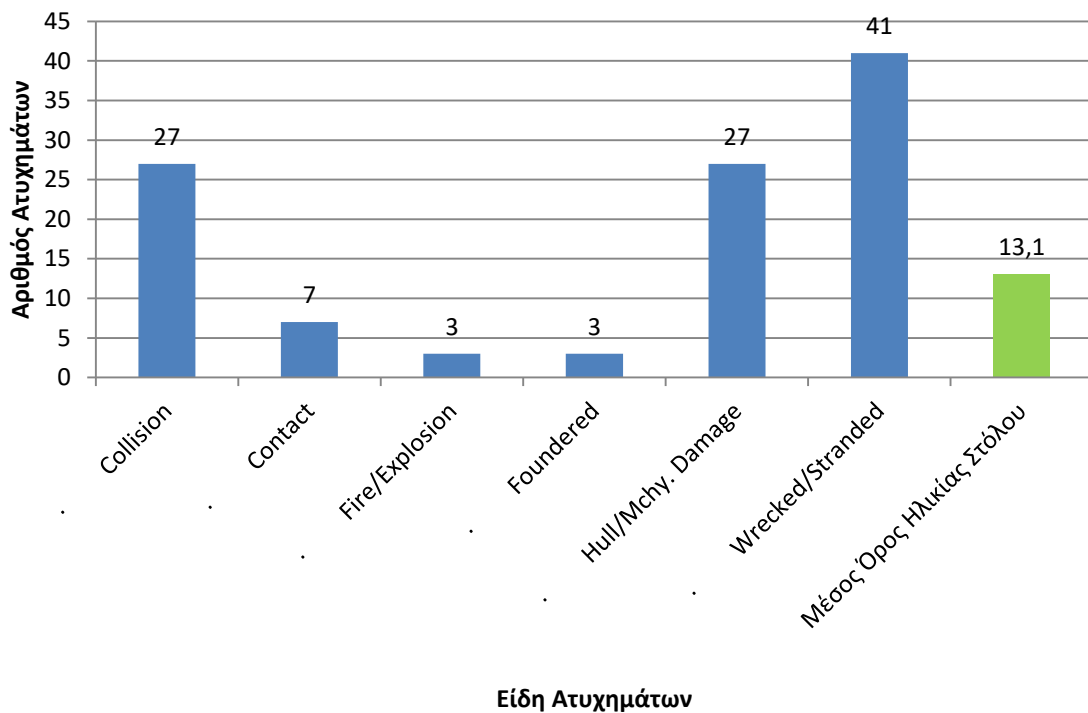
### 6.15 Ατυχήματα 2004



### 6.16 Ατυχήματα 2005

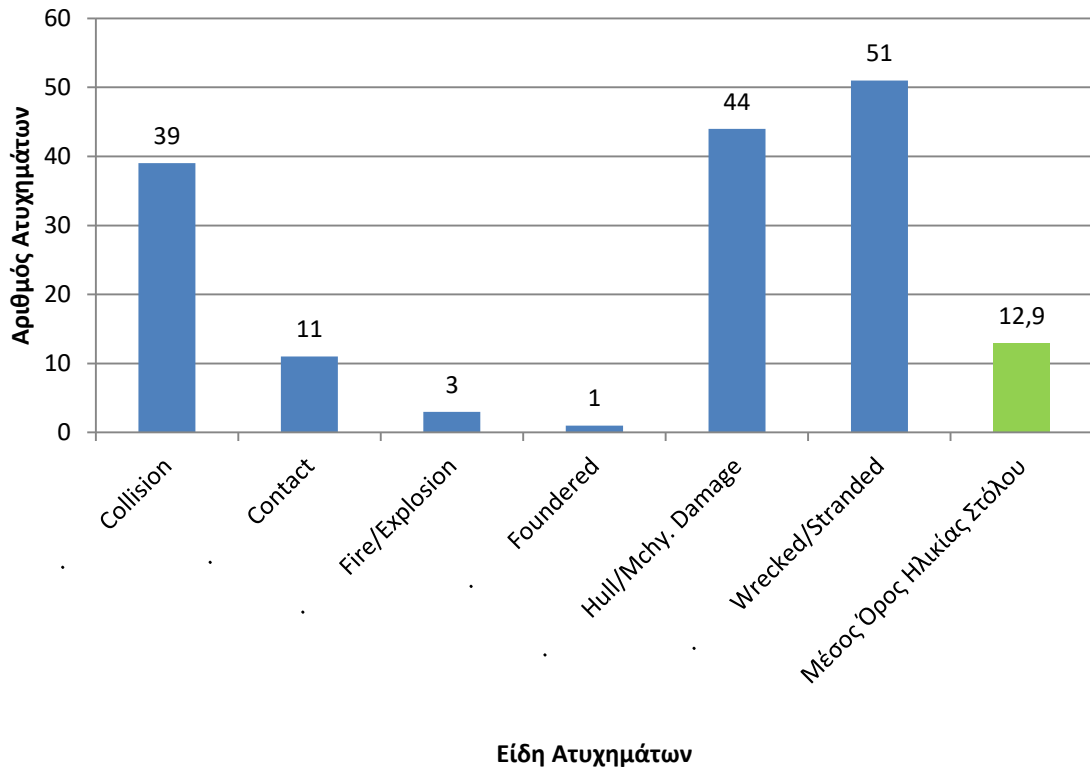


### 6.17 Ατυχήματα 2006

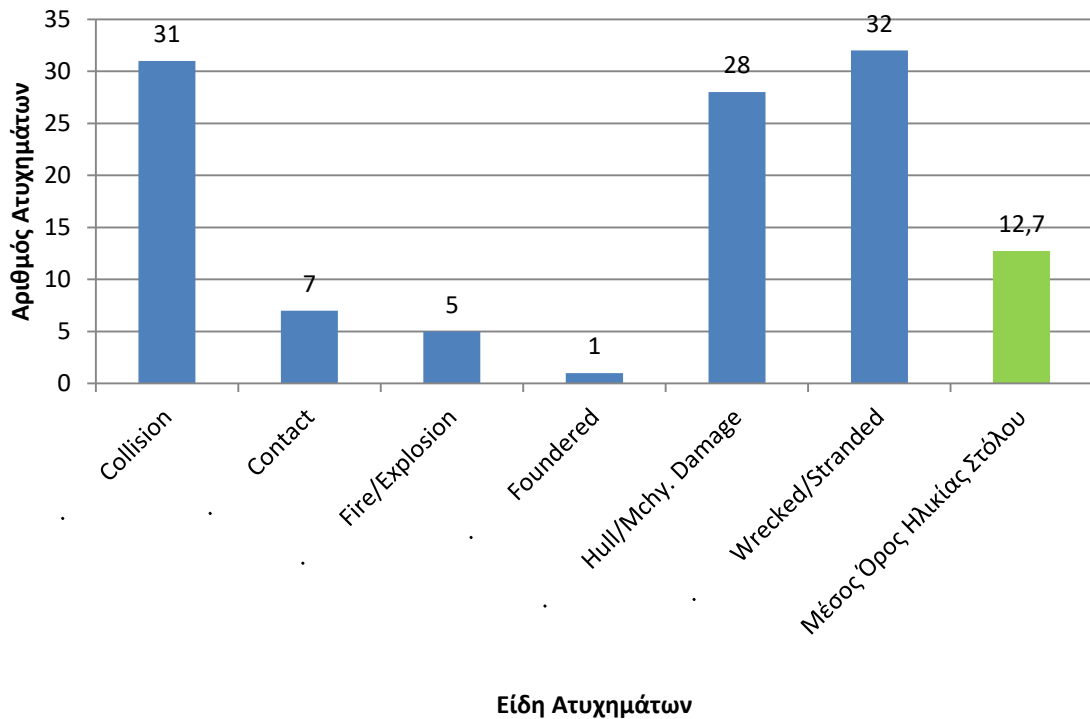




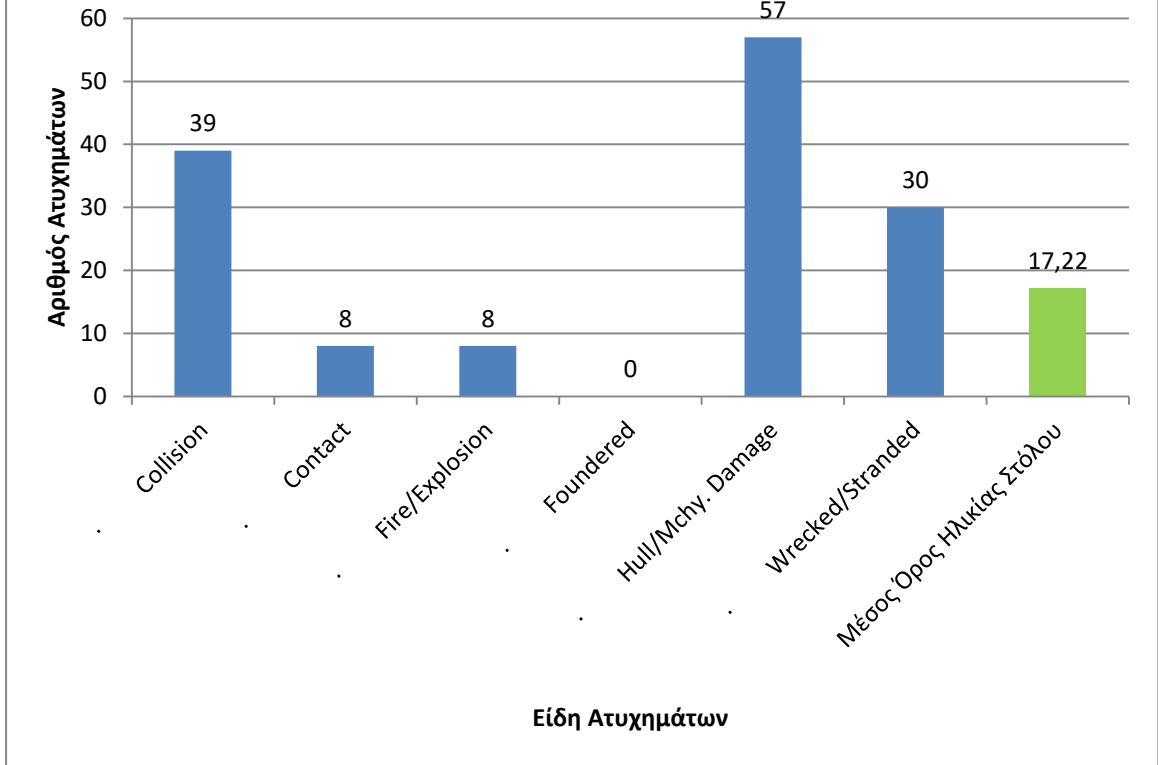
### 6.18 Ατυχήματα 2007



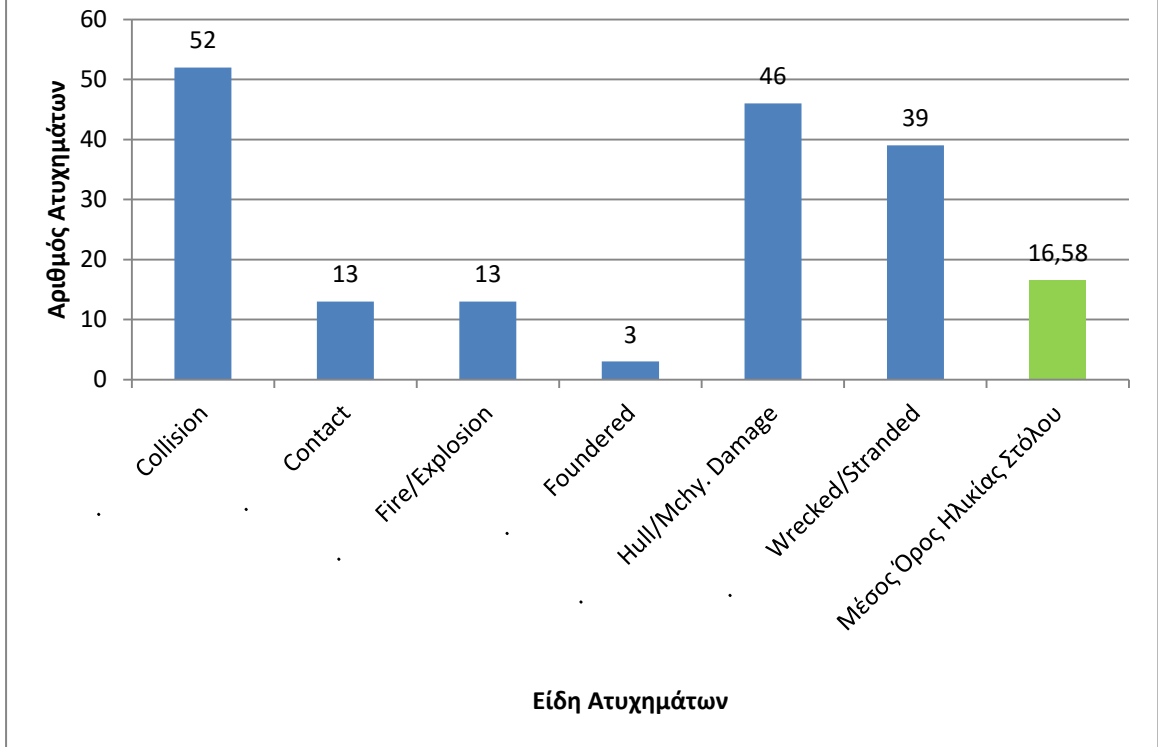
### 6.19 Ατυχήματα 2008



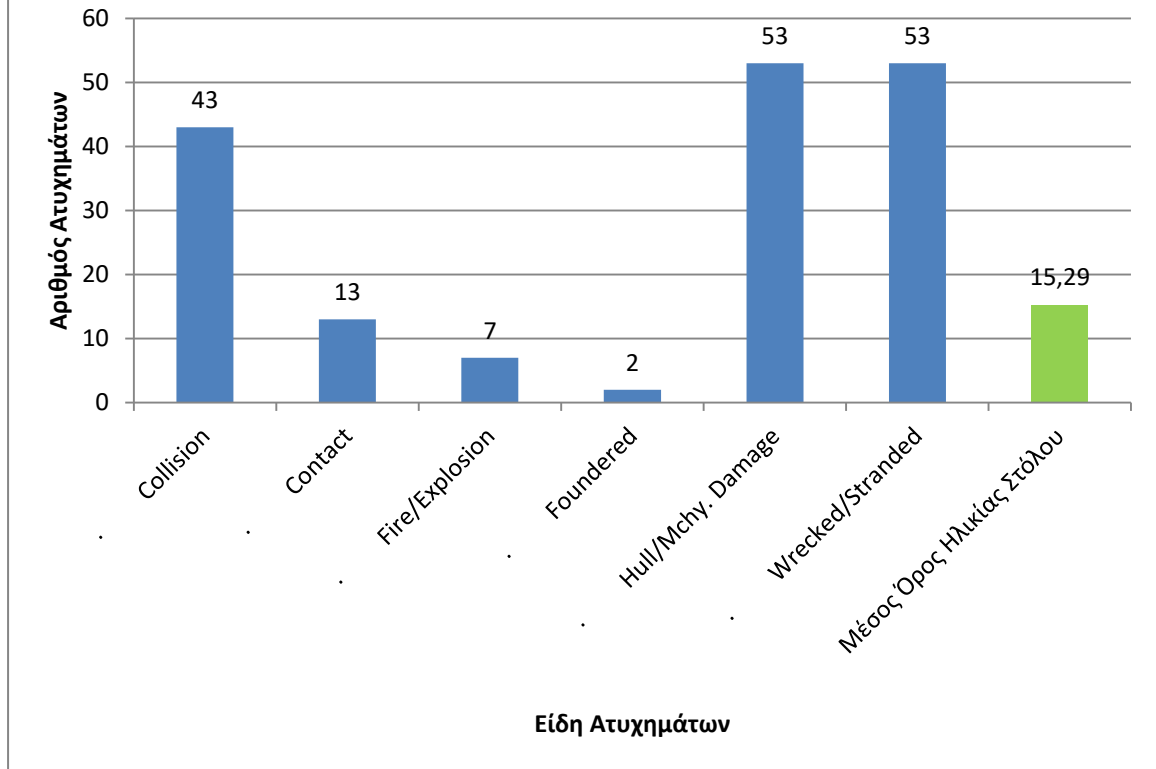
### 6.20 Ατυχήματα 2009



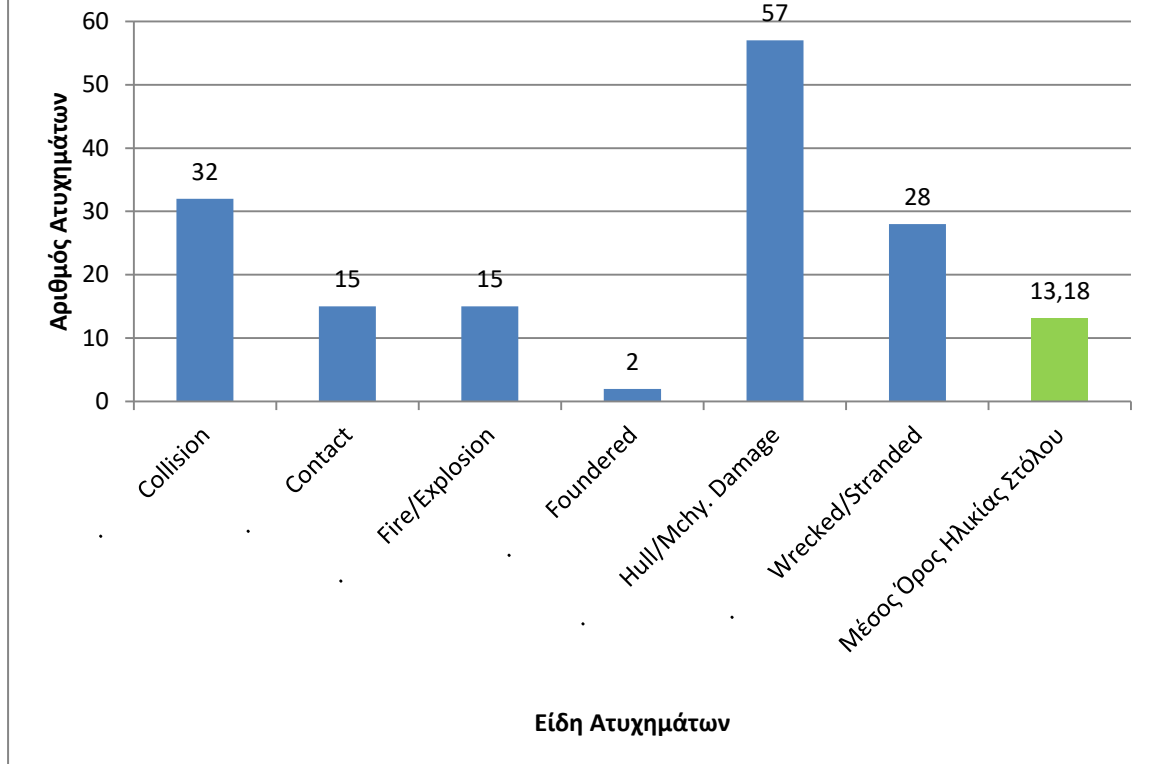
### 6.21 Ατυχήματα 2010



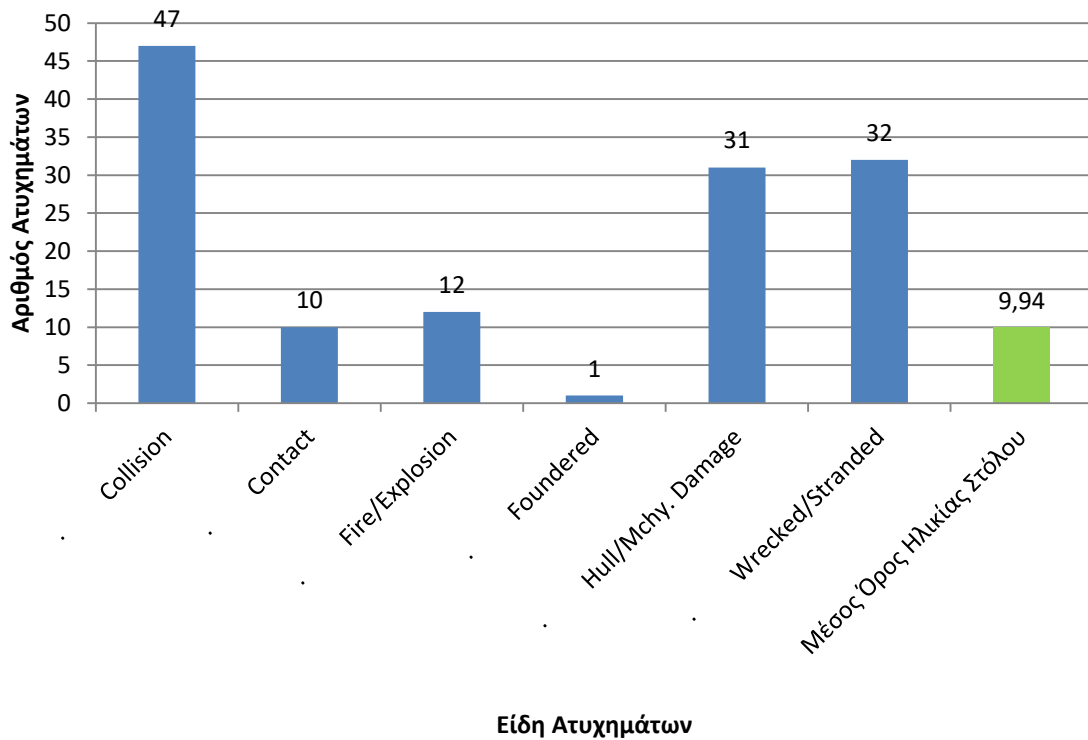
## 6.22 Ατυχήματα 2011



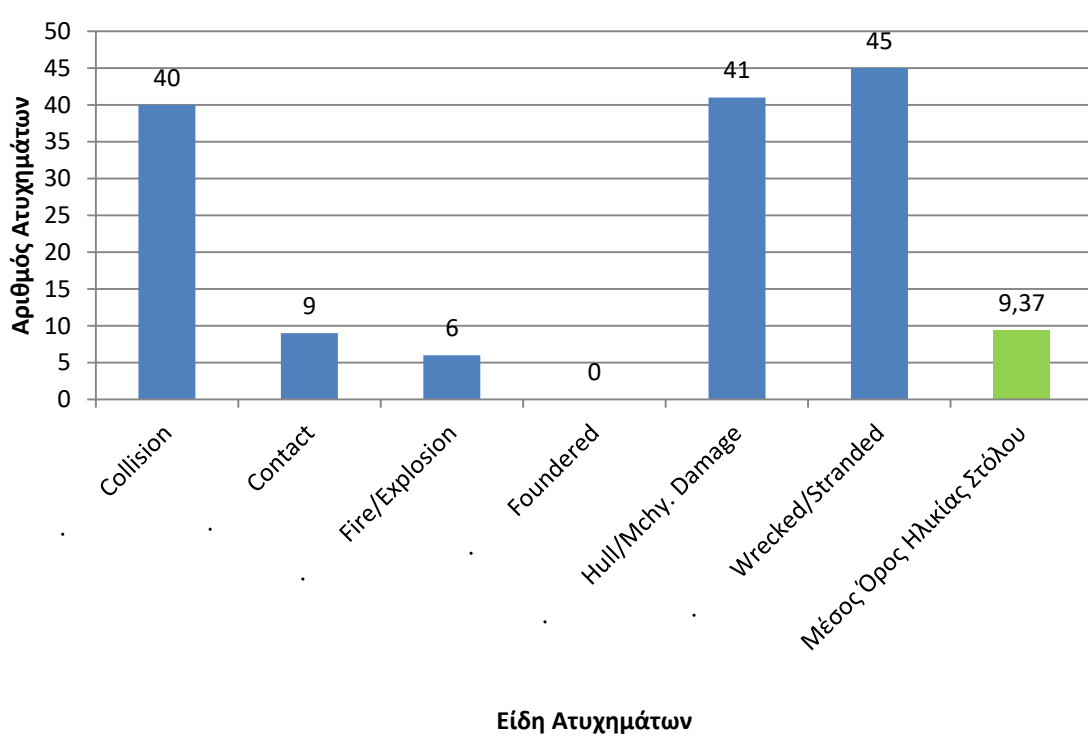
## 6.23 Ατυχήματα 2012



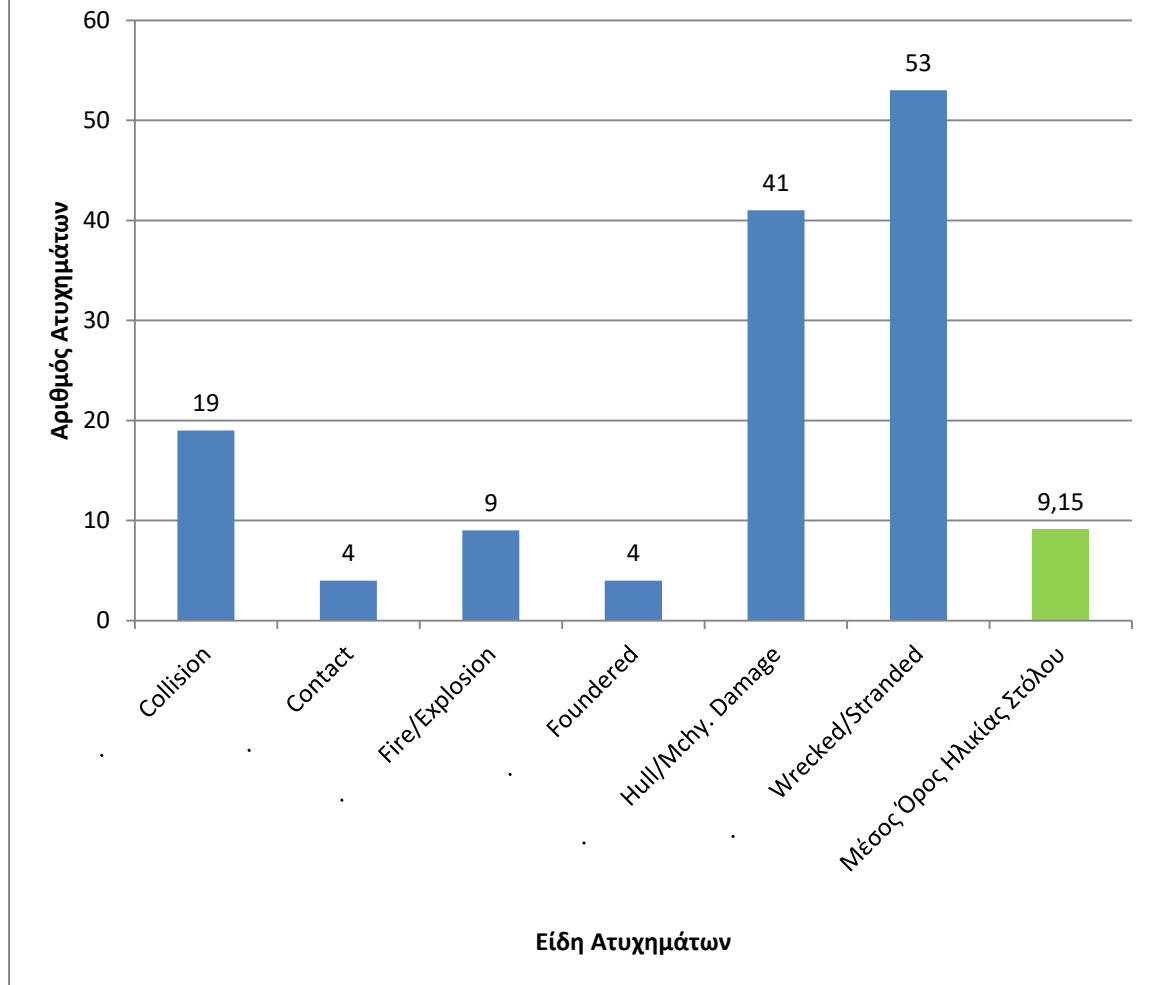
### 6.24 Ατυχήματα 2013



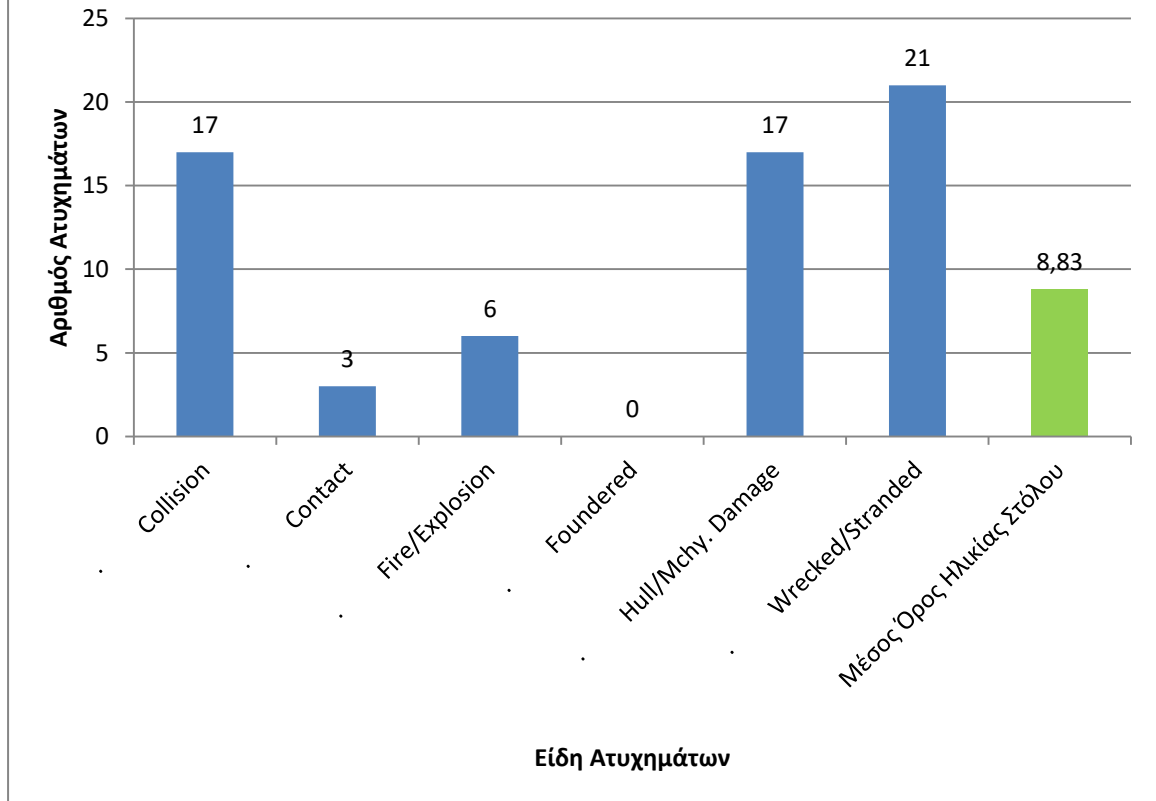
### 6.25 Ατυχήματα 2014



## 6.26 Ατυχήματα 2015



## 6.27 Ατυχήματα 2016



Συγκρίνοντας σε κάθε έτος το μέσο όρο ηλικίας του στόλου φαίνεται ότι αποτελεί έναν από τους παράγοντες αύξησης και μείωσης των ατυχημάτων. Όταν σε κάποιο συγκεκριμένο έτος ένα μεγάλο ποσοστό του στόλου είναι μεγάλης ηλικίας αυξάνεται και η πιθανότητα το ποσοστό αυτό να παρουσιάσει κάποια μηχανολογική βλάβη ή πρόβλημα σε κάποιο υλικό του πλοίου λόγω διάβρωσης για παράδειγμα.

## Θεωρία Συχνοτήτων σε Στατιστική Ανάλυση

Τα απόλυτα νούμερα των ατυχημάτων είτε συνολικά είτε ανά έτος ναι μεν παρουσιάζουν την κατάσταση ρεαλιστικά αλλά δεν είναι ιδανικά για στατιστική απεικόνιση των συμβάντων. Έτσι παρακάτω θα παρουσιαστεί η συχνότητα εμφάνισης του κάθε τύπου ατυχήματος ανά πλοίο και ανά έτος ( συνολικά και για την κάθε κατηγορία Bulk Carrier). Σε κάθε μελετούμενο έτος αντί για τον αριθμό του κάθε είδους ατυχήματος θα παρουσιάζεται η συχνότητα που προκύπτει ως εξής:

**f = Αριθμός Ατυχημάτων / Μέγεθος Αντίστοιχου στόλου**

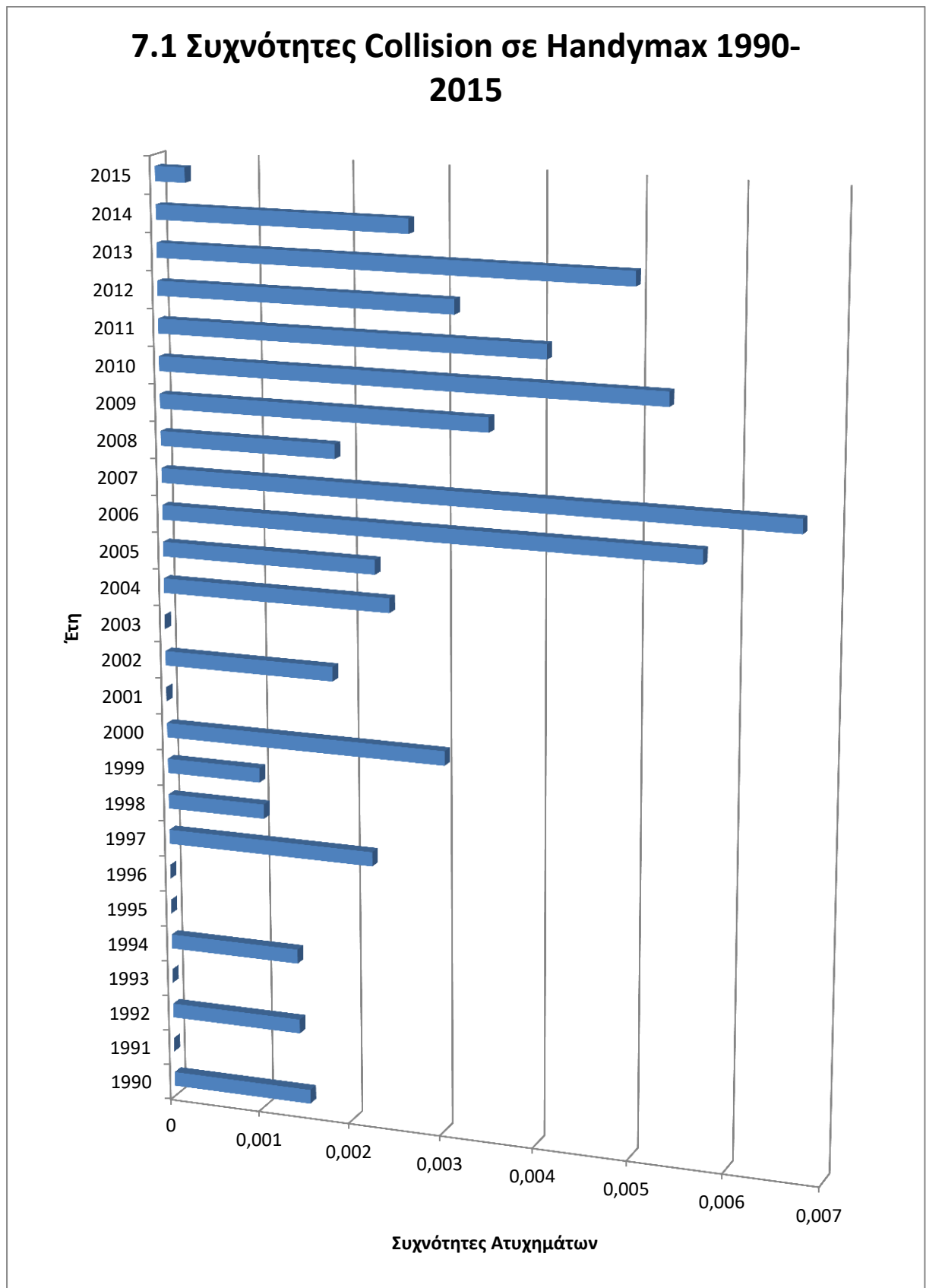
Αρχικά, στις 4 κατηγορίες μεγεθών θα παρουσιαστεί η συχνότητα του κάθε τύπου ατυχήματος ανά έτος ανά πλοίο. Στην παρούσα ενότητα θα παρουσιαστούν οι συχνότητες εμφάνισης ατυχημάτων για τα πλοία μεγέθους Handymax και οι υπόλοιπες 3 κατηγορίες μεγεθών παρουσιάζονται στο Παράρτημα 3.

Εν συνεχεία παρουσιάζεται σε ετήσια διαγράμματα η συχνότητα εμφάνισης του κάθε τύπου ατυχήματος για το συνολικό στόλο των Bulk Carriers. Επιπλέον, φαίνονται σε διαγράμματα ατυχημάτων οι συχνότητες συνολικά των ειδών ατυχημάτων για όλα τα μελετούμενα έτη. Τέλος, γίνεται μια ανάλυση των τελευταίων 3 χρόνων στα υπό μελέτη έτη για το μέσο όρο ηλικίας πλοίων των σοβαρών ατυχημάτων.

Σημειώνεται ότι στις υποκατηγορίες μεγεθών είναι διαθέσιμα τα δεδομένα του στόλου μέχρι το 2015 και συνεπώς τα διαγράμματα παρουσιάζουν τις συχνότητες από 1990 έως 2015.

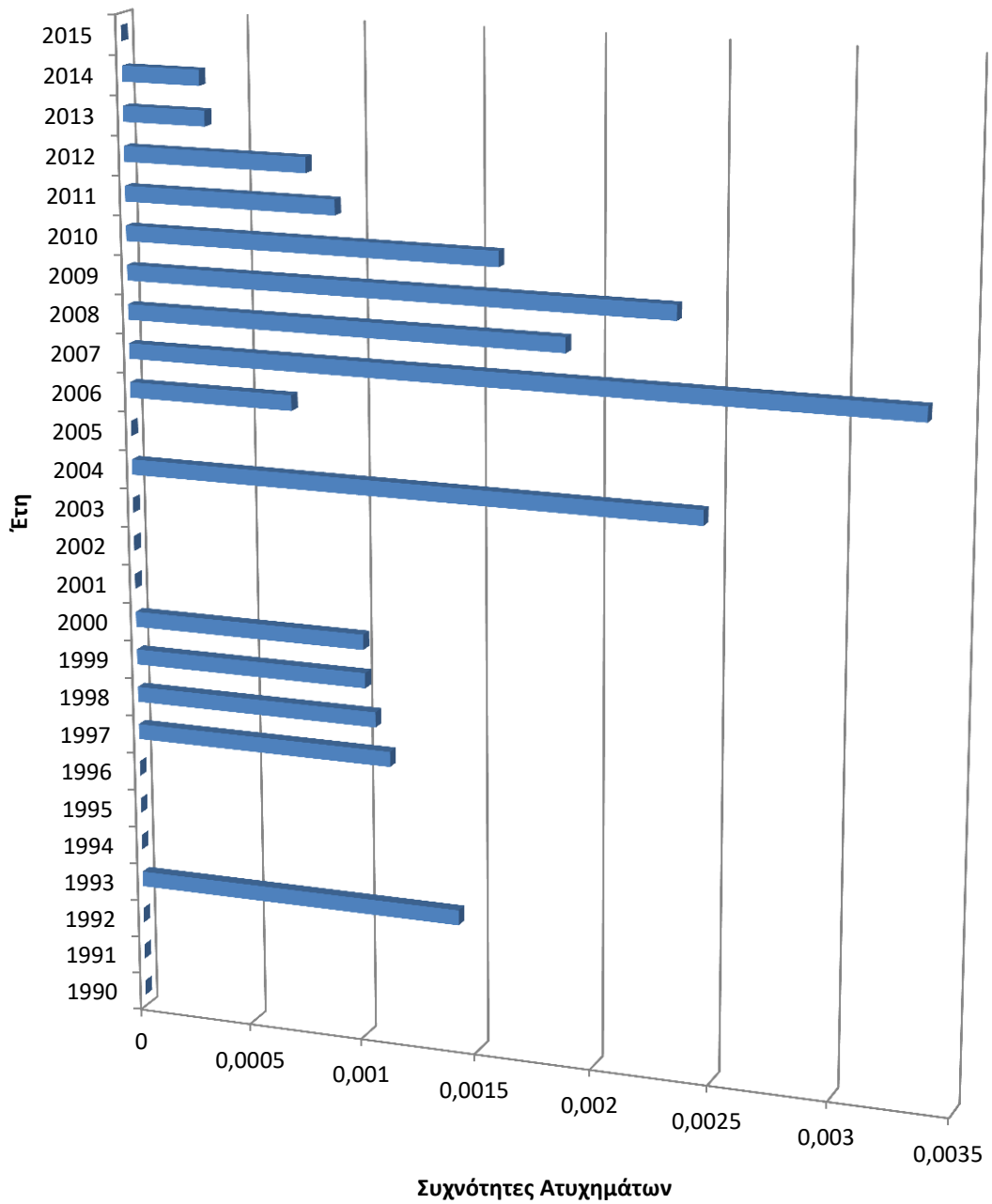
Τα διαγράμματα που αφορούν τις παραπάνω συχνότητες για τα Handymax Bulk Carriers είναι τα διαγράμματα 7.1 έως 7.6 παρακάτω:

### 7.1 Συχνότητες Collision σε Handymax 1990-2015

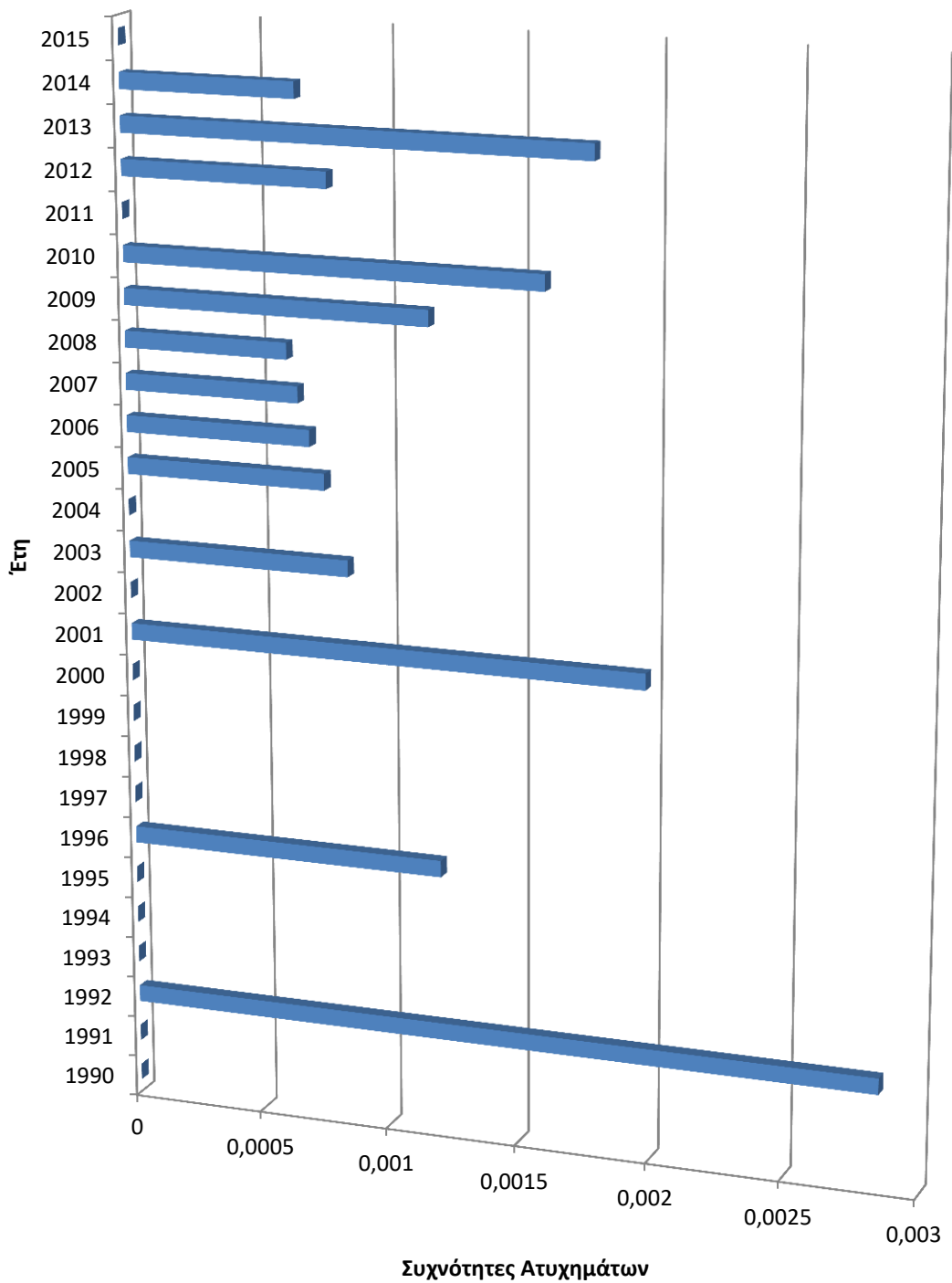




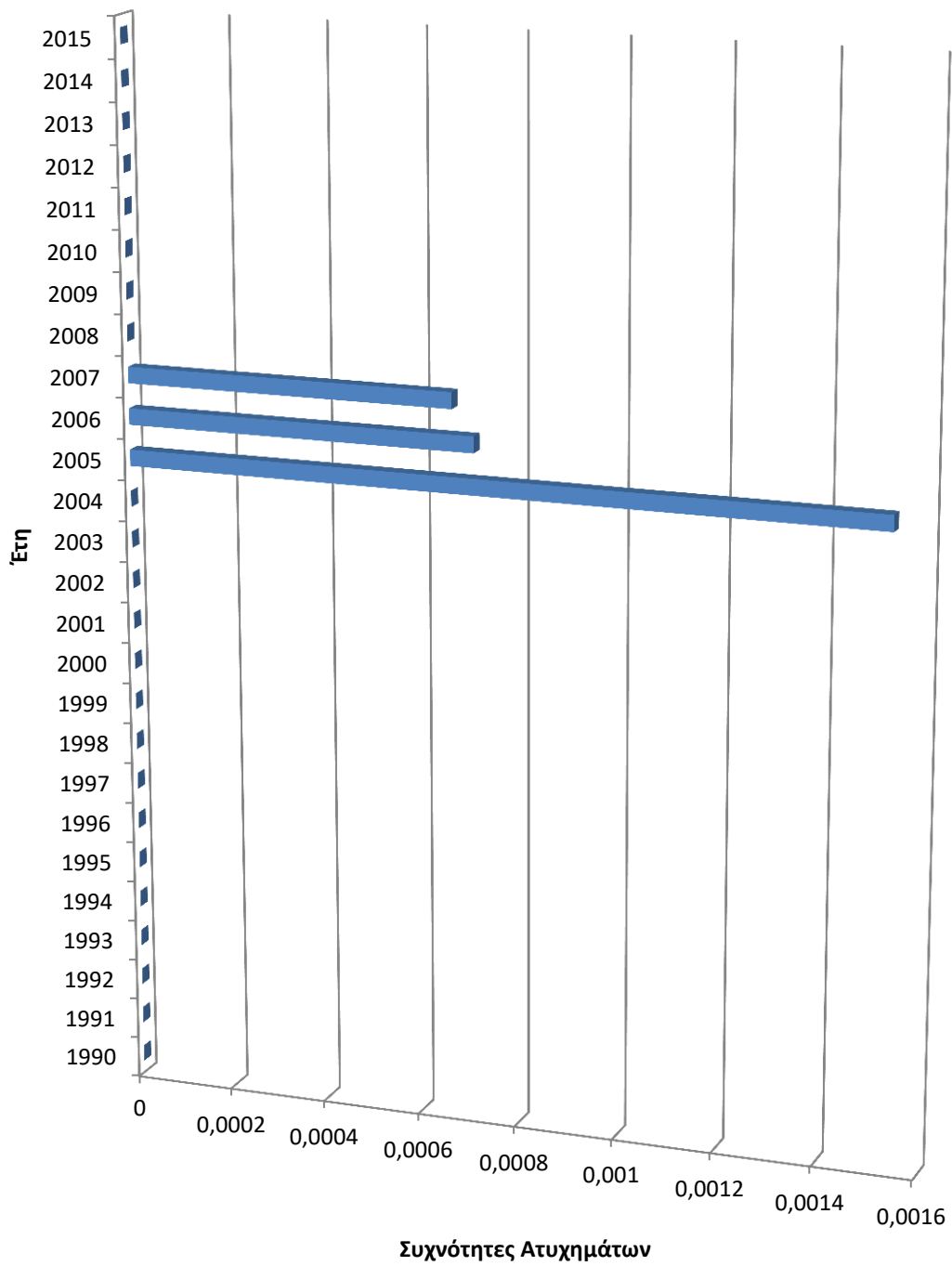
## 7.2 Συχνότητες Contact σε Handymax 1990-2015



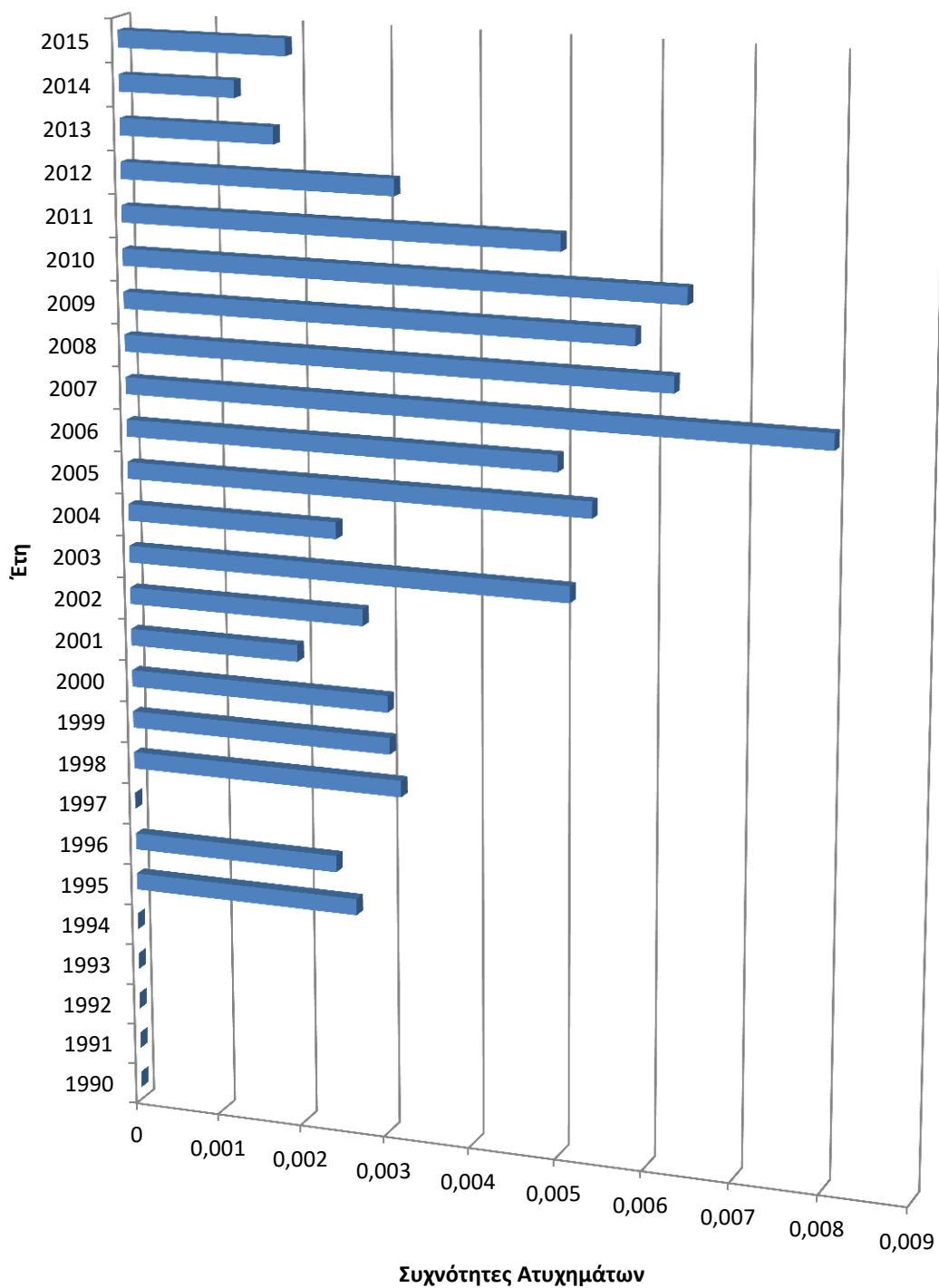
### 7.3 Συχνότητες Fire/Explosion σε Handymax 1990-2015



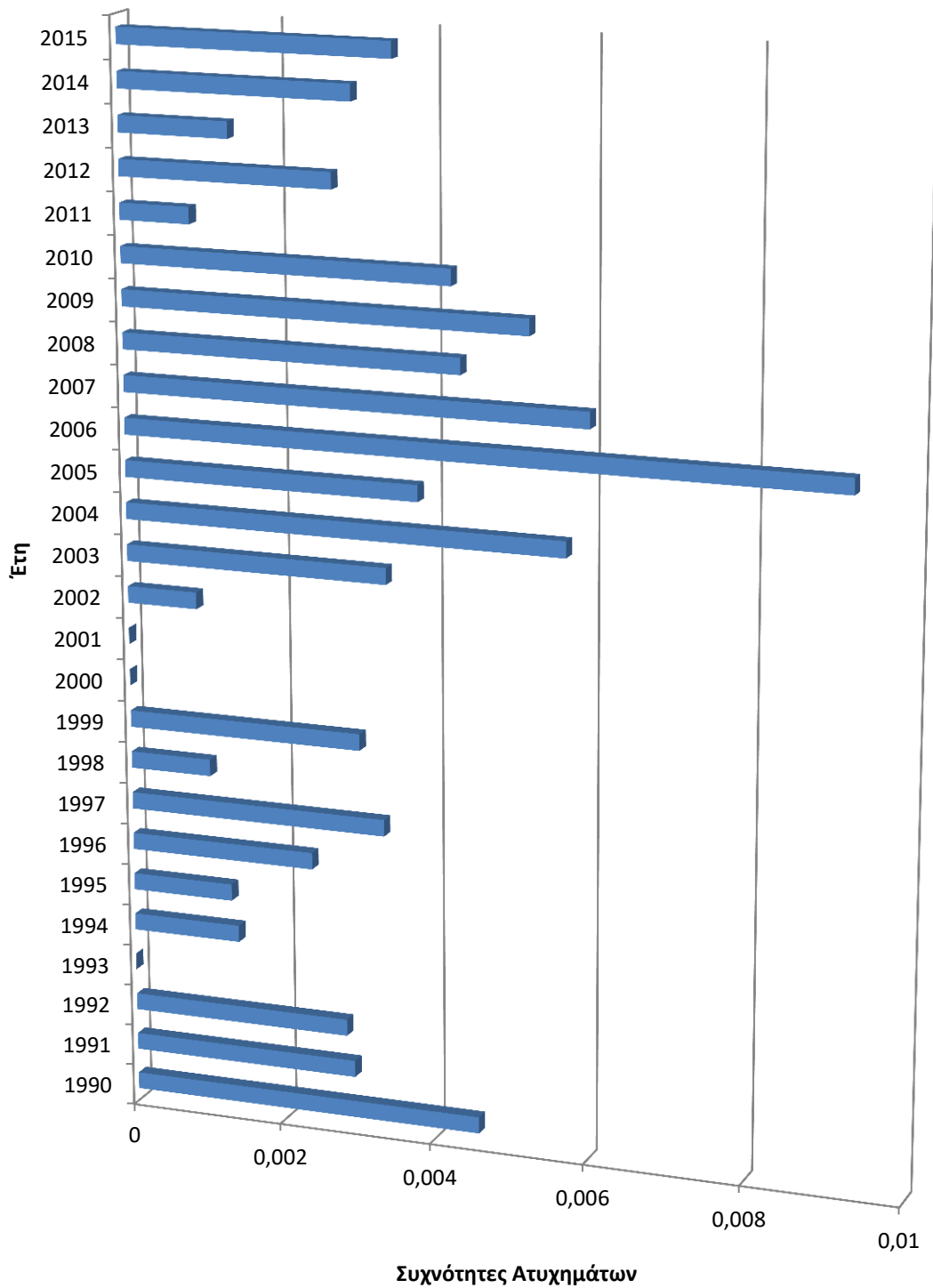
## 7.4 Συχνότητες Failed σε Handymax 1990-2015



## 7.5 Συχνότητες Hull/Mchy. Damage σε Handymax 1990-2015

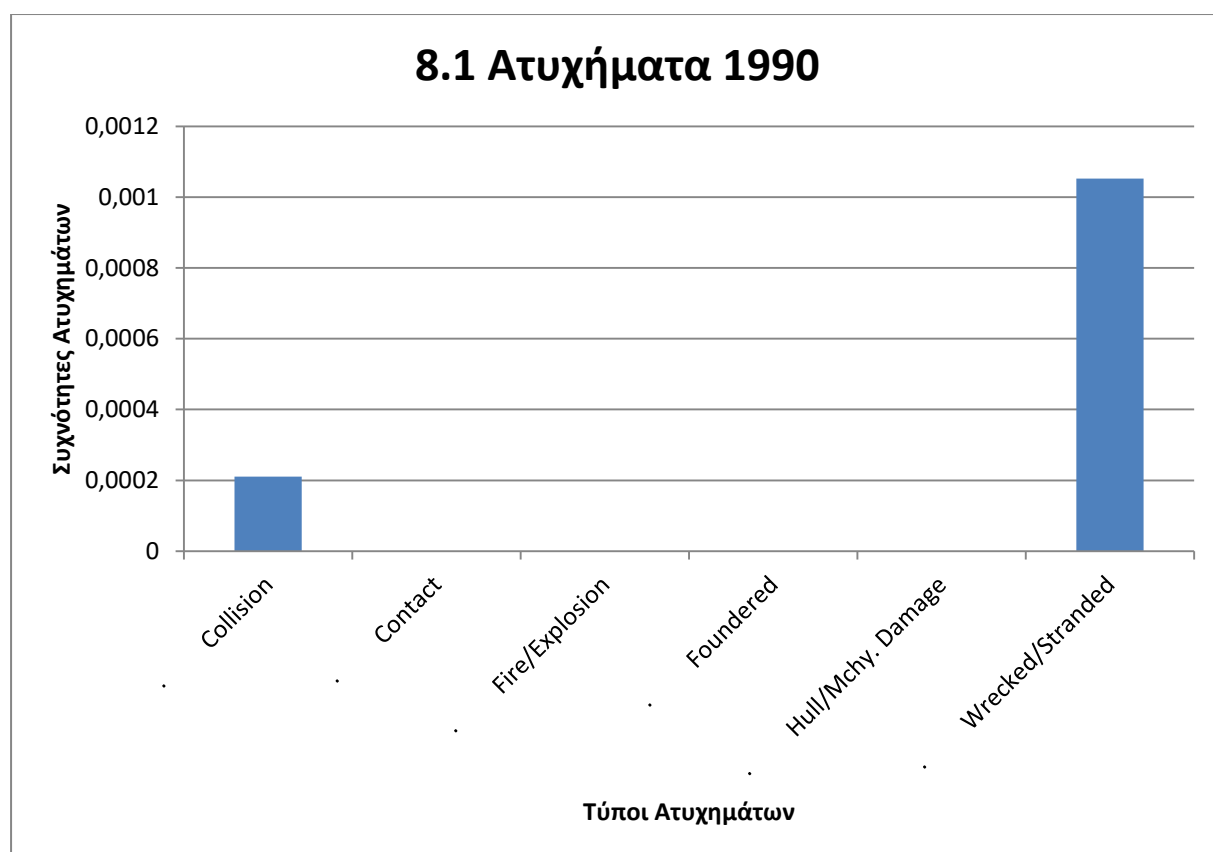


## 7.6 Συχνότητες Wrecked/Stranded σε Handymax 1990-2015

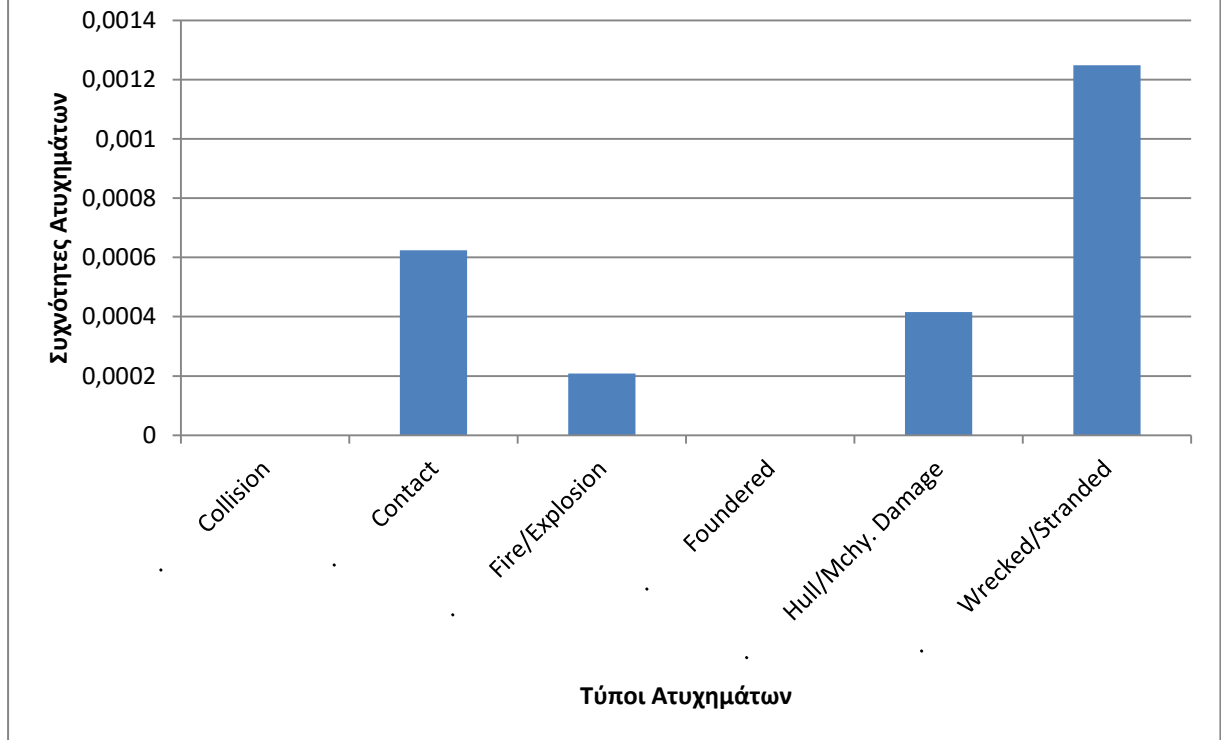


Γίνεται αντιληπτό ότι τα έτη 2006 έως 2010 η συχνότητα εμφάνισης ατυχημάτων μηχανολογικής βλάβης, βλάβης στη γάστρα του πλοίου και ατυχήματα που είχαν σαν αποτέλεσμα τη βύθιση ή την ακινητοποίηση του πλοίου είχαν την μεγαλύτερη συχνότητα εμφάνισης συγκριτικά με όλα τα υπό μελέτη χρόνια. Τα ατυχήματα φωτιάς ή έκρηξης παρουσιάζουν τη μεγαλύτερη συχνότητα εμφάνισης στα έτη 1992 και 2001. Όσον αφορά τα ατυχήματα επαφής πλοίων οι μεγαλύτερες συχνότητες συμβάντων είναι στην περίοδο 2007-2009. Τέλος, η μεγαλύτερη συχνότητα ατυχημάτων σύγκρουσης παρουσιάζεται στα έτη 2007, 2009 και 2010. Οι παραπάνω συχνότητες παρουσιάζουν αρκετά πιο ασφαλή αποτελέσματα σε σύγκριση με τα απόλυτα νούμερα, καθώς συγκρίνονται με το μέγεθος του αντίστοιχου στόλου. Παρακάτω παρουσιάζονται οι συχνότητες του κάθε τύπου ατυχήματος για κάθε έτος για το συνολικό στόλο των Bulk Carriers (διαγρ. 8.1 ως 8.27):

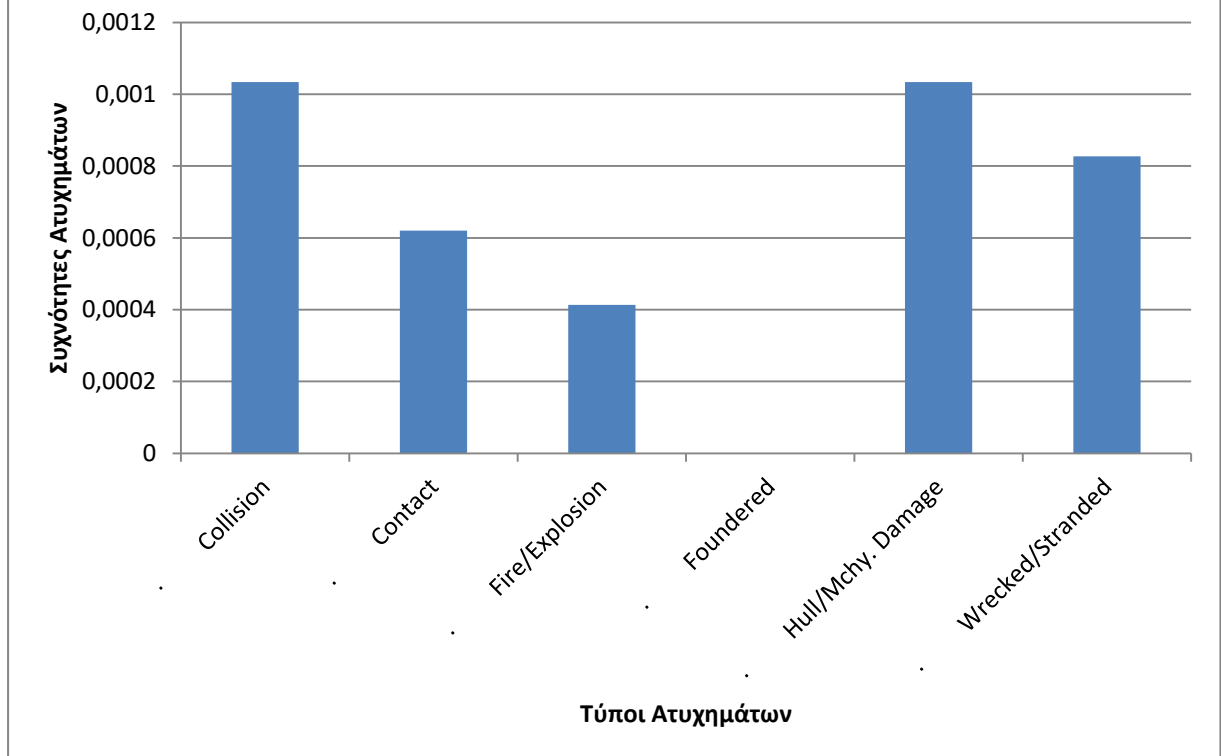
## Συνολικός Στόλος Bulk Carriers



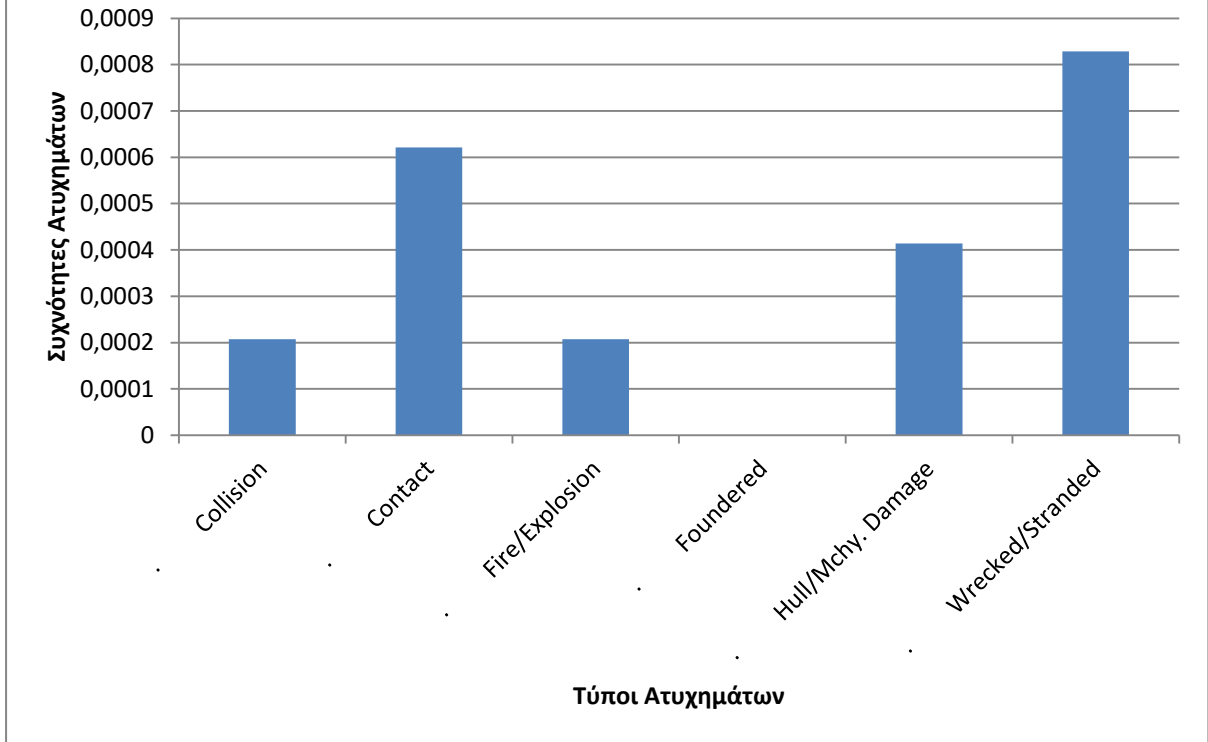
## 8.2 Ατυχήματα 1991



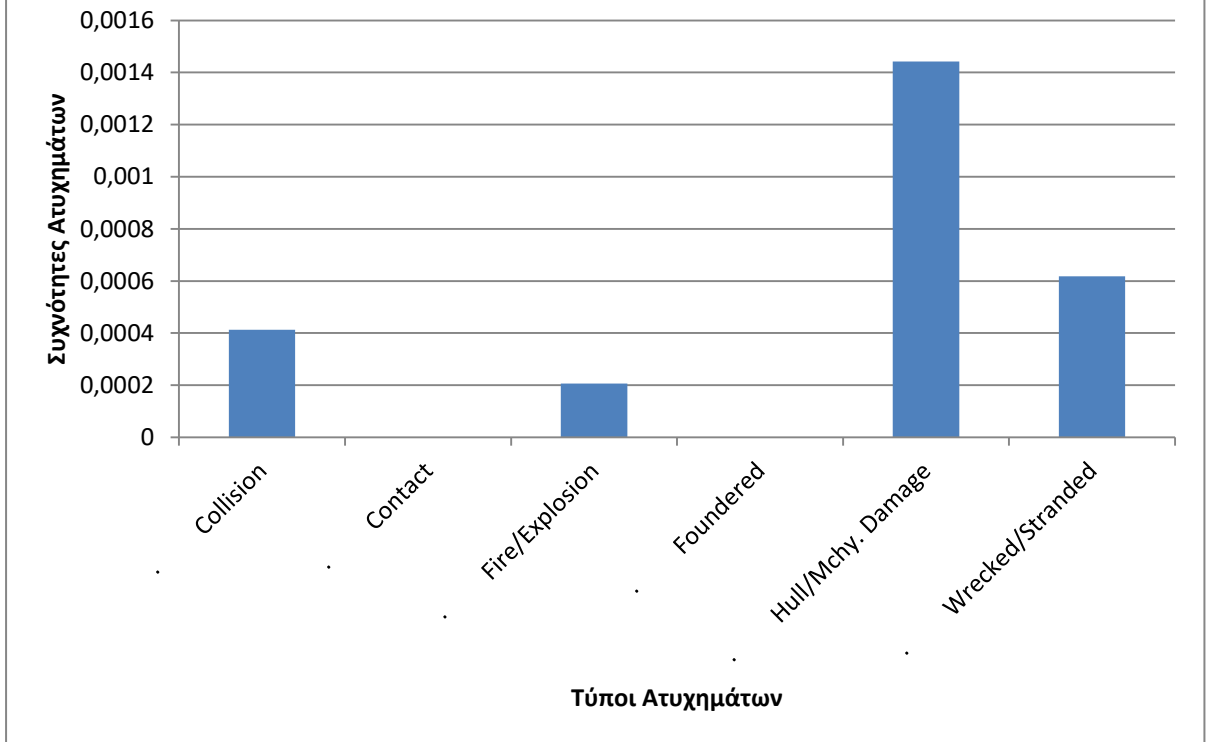
## 8.3 Ατυχήματα 1992



### 8.4 Ατυχήματα 1993

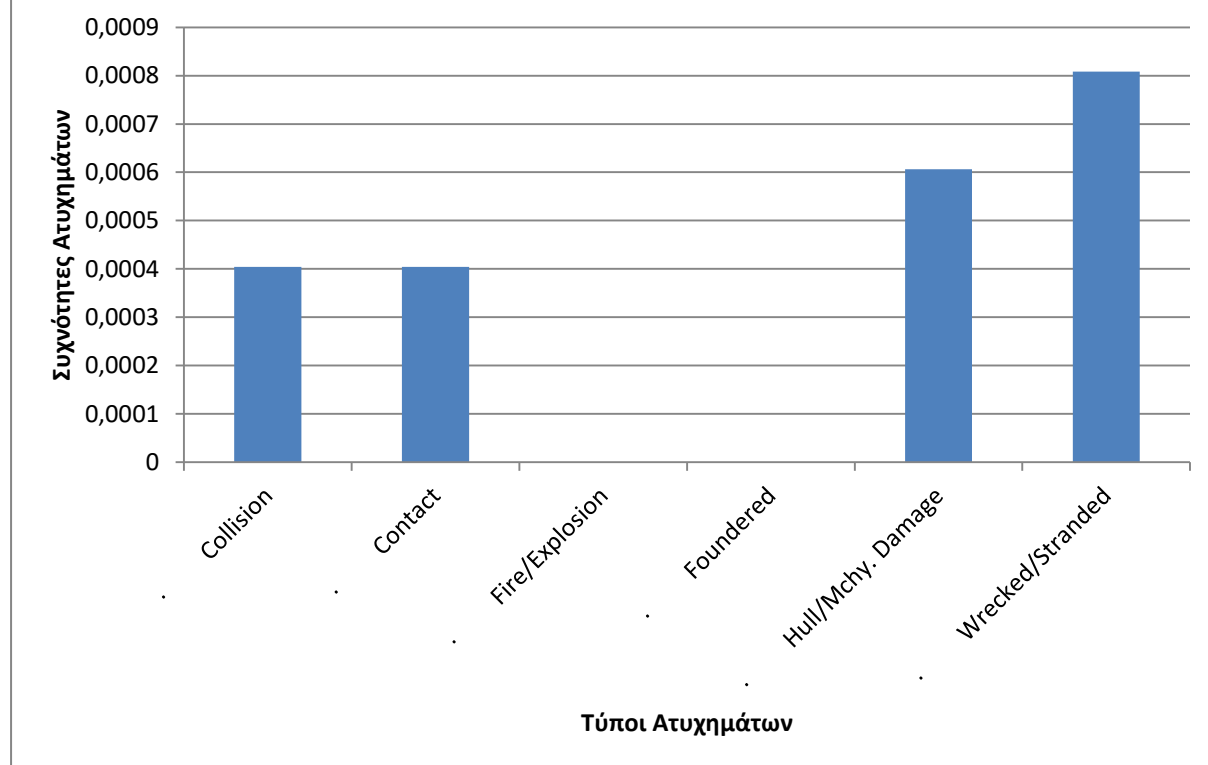


### 8.5 Ατυχήματα 1994

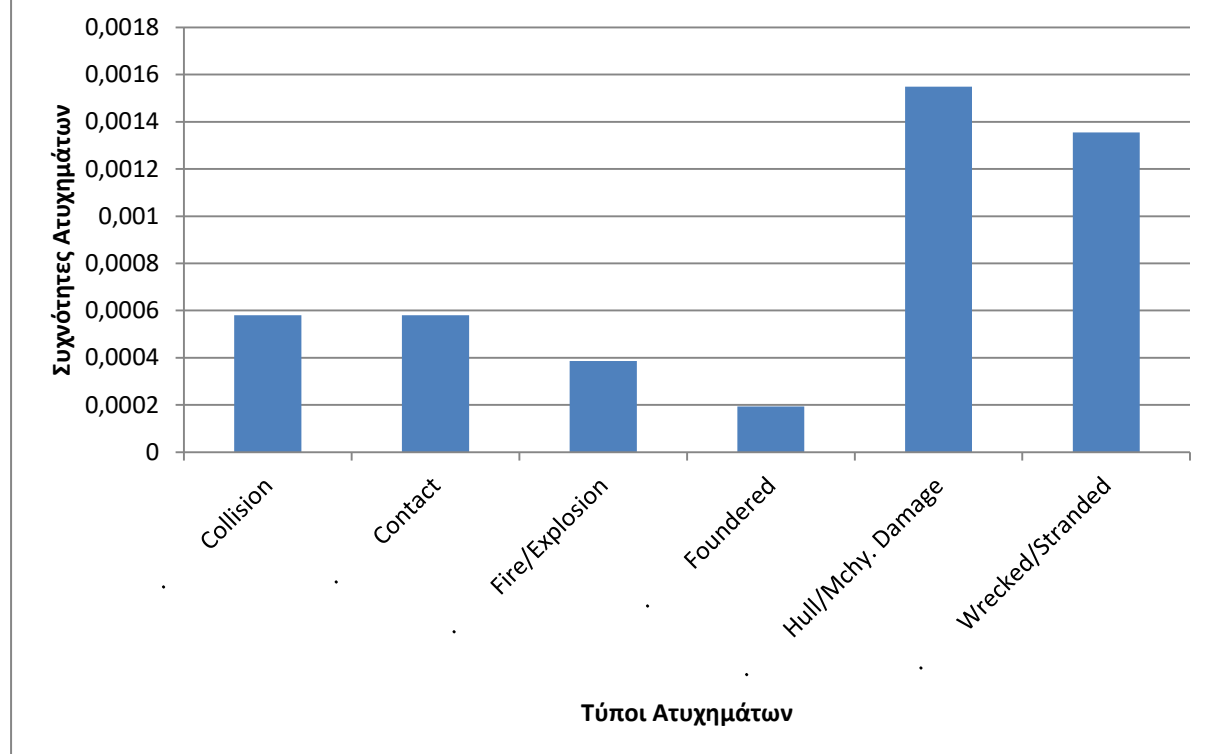




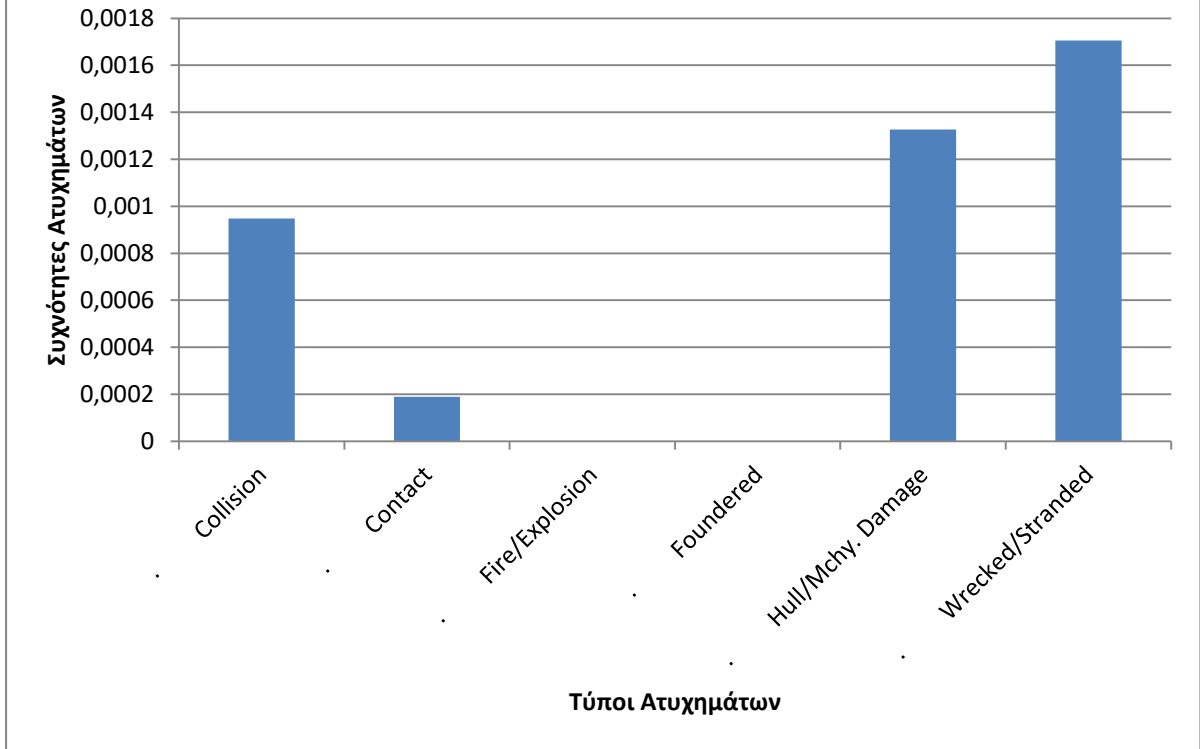
## 8.6 Ατυχήματα 1995



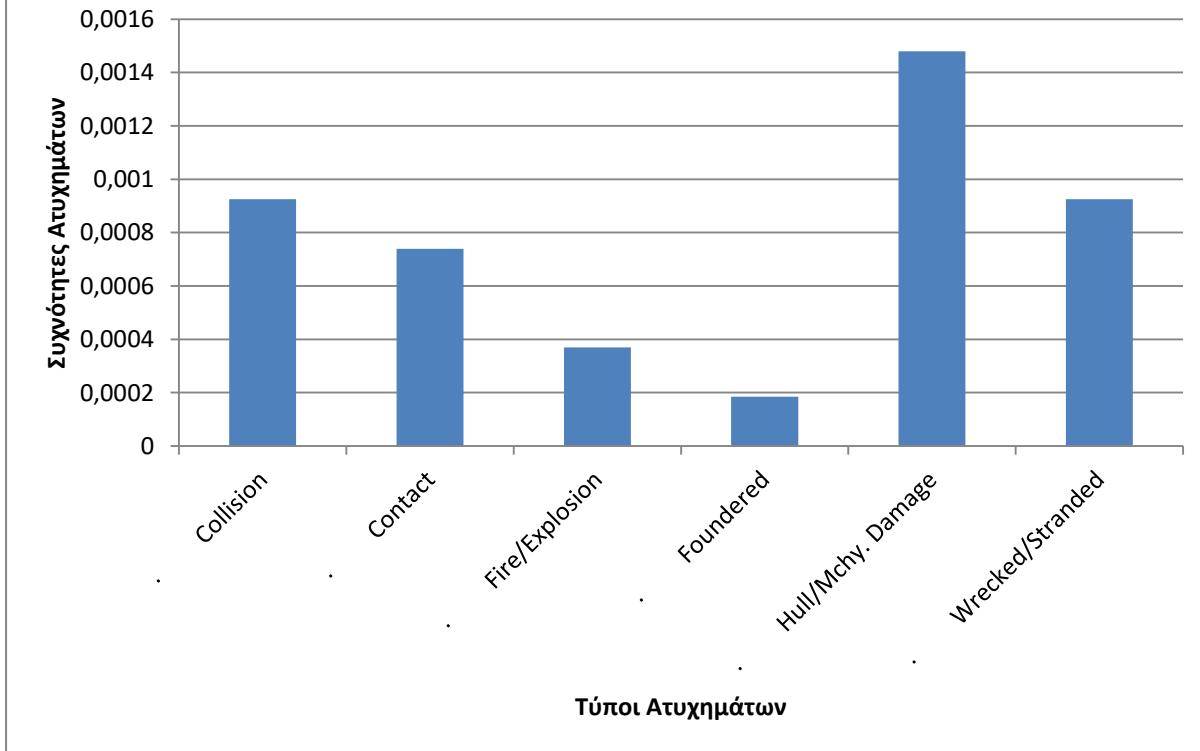
## 8.7 Ατυχήματα 1996



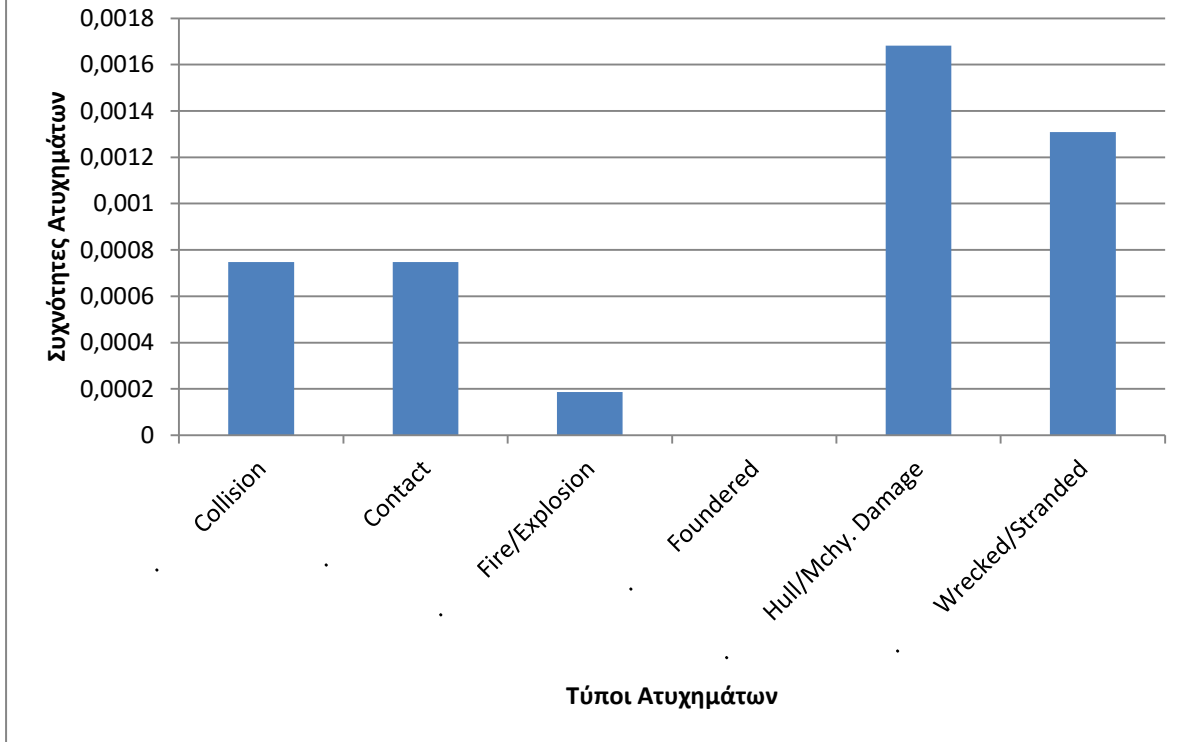
### 8.8 Ατυχήματα 1997



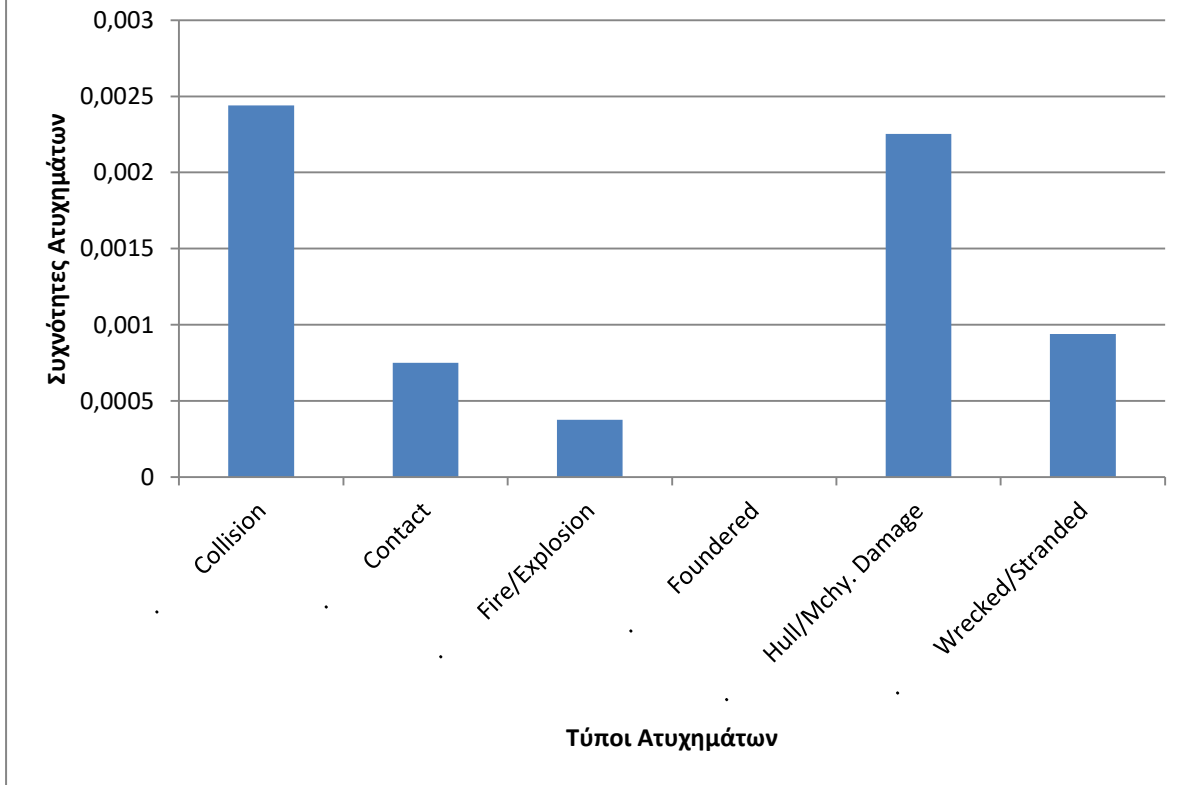
### 8.9 Ατυχήματα 1998



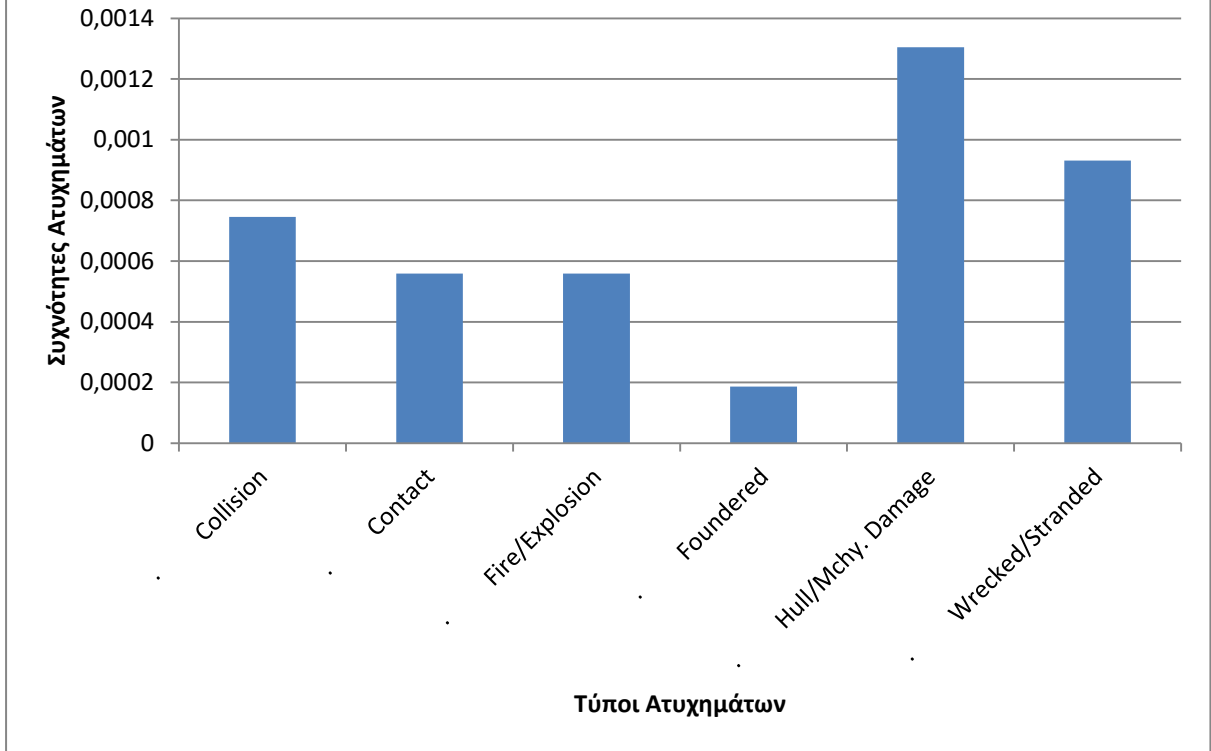
### 8.10 Ατυχήματα 1999



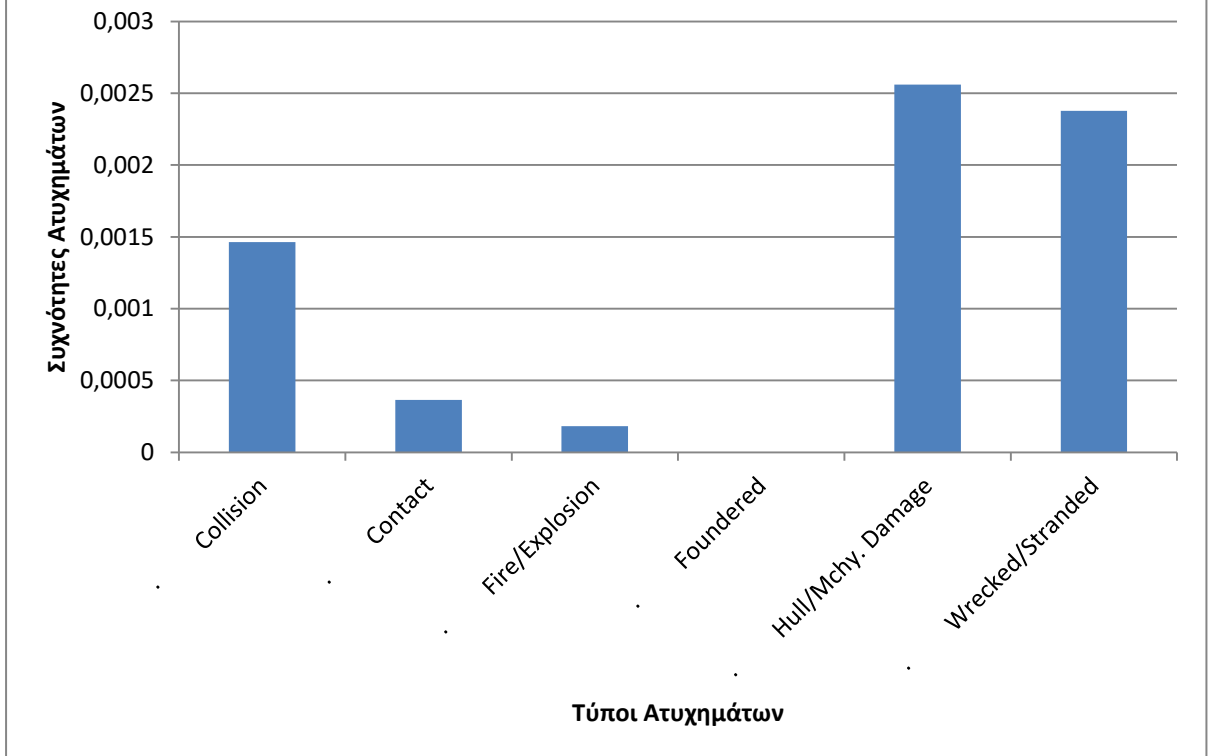
### 8.11 Ατυχήματα 2000



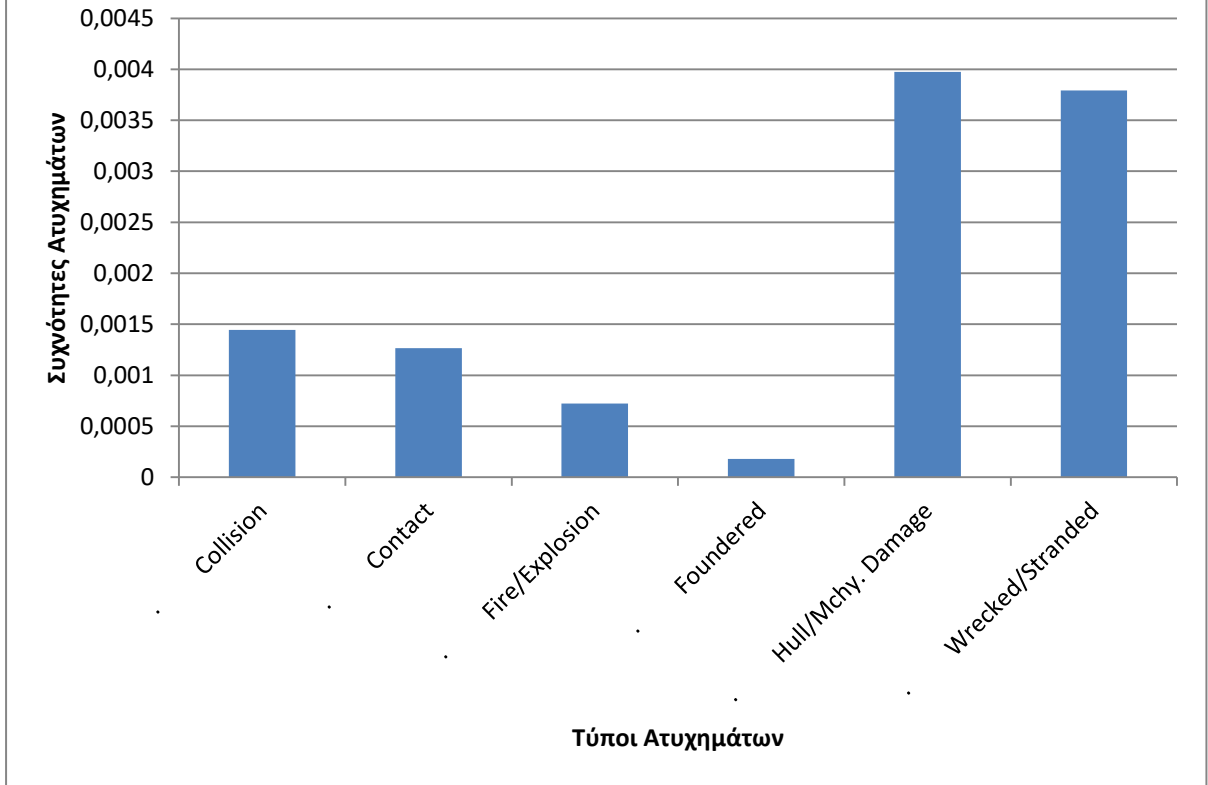
### 8.12 Ατυχήματα 2001



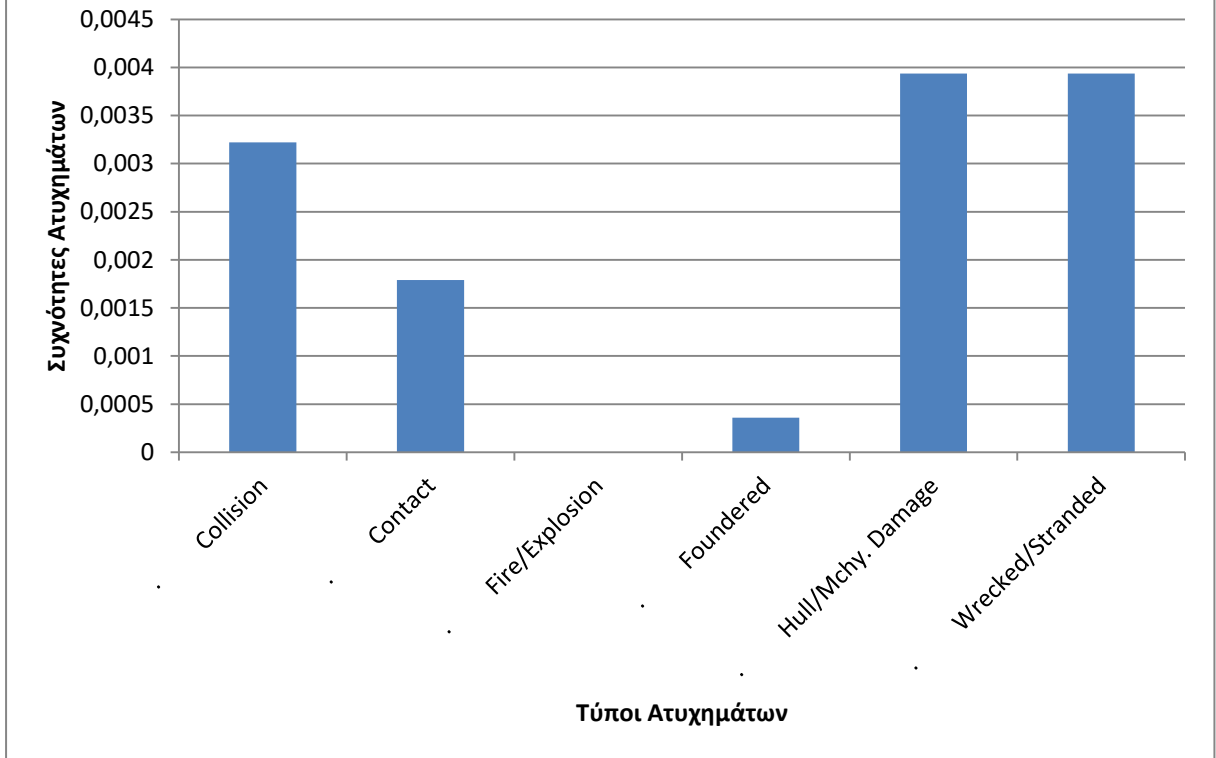
### 8.13 Ατυχήματα 2002



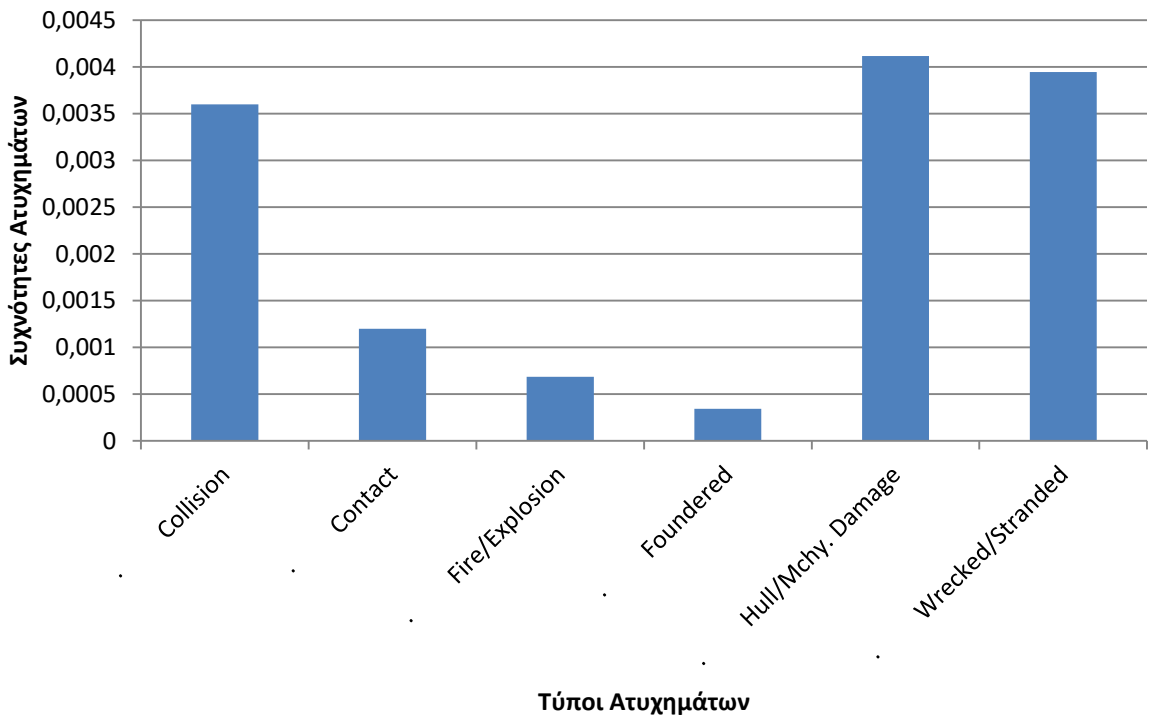
### 8.14 Ατυχήματα 2003



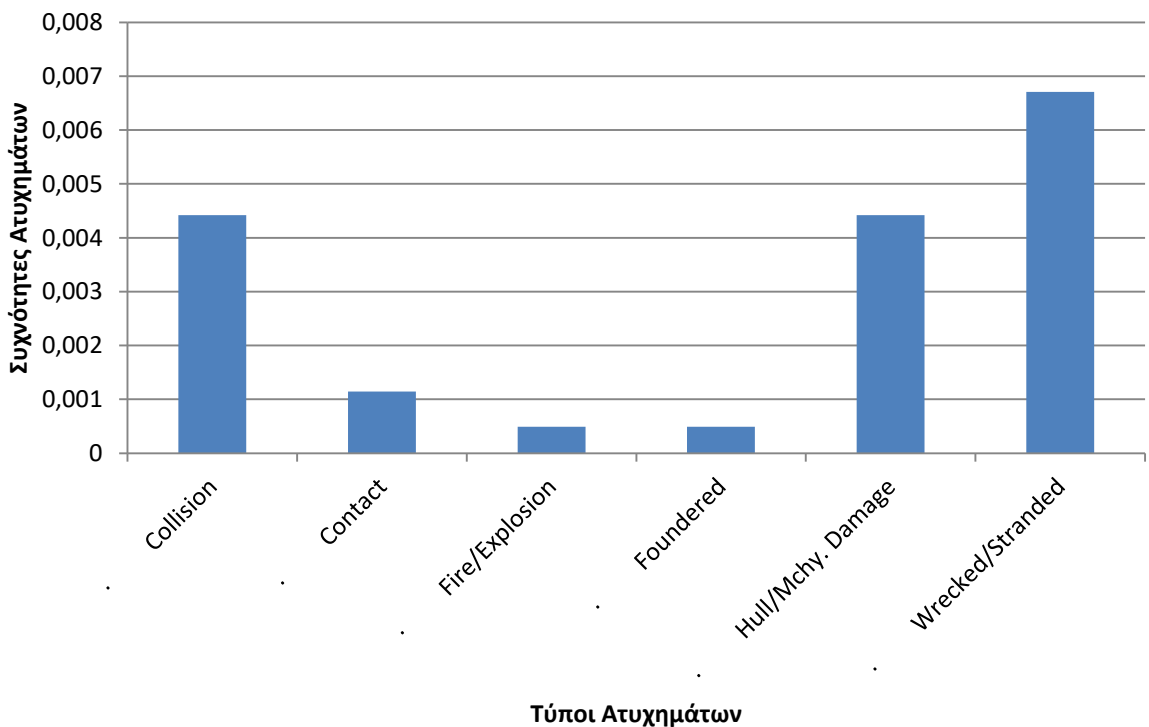
### 8.15 Ατυχήματα 2004



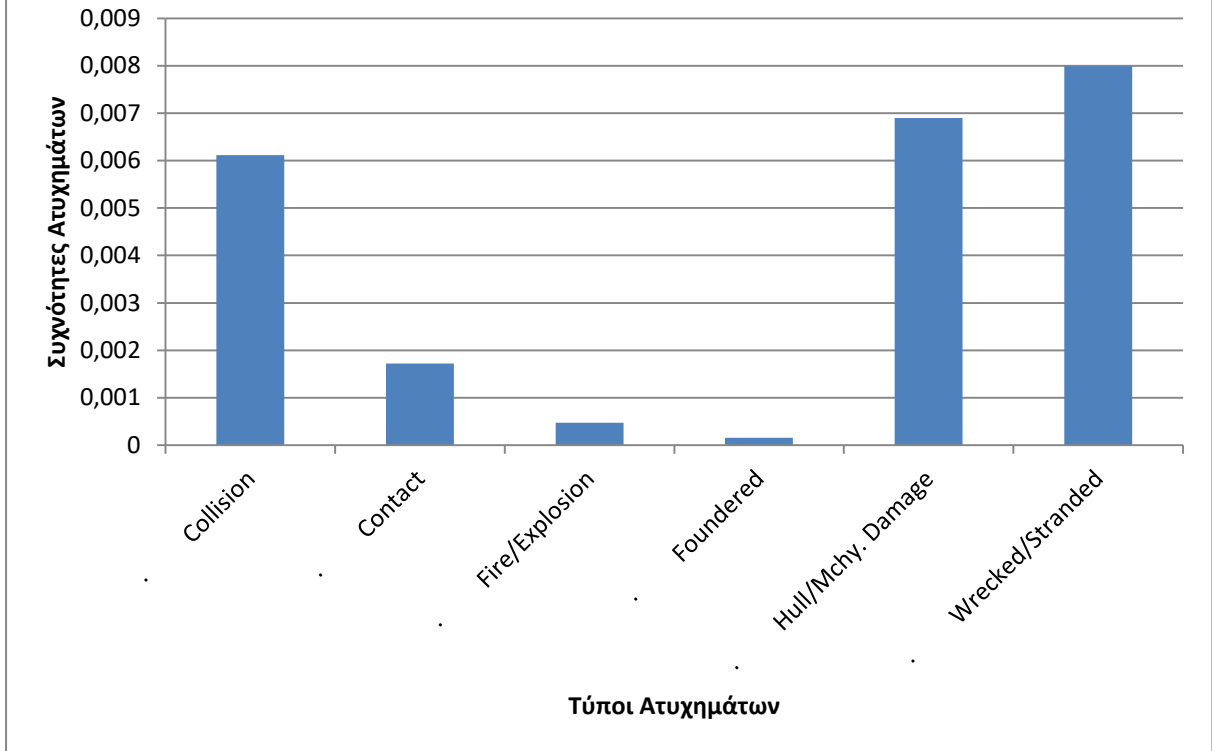
### 8.16 Ατυχήματα 2005



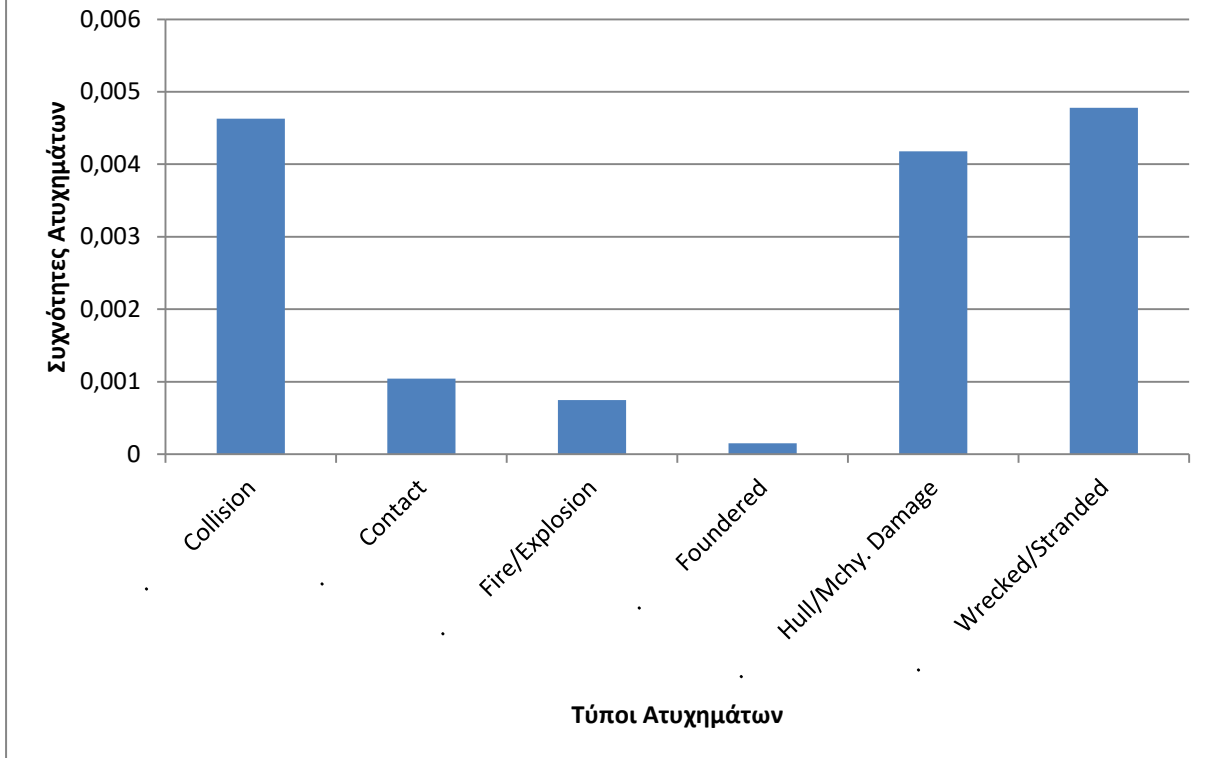
### 8.17 Ατυχήματα 2006



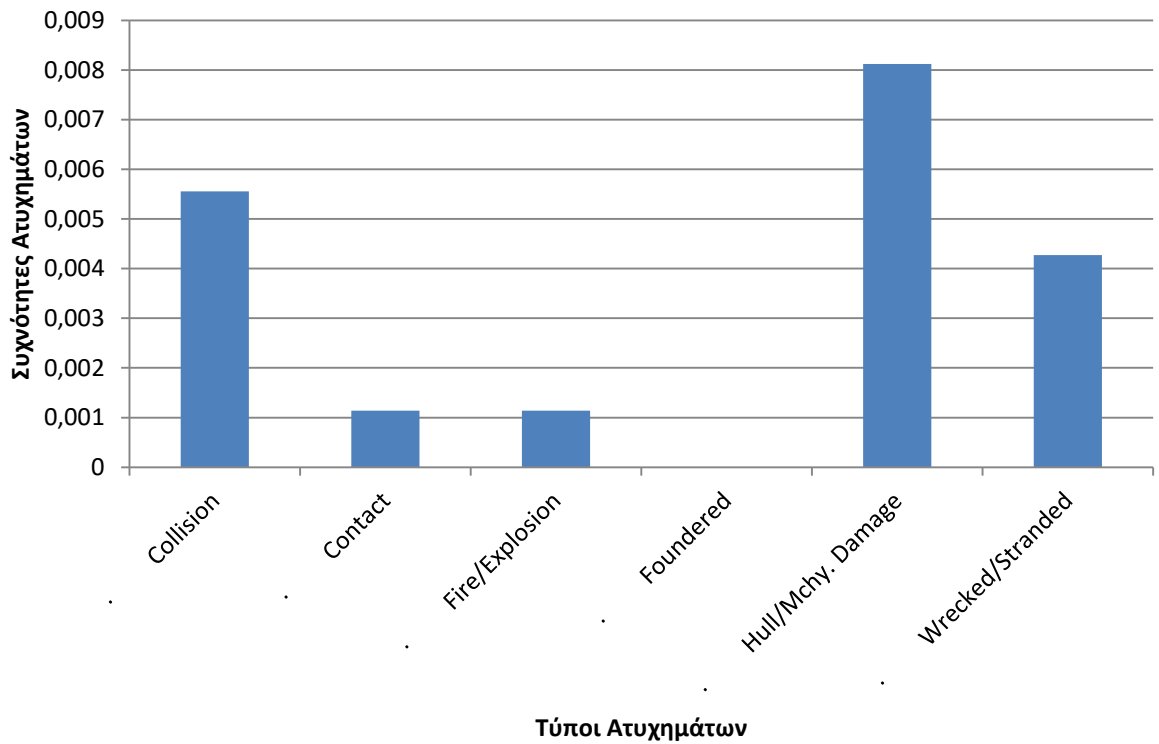
### 8.18 Ατυχήματα 2007



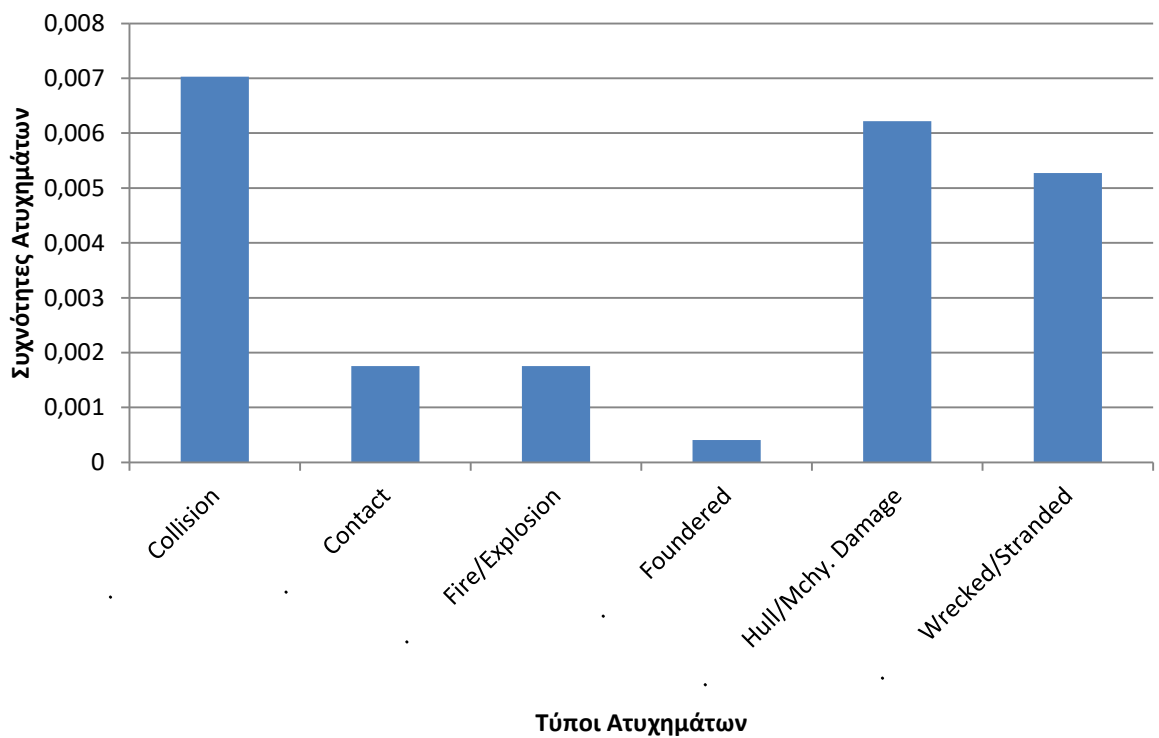
### 8.19 Ατυχήματα 2008



## 8.20 Ατυχήματα 2009

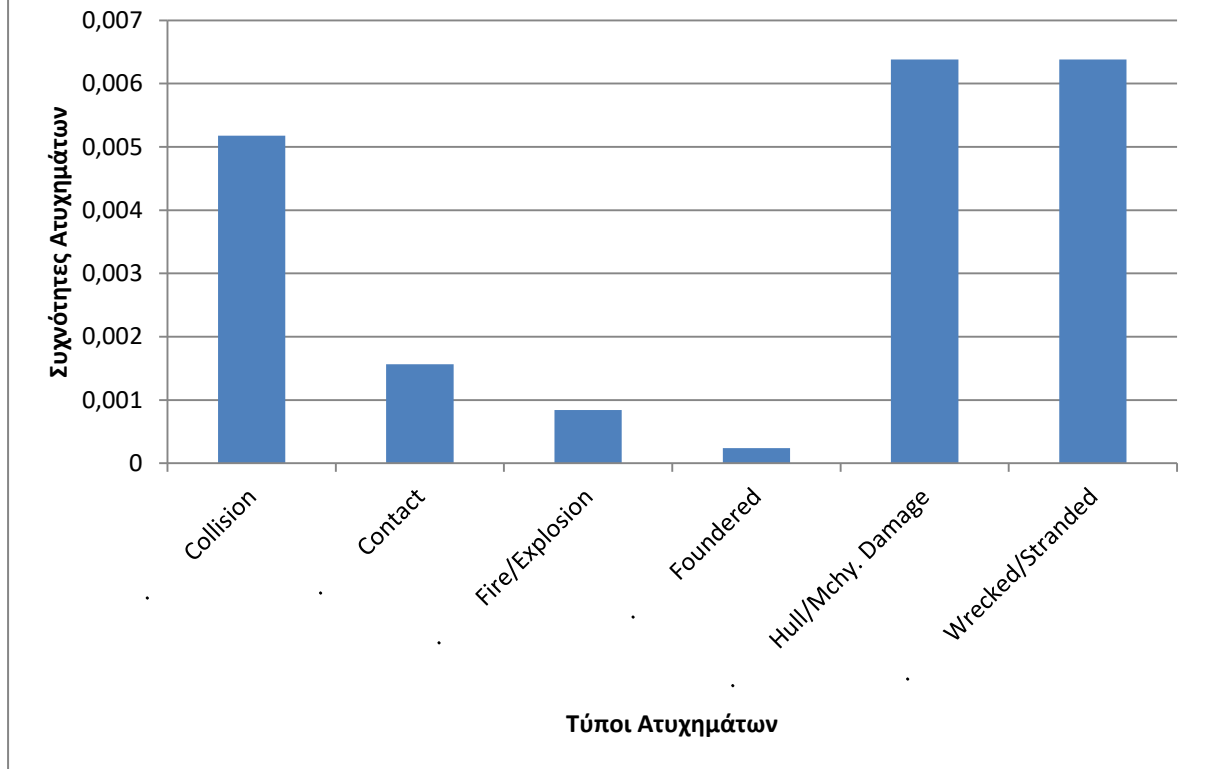


## 8.21 Ατυχήματα 2010

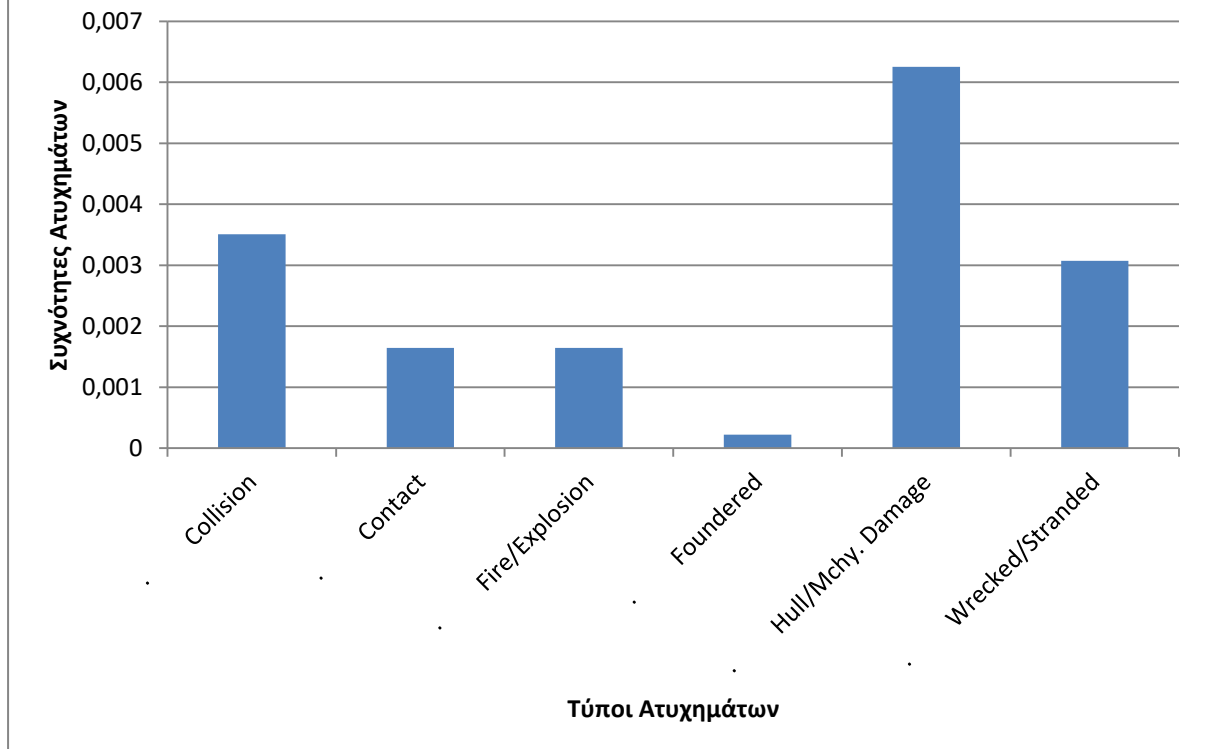




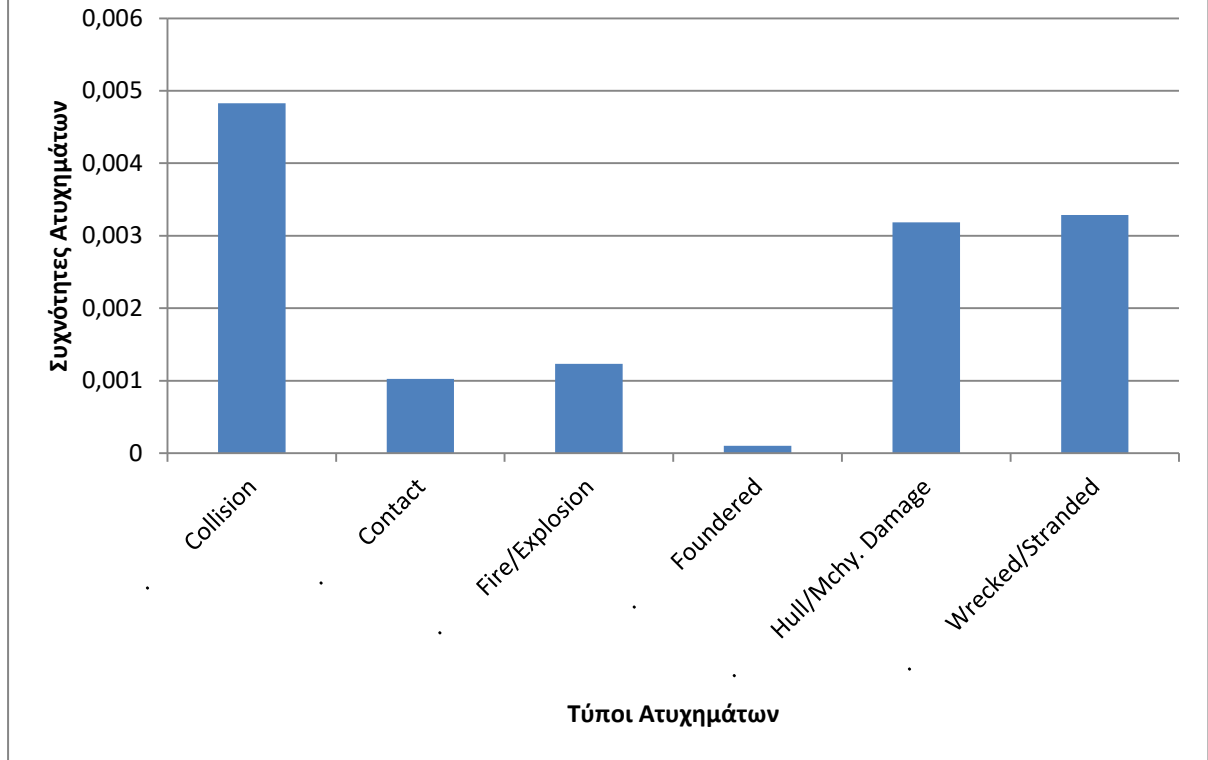
## 8.22 Ατυχήματα 2011



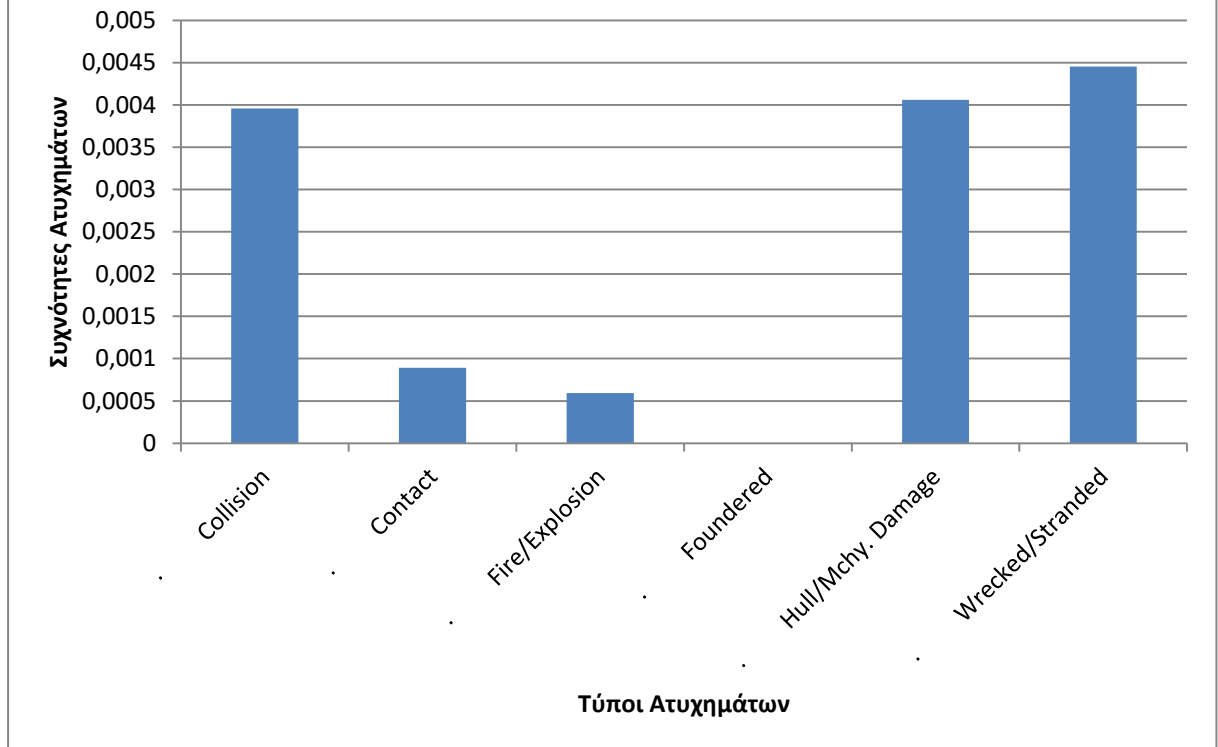
## 8.23 Ατυχήματα 2012



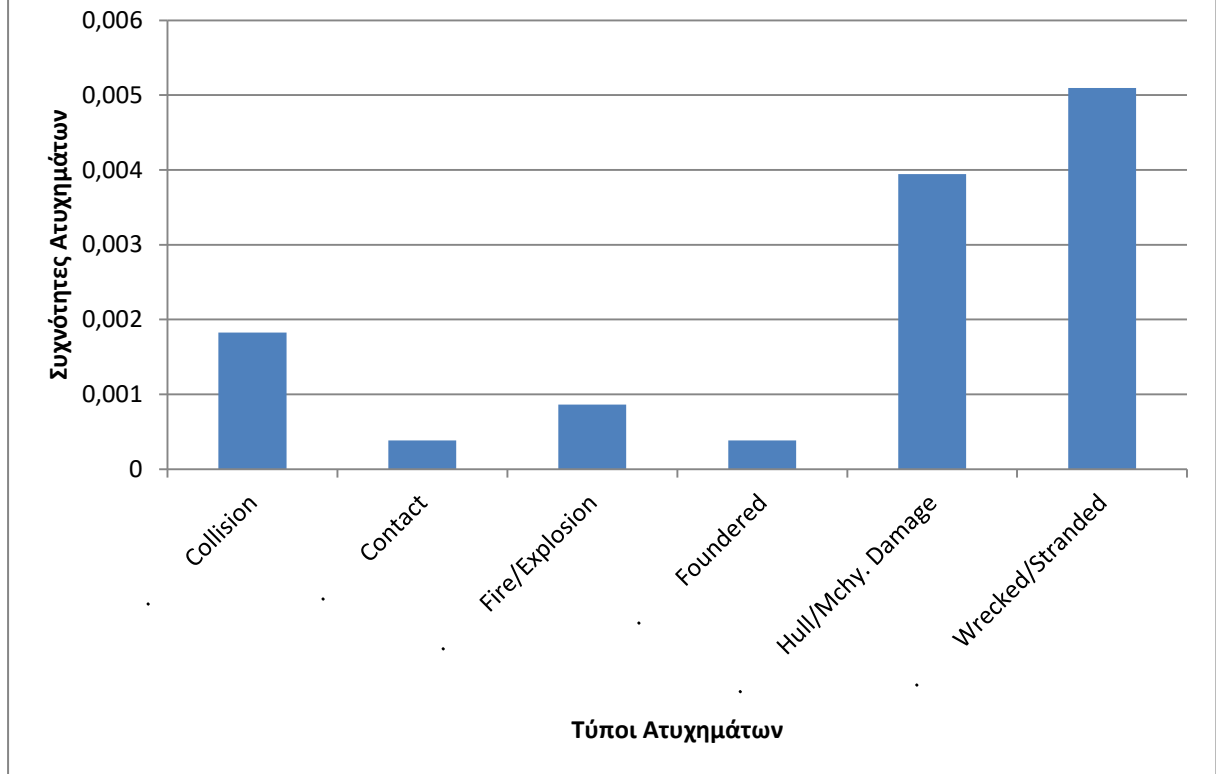
### 8.24 Ατυχήματα 2013



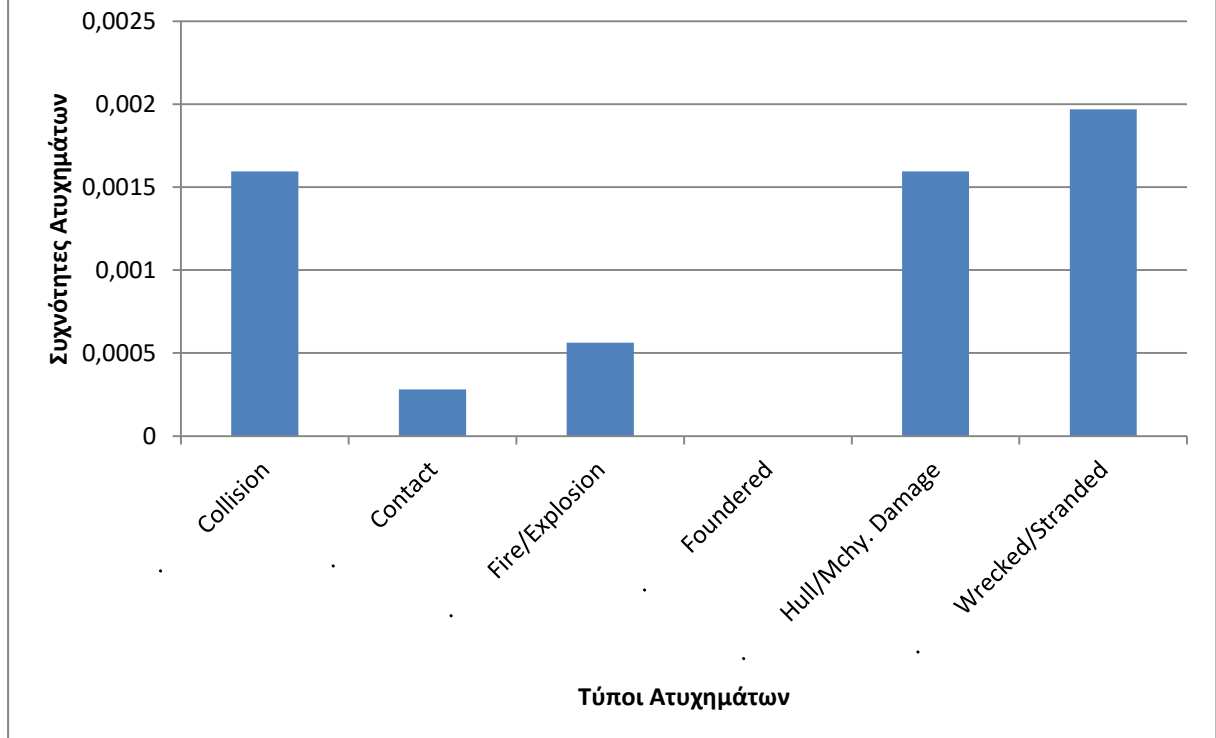
### 8.25 Ατυχήματα 2014



## 8.26 Ατυχήματα 2015



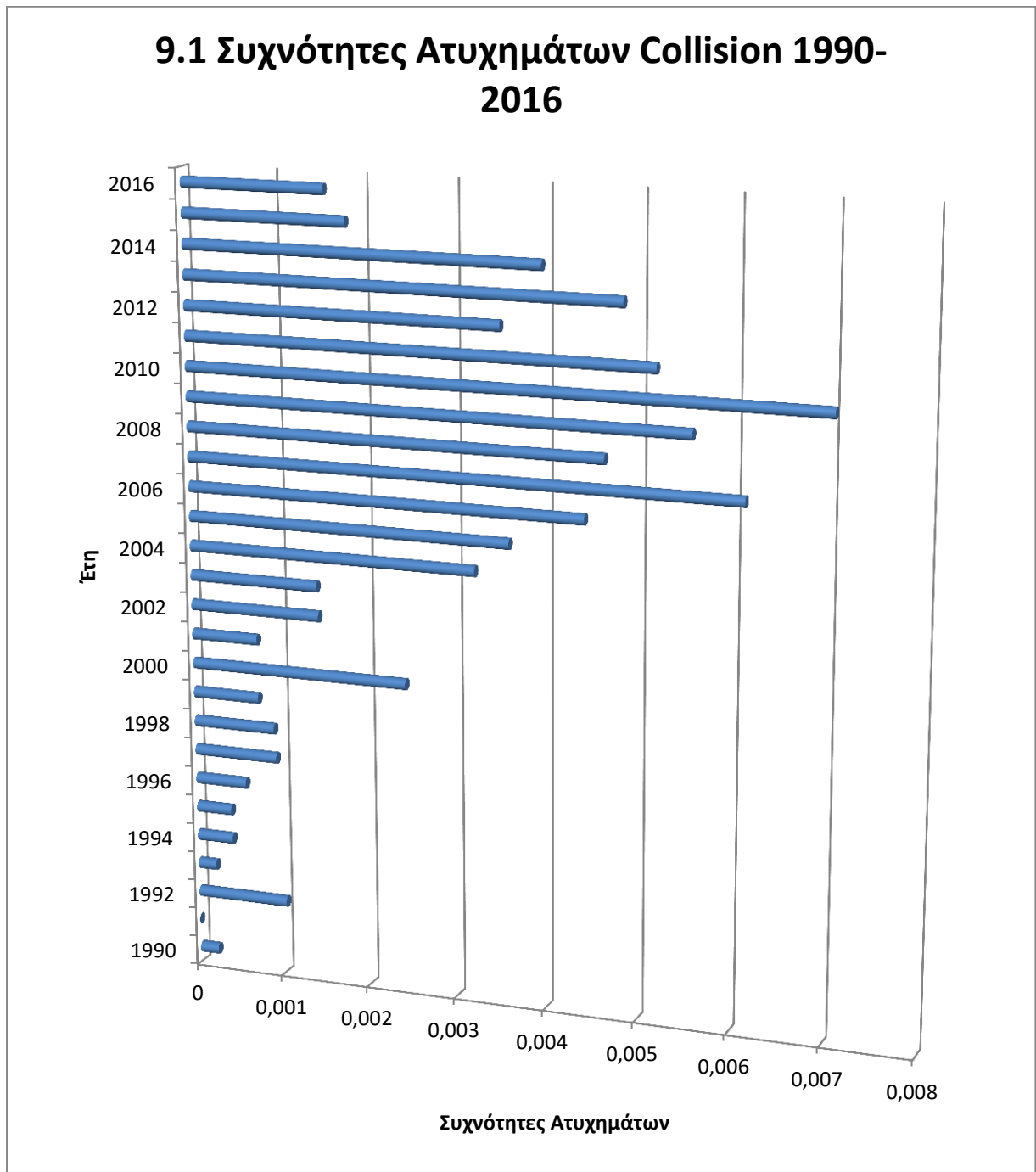
## 8.27 Ατυχήματα 2016



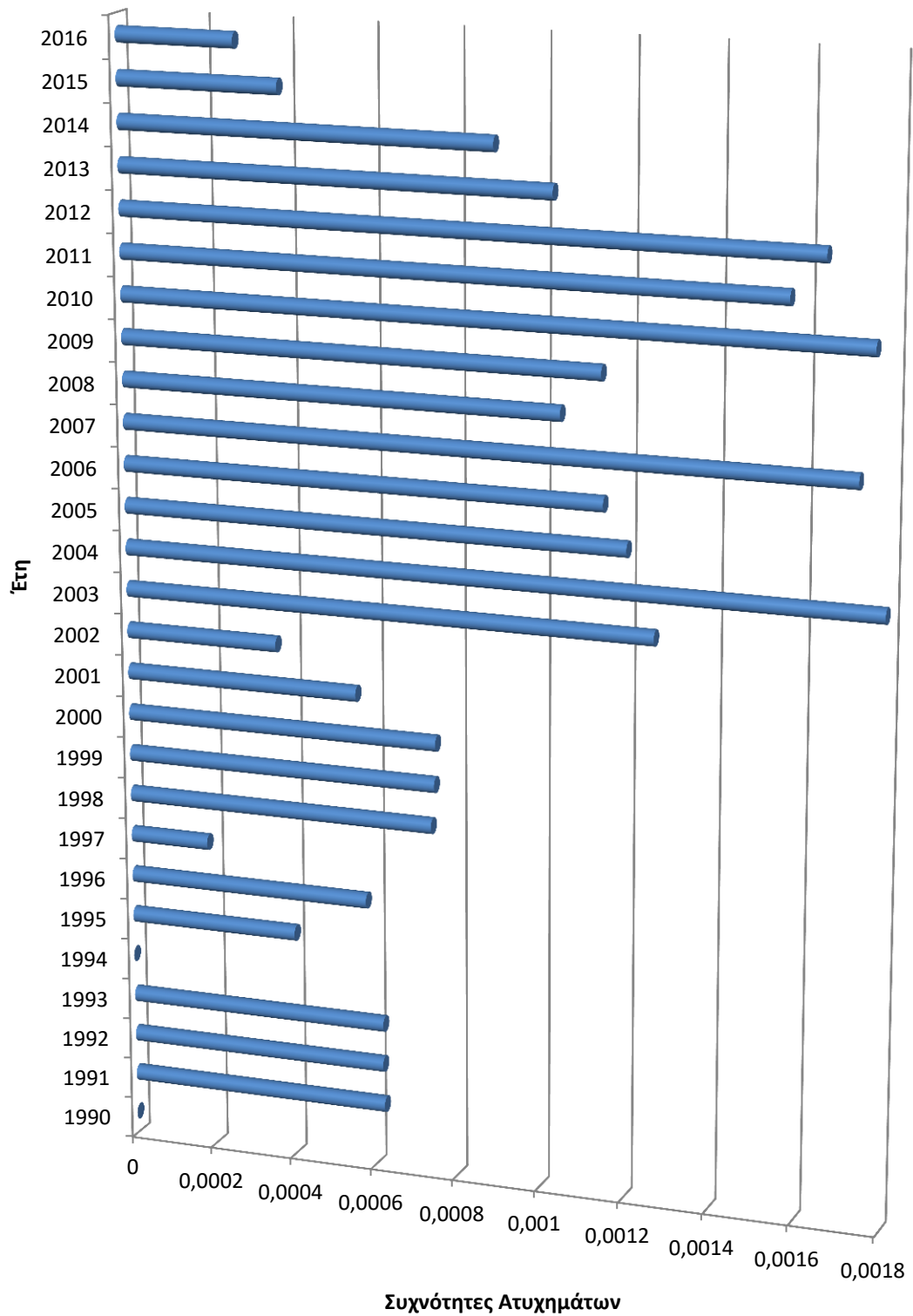
Σε όλα τα έτη από το '90 ως το 2016 οι μεγαλύτερες συχνότητες εμφάνισης ατυχημάτων αφορούν ατυχήματα ακινητοποίησης και μηχανολογικής βλάβης ή ζημιάς στη γάστρα του πλοίου. Με εξαίρεση τα έτη 1992,2000,2010 και 2013 όπου το ατύχημα με μεγαλύτερη συχνότητα εμφάνισης ήταν η σύγκρουση πλοίων.

Παρακάτω θα παρουσιαστούν διαγράμματα που αφορούν ξεχωριστά τον κάθε τύπο ατυχήματος και δείχνουν τη συχνότητα εμφάνισής του για όλα τα έτη από το 1990 έως το 2016(διαγρ.9.1 έως 9.6):

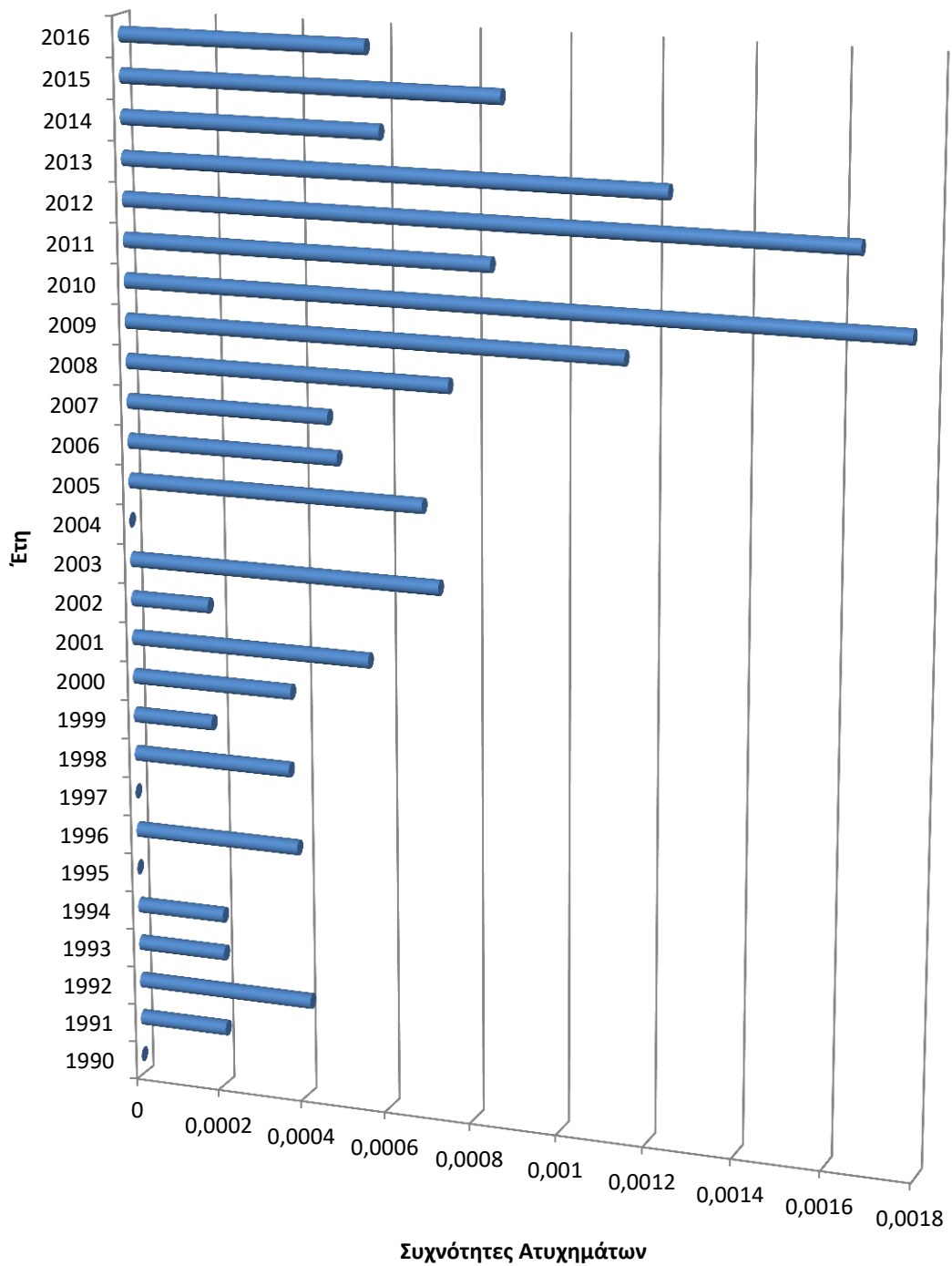
### Ετήσιες Συχνότητες Τύπων Ατυχημάτων



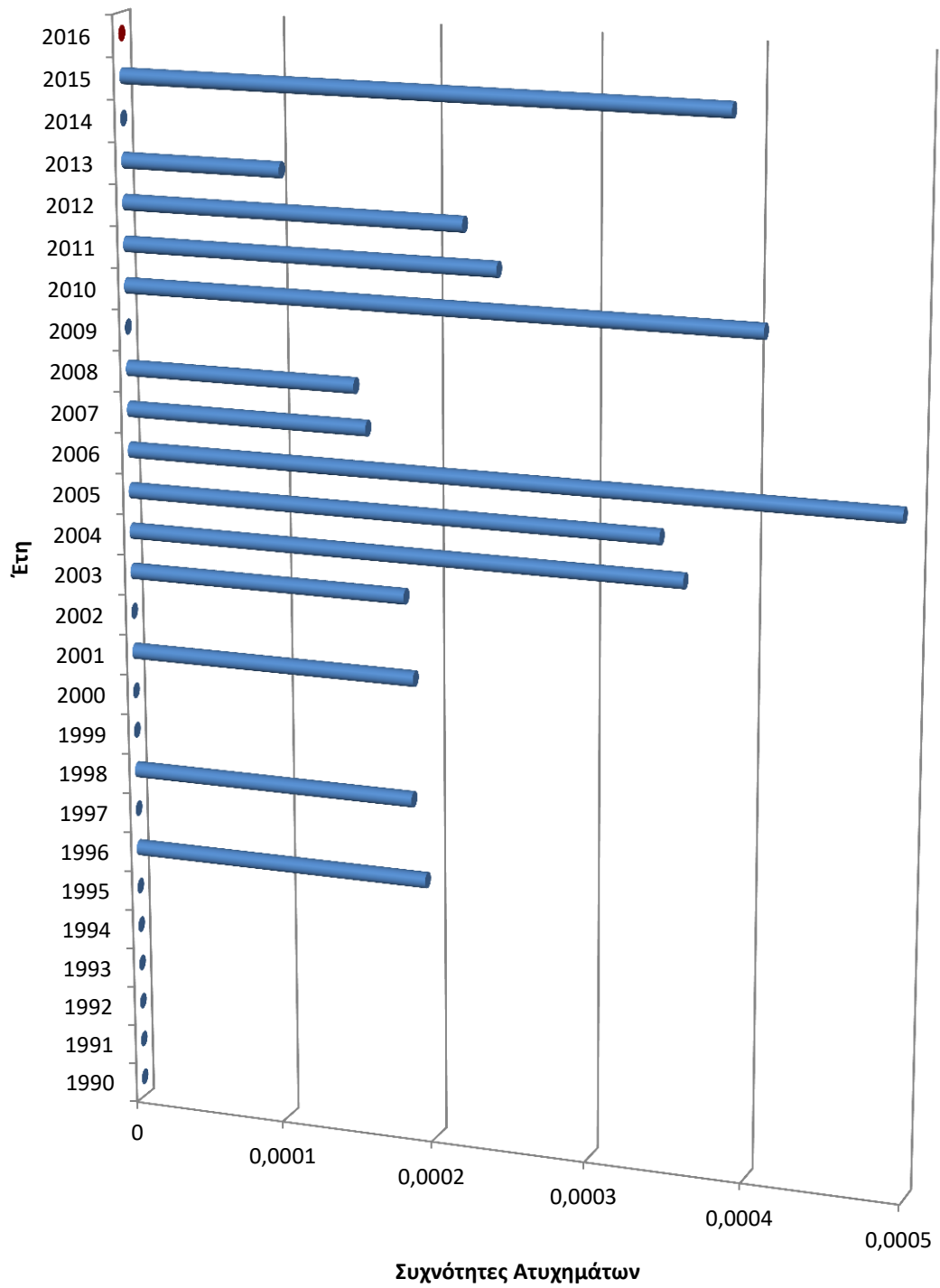
## 9.2 Συχνότητες Ατυχημάτων Contact 1990-2016



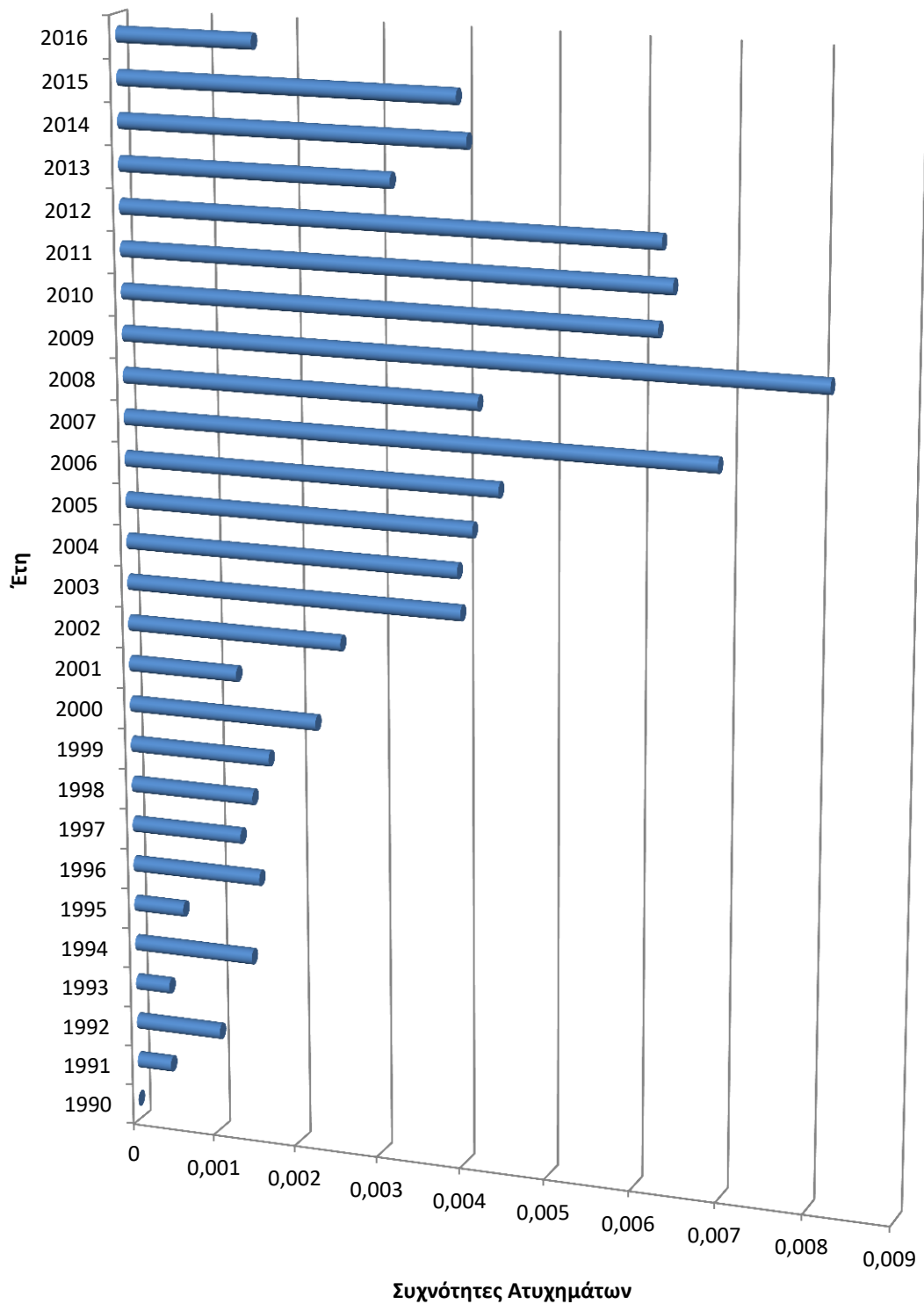
### 9.3 Συχνότητες Ατυχημάτων Fire/Explosion 1990-2016



## 9.4 Συχνότητες Ατυχημάτων Founded 1990-2016

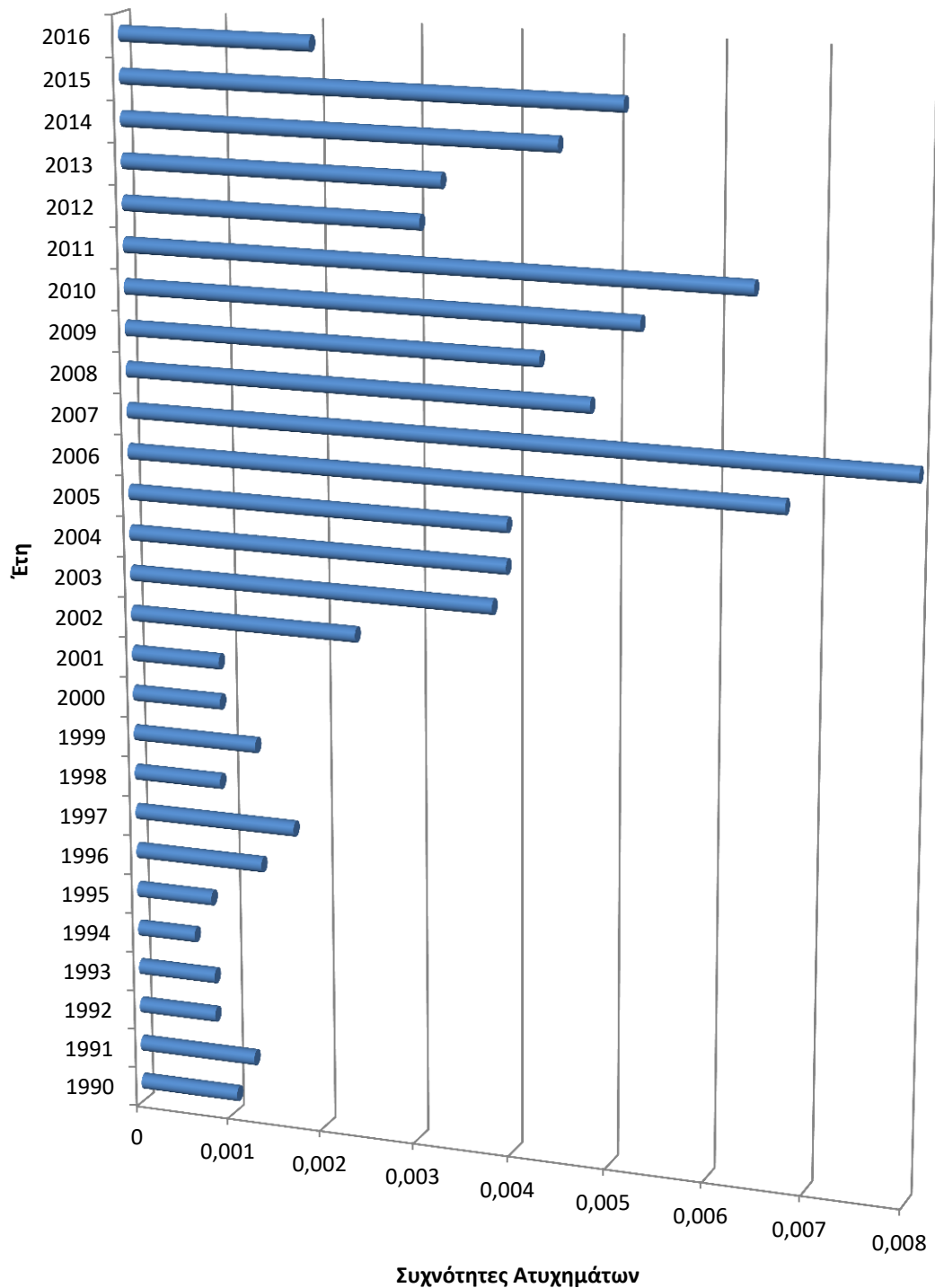


### 9.5 Συχνότητες Ατυχημάτων Hull/Mchy. Damage 1990-2016





## 9.6 Συχνότητες Ατυχημάτων Wrecked/Stranded 1990-2016

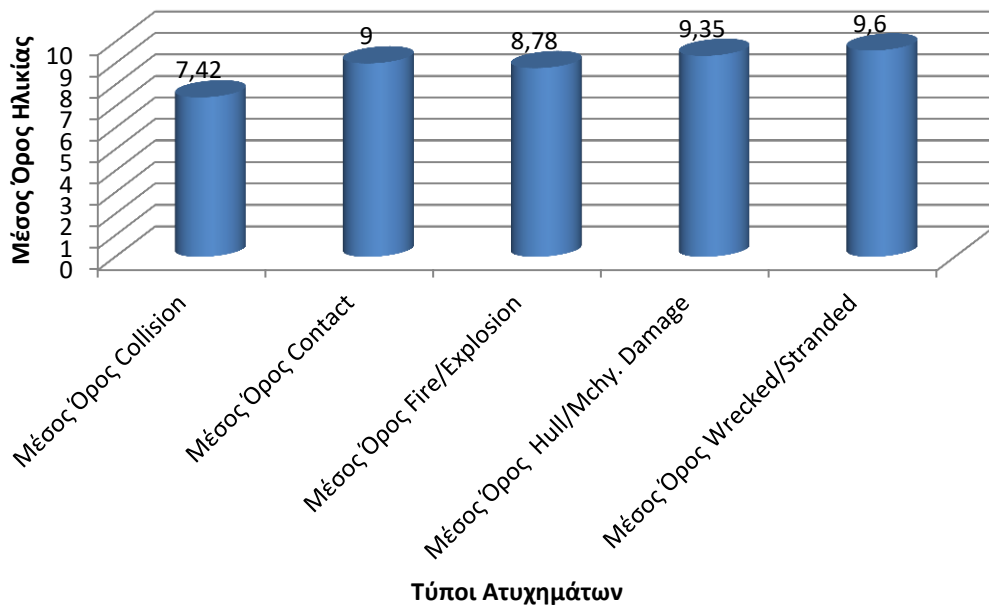


Όπως φαίνεται στα παραπάνω διαγράμματα η μεγαλύτερη συχνότητα εμφάνισης ατυχημάτων σύγκρουσης είναι τα έτη 2007 έως 2010. Τα ατυχήματα επαφής παρουσιάζουν τη μεγαλύτερη συχνότητα εμφάνισης στα έτη 2004,2007 και 2010. Τα ατυχήματα φωτιάς ή έκρηξης είχαν μεγαλύτερη συχνότητα στα έτη 2010 και 2012, ενώ τα συμβάντα που προκάλεσαν βύθιση του πλοίου στο έτος 2006. Τα ατυχήματα που σχετίζονται με μηχανολογική βλάβη ή αστοχία στη γάστρα έχουν μεγαλύτερη συχνότητα στα έτη 2007 και 2009 και τέλος τα ατυχήματα που επέφεραν ακινητοποίηση του πλοίου στα έτη 2007 και 2006.

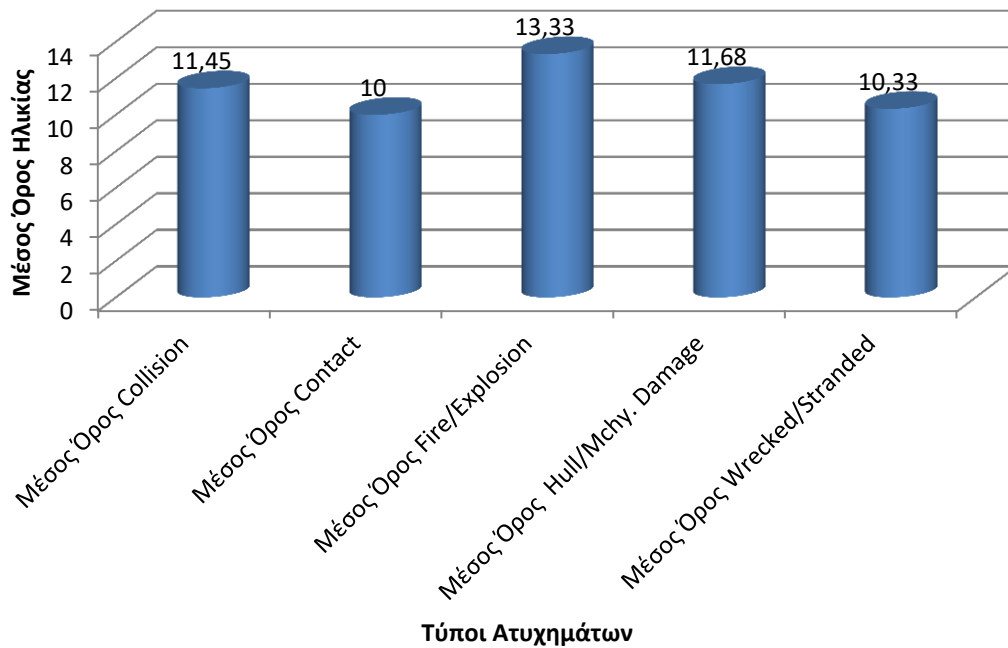
Παρακάτω παρουσιάζεται για τα έτη 2014,2015 και 2016 ο μέσος όρος ηλικίας των Bulk Carriers που παρουσίασαν σοβαρά ατυχήματα ανά τύπο ατυχήματος(διαγράμματα 9.7-9.9):



### 9.8 Μέσος Όρος Ηλικίας Σοβαρών Ατυχημάτων 2015



### 9.9 Μέσος Όρος Ηλικίας Σοβαρών Ατυχημάτων 2014

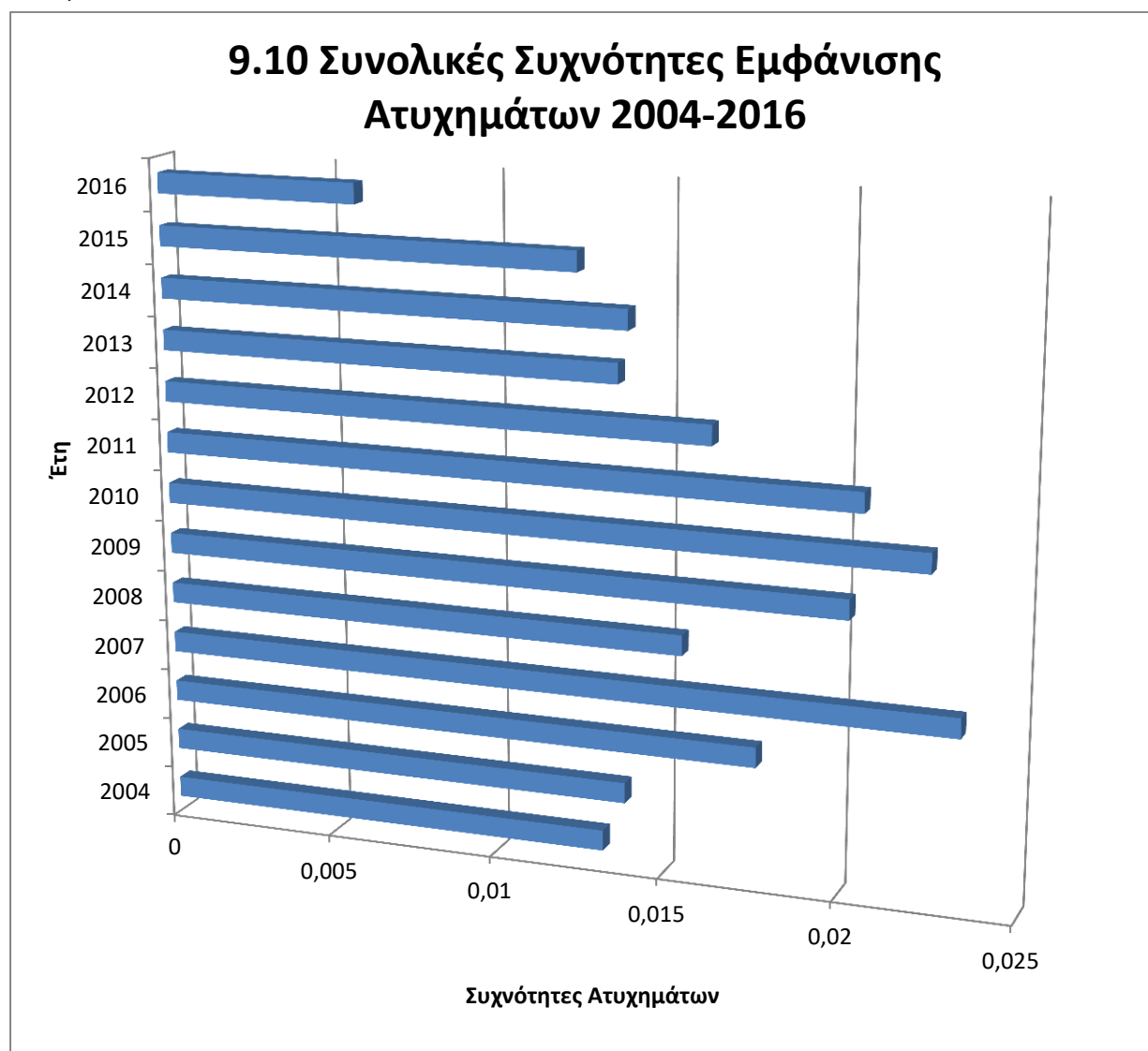


Όπως φαίνεται στα παραπάνω διαγράμματα ο υψηλότερος μέσος όρος ηλικίας συνδέεται με ατυχήματα τύπων:

- Fire/Explosion
- Hull/Mchy.Damage
- Wrecked/Stranded

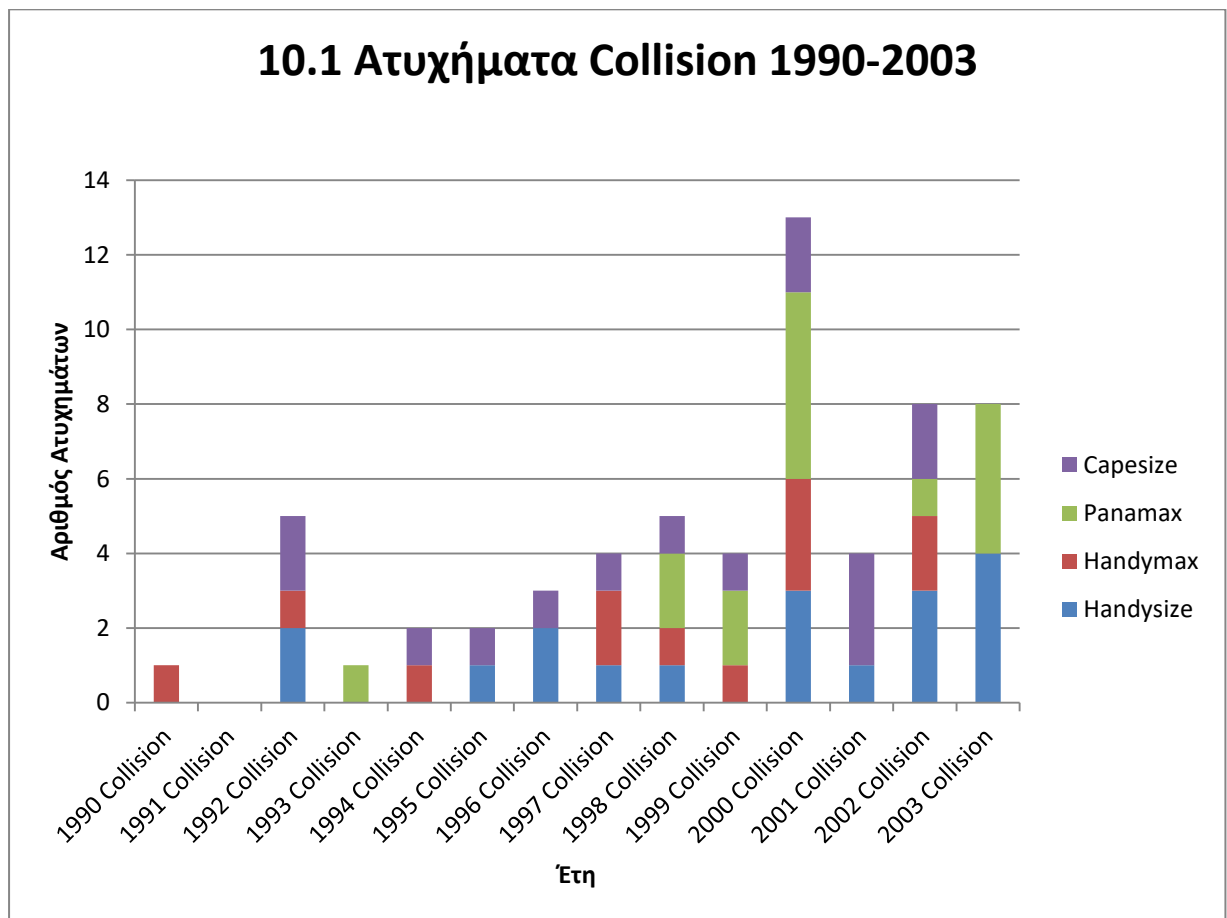
Το γεγονός αυτό μπορεί εύκολα να εξηγηθεί, καθώς ένα πλοίο μεγαλύτερης ηλικίας είναι πιο πιθανό να παρουσιάσει βλάβη μηχανολογική ,στη γάστρα του ή βλάβη που μπορεί να οδηγήσει σε πυρκαγιά και πιθανή έκρηξη.

Παρακάτω φαίνεται διαγραμματικά η συχνότητα εμφάνισης ατυχήματος συνολικά για όλα τα είδη ατυχημάτων για τα έτη 2006 έως 2016 όπου υπάρχει και μεγαλύτερη πληρότητα δεδομένων:

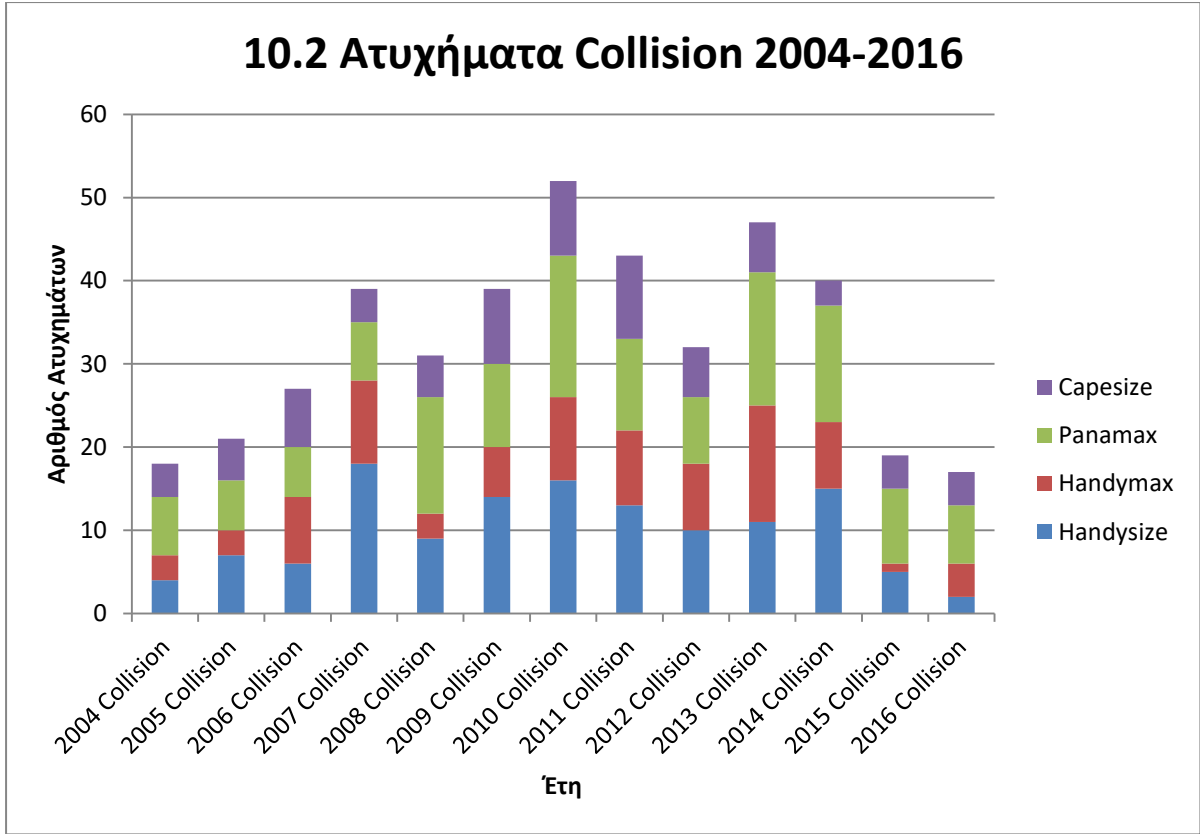


## Διαγράμματα Stacked Ατυχημάτων

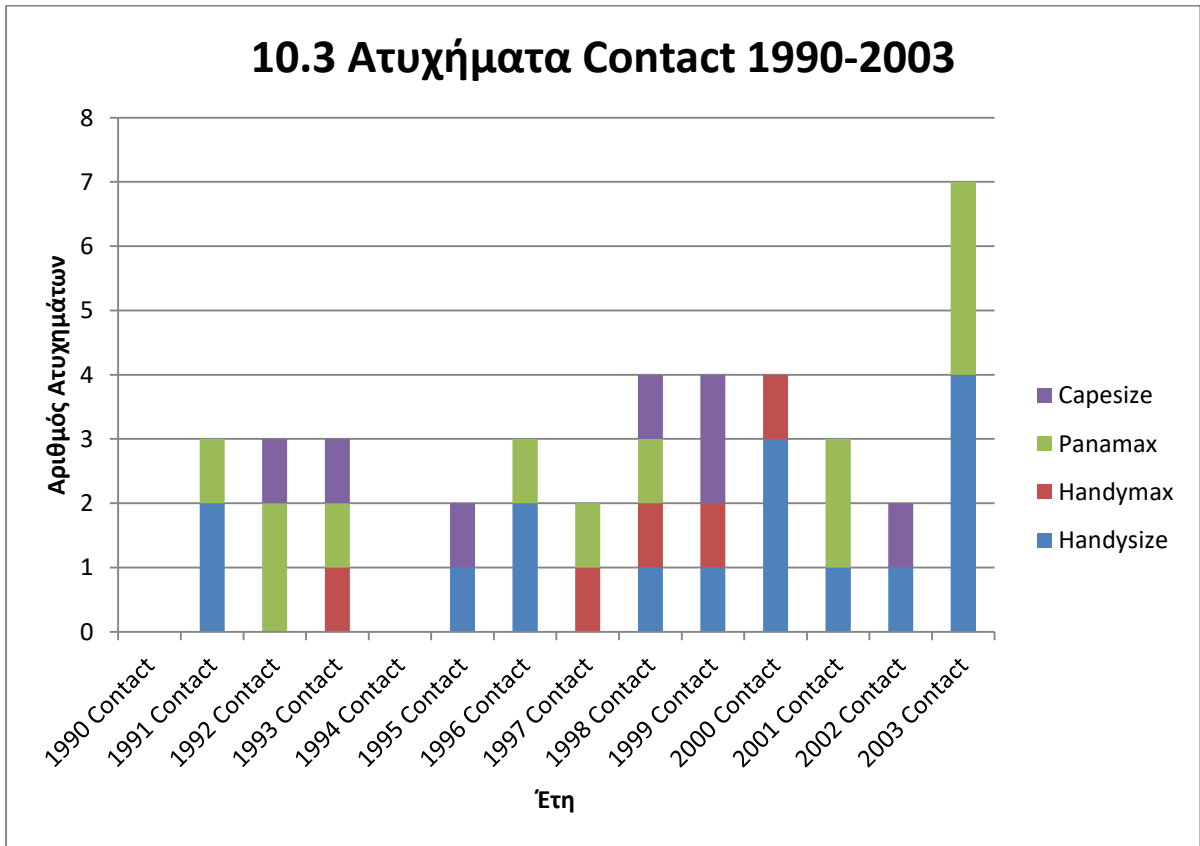
Στην παρούσα ενότητα παρουσιάζονται διαγράμματα στα οποία για τον κάθε τύπο ατυχήματος παρουσιάζονται συγκριτικά όλοι οι τύποι μεγεθών για κάθε έτος. Τα διαγράμματα αυτά ονομάζονται Stacked και θα παρουσιαστούν αρχικά με απόλυτα νούμερα(διαγράμματα 10.1 ως 10.12) και εν συνεχεία με συχνότητες(11.1 έως 11.12):



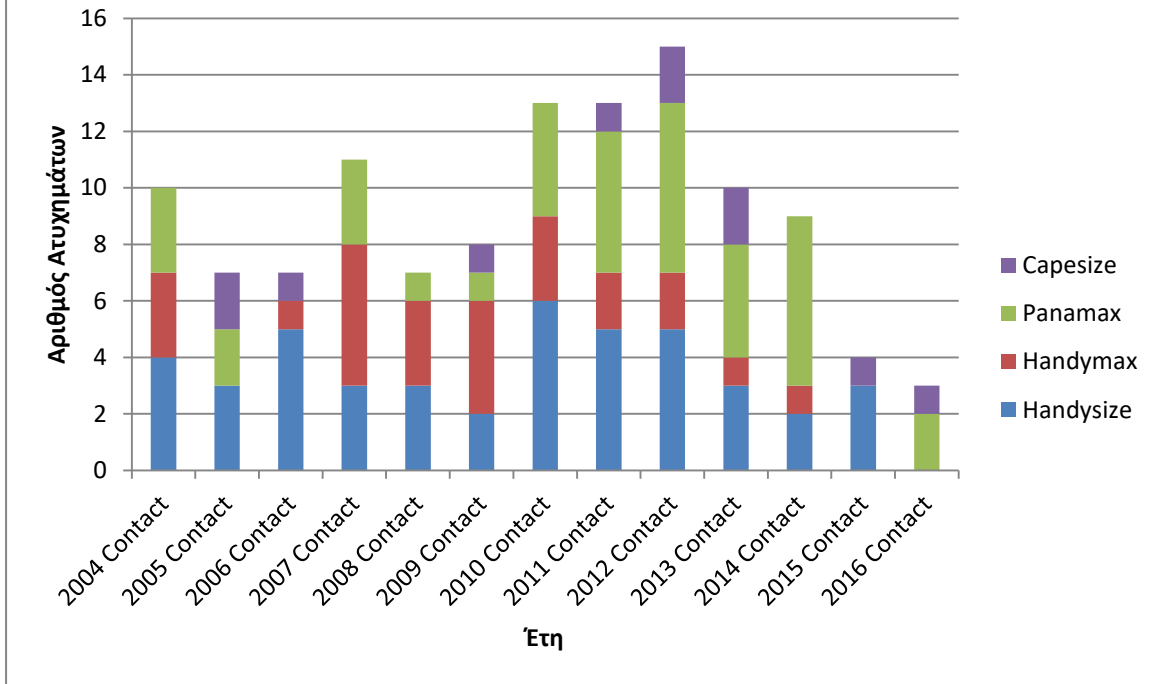
### 10.2 Ατυχήματα Collision 2004-2016



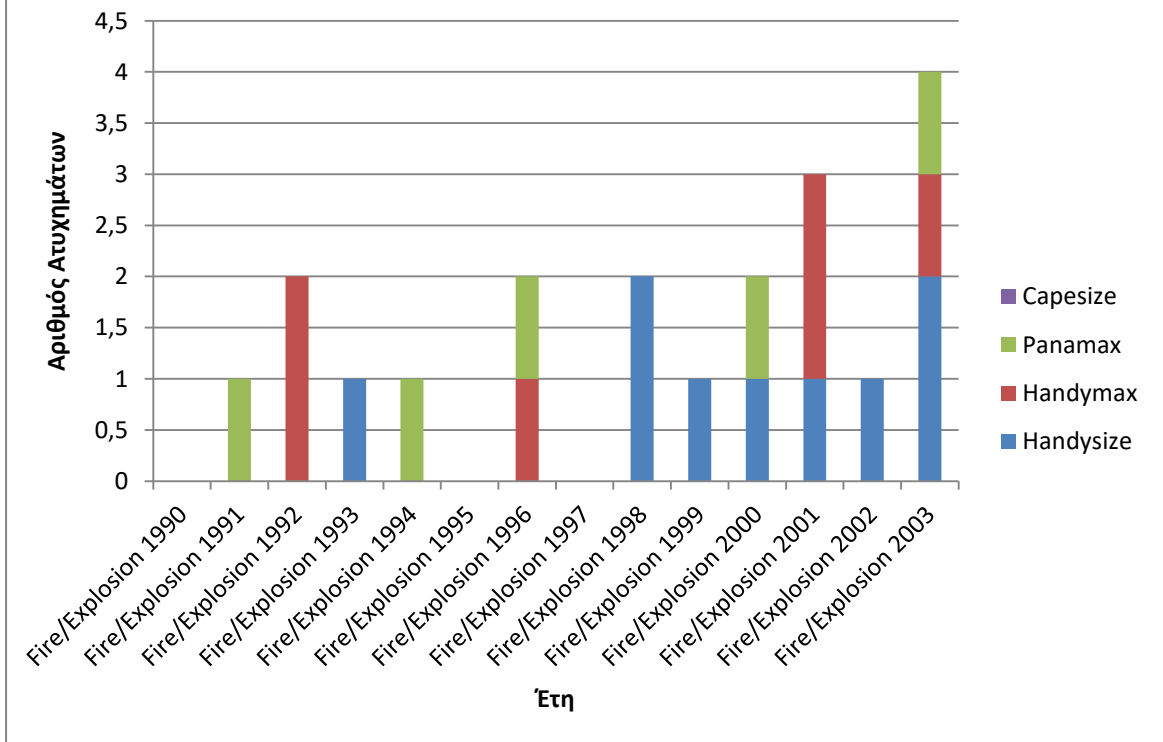
### 10.3 Ατυχήματα Contact 1990-2003



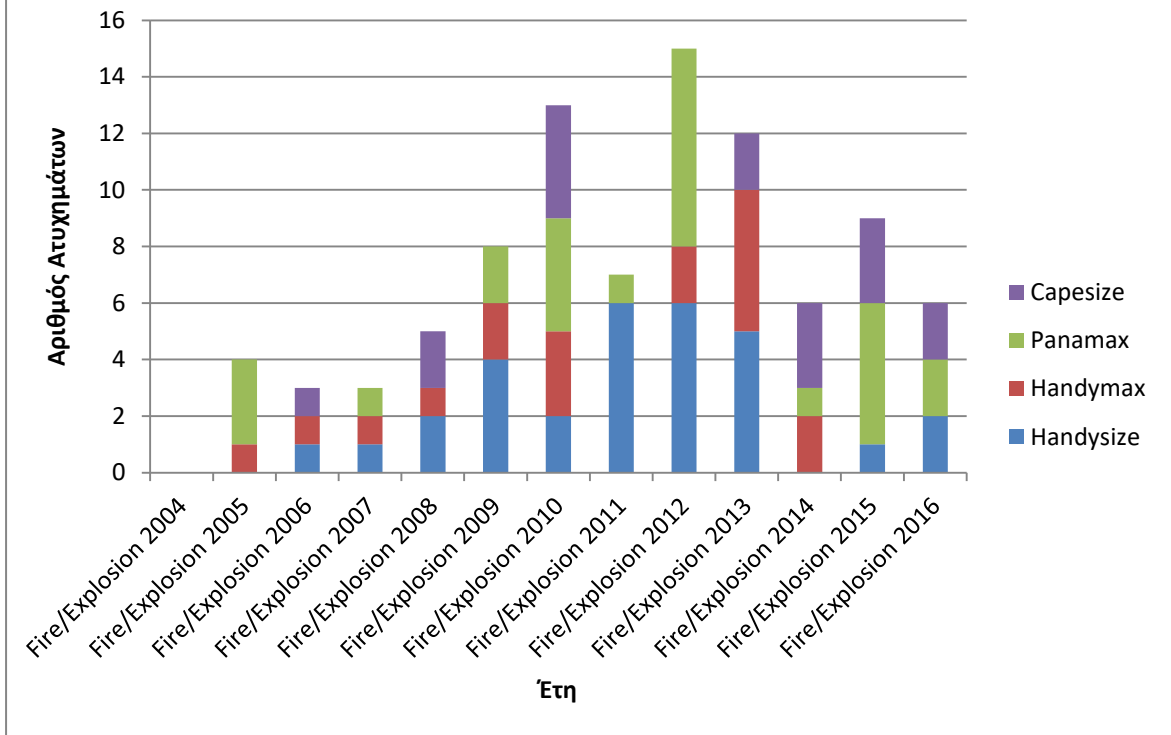
### 10.4 Ατυχήματα Contact 2004-2016



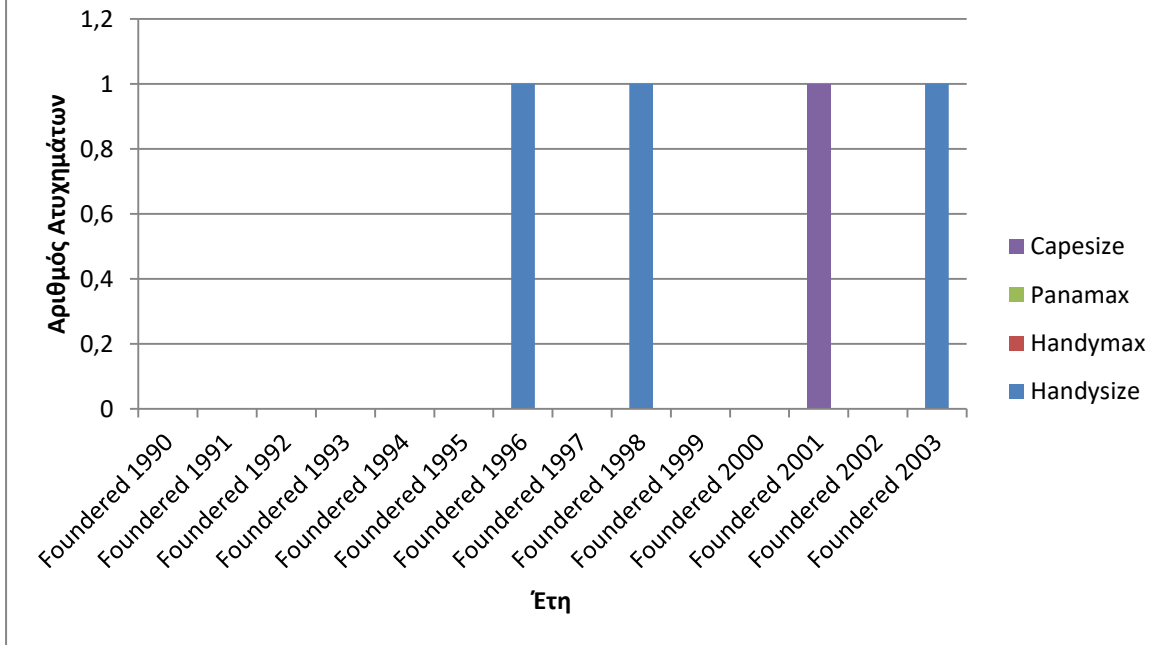
### 10.5 Ατυχήματα Fire/Explosion 1990-2003



### 10.6 Ατυχήματα Fire/Explosion 2004-2016

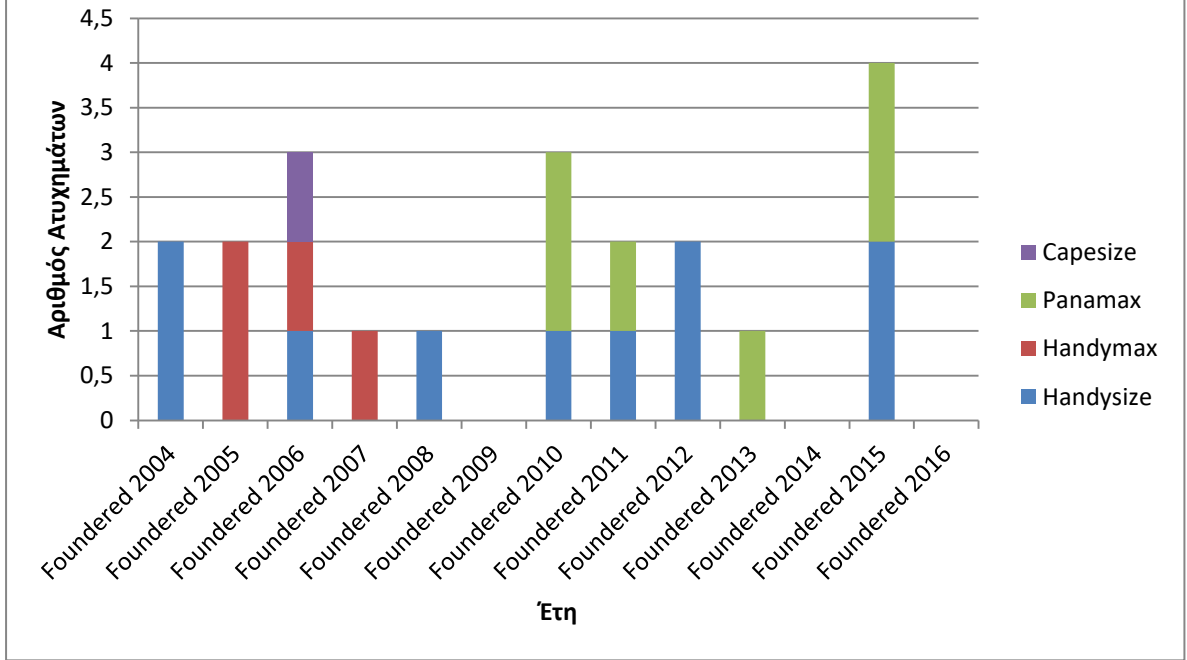


### 10.7 Ατυχήματα Foundered 1990-2003

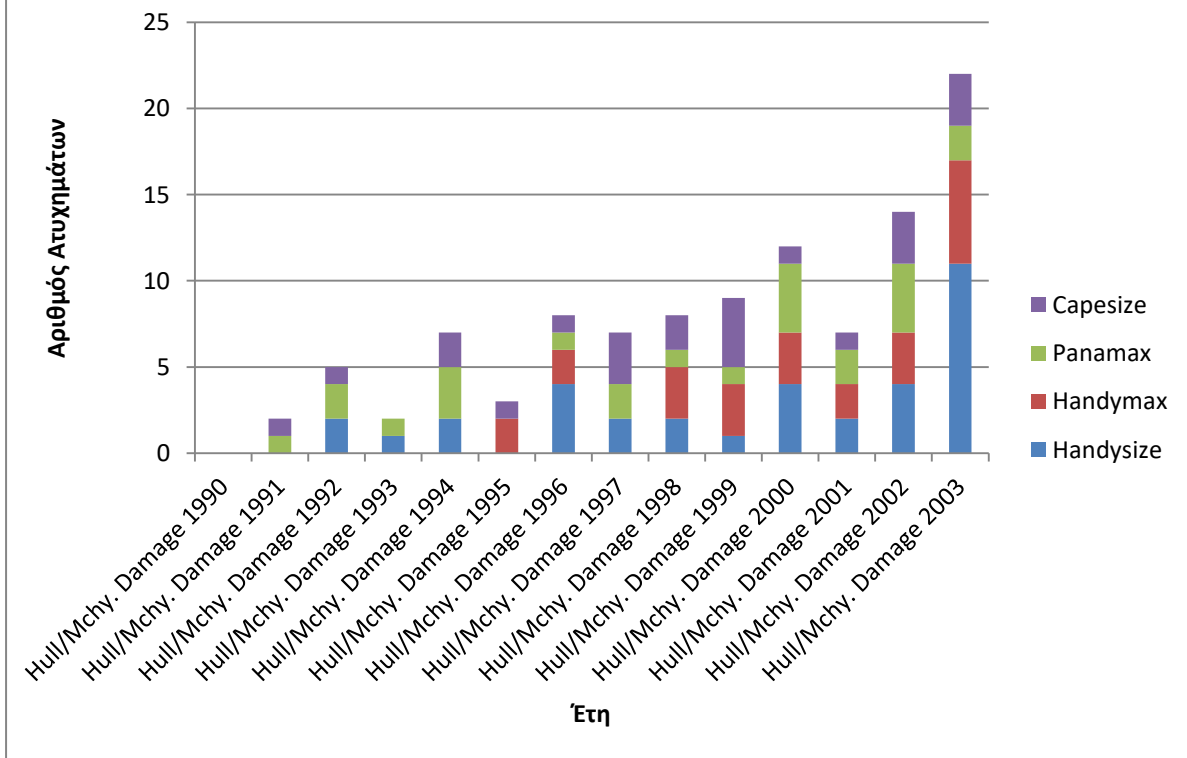




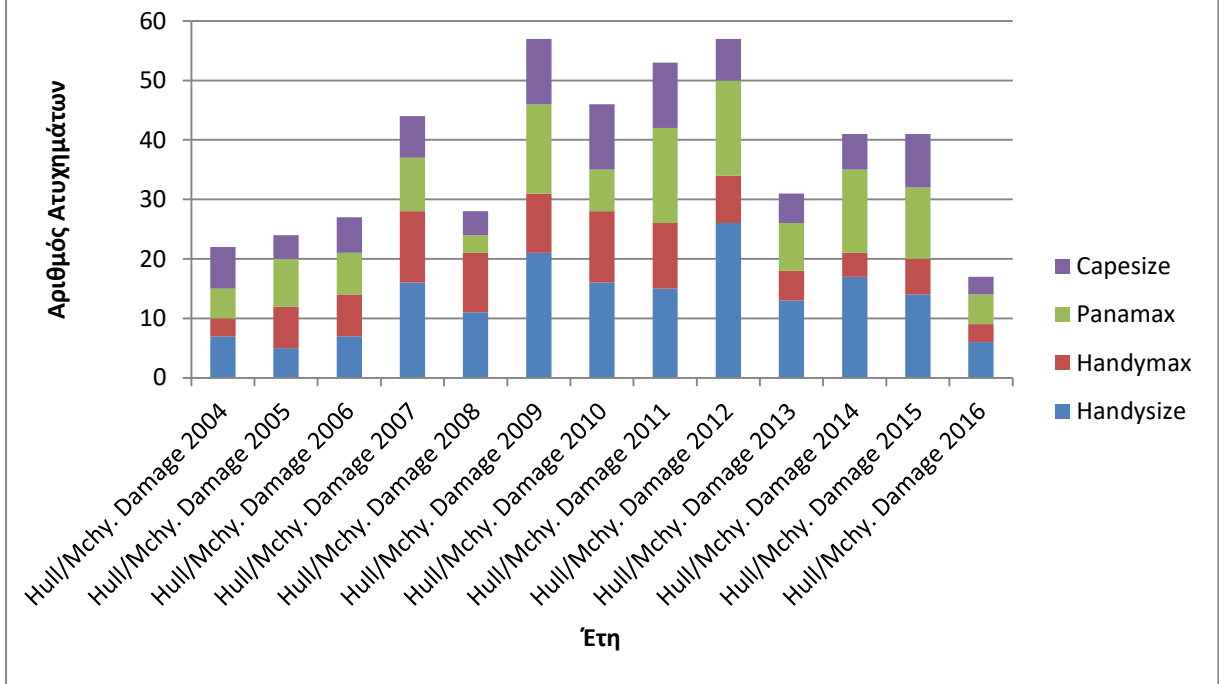
### 10.8 Ατυχήματα Foundered 2004-2016



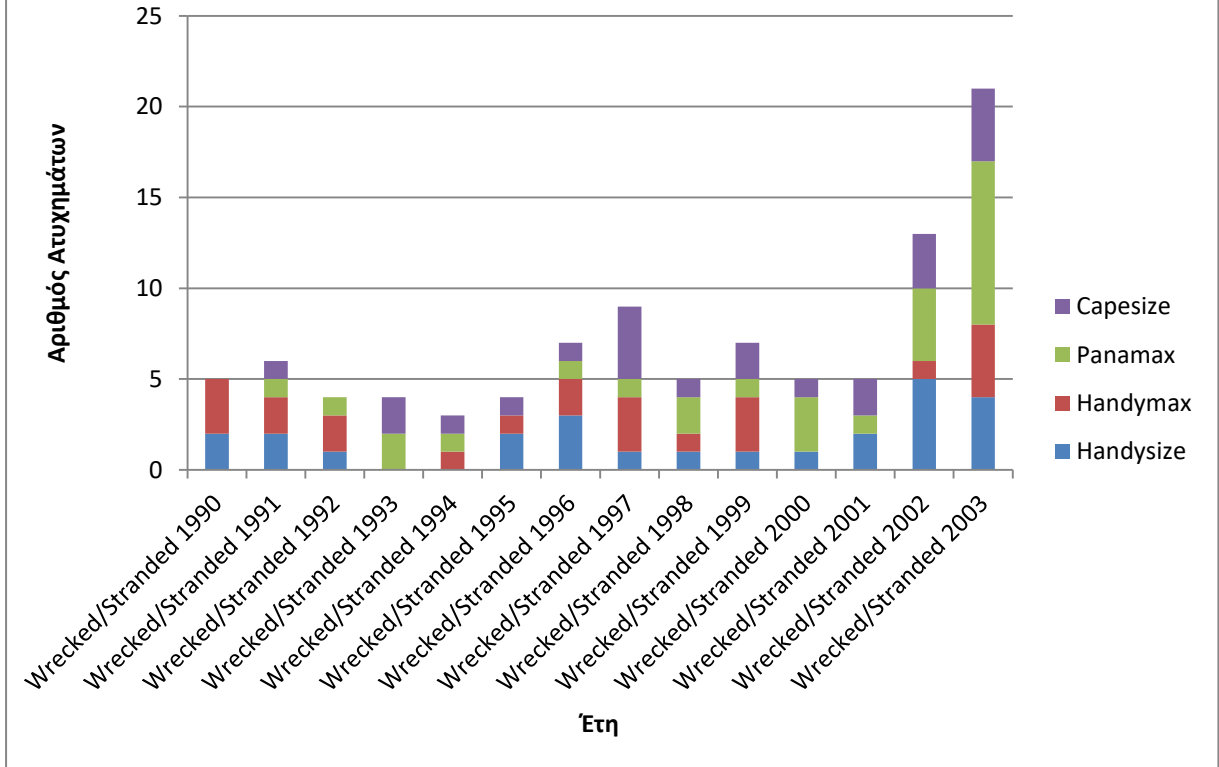
### 10.9 Ατυχήματα Hull/Mchy Damage 1990-2003



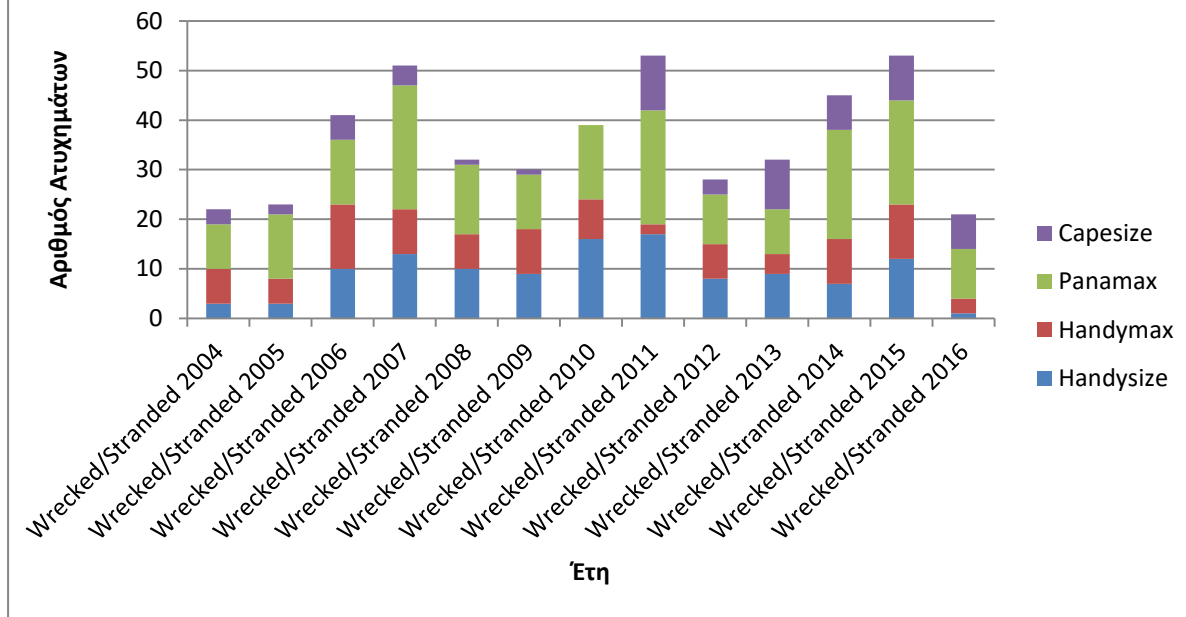
### 10.10 Ατυχήματα Hull/Mchy Damage 2004-2016



### 10.11 Ατυχήματα Wrecked/Stranded 1990-2003

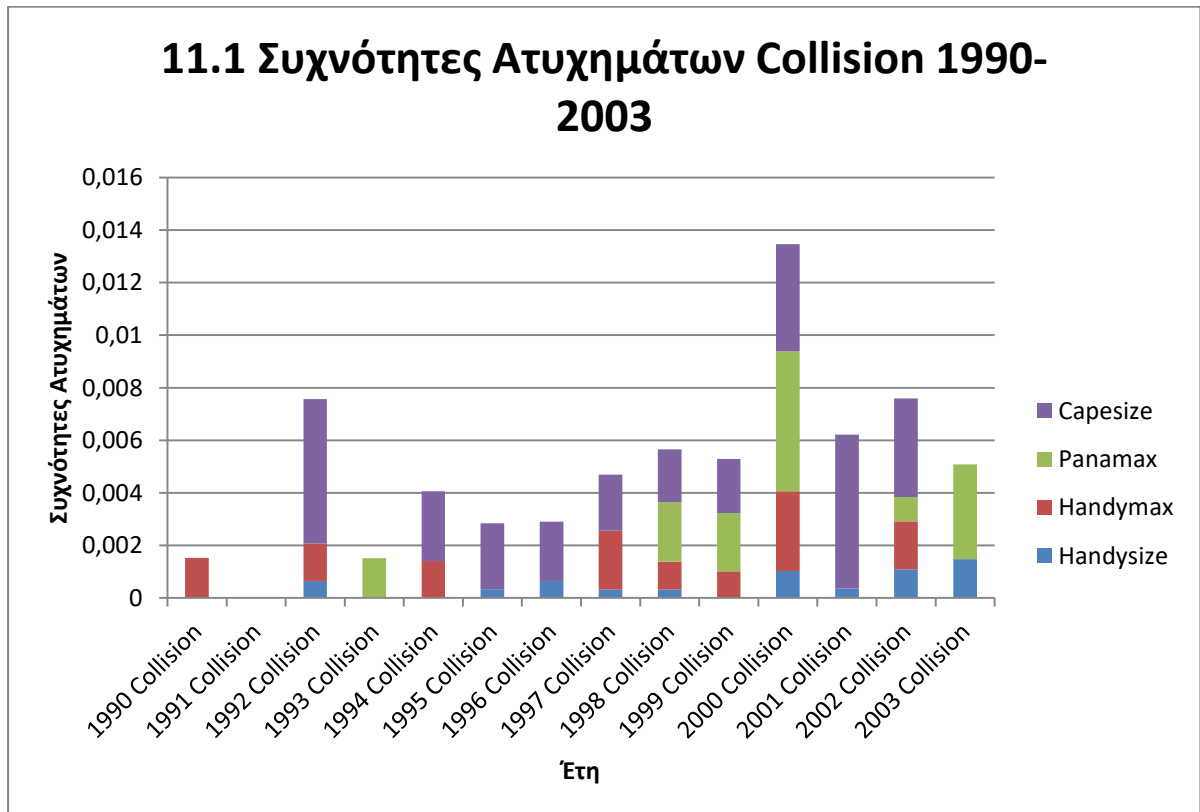


## 10.12 Ατυχήματα Wrecked/Stranded 2004-2016

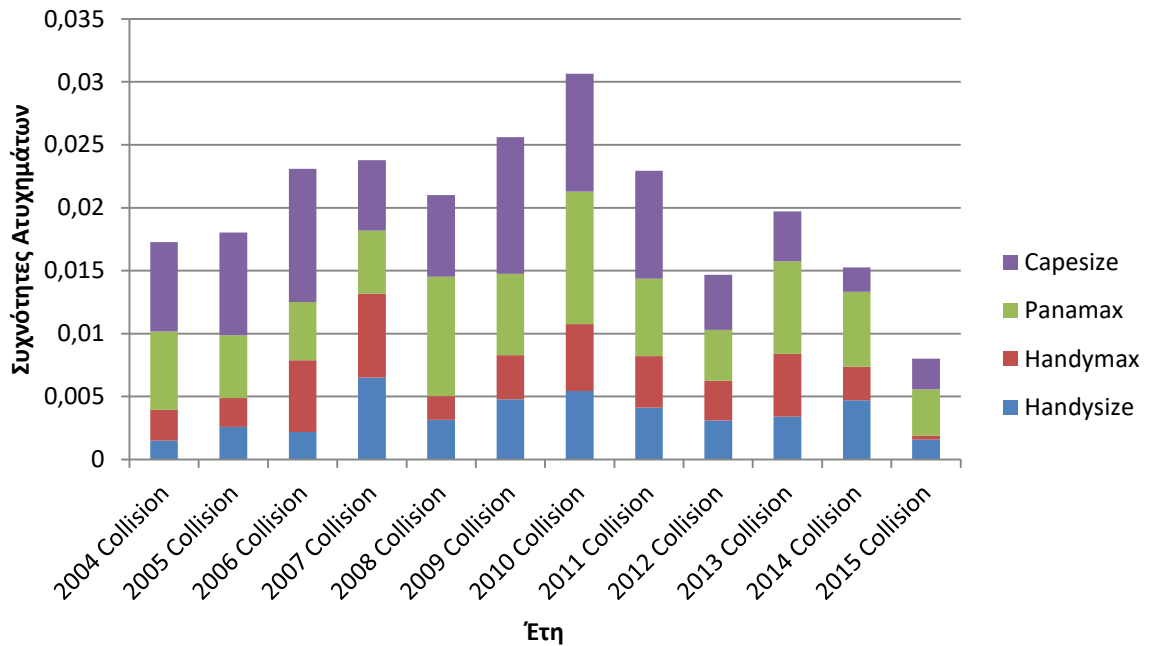


## Διαγράμματα Συχνοτήτων Stacked

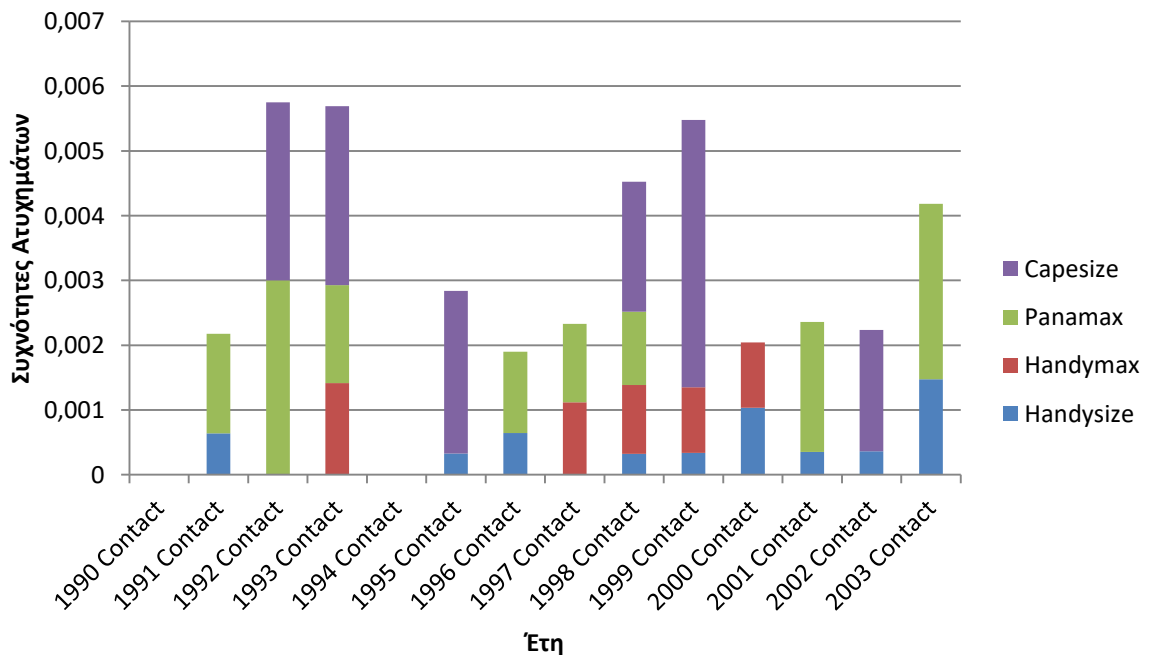
### 11.1 Συχνότητες Ατυχημάτων Collision 1990-2003



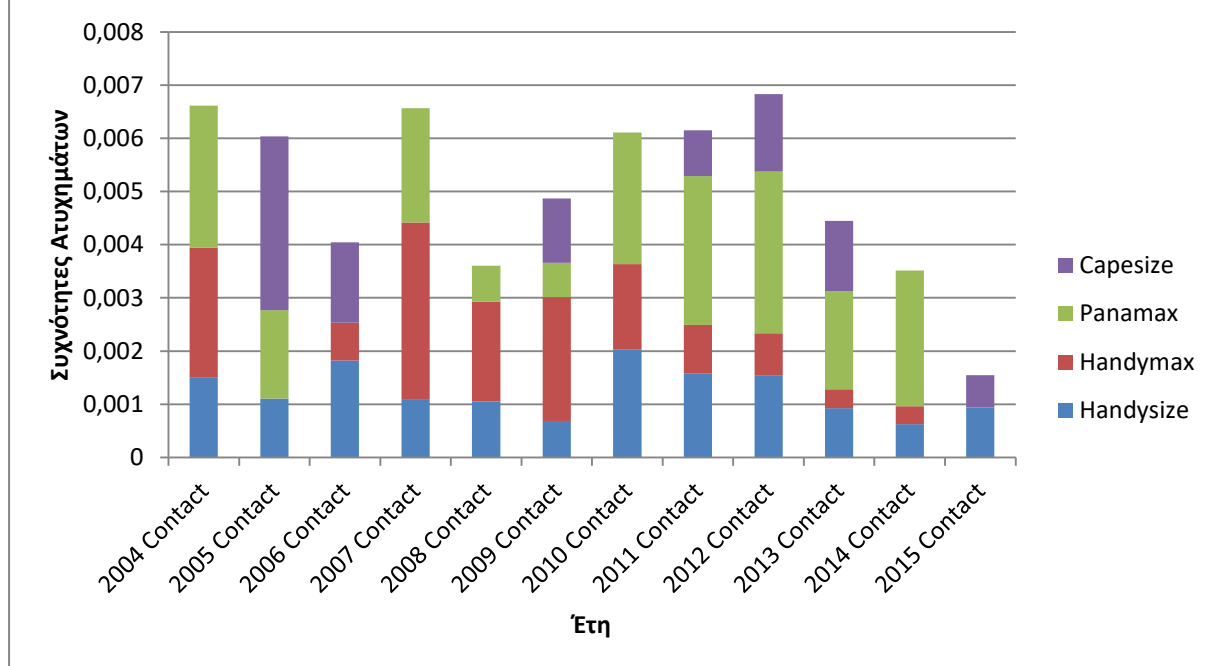
### 11.2 Συχνότητες Ατυχημάτων Collision 2004-2015



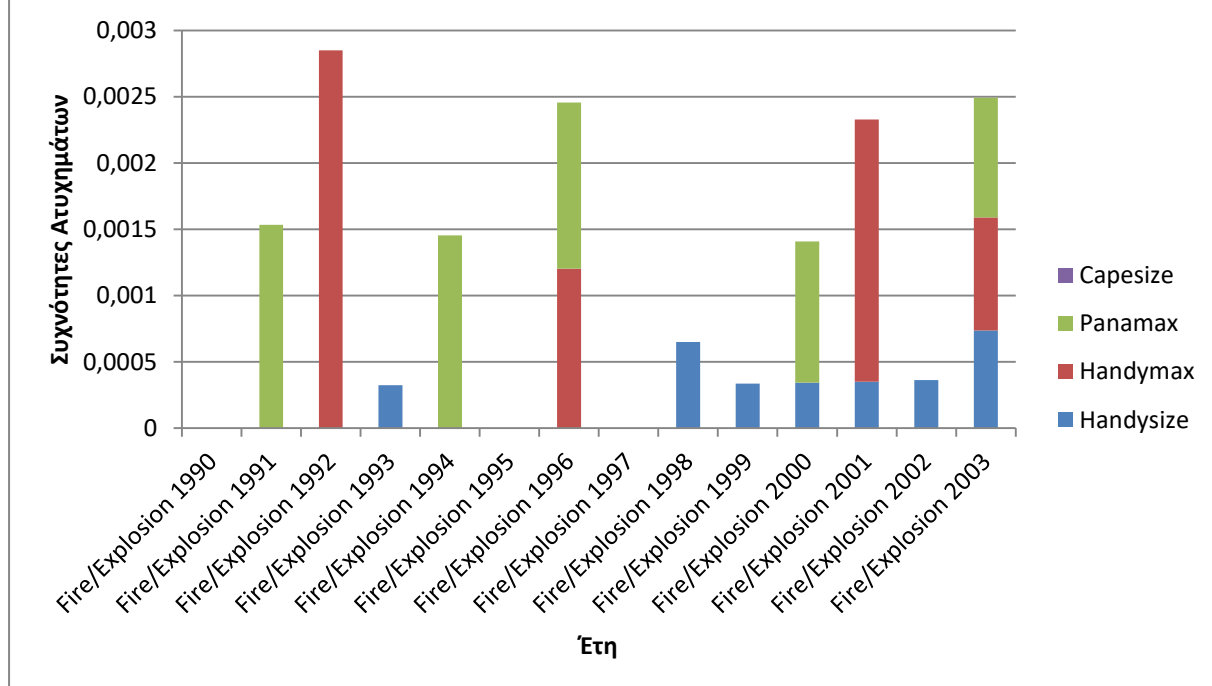
### 11.3 Συχνότητες Ατυχημάτων Contact 1990-2003



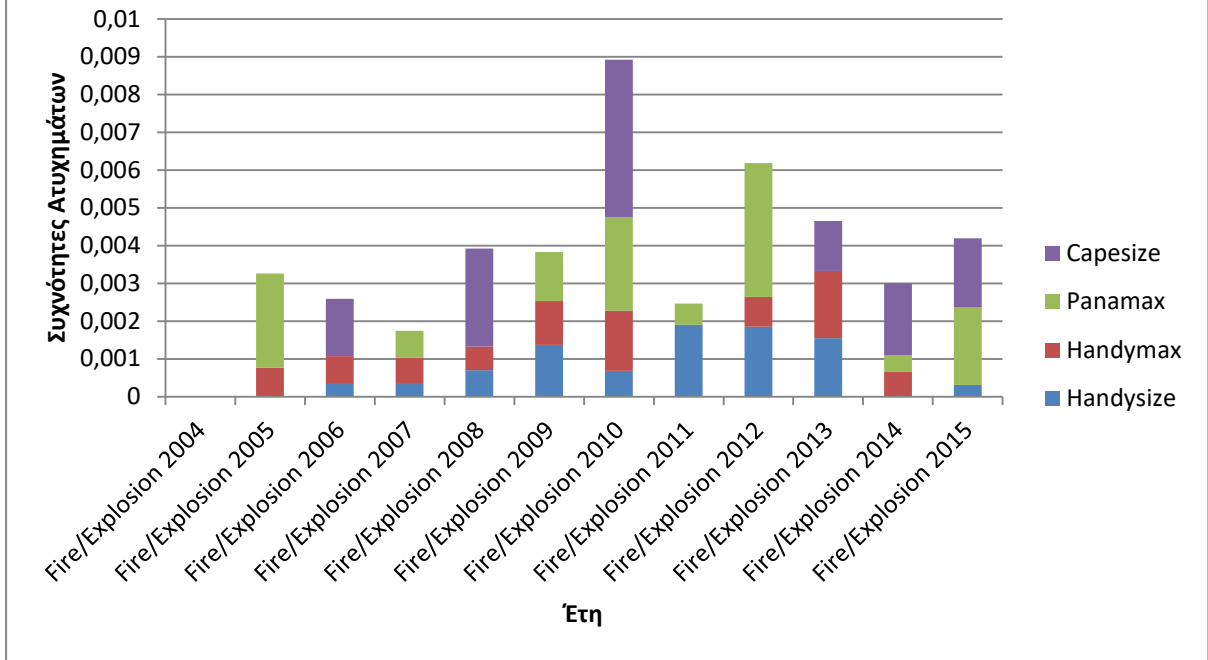
### 11.4 Συχνότητες Ατυχημάτων Contact 2004-2015



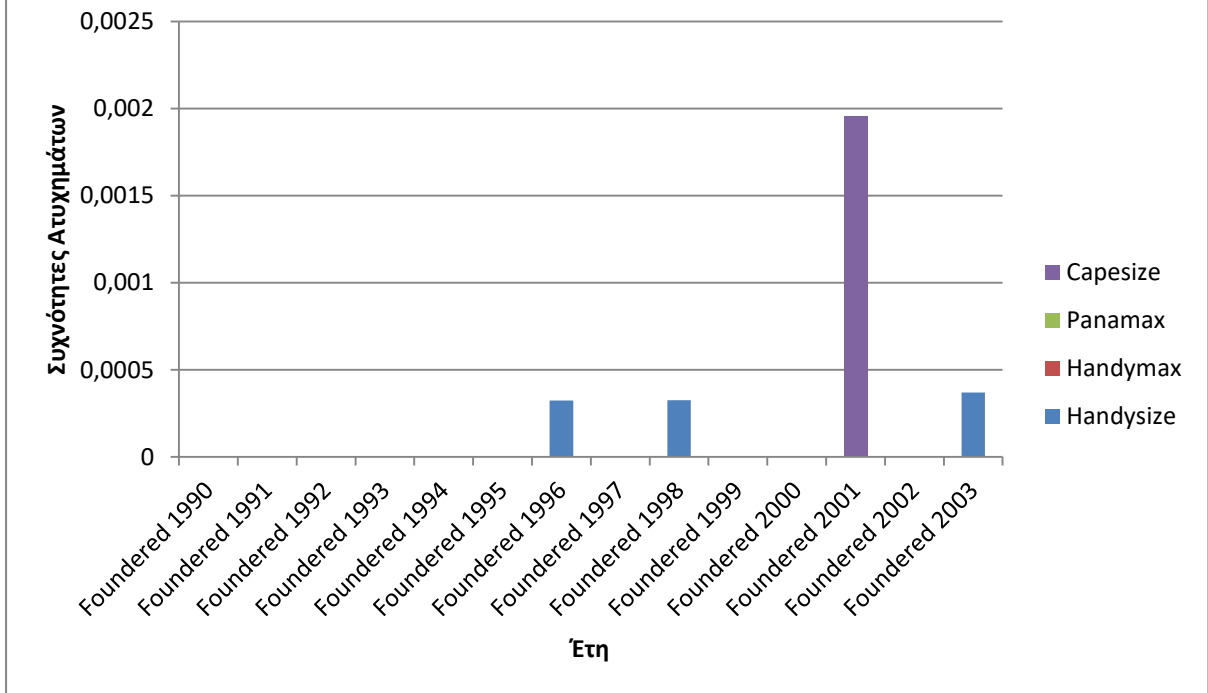
### 11.5 Συχνότητες Ατυχημάτων Fire/Explosion 1990-2003



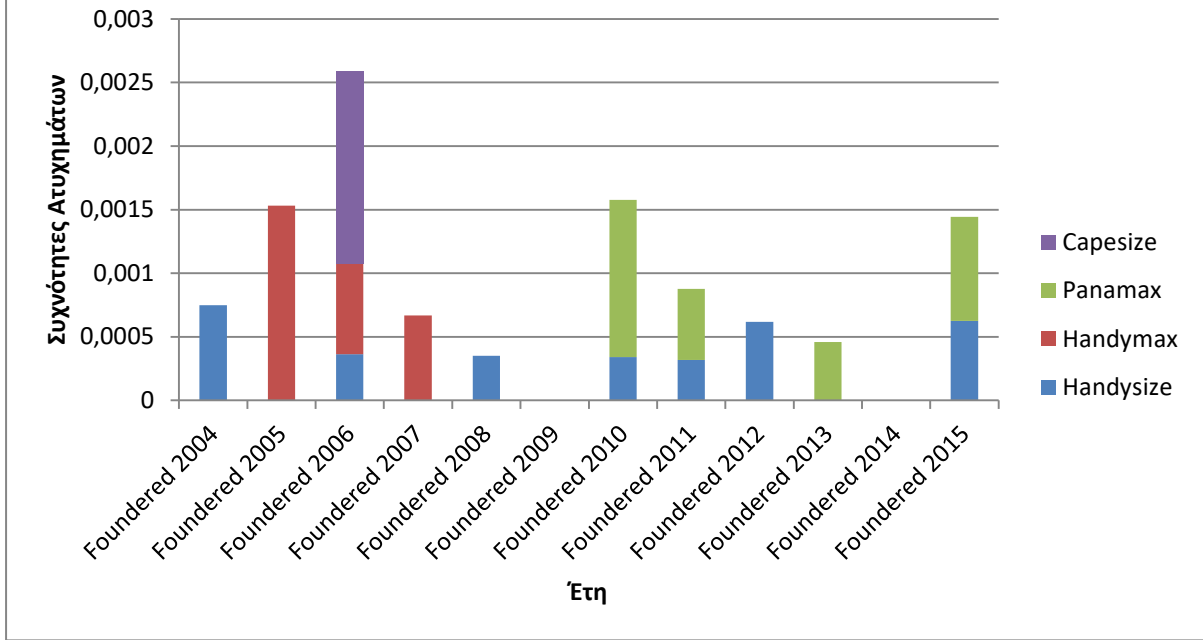
### 11.6 Συχνότητες Ατυχημάτων Fire/Explosion 2004-2015



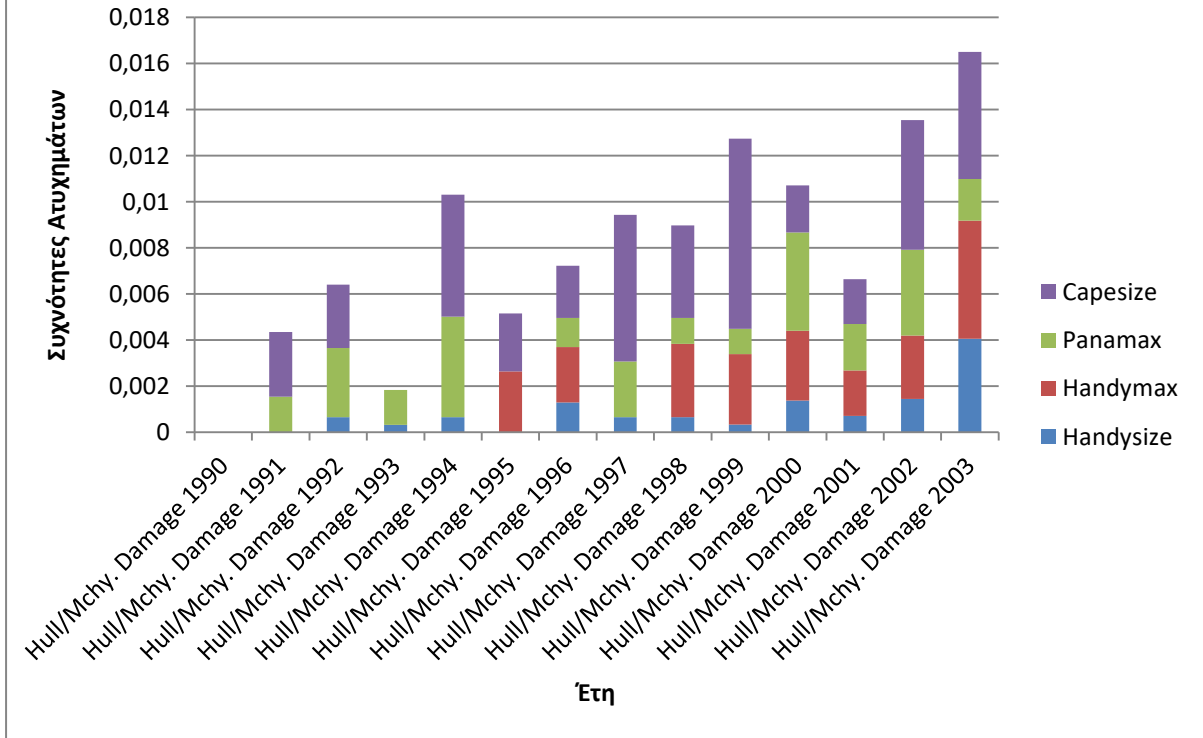
### 11.7 Συχνότητες Ατυχημάτων Foundered 1990-2003



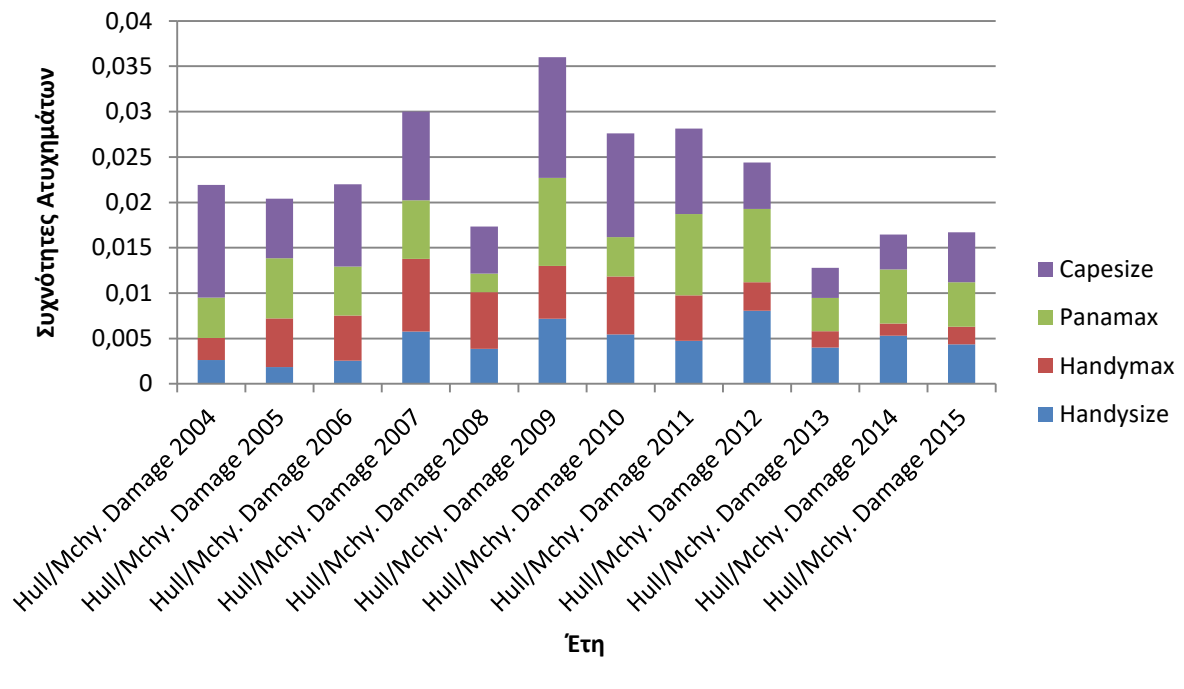
### 11.8 Συχνότητες Ατυχημάτων Foundered 2004-2015



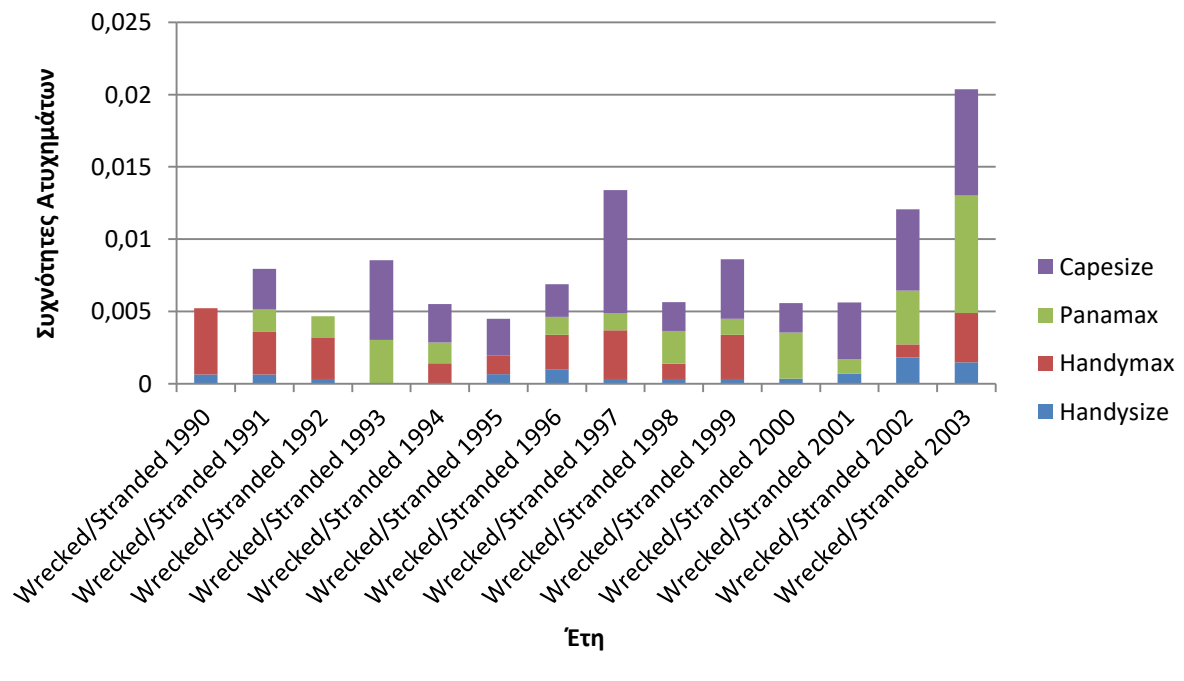
### 11.9 Συχνότητες Ατυχημάτων Hull/Mchy Damage 1990-2003



### 11.10 Συχνότητες Ατυχημάτων Hull/Mchy Damage 2004-2015

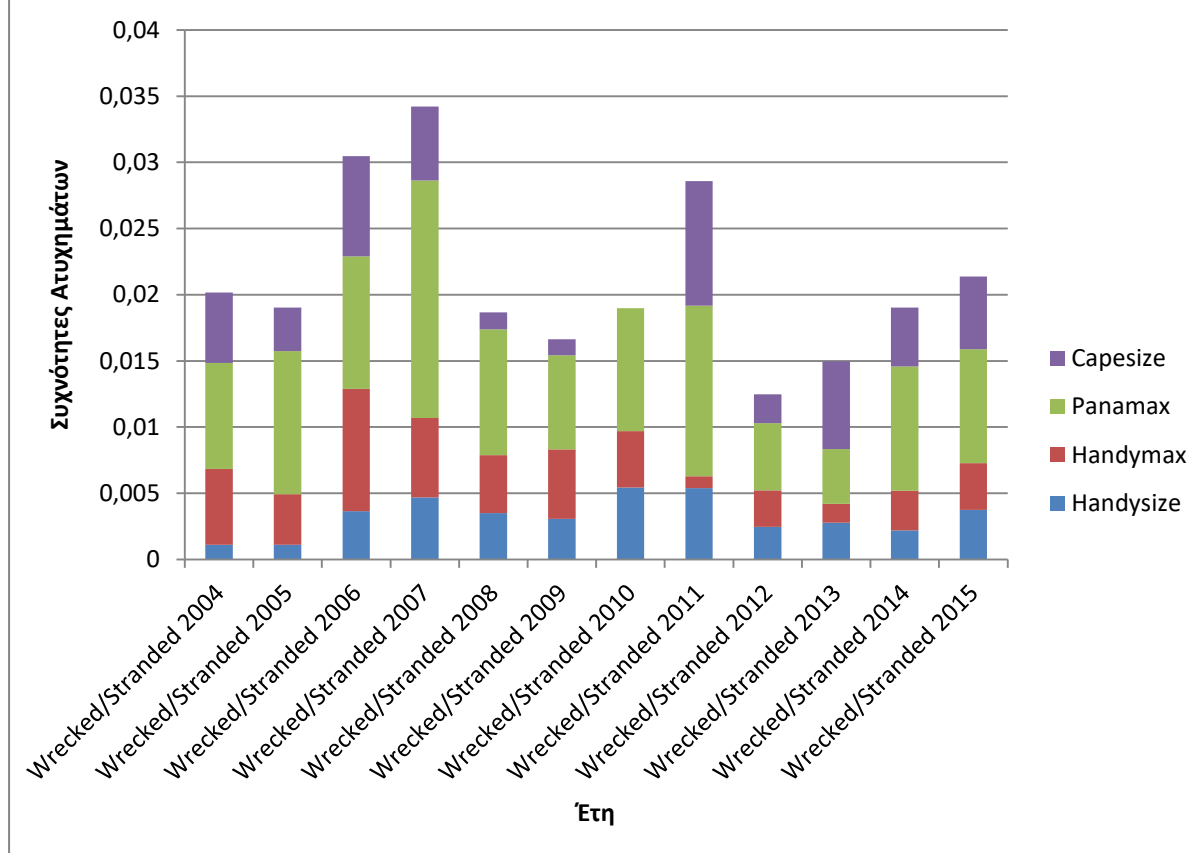


### 11.11 Συχνότητες Ατυχημάτων Wrecked/Stranded 1990-2003





## 11.12 Συχνότητες Ατυχημάτων Wrecked/Stranded 2004-2015



Οι συχνότητες ατυχημάτων που αφορούν τις υποκατηγορίες μεγεθών στα Bulk Carriers προκύπτουν από τους αντίστοιχους στόλους του κάθε μεγέθους και όχι από το συνολικό στόλο. Επιπλέον, τα διαθέσιμα δεδομένα των επιμέρους στόλων αφορούν ημερομηνίες μέχρι το 2015 και συνεπώς τα διαγράμματα δεν παρουσιάζουν το 2016 όπως συμβαίνει στα απόλυτα νούμερα παραπάνω. Από τα παραπάνω διαγράμματα προκύπτουν τα εξής συμπεράσματα όσον αφορά τις μεγαλύτερες συχνότητες εμφάνισης του κάθε τύπου ατυχήματος στην κάθε κατηγορία μεγέθους:

- Ατυχήματα Collision 1990-2003: Μεγαλύτερη συχνότητα εμφάνισης σε πλοία Capesize
- Ατυχήματα Collision 2004-2015: Μεγαλύτερη συχνότητα εμφάνισης σε πλοία Panamax και Capesize
- Ατυχήματα Contact 1990-2003: Μεγαλύτερη συχνότητα εμφάνισης σε πλοία Capesize

- Ατυχήματα Contact 2004-2015: Μεγαλύτερη συχνότητα εμφάνισης σε πλοία Panamax και Handymax
- Ατυχήματα Fire/Explosion 1990-2003: Μεγαλύτερη συχνότητα εμφάνισης σε πλοία Panamax και Handymax
- Ατυχήματα Fire/Explosion 2004-2015: Μεγαλύτερη συχνότητα εμφάνισης σε πλοία Capesize
- Ατυχήματα Foundered 1990-2003: Μεγαλύτερη συχνότητα εμφάνισης σε πλοία Capesize
- Ατυχήματα Foundered 2004-2015: Μεγαλύτερη συχνότητα εμφάνισης σε πλοία Panamax, Handysize και Handymax
- Ατυχήματα Hull/Mchy. Damage 1990-2003: Μεγαλύτερη συχνότητα εμφάνισης σε πλοία Capesize
- Ατυχήματα Hull/Mchy. Damage 2004-2015: Μεγαλύτερη συχνότητα εμφάνισης σε πλοία Capesize
- Ατυχήματα Wrecked/Stranded 1990-2003: Μεγαλύτερη συχνότητα εμφάνισης σε πλοία Capesize
- Ατυχήματα Wrecked/Stranded 2004-2015: Μεγαλύτερη συχνότητα εμφάνισης σε πλοία Panamax

## Θεωρητικό Κομμάτι Regression Analysis

Στο παρόν κομμάτι της διπλωματικής εργασίας θα ελεγχθεί το κατά πόσο ο μέσος όρος ηλικίας του στόλου των Bulk Carriers μπορεί να συσχετιστεί άμεσα με την ύπαρξη συγκεκριμένων τύπων σοβαρών ατυχημάτων. Η παραπάνω ανάλυση έγινε με χρήση της μεθόδου της παλινδρομικής ανάλυσης (Regression Analysis). Με την ανάλυση παλινδρόμησης μπορεί να εξεταστεί η σχέση μεταξύ δύο ή και περισσότερων μεταβλητών ώστε να μπορούν μελλοντικά να προβλεφθούν οι τιμές της μιας, μέσω των τιμών της άλλης (ή των άλλων αν έχουμε περισσότερες). Σε οποιοδήποτε πρόβλημα παλινδρόμησης διακρίνονται δύο είδη μεταβλητών:

- Ανεξάρτητες (γνωστές και ως ελεγχόμενες ή επεξηγηματικές)
- Εξαρτημένες( ή απόκρισης)

Όσον αφορά πειραματικές έρευνες, ανεξάρτητη μεταβλητή  $X$  είναι εκείνη η οποία μπορεί να ελεγχθεί και να καθοριστούν οι τιμές της. Εξαρτημένη μεταβλητή  $Y$  είναι η μεταβλητή στην οποία επιδρά το αποτέλεσμα των μεταβολών της ανεξάρτητης μεταβολής. Σε μη πειραματικές έρευνες δεν υπάρχει σαφής διάκριση των μεταβλητών καθώς δεν υπάρχει κάποια σαφώς ελεγχόμενη μεταβλητή. Στη δεδομένη περίπτωση θα επιχειρηθεί ανά τύπο ατυχήματος να παρουσιαστεί αν υπάρχει αύξηση ατυχημάτων με αύξηση του ετήσιου μέσου όρου ηλικίας. Δύο μεταβλητές ορίζονται ως τέλεια συσχετισμένες μεταξύ τους, εάν όλες οι τιμές που λαμβάνουν ικανοποιούν ακριβώς την εξίσωση παλινδρόμησης.

Το άθροισμα των τετραγώνων των αποκλίσεων όλων των τιμών που λαμβάνει το  $y$  από το μέσο όρο του  $y$  ορίζεται ως SST (Total Sum of Squares) και είναι:

$$SST = \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2$$

Το άθροισμα των τετραγώνων των αποκλίσεων όλων των τιμών της παλινδρόμησης  $f(x_i)$  από το μέσο όρο  $y$  ορίζεται ως SSR (Sum of Squares due to Regression) και είναι:

$$SSR = \sum_{i=1}^n (f(x_i) - \bar{y})^2$$

Έχοντας δημιουργήσει ένα διάγραμμα διασποράς με τα σημεία  $(X_1, Y_1)$  , .. $(X_n, Y_n)$ , για μια συγκεκριμένη τιμή  $X_i$  θα υπάρχει διαφοροποίηση μεταξύ της τιμής  $Y_i$  και της τιμής

που προκύπτει από την καμπύλη  $f(X_i)$ . Αυτή η διαφορά ορίζεται ως απόκλιση ή σφάλμα (Deviation) και είναι  $d_i = y_i - f(x_i)$ .

Το άθροισμα των τετραγώνων των  $d_i$  ονομάζεται SSE (Sum of Squares due to Error) και είναι:

$$SSE = d_1^2 + d_2^2 + \dots + d_n^2 = \sum_{i=1}^n d_i^2 = \sum_{i=1}^n (y_i - f(x_i))^2$$

Και συνεπώς θα ισχύει:

$$SST = SSE + SSR \rightarrow \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2 = \sum_{i=1}^n (y_i - f(x_i))^2 + \sum_{i=1}^n (f(x_i) - \bar{y})^2$$

Ο συντελεστής συσχέτισης  $R$  παρουσιάζει το πόσο καλά προσεγγίζει η υποτιθέμενη εξίσωση τα δεδομένα. Ο συντελεστής προσδιορισμού  $R^2$  παρουσιάζει ποιο ποσοστό της συνολικής διακύμανσης στα δεδομένα που βρίσκονται γύρω από το μέσο όρο περιγράφει η προσέγγιση. Για το  $R^2$  ισχύει:

$$R^2 = \frac{SSR}{SST} = 1 - \frac{SSE}{SST} \rightarrow R^2 = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n (y_i - f(x_i))^2}{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}$$

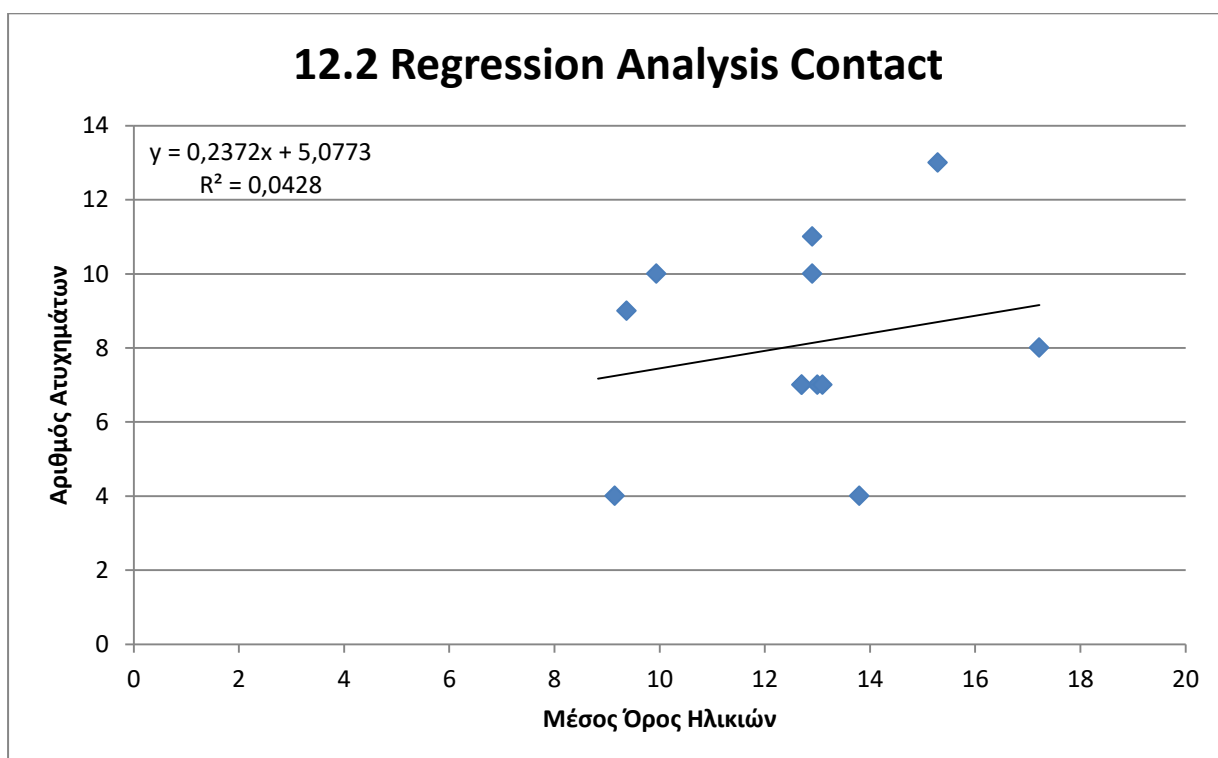
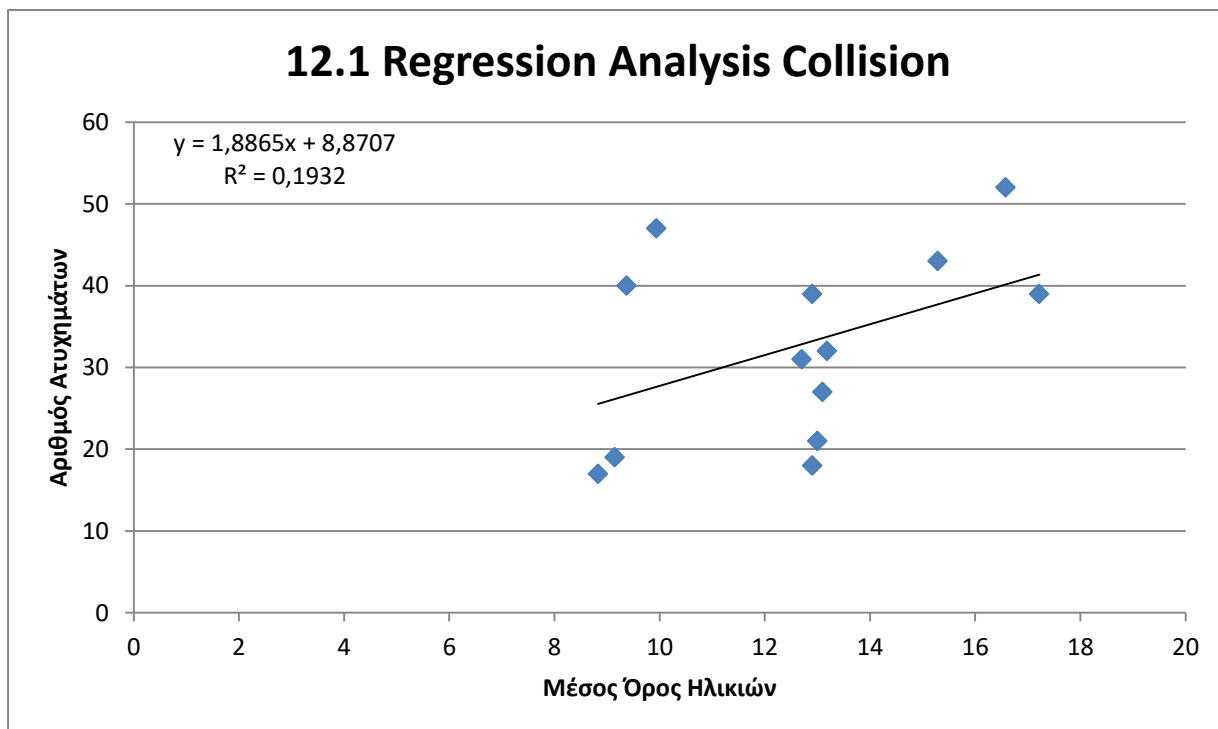
Οι τιμές που μπορεί να λάβει είναι μεταξύ του 0 και του 1. Η καλύτερη δυνατή προσέγγιση σημαίνει ότι λαμβάνει τιμές κοντά στο 1. Για παράδειγμα μια τιμή του ίση με 0,9 σημαίνει ότι το 90% της συνολικής διακύμανσης περιγράφει δεδομένα γύρω από το μέσο όρο.

Στην παρούσα διπλωματική εργασία η παραπάνω ανάλυση θα πραγματοποιηθεί για σοβαρά ατυχήματα από το 2000 και μετά, καθώς λόγω μη πληρότητας δεδομένων τα προηγούμενα έτη δεν είναι σαφή τα αποτελέσματα. Για τον ίδιο λόγο έχουν αφαιρεθεί και κάποιες ακραίες τιμές που διαφοροποιούσαν αρκετά το αποτέλεσμα. Η ανάλυση αφορά σε πρώτο βαθμό απόλυτα νούμερα ατυχημάτων και εν συνεχεία αφορά τις συχνότητες εμφάνισης ατυχημάτων. Το κάθε σημείο  $(x, y)$  στα παρακάτω διαγράμματα αφορά:

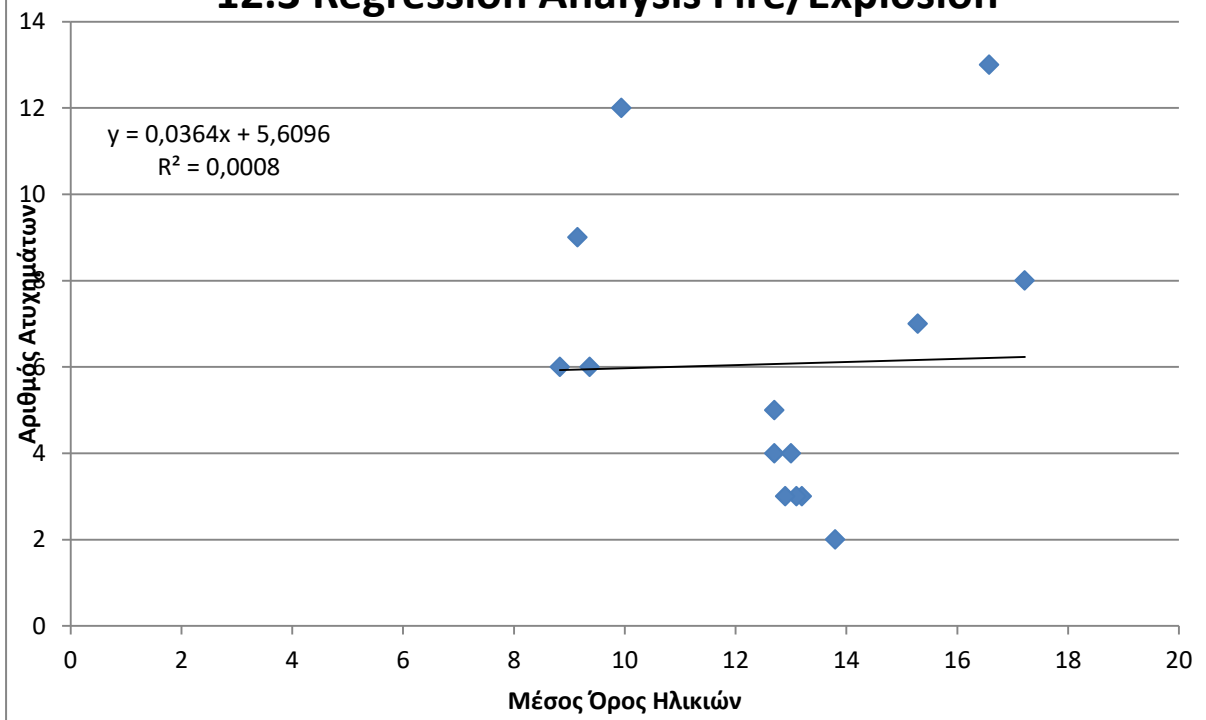
- $X$ = μέσο όρο ηλικίας έτους
- $Y$ = ατυχήματα του συγκεκριμένου τύπου στο ίδιο έτος

## Regression Analysis και Διαγράμματα

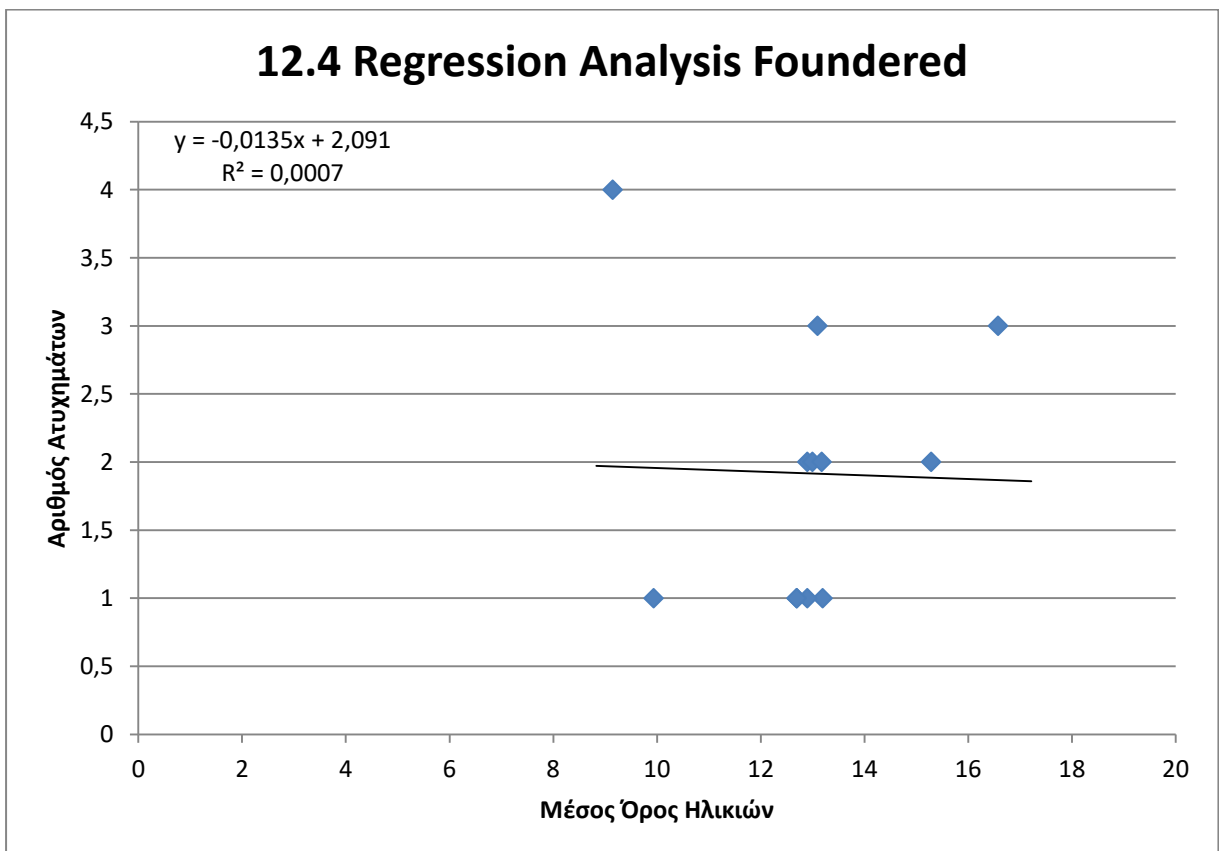
Παρακάτω παρατίθενται τα διαγράμματα που προέκυψαν πραγματοποιώντας την παραπάνω ανάλυση σε Microsoft Excel( διαγράμματα 12.1 έως 12.6 για τις απόλυτες τιμές των ατυχημάτων και διαγρ. 13.1 έως 13.6 για τις συχνότητες):



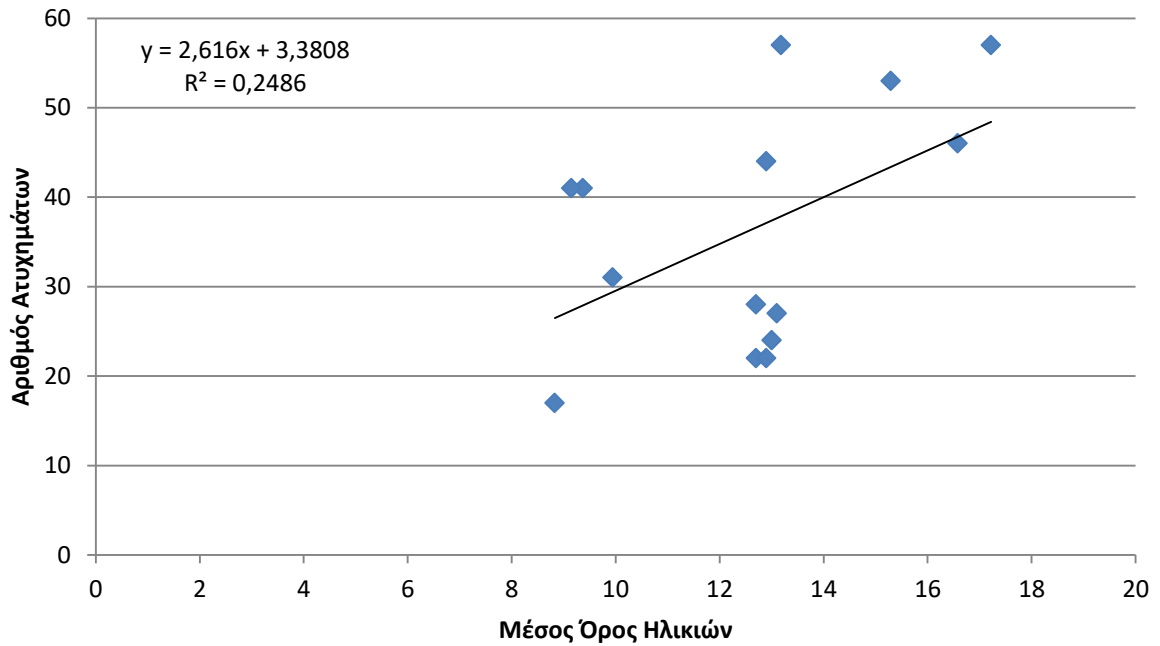
### 12.3 Regression Analysis Fire/Explosion



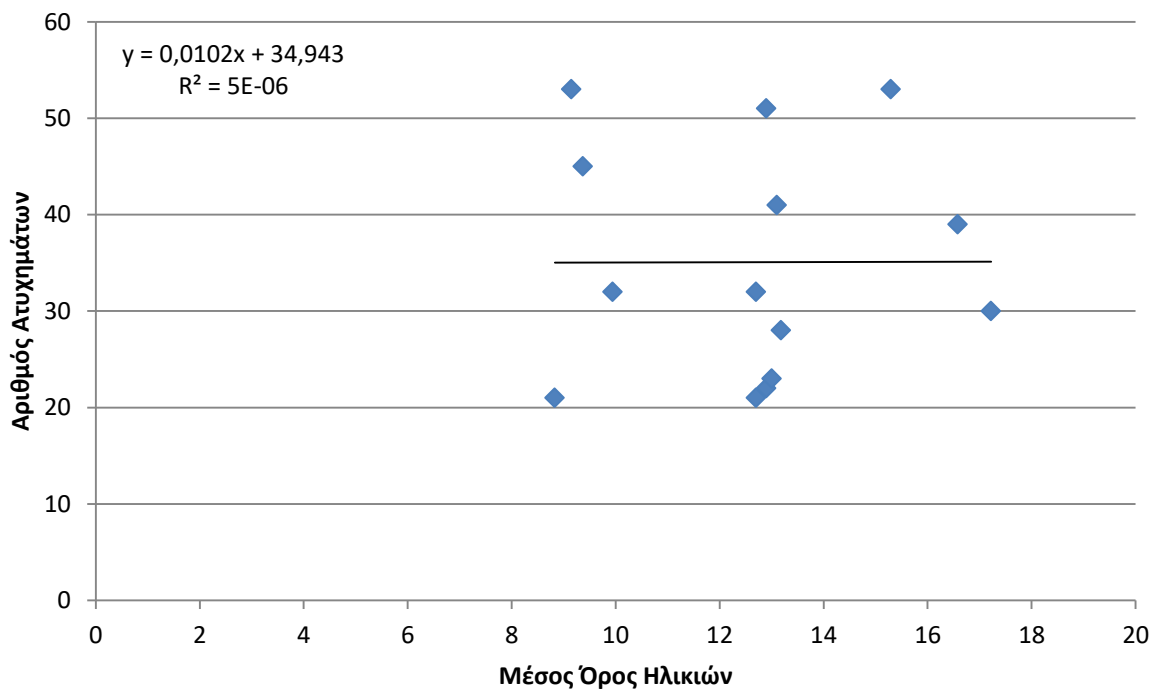
### 12.4 Regression Analysis Foundered



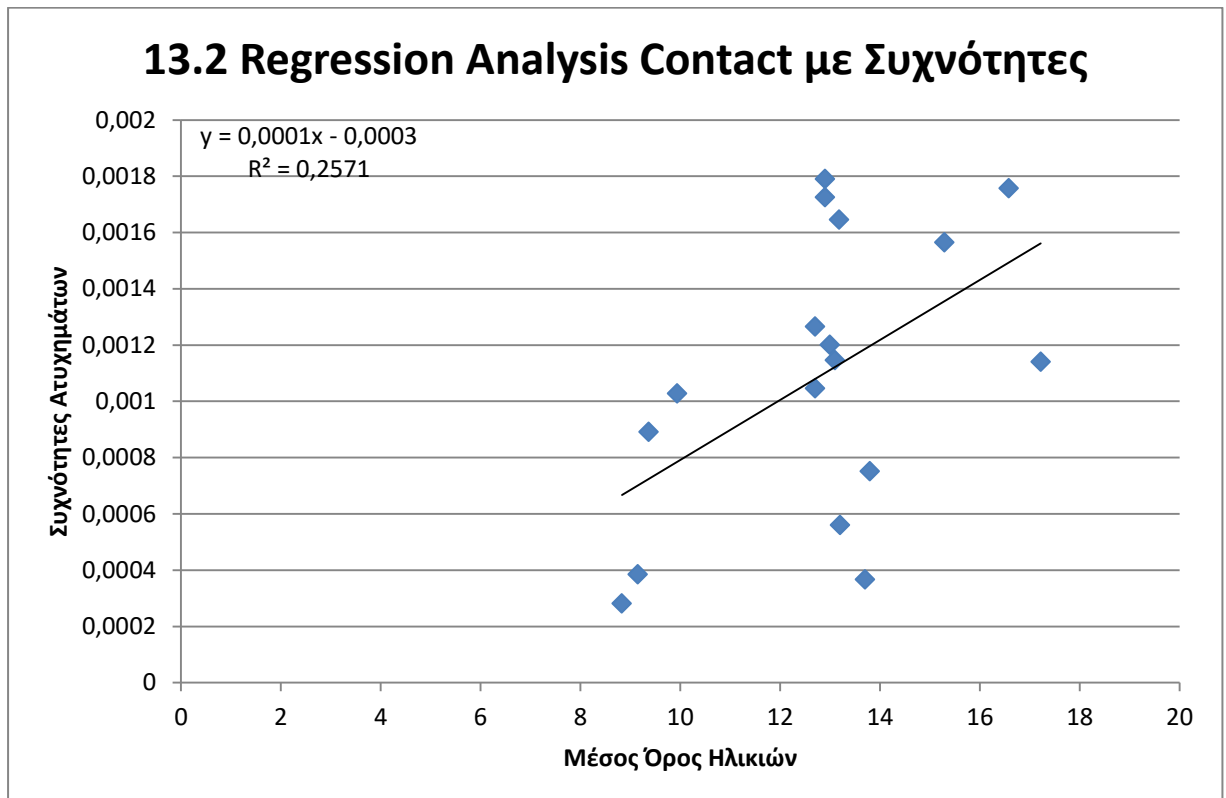
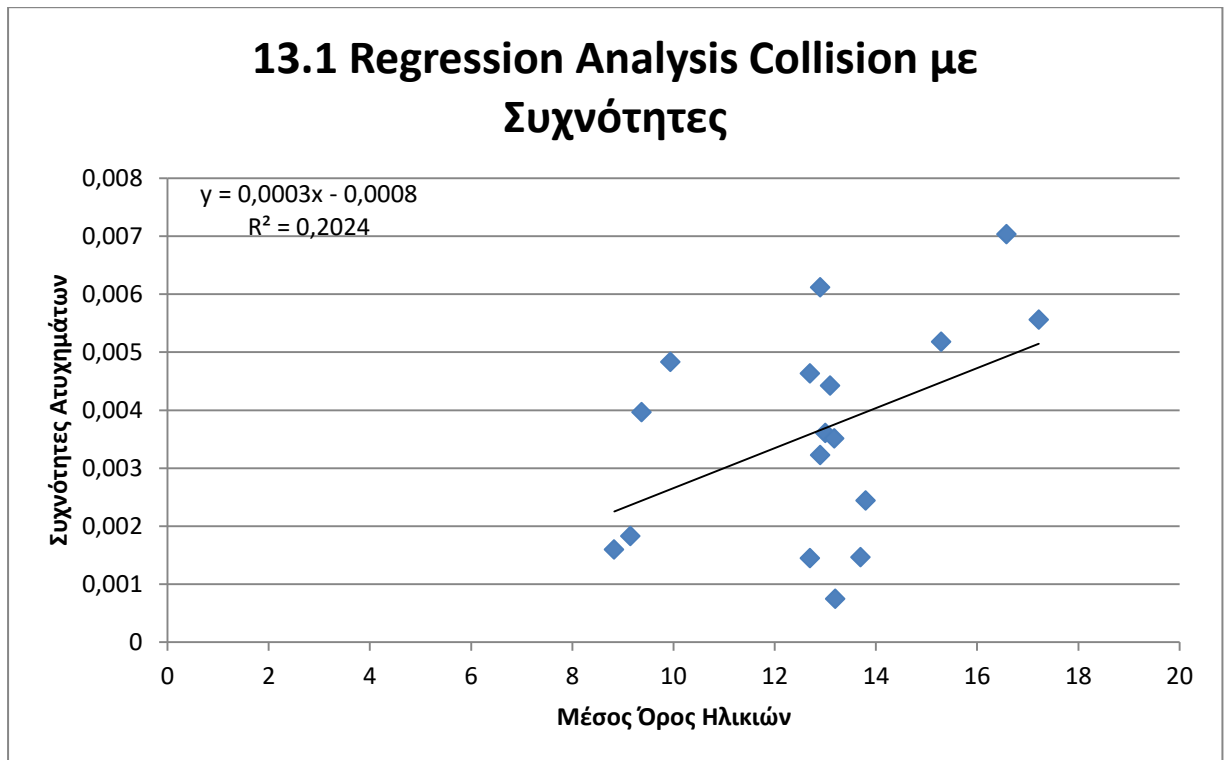
### 12.5 Regression Analysis Hull/Mchy. Damage



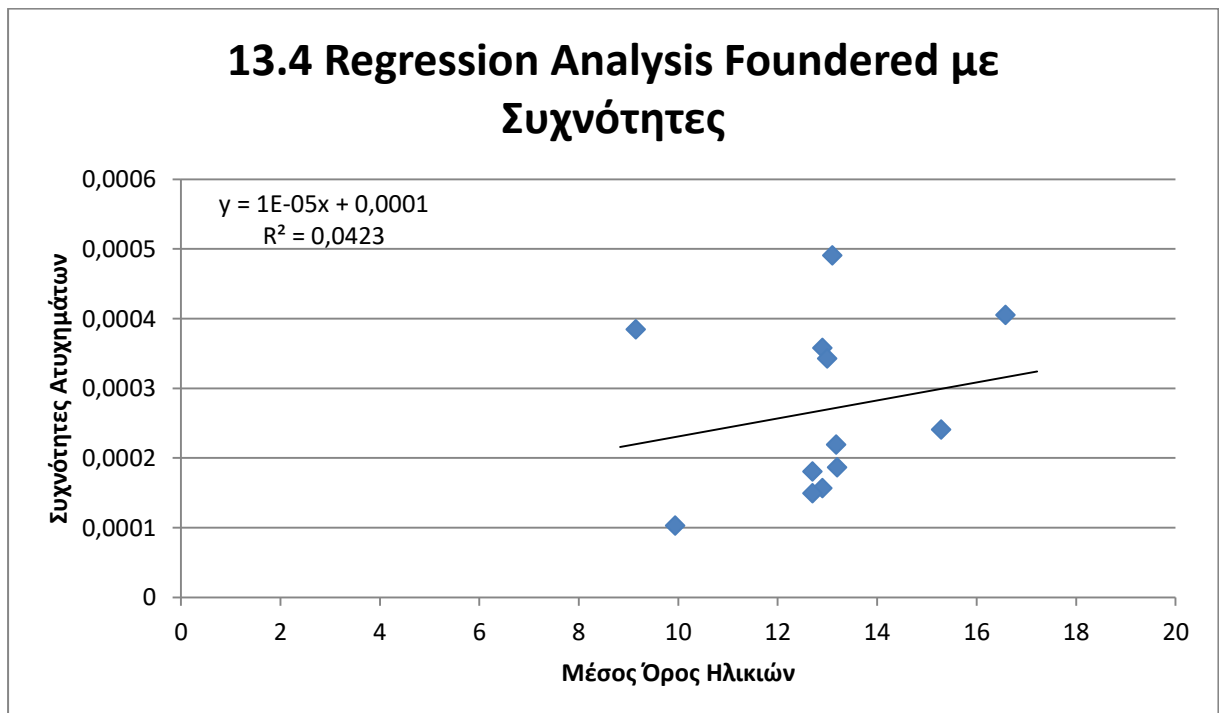
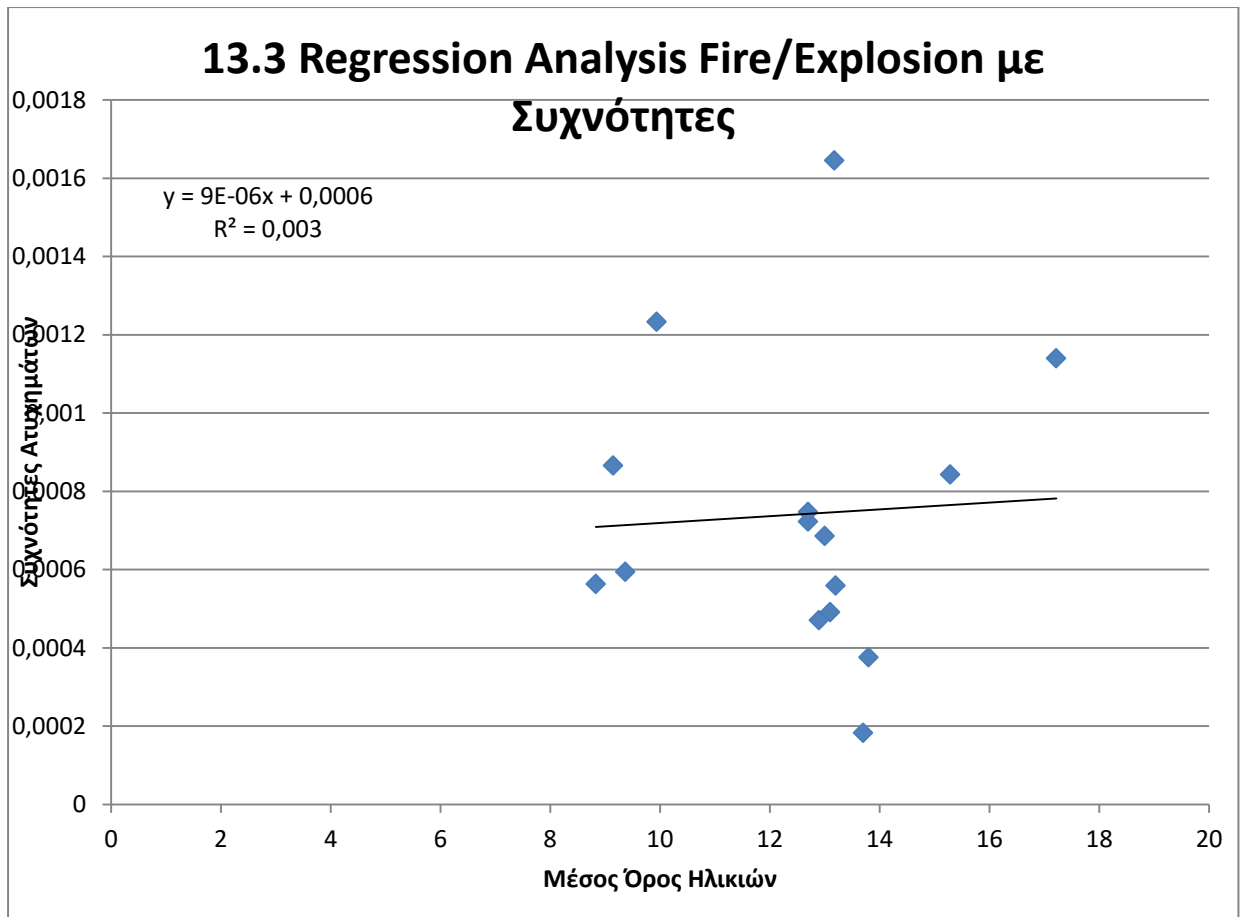
### 12.6 Regression Analysis Wrecked/Stranded



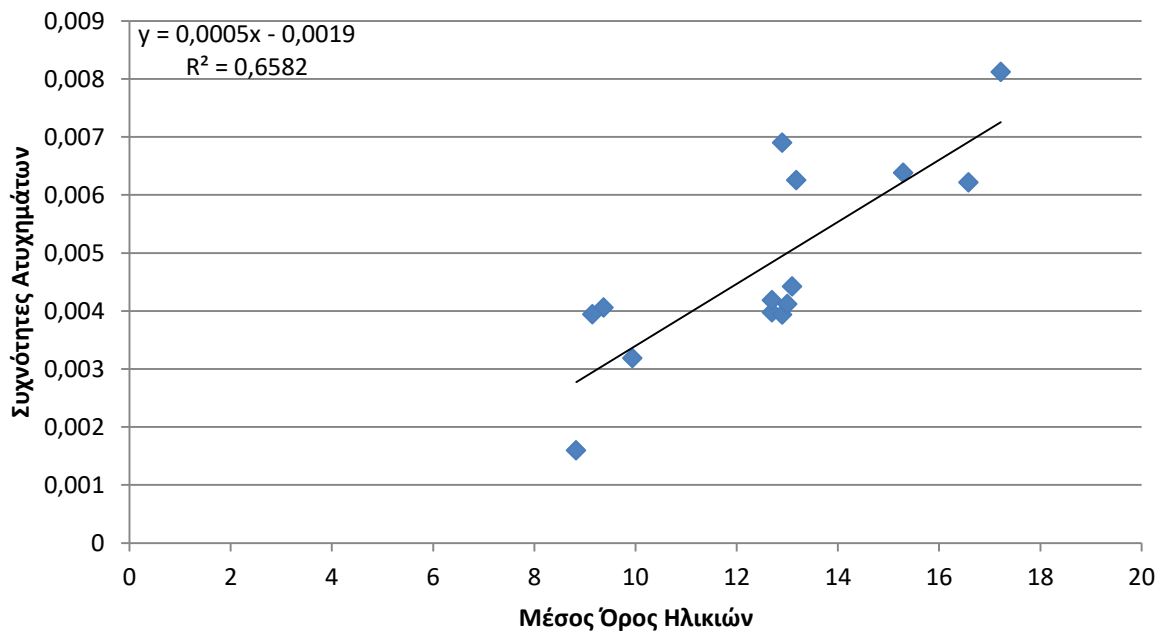
## Regression Analysis Με Συχνότητες Ατυχημάτων



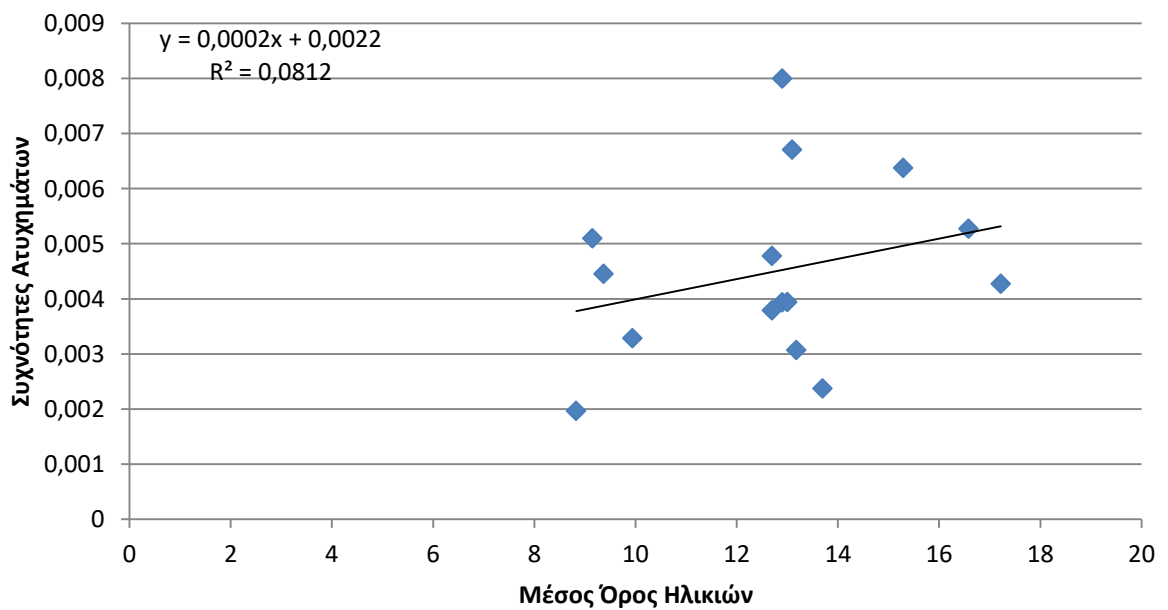




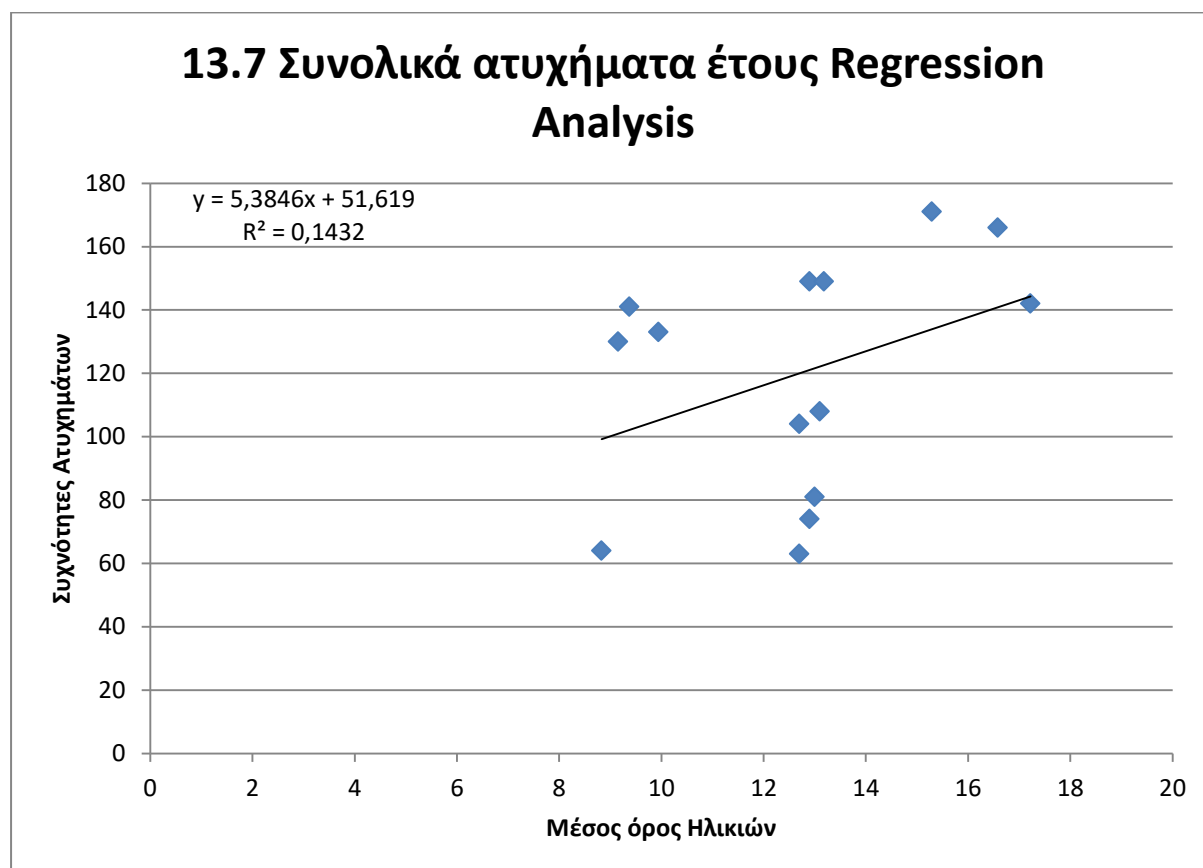
### 13.5 Regression Analysis Hull/Mchy. Damage με Συχνότητες



### 13.6 Regression Analysis Wrecked/Stranded με Συχνότητες



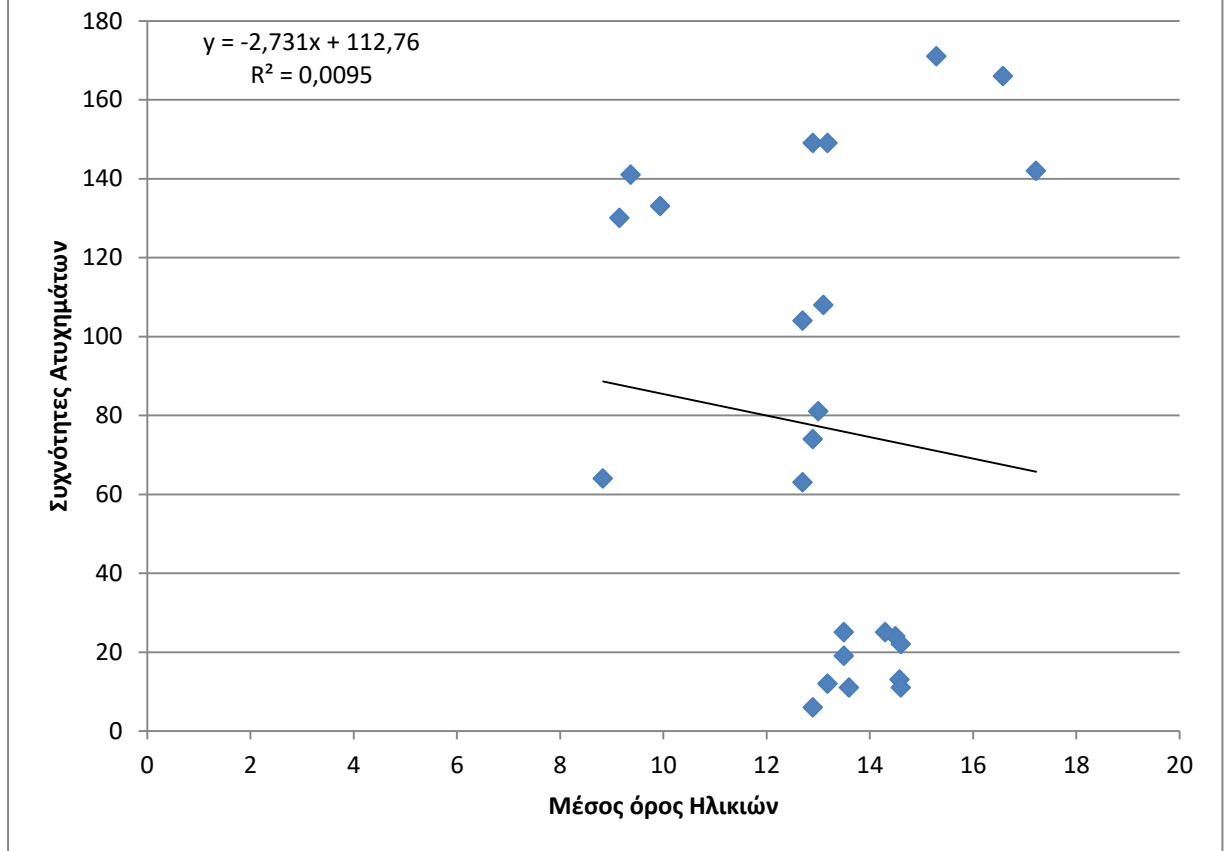
Παρακάτω παρουσιάζεται η αντίστοιχη ανάλυση για τα συνολικά σοβαρά ατυχήματα (διάγραμμα 13.7):



Όπως φαίνεται παραπάνω σε κανέναν τύπο ατυχήματος δεν προέκυψε άμεση συσχέτιση με τον ηλικιακό μέσο όρο. Στα ατυχήματα που σχετίζονται με τη γάστρα του πλοίου ή με μηχανολογικές βλάβες παρουσιάζεται η μεγαλύτερη συσχέτιση, κάτι το οποίο είναι λογικό καθώς μεγαλύτερη ηλικία πλοίων σημαίνει και περισσότερες πιθανότητες για τέτοιου είδους ατυχήματα. Οι εξισώσεις που προκύπτουν μπορούν να δώσουν μια προσέγγιση των πιθανών ατυχημάτων για δεδομένο ηλικιακό μέσο όρο.

Σε όλα τα παραπάνω διαγράμματα για να εξαχθούν πιο ασφαλή συμπεράσματα έχουν παρουσιαστεί τα δεδομένα από το 2000 και μετά και έχουν αφαιρεθεί οι ακραίες τιμές ώστε να ήταν δυνατό να ελεγχθεί στο μέγιστο το κατά πόσο προκύπτει συσχέτιση μεταξύ των δύο εξεταζόμενων μεγεθών. Παρακάτω παρουσιάζεται το διάγραμμα 13.7 με όλες τις τιμές και για όλα τα έτη ώστε να γίνει αντιληπτή η ακόμα μεγαλύτερη έλλειψη συσχέτισης όταν εξετάζονται όλα τα δεδομένα:

### 13.8 Συνολικά ατυχήματα έτους Regression Analysis με ακραίες τιμές



## Συμπεράσματα και Προτάσεις για Μελλοντική Έρευνα

Όσον αφορά αρχικά τη συσχέτιση ηλικιακού μέσου όρου και ατυχημάτων (συνολικά και ανά τύπο) προέκυψε ότι δεν υπάρχει σαφής σύνδεση με την ηλικία. Παρόλο που υπάρχει σχέση που περιγράφει το πως οι δύο αυτές μεταβλητές επηρεάζονται, οι τιμές του  $R^2$  δεν είναι τέτοιες που να παρέχουν αξιόπιστη σχέση συσχέτισης. Από τα διαγράμματα Stacked προέκυψε μια ετήσια σύγκριση σε απόλυτα νούμερα αλλά και σε συχνότητες των σοβαρών ανά κατηγορία μεγέθους. Σε όλα τα σημεία που παρουσιάζονται συχνότητες δεν χρησιμοποιείται ο συνολικός στόλος των Bulk Carriers, αλλά ο επιμέρους της κάθε κατηγορίας. Οι τύποι ατυχημάτων παρουσιάζουν μεγαλύτερες συχνότητες εμφάνισης σε πλοία Capesize και Panamax. Εκτός από τη διαδικασία Regression Analysis παρουσιάστηκαν σε διαγράμματα όλοι οι τύποι ατυχημάτων σε όλα τα έτη απο το 1990 ως το 2016. Συνεπώς, είναι εμφανή τα ατυχήματα που παρουσιάζονται σε μεγαλύτερο βαθμό καθώς και τα έτη που υπήρξαν τα περισσότερα συμβάντα. Επιπλέον, στα διαγράμματα που αφορούν τον αριθμό των ατυχημάτων για κάθε έτος γίνεται και σύγκριση με το μέσο όρο όλων των ετών και φαίνεται σε ποια έτη υπήρξαν περισσότερα από τις μέσες τιμές.

Όσον αφορά μελλοντική έρευνα που μπορεί να πραγματοποιηθεί υπάρχουν οι παρακάτω προτάσεις που θα μπορούσαν να ληφθούν υπόψη. Αρχικά, πέραν της διασύνδεσης με τις αντίστοιχες ηλικιακές κατανομές μπορεί να πραγματοποιηθεί σύνδεση του αριθμού των ατυχημάτων με την εμπειρία είτε με την εκπαίδευση του πληρώματος στην κάθε περίπτωση. Επιπλέον, μπορεί να πραγματοποιηθεί έρευνα πάνω στην αντιμετώπιση ατυχημάτων που προκαλούν απώλειες ανθρώπινης ζωής ή σοβαρής περιβαλλοντικής ρύπανσης.

## Παράρτημα 1

Έτος	Ανάπτυξη στόλου σε Panamax Bulkcarrier σε αριθμό	Ανάπτυξη στόλου σε Panamax Bulkcarrier σε εκατομμύρια DWT
1970	88	5,41
1971	97	7,03
1972	112	8,08
1973	134	9,62
1974	161	11,44
1975	186	13,14
1976	213	15,01
1977	249	17,42
1978	292	20,34
1979	311	21,64
1980	319	22,21
1981	339	23,58
1982	407	28,35
1983	481	33,43
1984	537	37,22
1985	583	40,18
1986	583	40,13
1987	575	39,31
1988	588	40,07
1989	597	40,63
1990	628	42,72
1991	652	44,33
1992	666	45,37
1993	661	45,02
1994	688	46,94
1995	739	50,53
1996	798	54,92
1997	828	57,15
1998	884	61,29
1999	905	62,95
2000	939	65,52
2001	996	69,93
2002	1.076	76,17
2003	1.108	78,89
2004	1.122	80,05

2005	1.202	86,21
2006	1.297	93,61
2007	1.395	101,51
2008	1.474	107,93
2009	1.548	114,16
2010	1.617	120,27
2011	1.787	134,71
2012	1.975	151,61
2013	2.174	169,84
2014	2.347	184,92
2015	2.442	193,31
2016		198,19
2017		203,37

<b>Έτος</b>	<b>Ανάπτυξη στόλου σε Handymax Bulkcarrier σε αριθμό</b>	<b>Ανάπτυξη στόλου σε Handymax Bulkcarrier σε εκατομμύρια DWT</b>
1970	271	13,36
1971	292	14,42
1972	307	15,16
1973	322	15,92
1974	343	16,97
1975	376	18,61
1976	404	19,99
1977	437	21,57
1978	467	22,94
1979	487	23,79
1980	489	23,85
1981	496	24,21
1982	505	24,61
1983	526	25,47

1984	542	26,09
1985	591	28,19
1986	542	30,16
1987	537	29,65
1988	529	29,20
1989	533	29,33
1990	553	30,21
1991	577	31,28
1992	702	32,36
1993	706	32,49
1994	709	32,63
1995	757	34,71
1996	831	38,04
1997	892	40,65
1998	944	43,04
1999	984	44,84
2000	991	45,08
2001	1.012	46,06
2002	1.093	50,18
2003	1.173	54,29
2004	1.226	57,09
2005	1.306	51,28
2006	1.407	56,75
2007	1.499	71,69
2008	1.598	77,07
2009	1.715	83,61
2010	1.876	92,78
2011	2.198	111,11
2012	2.543	130,91
2013	2.809	146,91
2014	2.991	157,83
2015	3.114	165,80
2016		177,97
2017		189,19

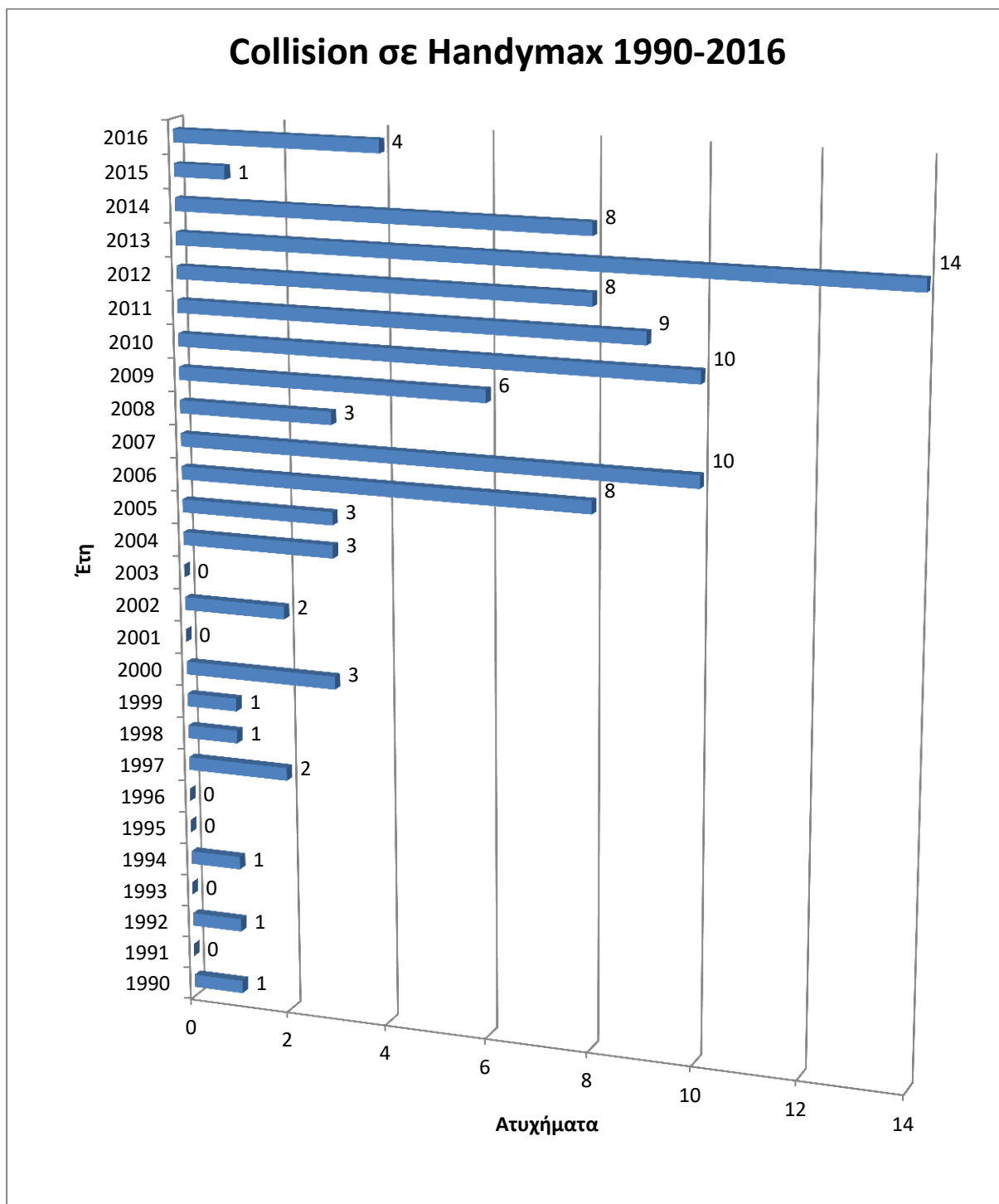


<b>Έτος</b>	<b>Ανάπτυξη στόλου σε Handysize Bulkcarrier σε αριθμό</b>	<b>Ανάπτυξη στόλου σε Handysize Bulkcarrier σε εκατομμύρια DWT</b>
1970	1.682	36,90
1971	1.810	40,14
1972	1.964	44,09
1973	2.145	49,05
1974	2.282	53,09
1975	2.422	56,85
1976	2.570	60,28
1977	2.774	65,37
1978	3.024	72,09
1979	3.131	75,09
1980	3.171	76,56
1981	3.219	78,25
1982	3.329	81,26
1983	3.413	84,00
1984	3.438	85,59
1985	3.482	88,72
1986	3.414	88,16
1987	3.285	85,24
1988	3.197	83,30
1989	3.160	82,48
1990	3.150	82,41
1991	3.123	81,92
1992	3.105	81,61
1993	3.100	81,59
1994	3.077	81,13
1995	3.053	80,62
1996	3.096	81,77
1997	3.087	81,58
1998	3.081	81,47
1999	2.976	78,58
2000	2.906	76,85
2001	2.846	75,35
2002	2.768	73,23
2003	2.711	71,74
2004	2.675	70,79

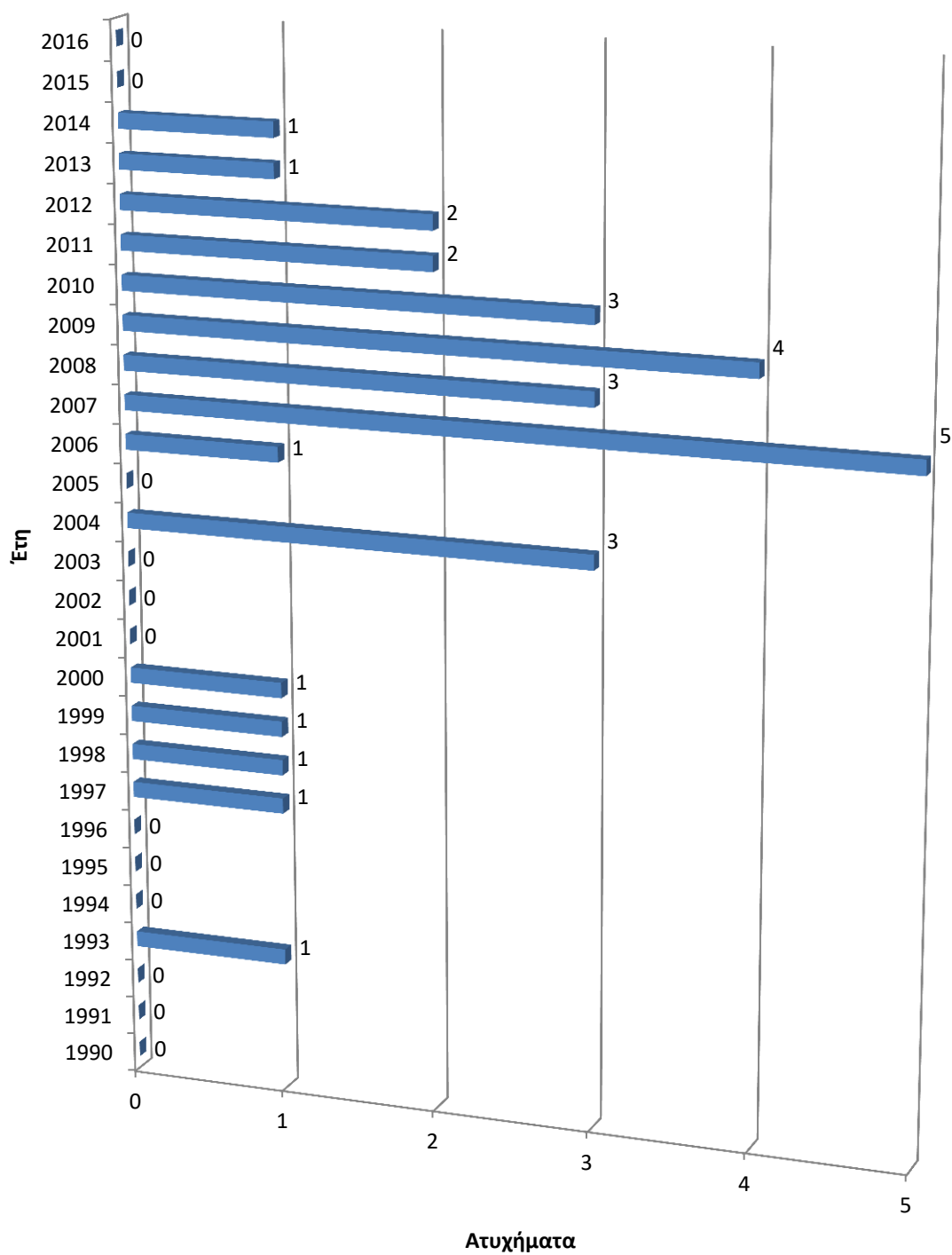
2005	2.713	72,11
2006	2.746	73,11
2007	2.770	73,58
2008	2.853	75,61
2009	2.929	77,31
2010	2.946	77,65
2011	3.156	84,08
2012	3.232	87,87
2013	3.240	89,27
2014	3.195	88,72
2015	3.204	89,80
2016		91,60
2017		93,37

## Παράρτημα 2

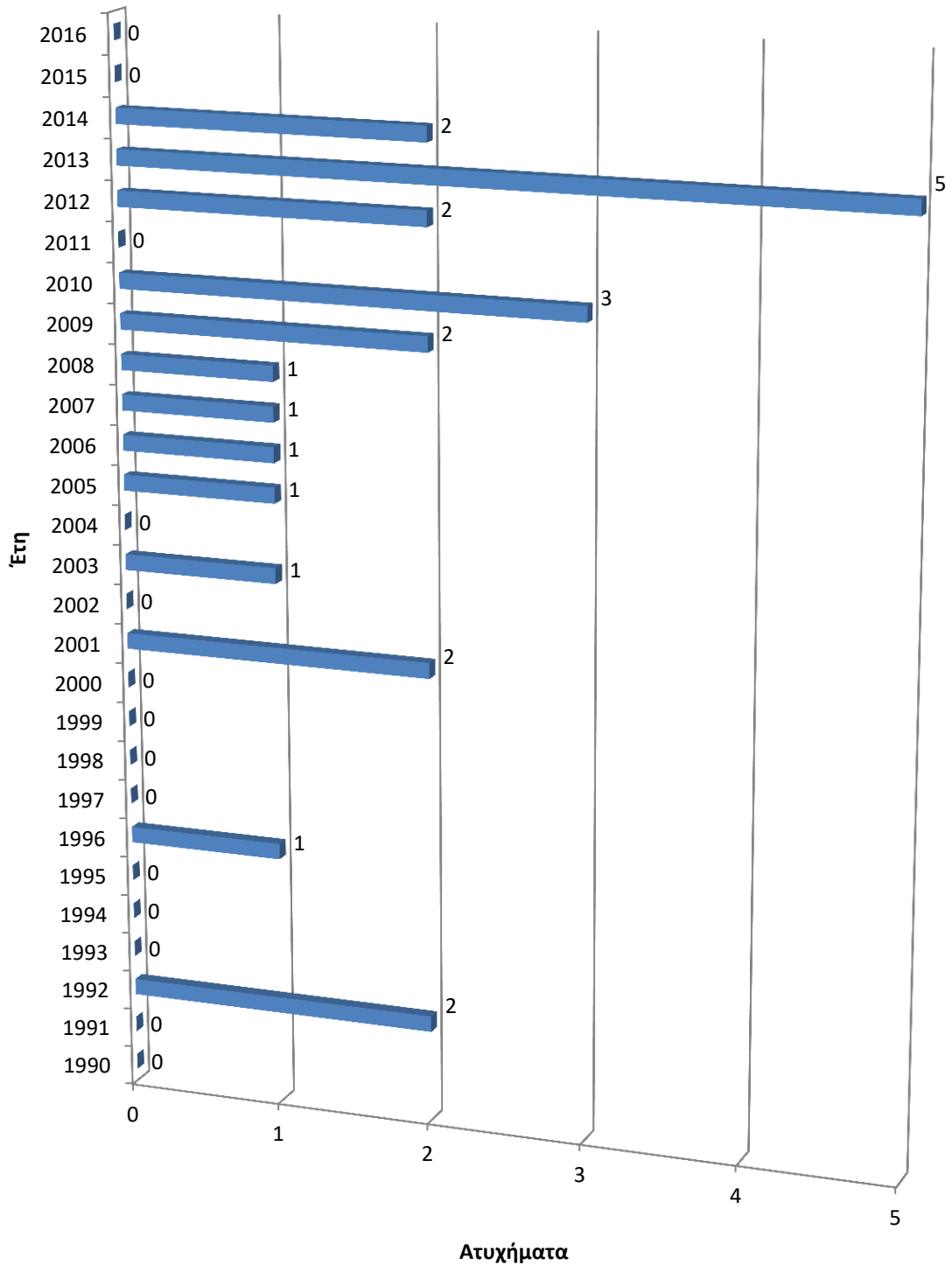
### Handymax



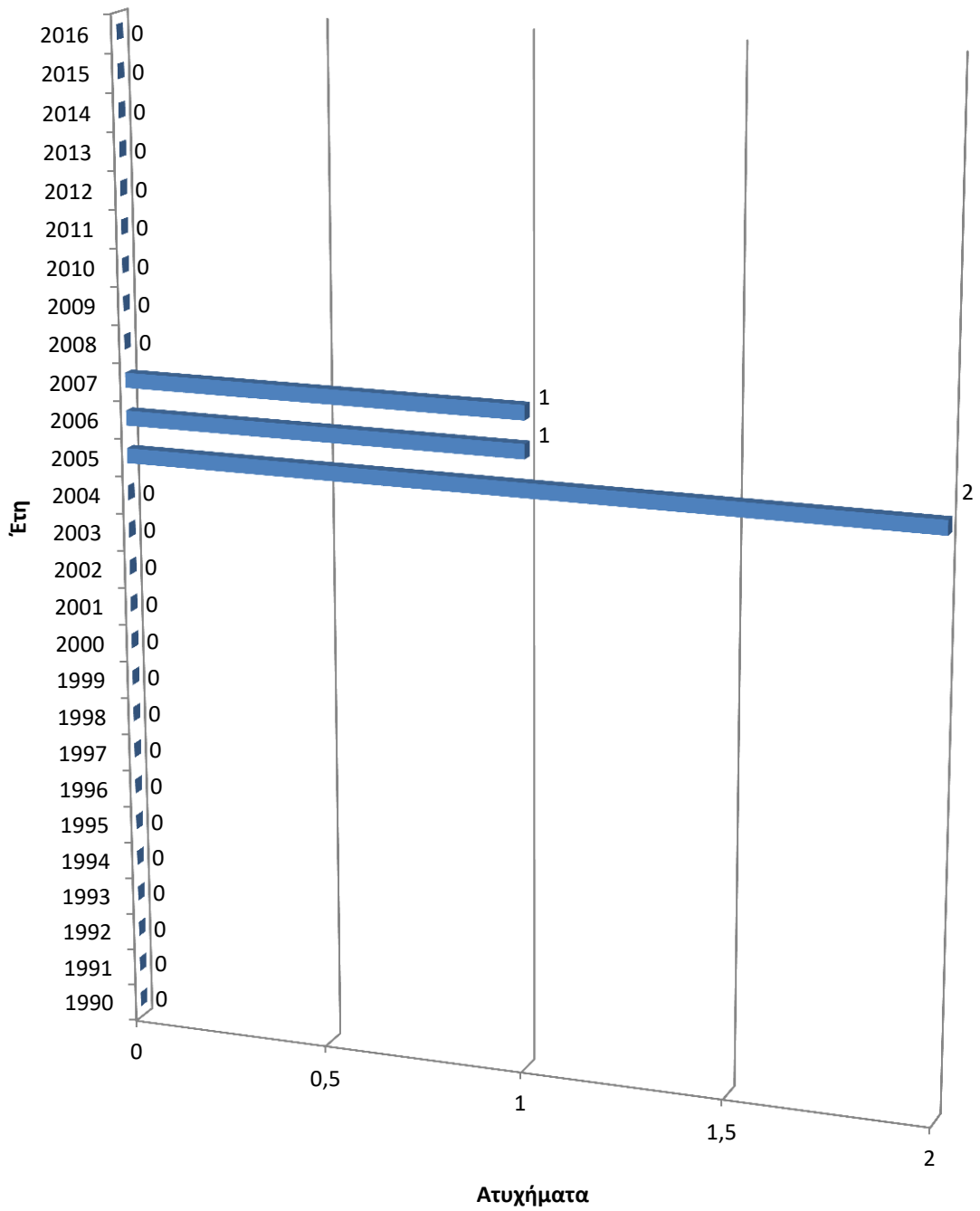
## Contact σε Handymax 1990-2016



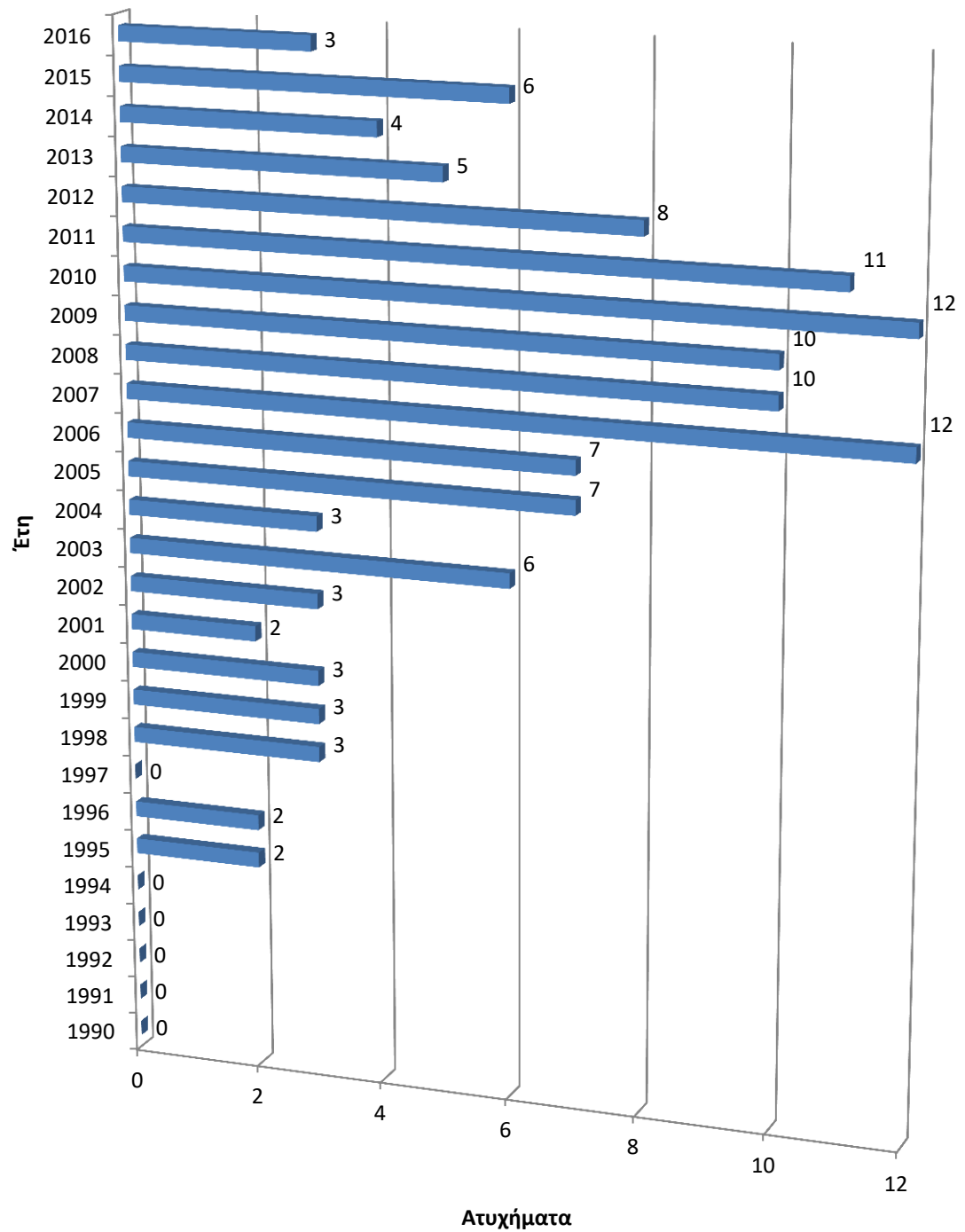
## Fire/Explosion σε Handymax 1990-2016



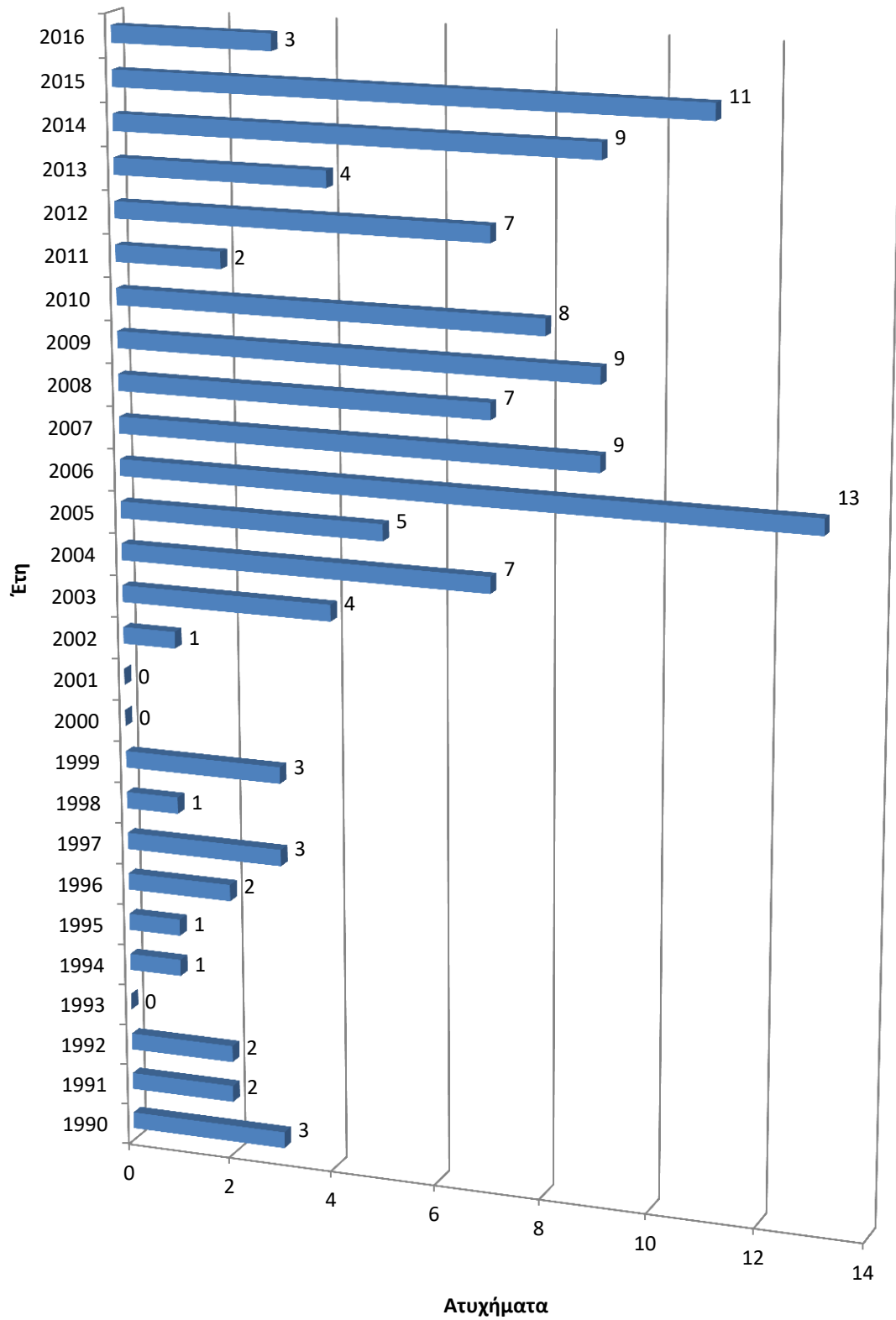
## Foundered σε Handymax 1990-2016



## Hull/Mchy. Damage σε Handymax 1990-2016



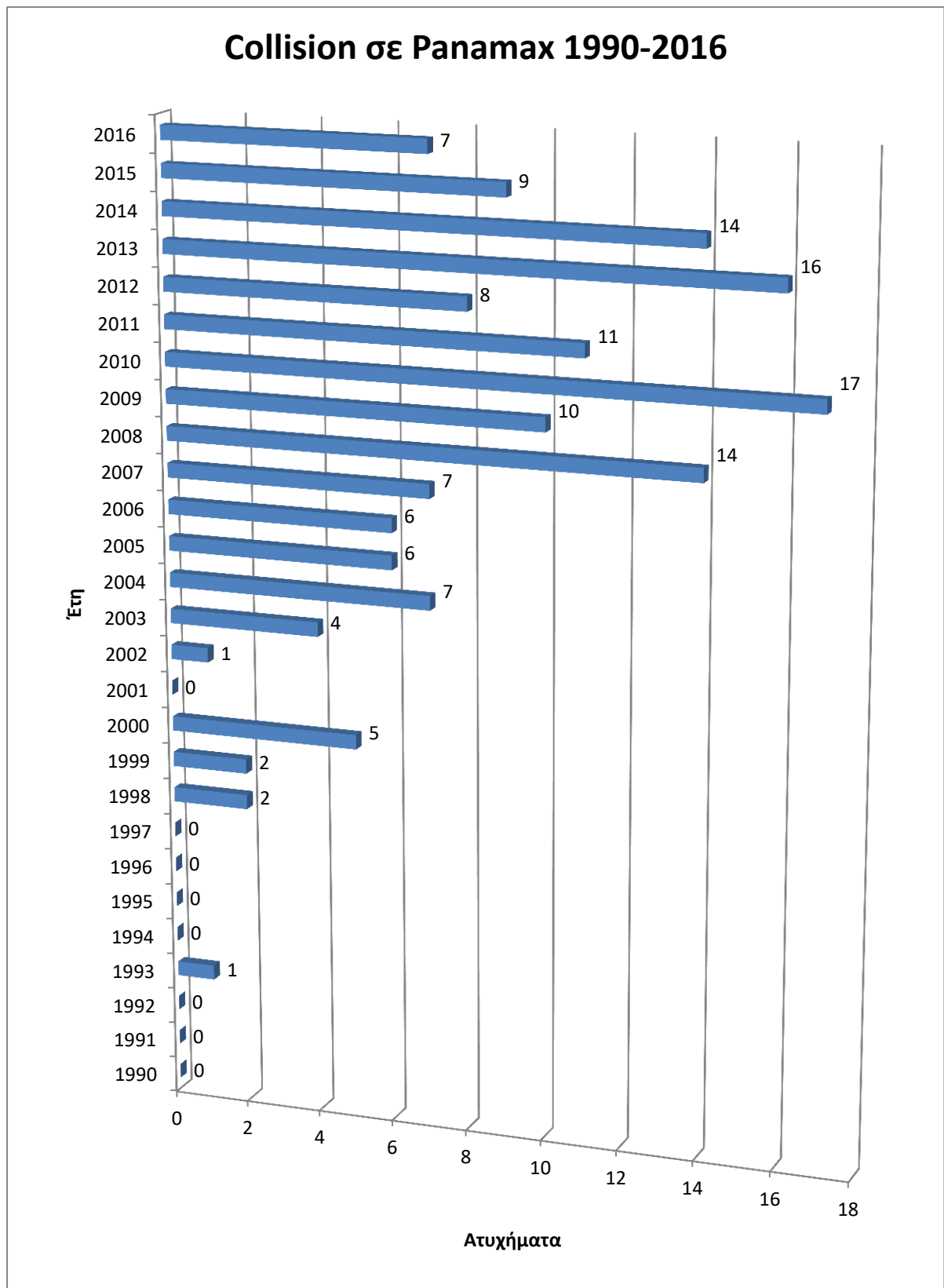
## Wrecked/Stranded σε Handymax 1990-2016



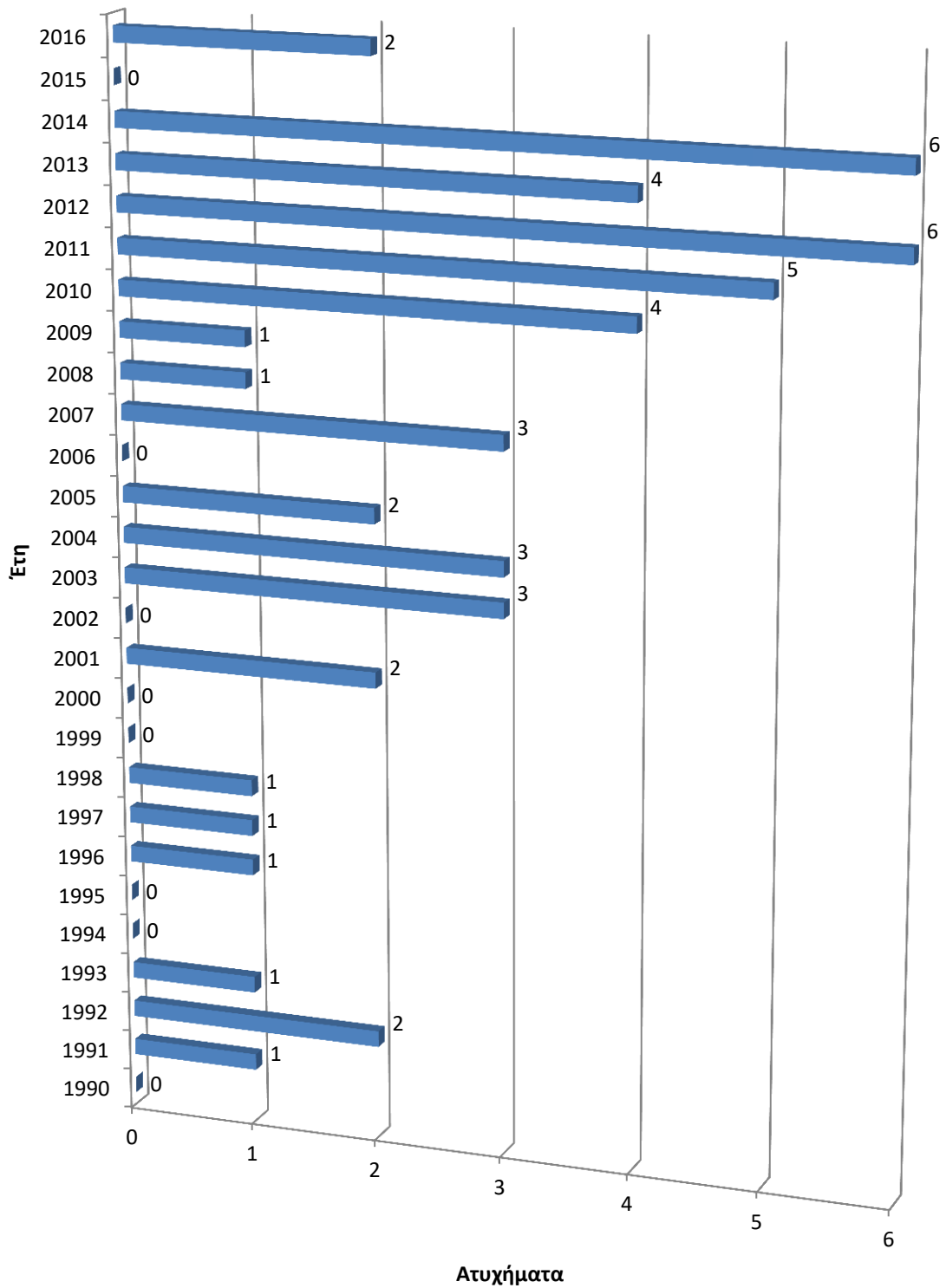


## Panamax

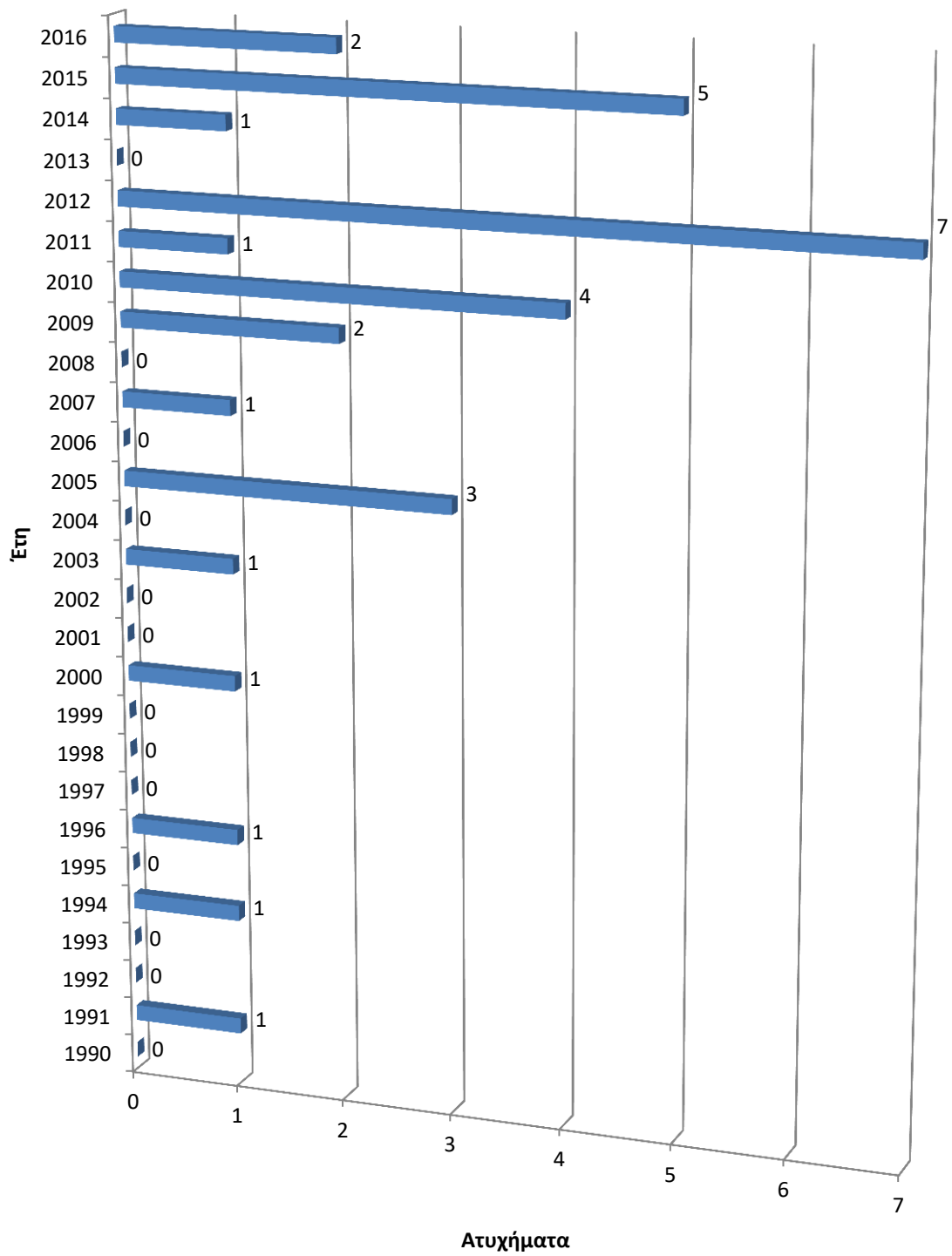
### Collision σε Panamax 1990-2016



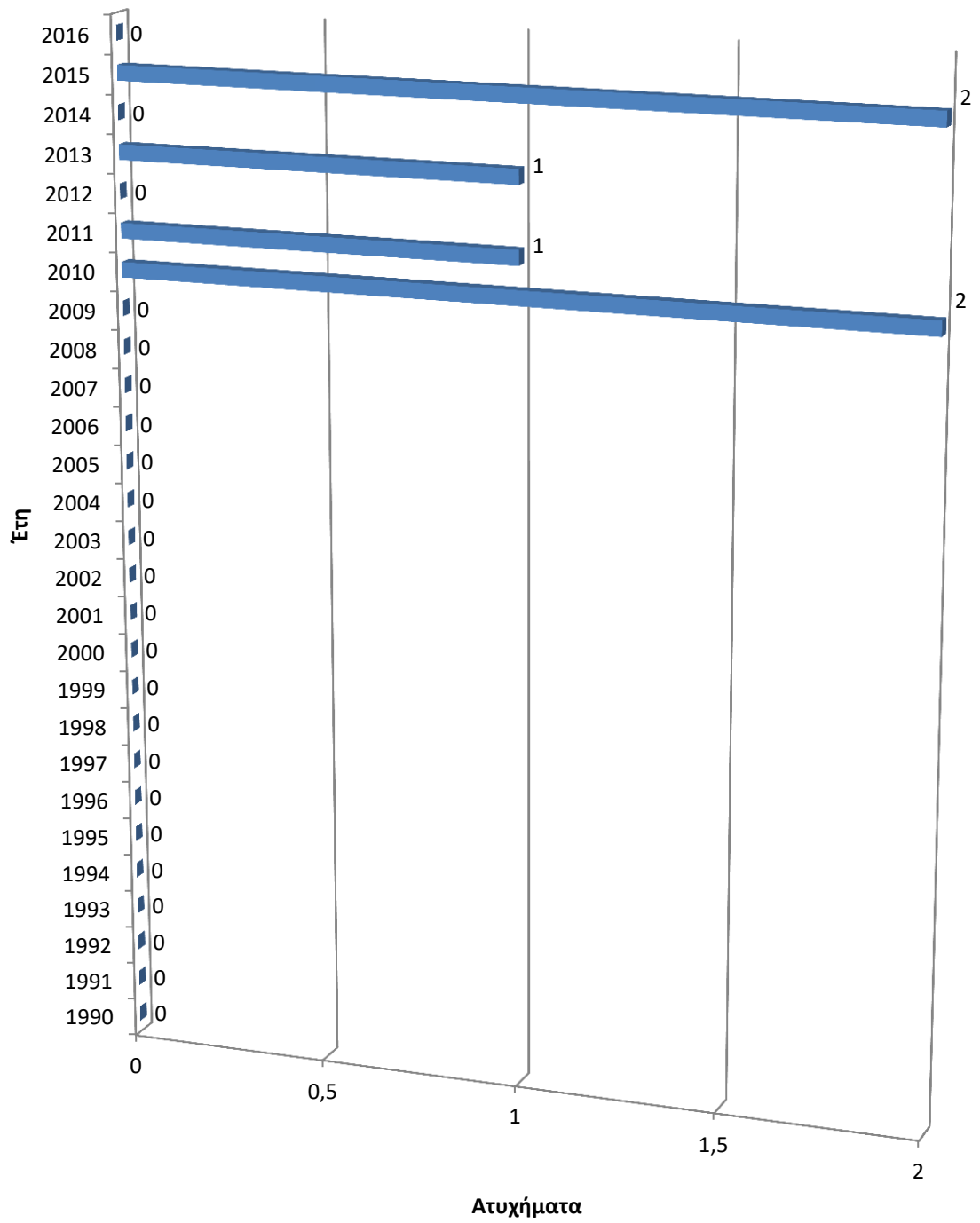
## Contact σε Panamax 1990-2016



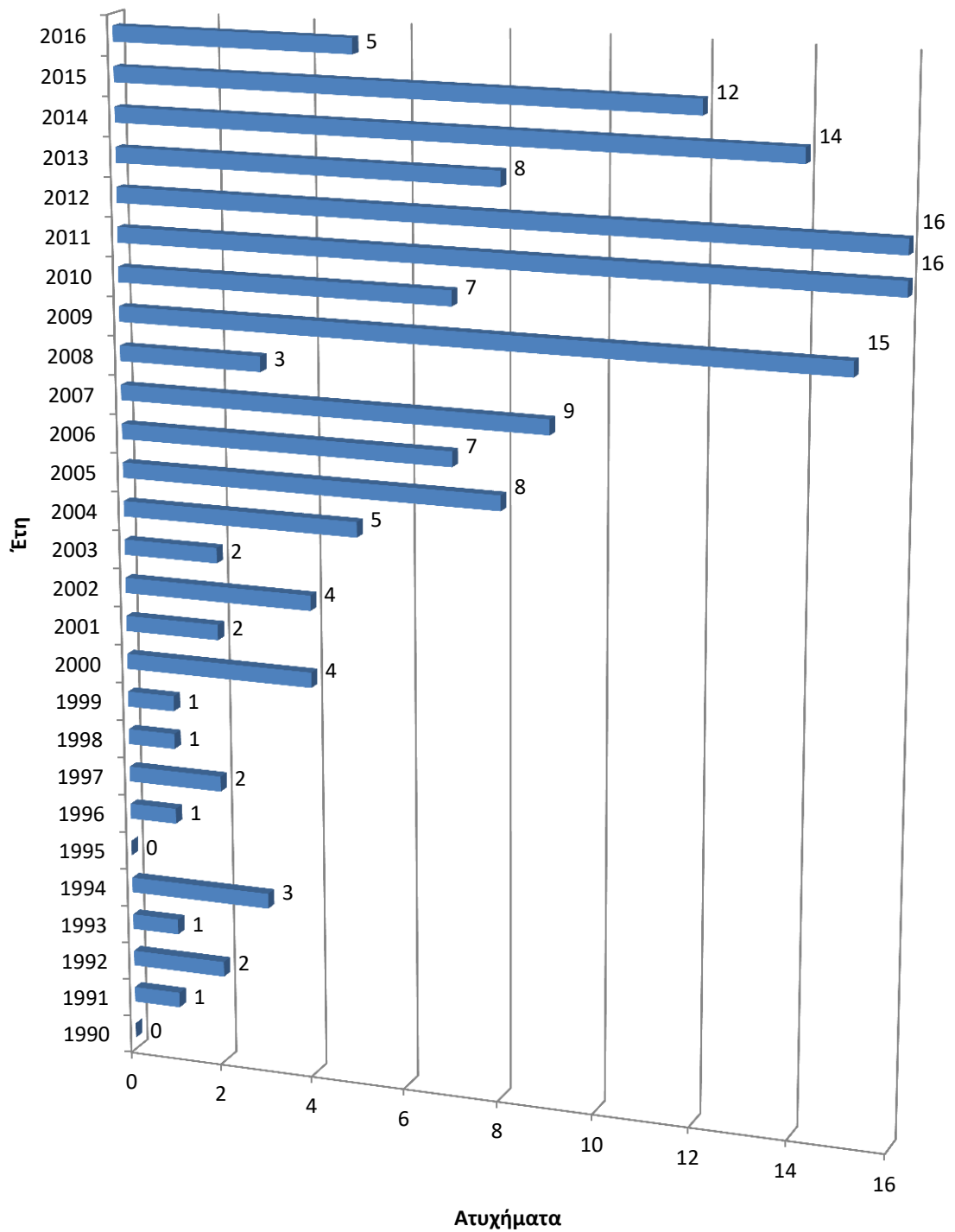
## Fire/Explosion σε Panamax 1990-2016



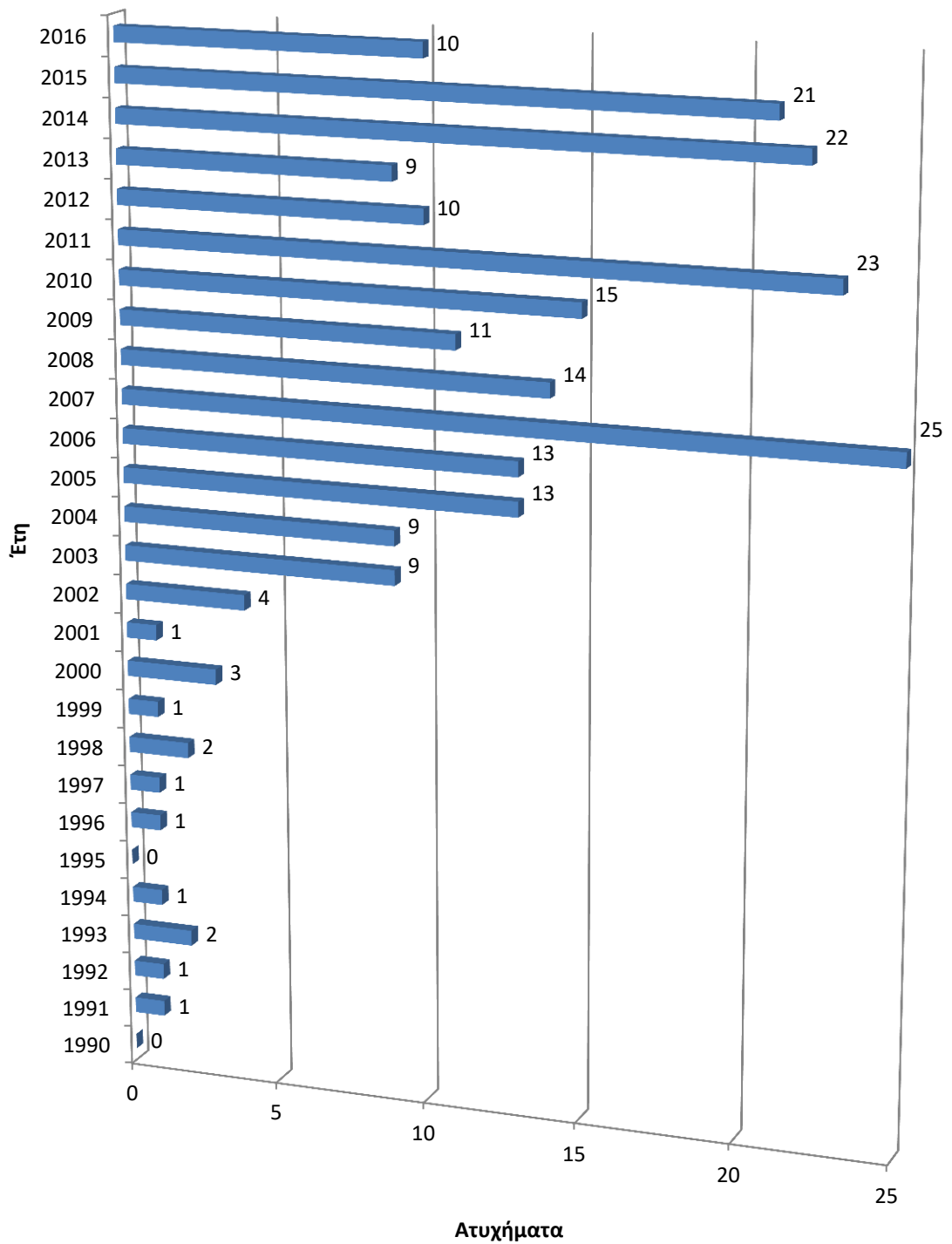
## Foundered σε Panamax 1990-2016



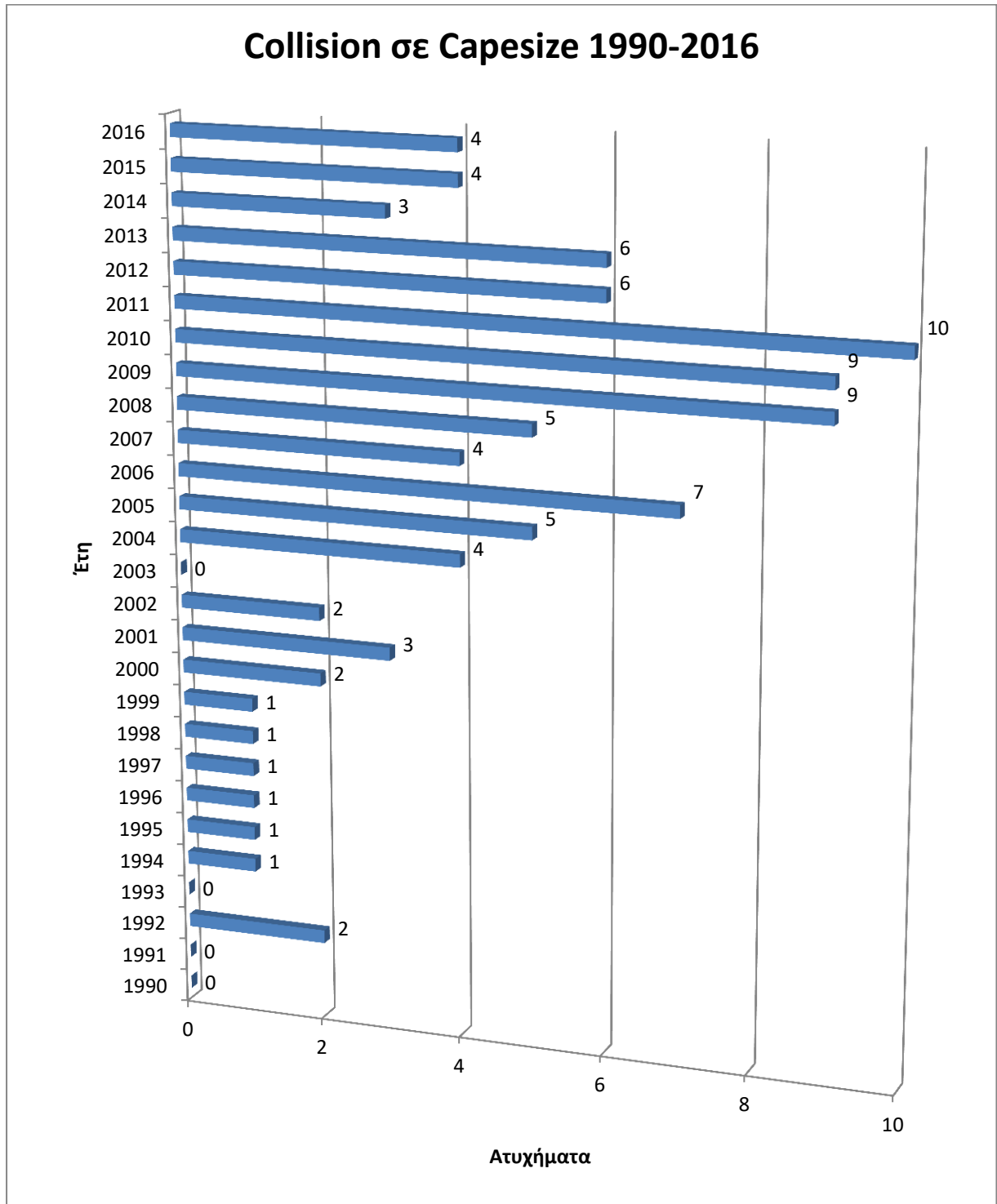
## Hull/Mchy. Damage σε Panamax 1990-2016



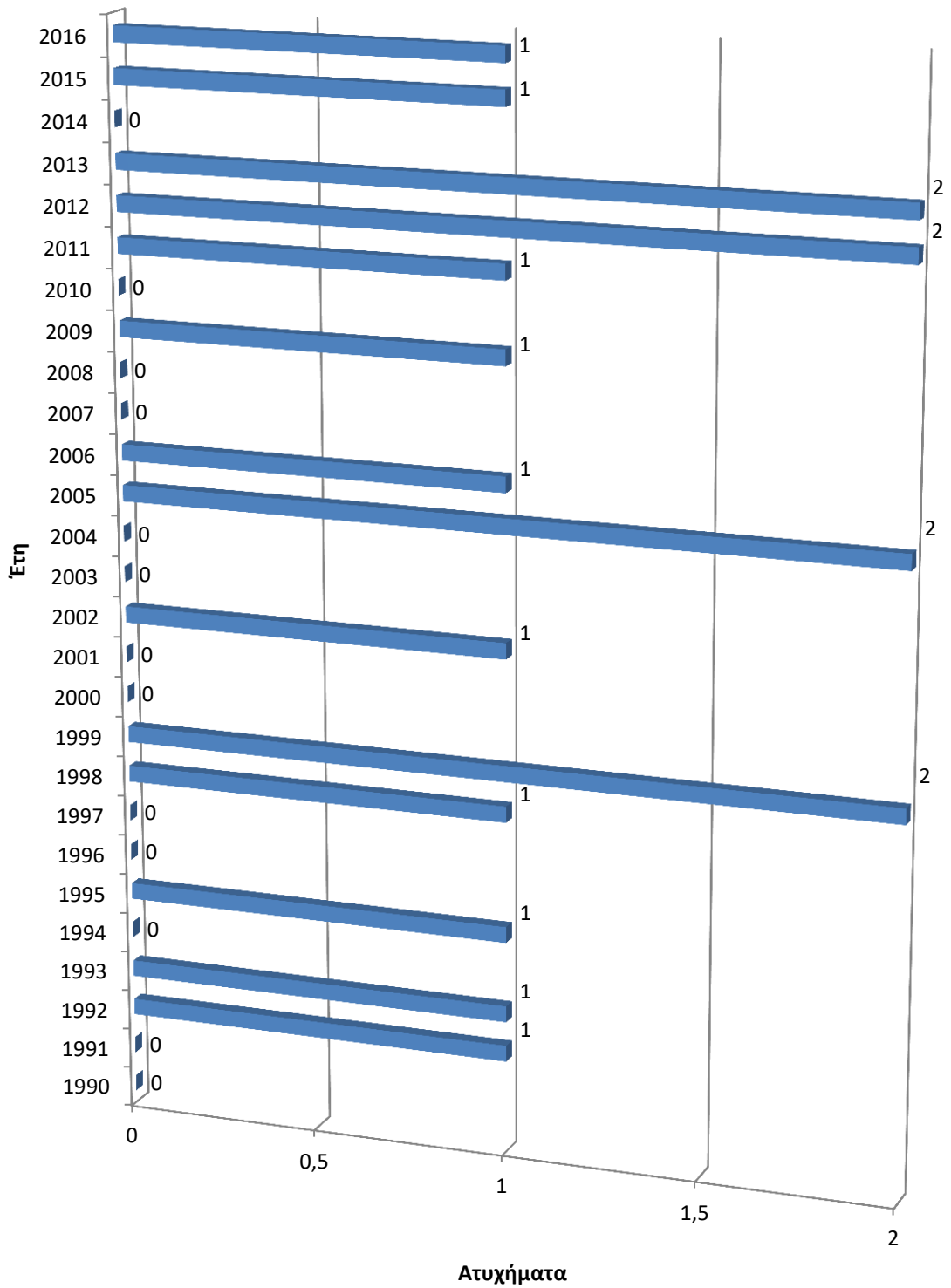
## Wrecked/Stranded σε Panamax 1990-2016



## Capesize

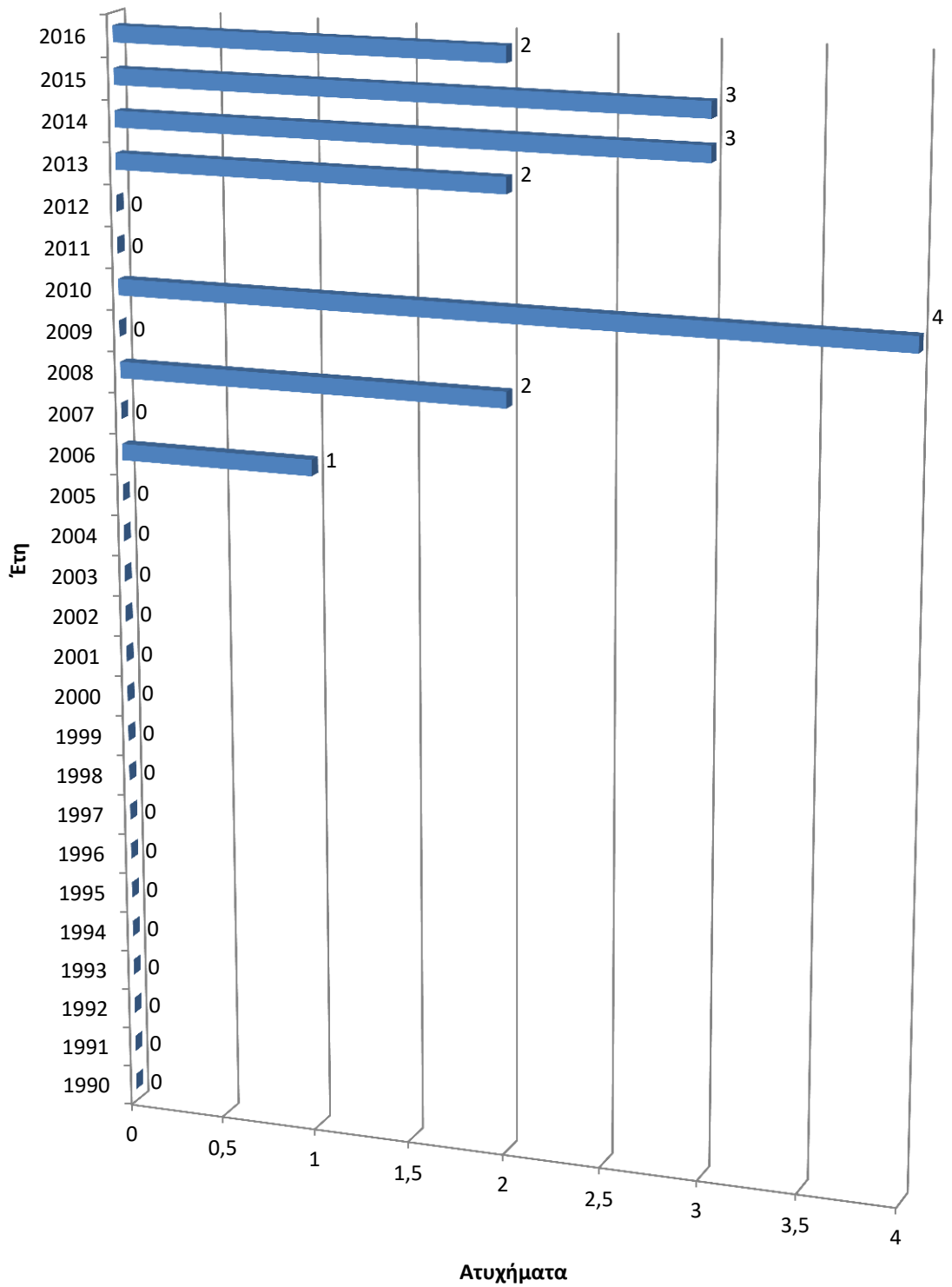


### Contact σε Capesize 1990-2016

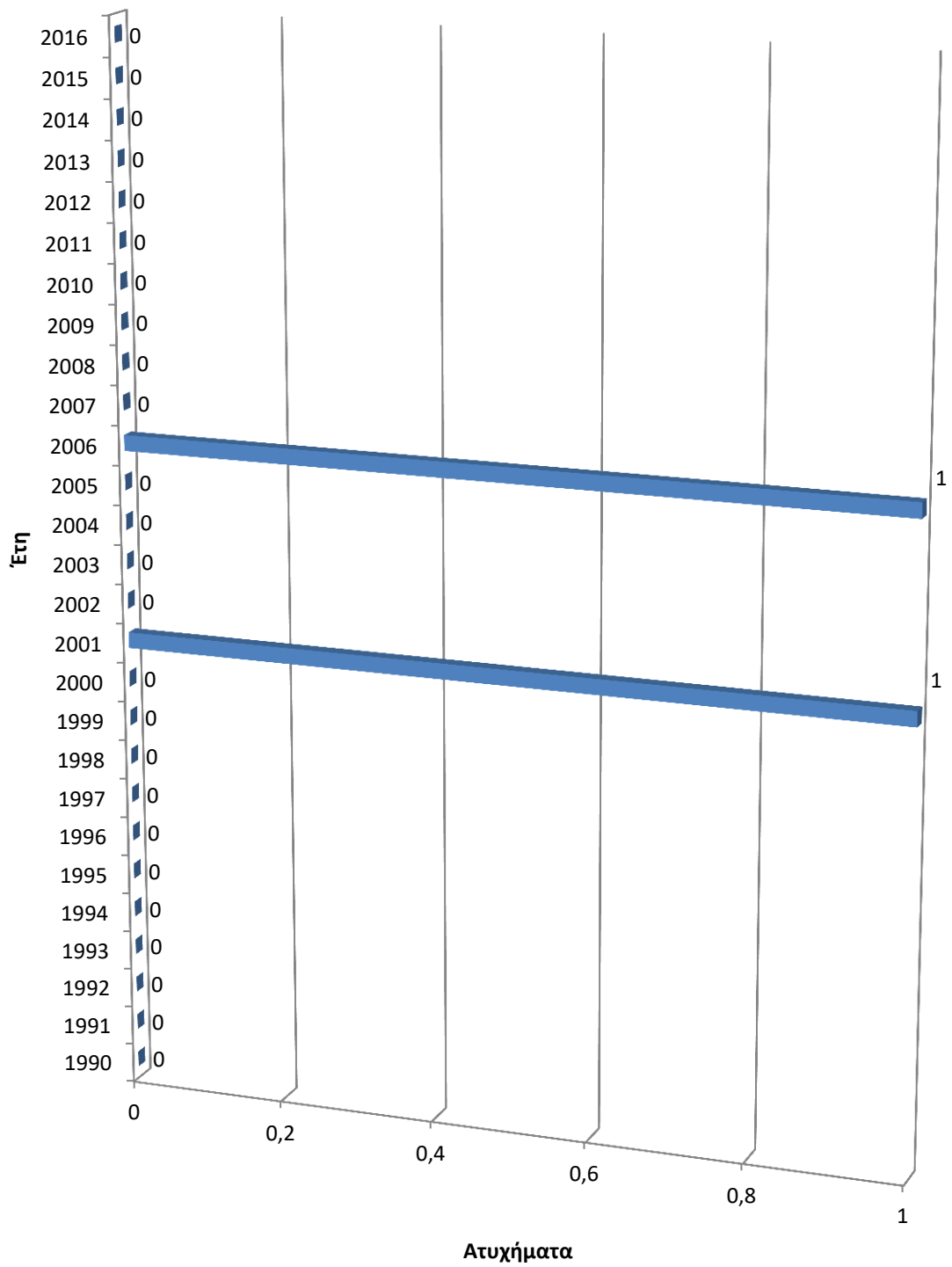




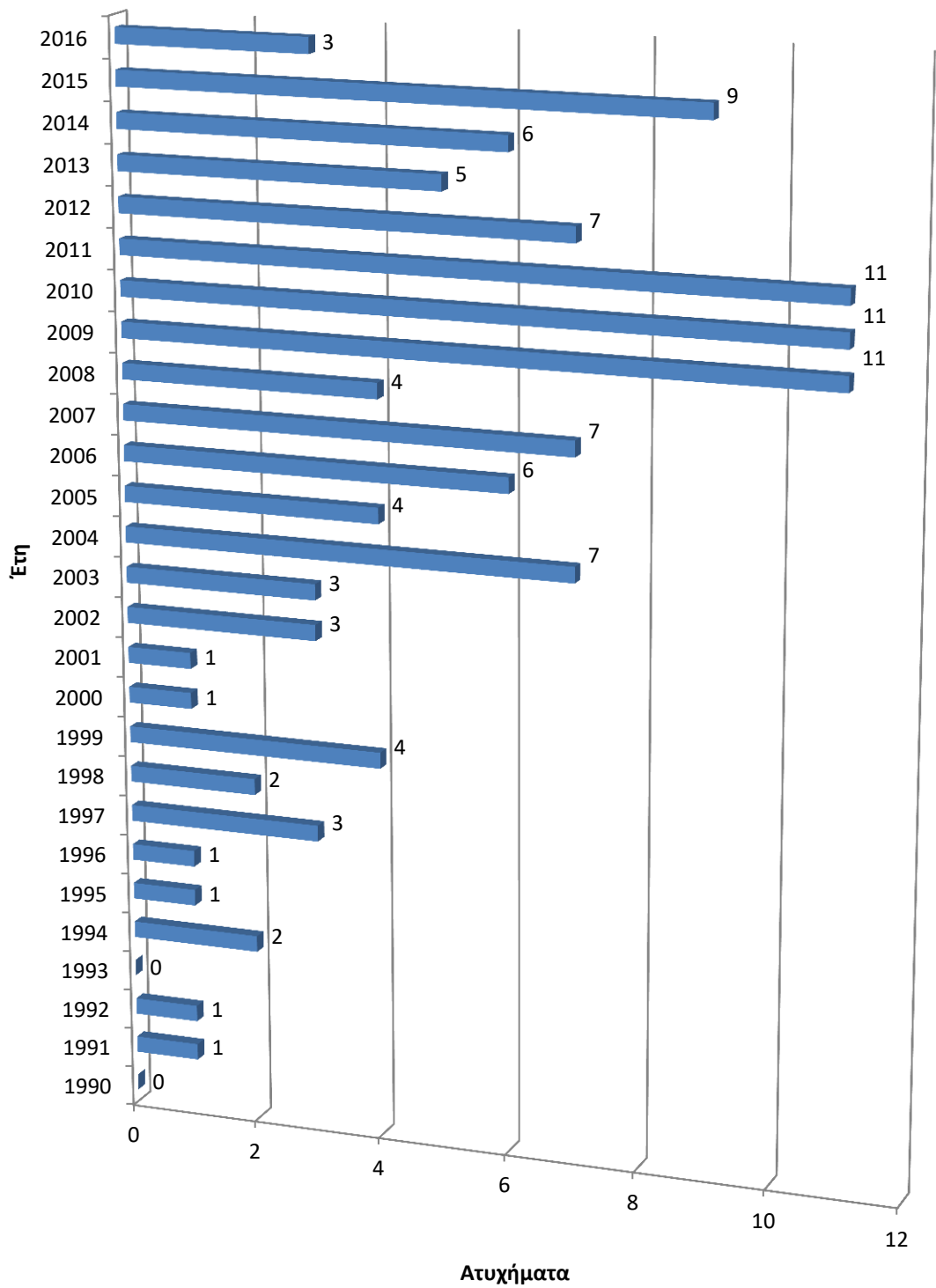
## Fire/Explosion σε Capesize 1990-2016



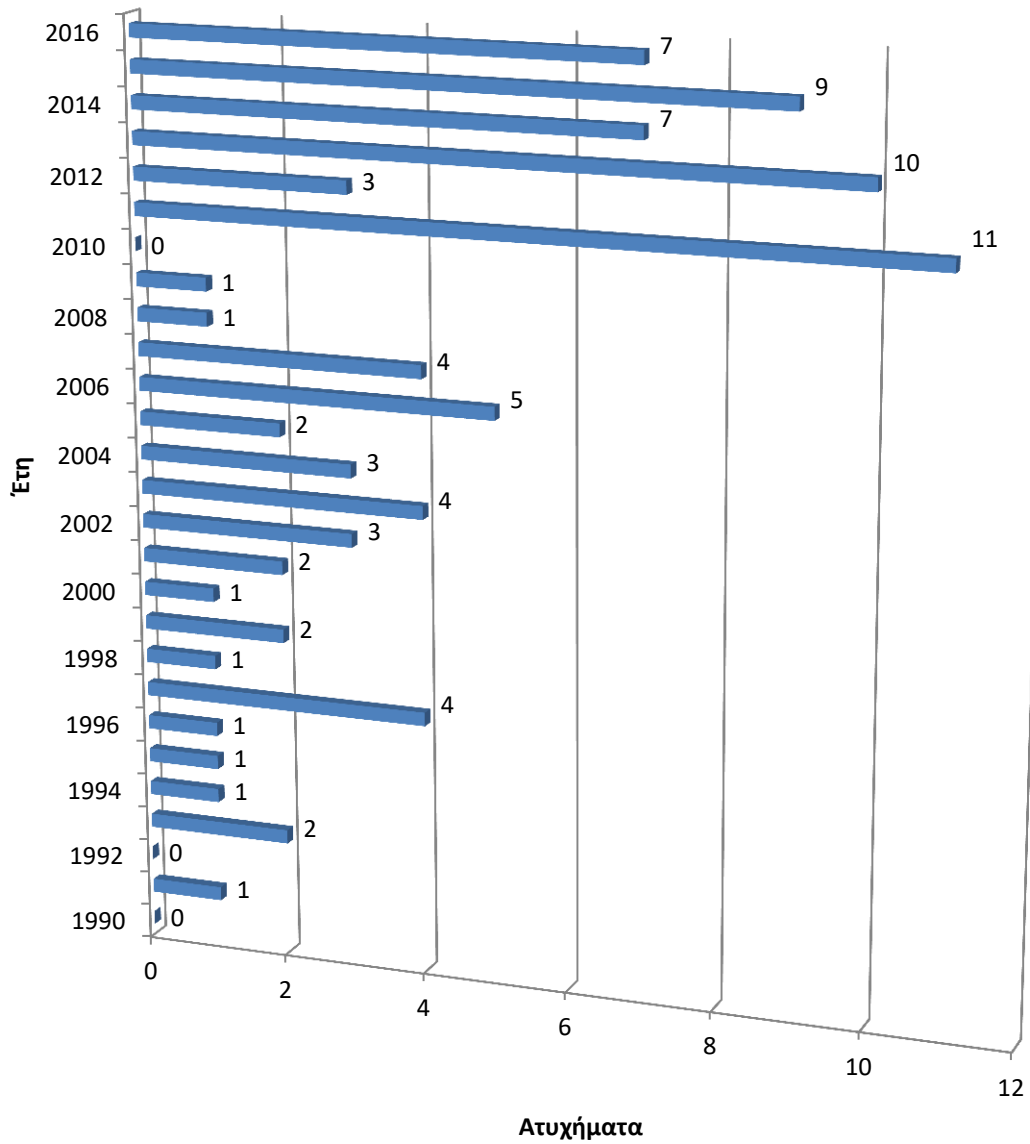
## Foundered σε Capesize 1990-2016



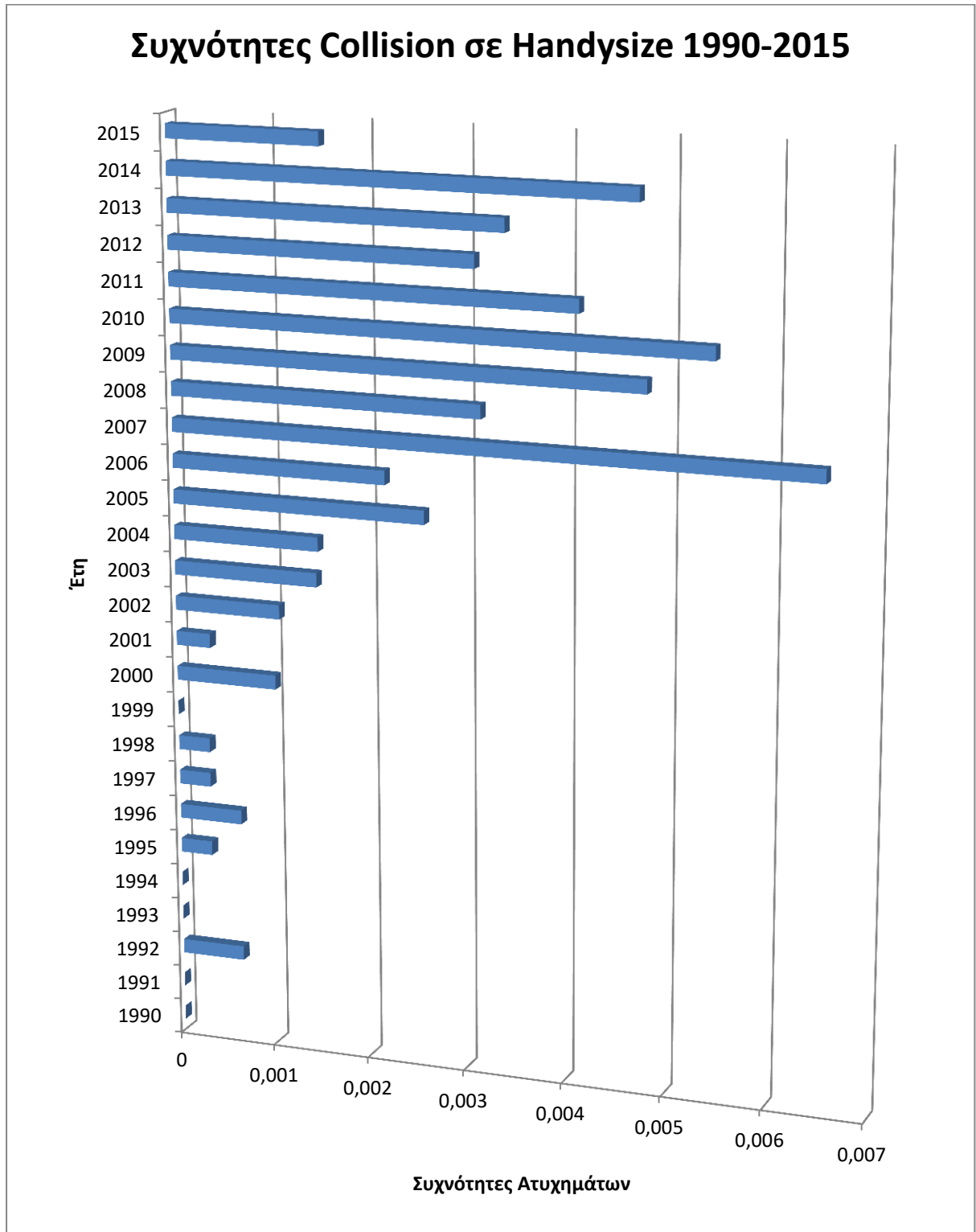
## Hull/Mchy. Damage σε Capesize 1990-2016



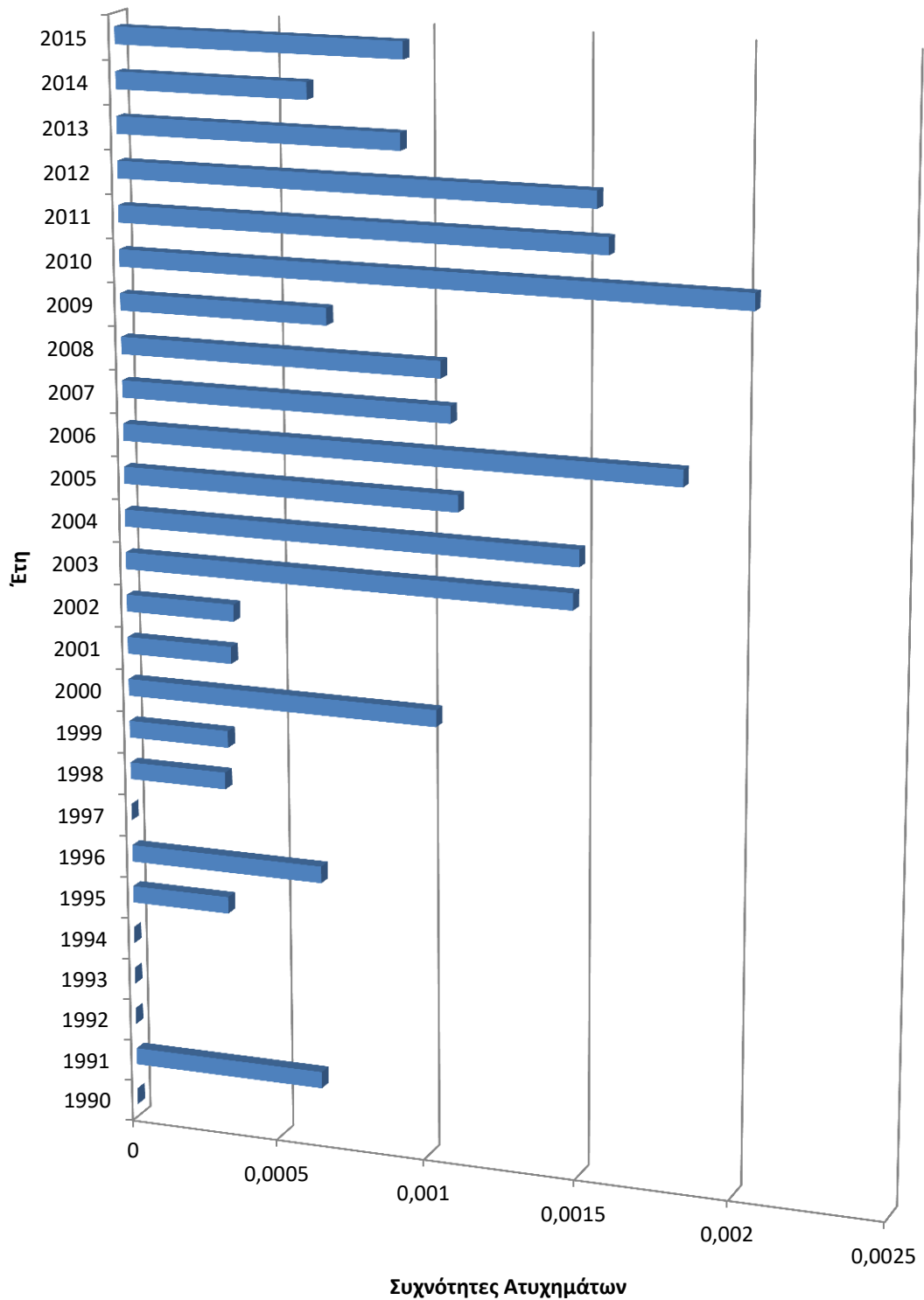
## Wrecked/Stranded σε Capesize 1990-2016



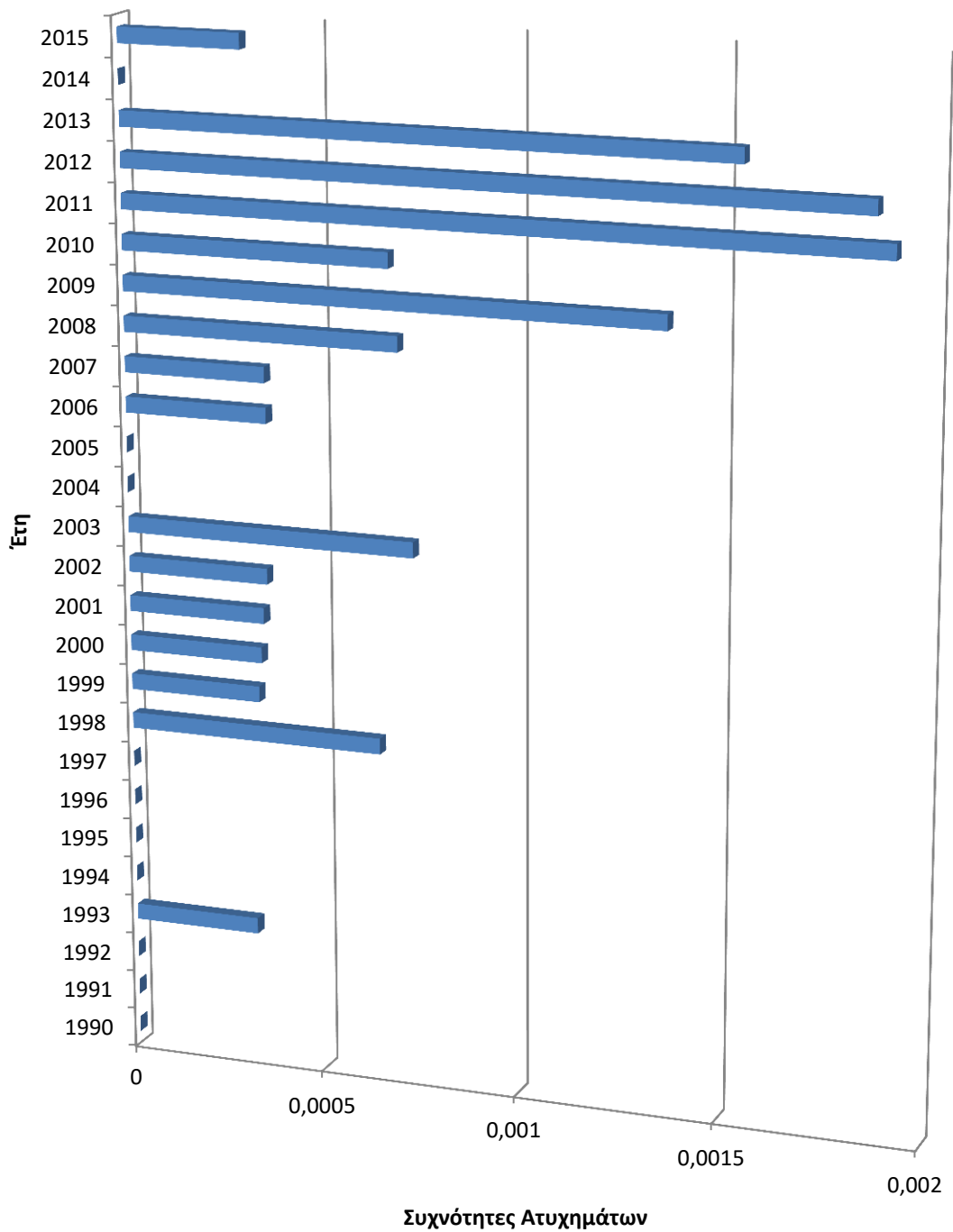
**Παράρτημα 3**  
**Handysize**



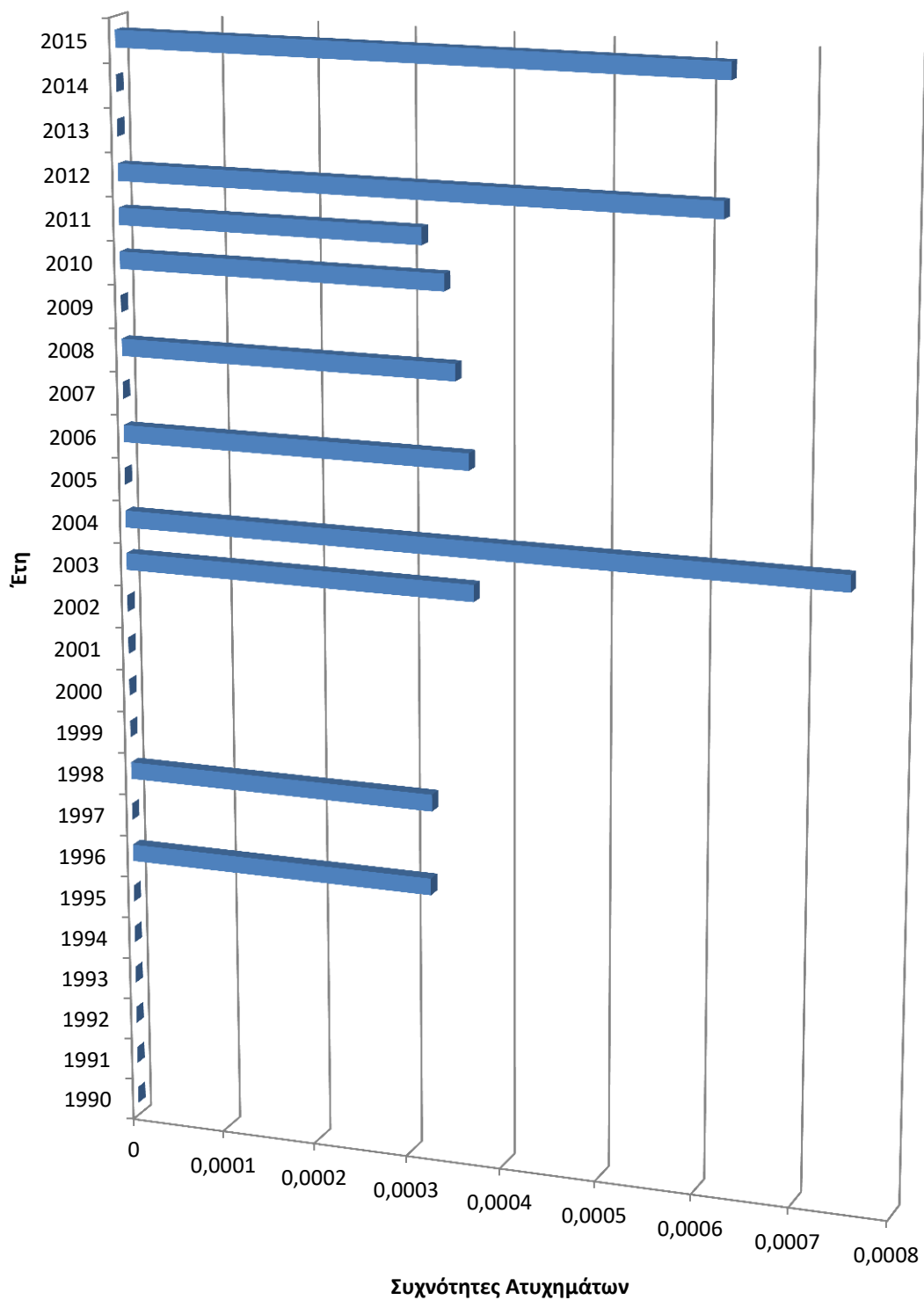
## Συχνότητες Contact σε Handysize 1990-2015



## Συχνότητες Fire/Explosion σε Handysize 1990-2015

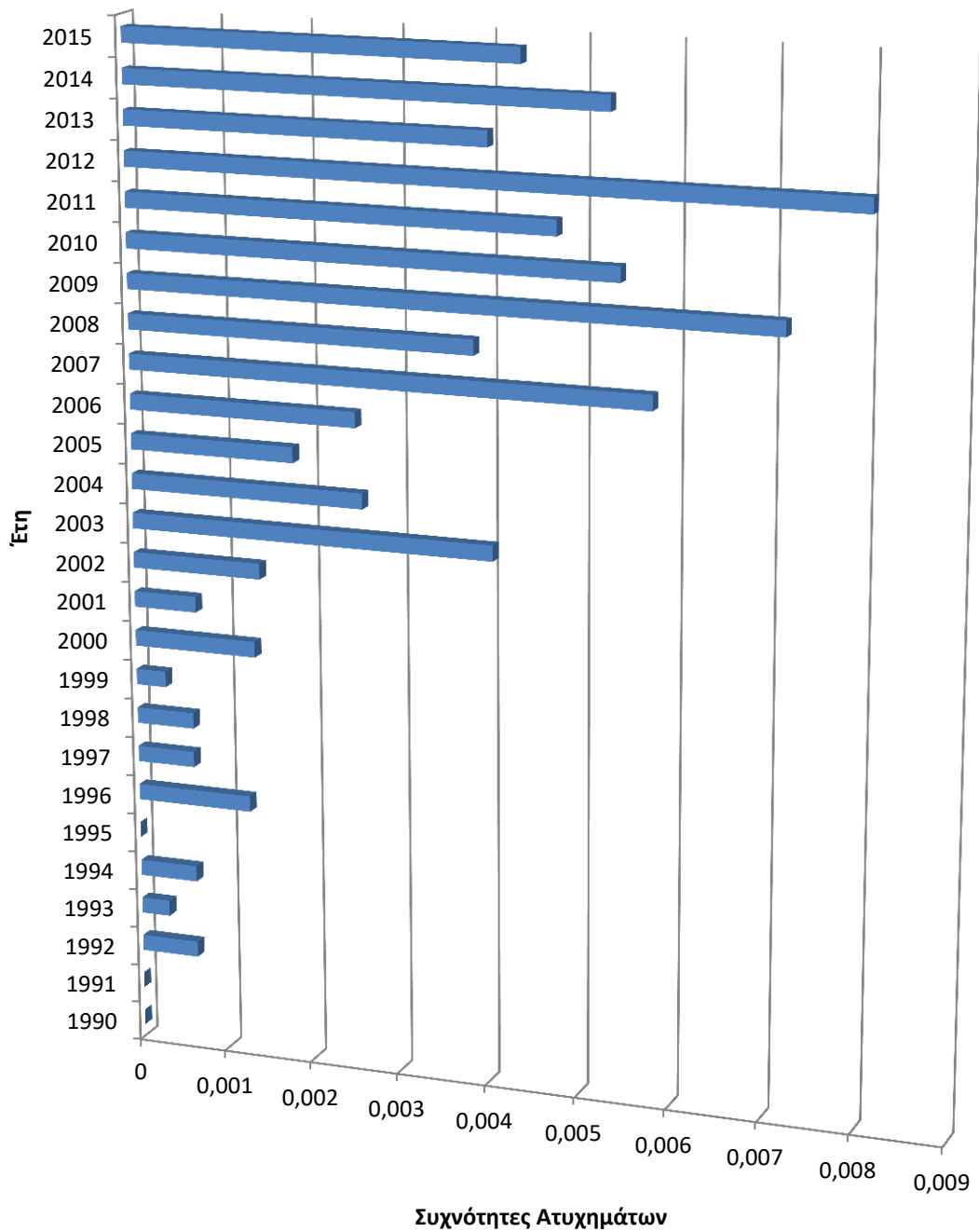


## Συχνότητες Failed σε Handysize 1990-2015

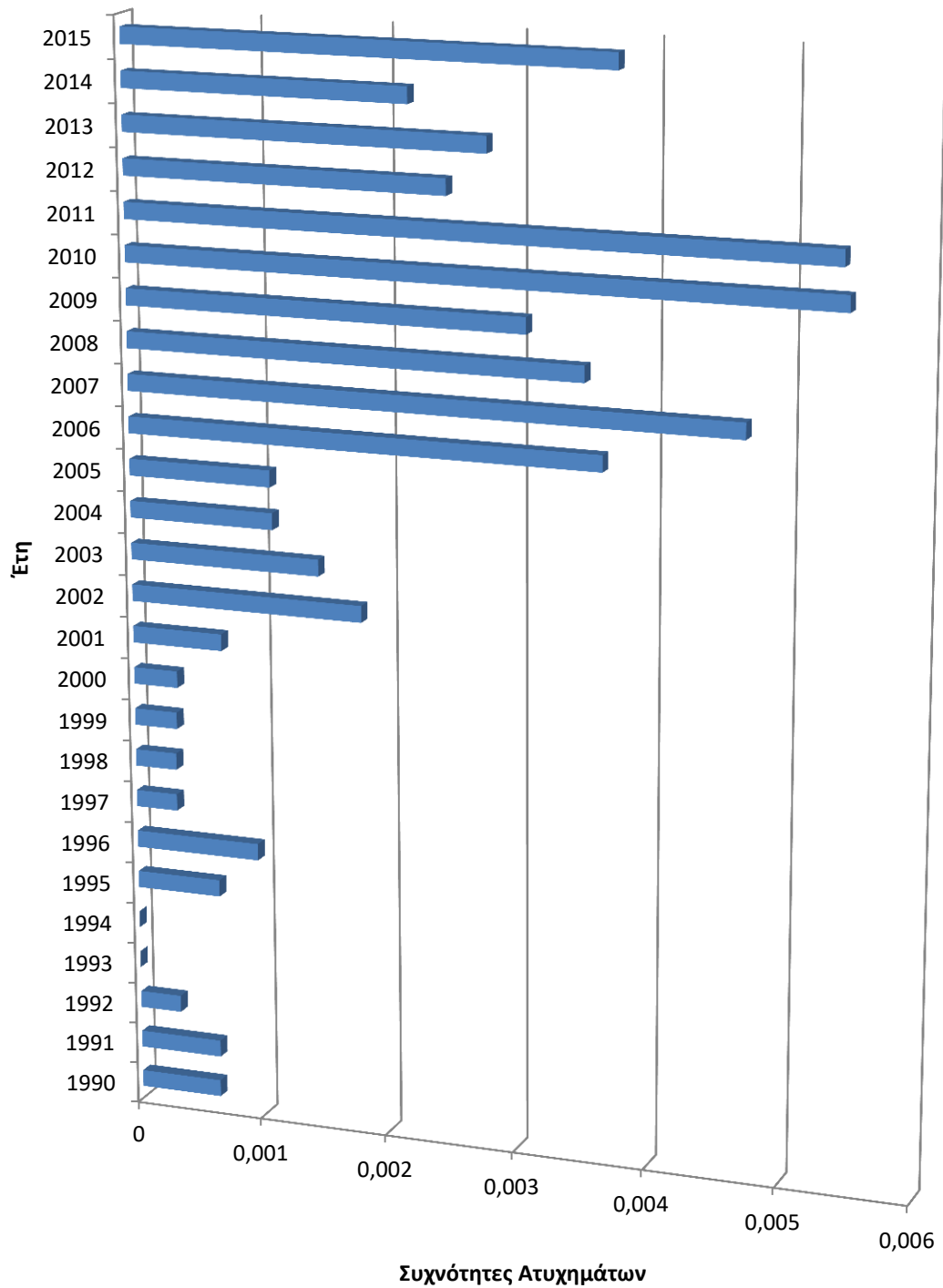




## Συχνότητες Hull/Mchy. Damage σε Handysize 1990-2015

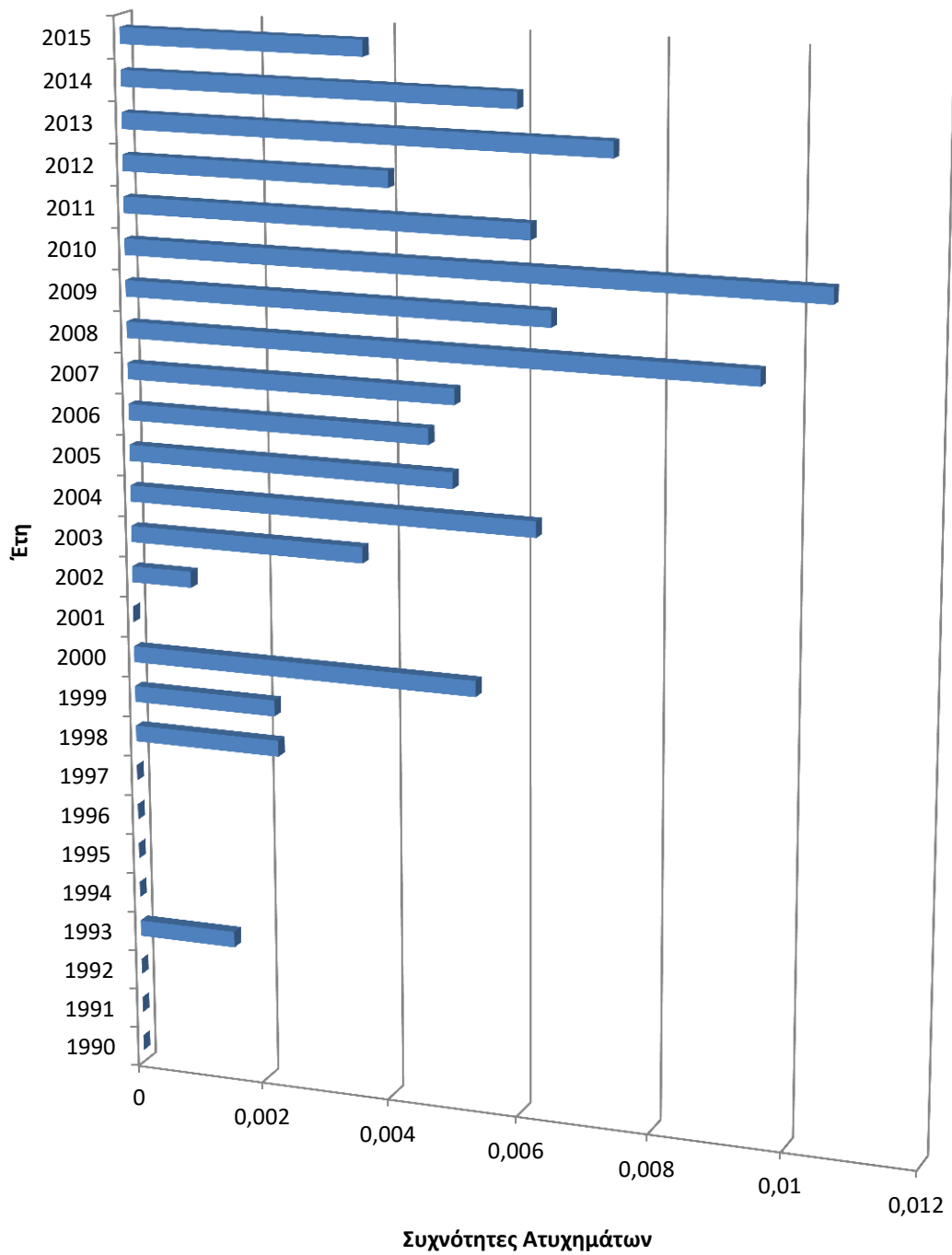


## Συχνότητες Wrecked/Stranded σε Handysize 1990-2015

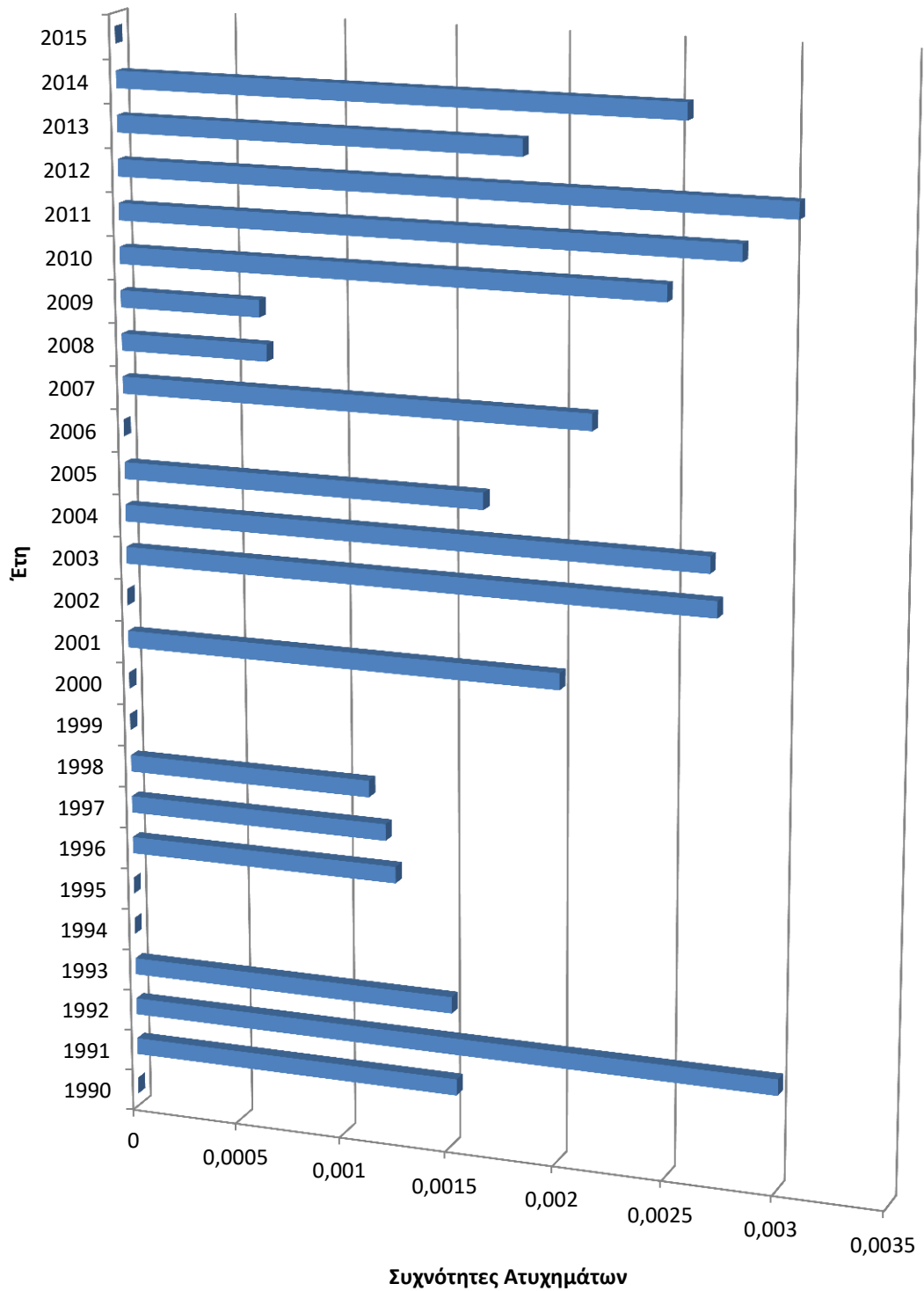


## Panamax

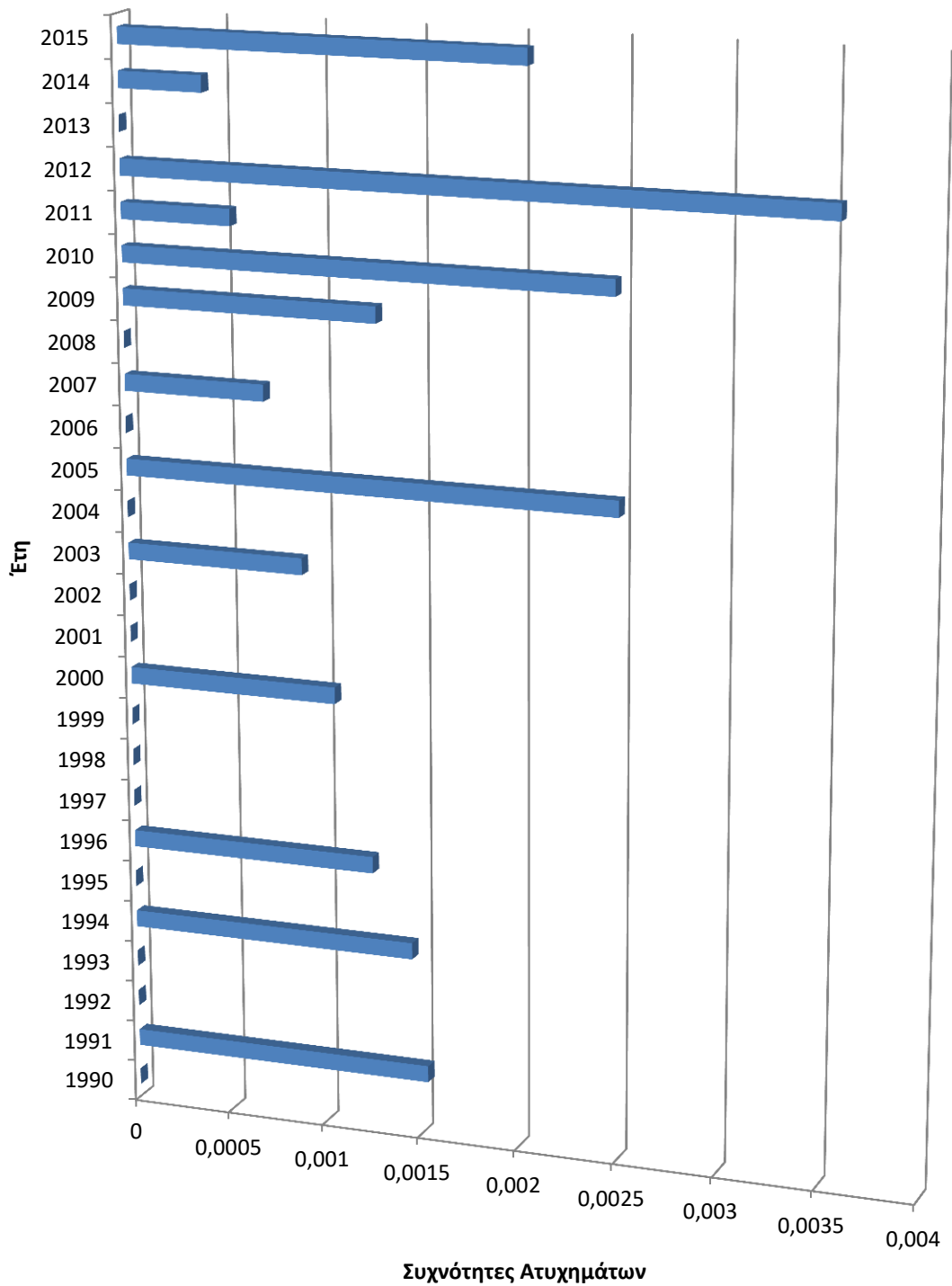
### Συχνότητες Collision σε Panamax 1990-2015



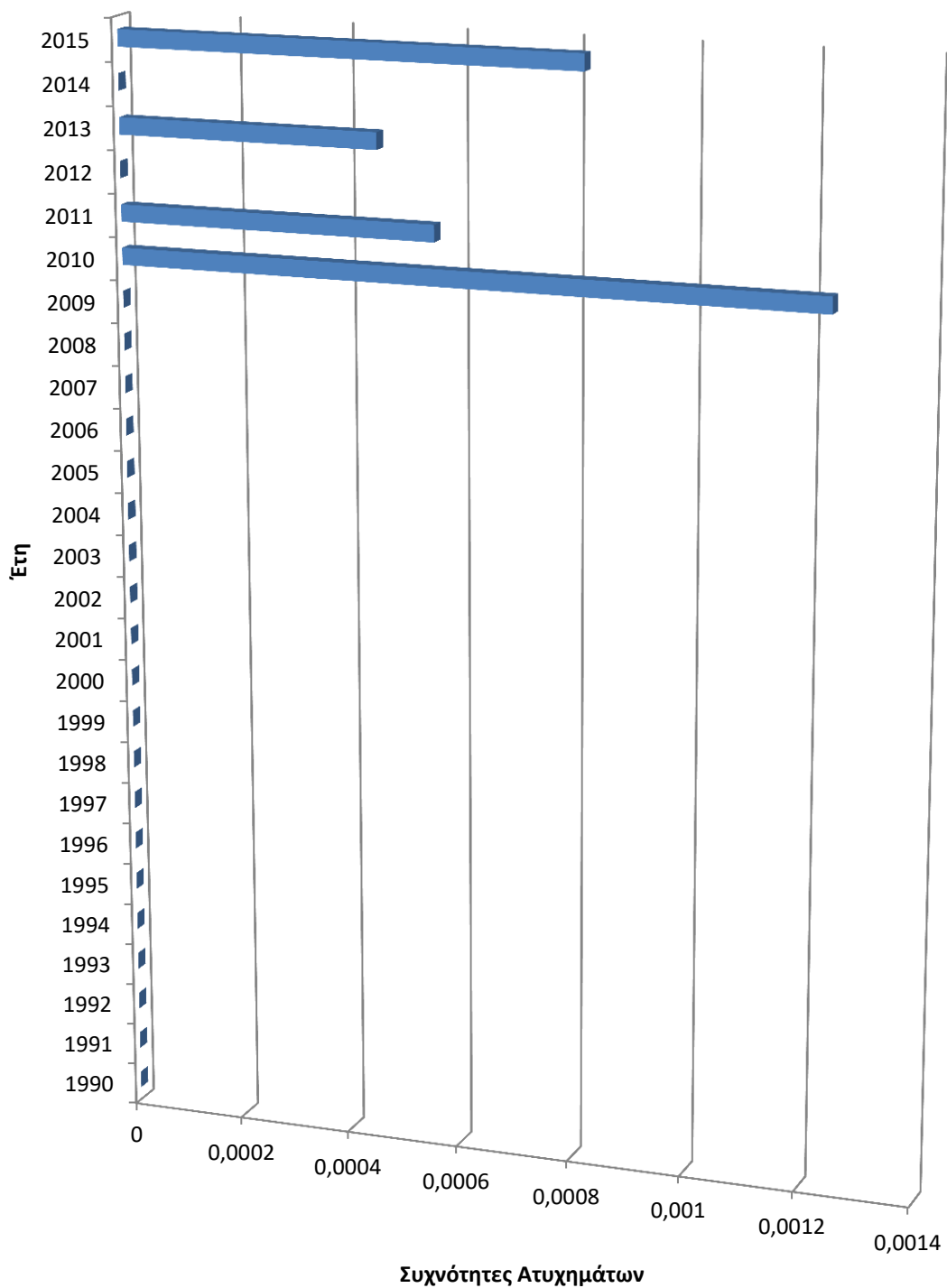
## Συχνότητες Contact σε Panamax 1990-2015



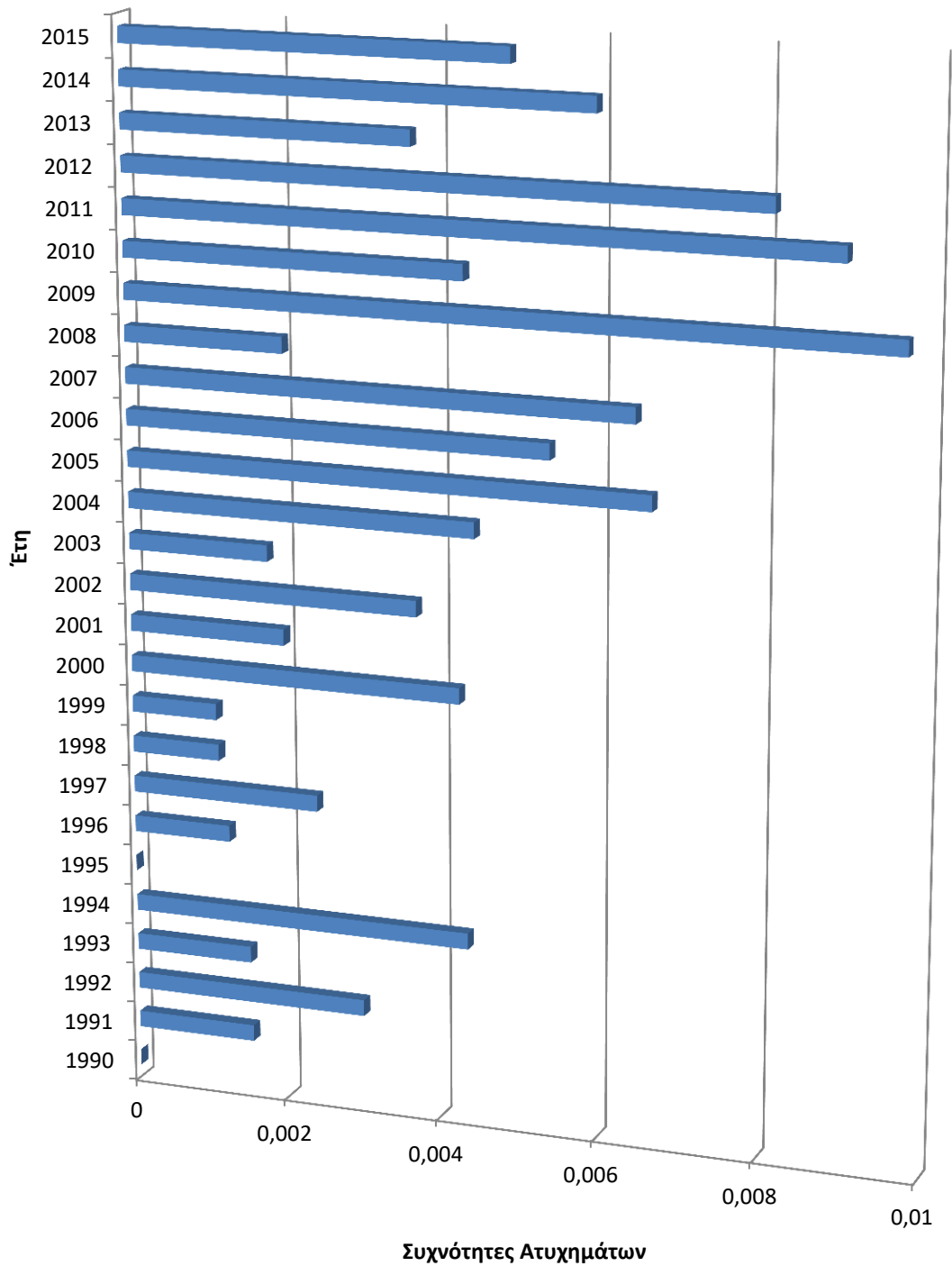
## Συχνότητες Fire/Explosion σε Panamax 1990-2015



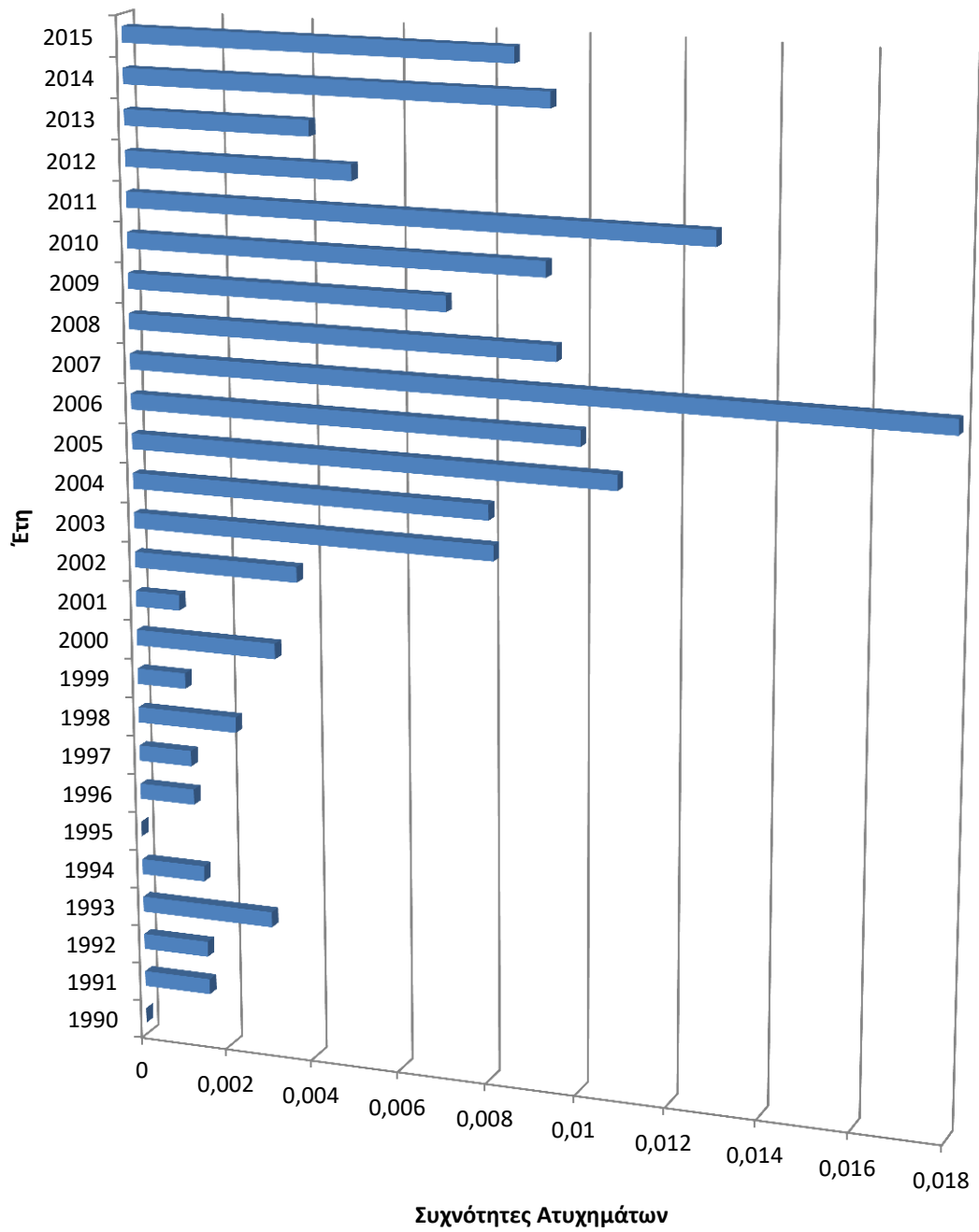
## Συχνότητες Founder σε Panamax 1990-2015



## Συχνότητες Hull/Mchy. Damage σε Panamax 1990-2015



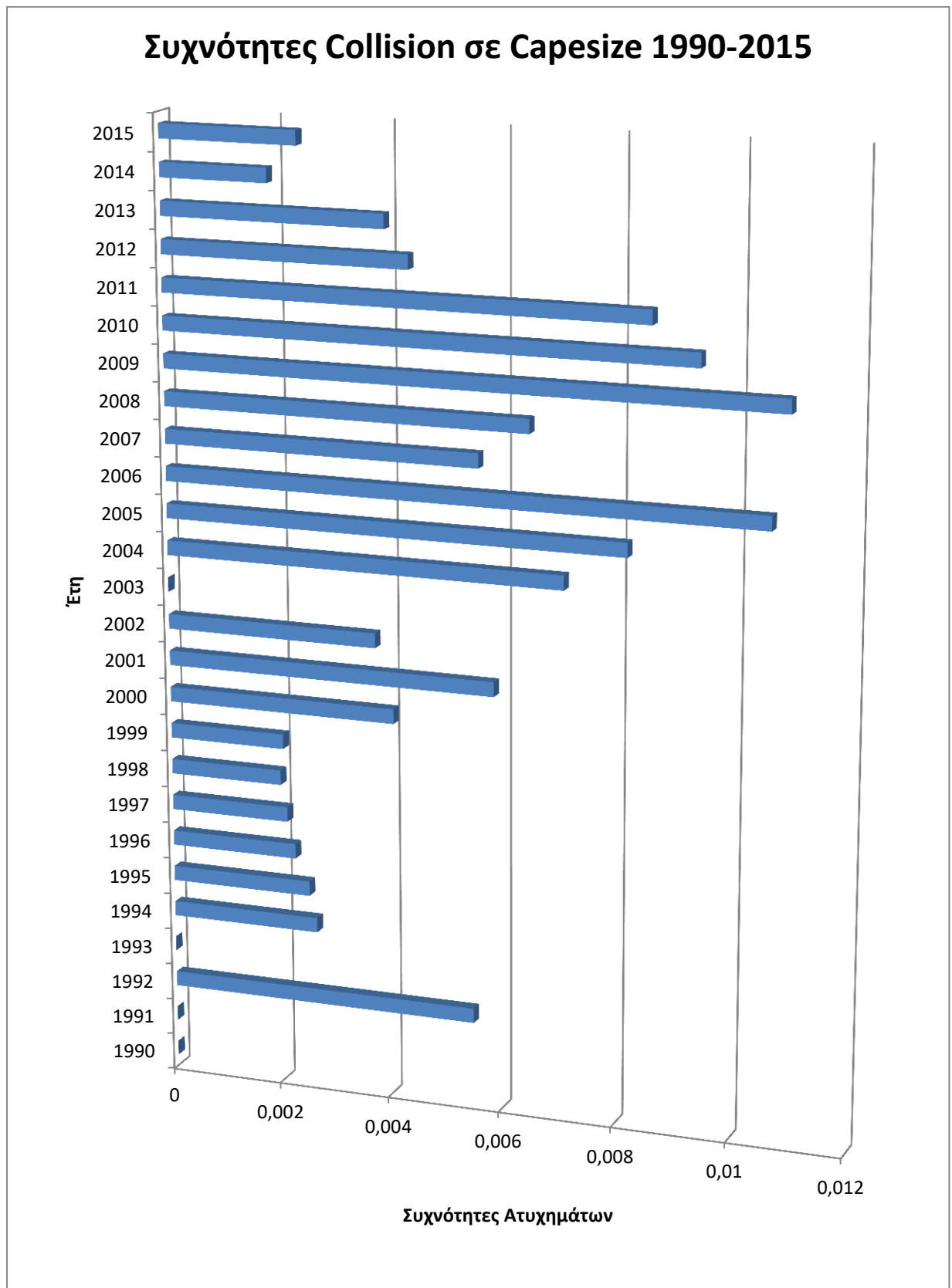
## Συχνότητες Wrecked/Stranded σε Panamax 1990-2015



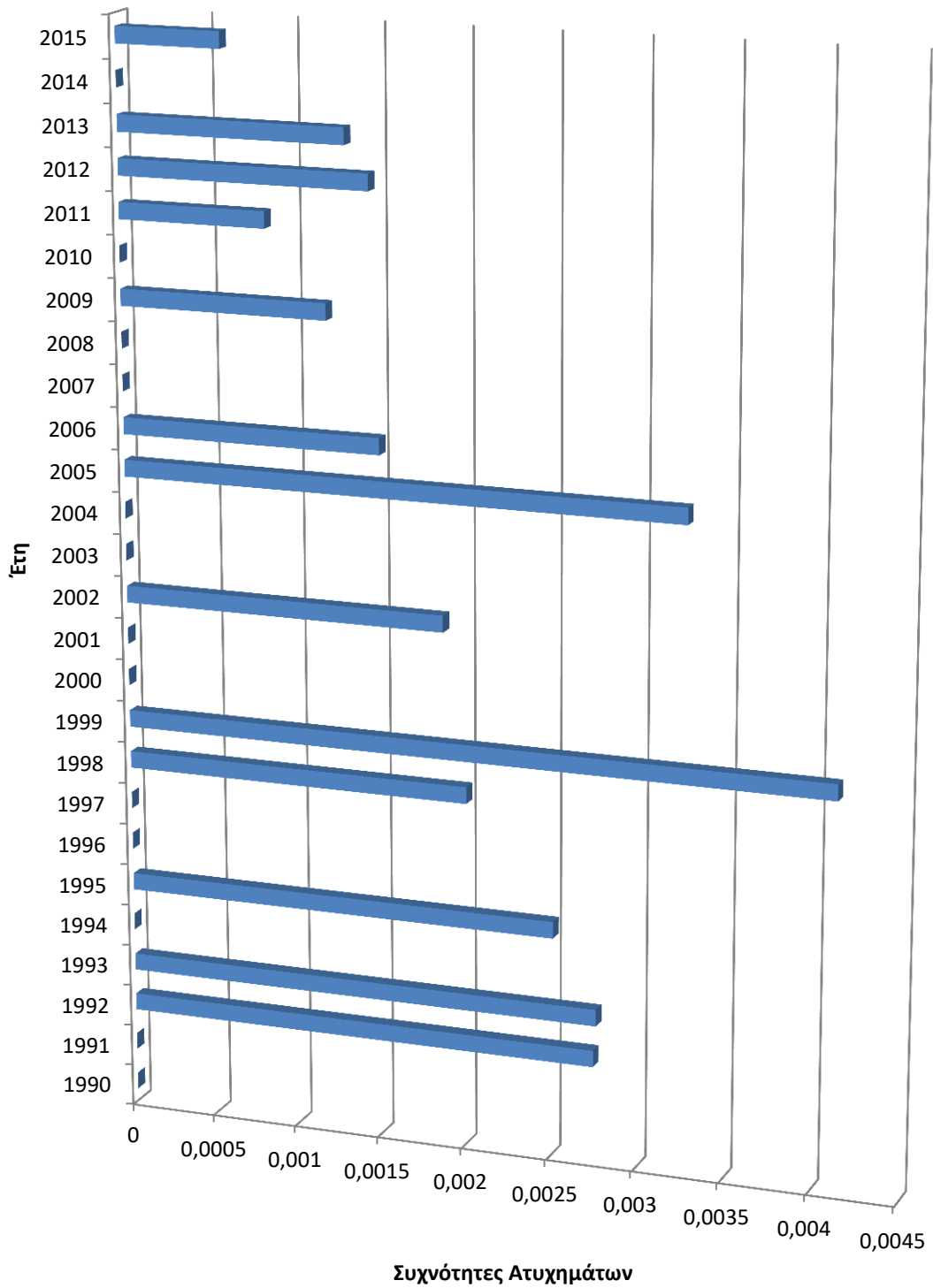


## Capesize

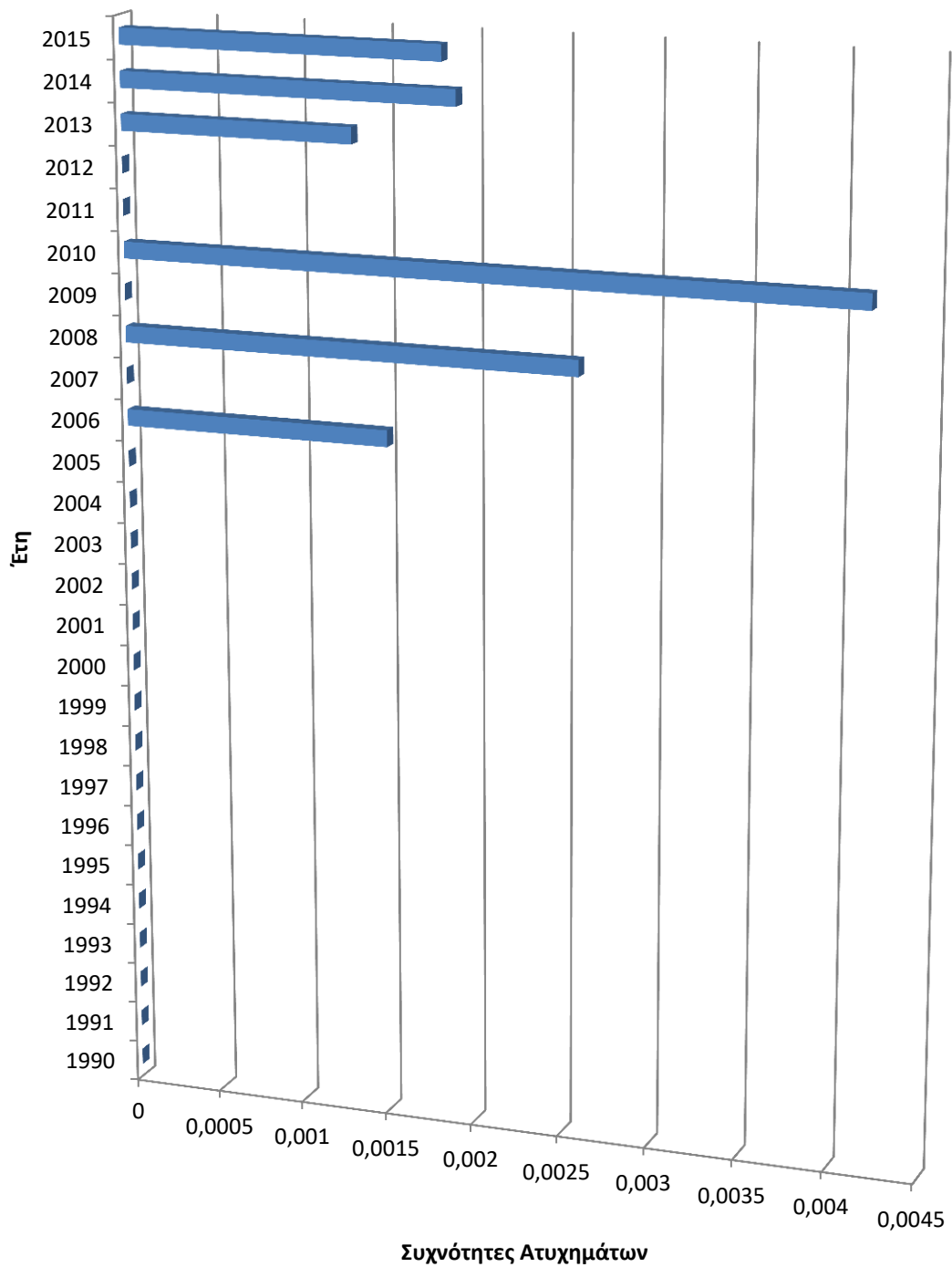
### Συχνότητες Collision σε Capesize 1990-2015



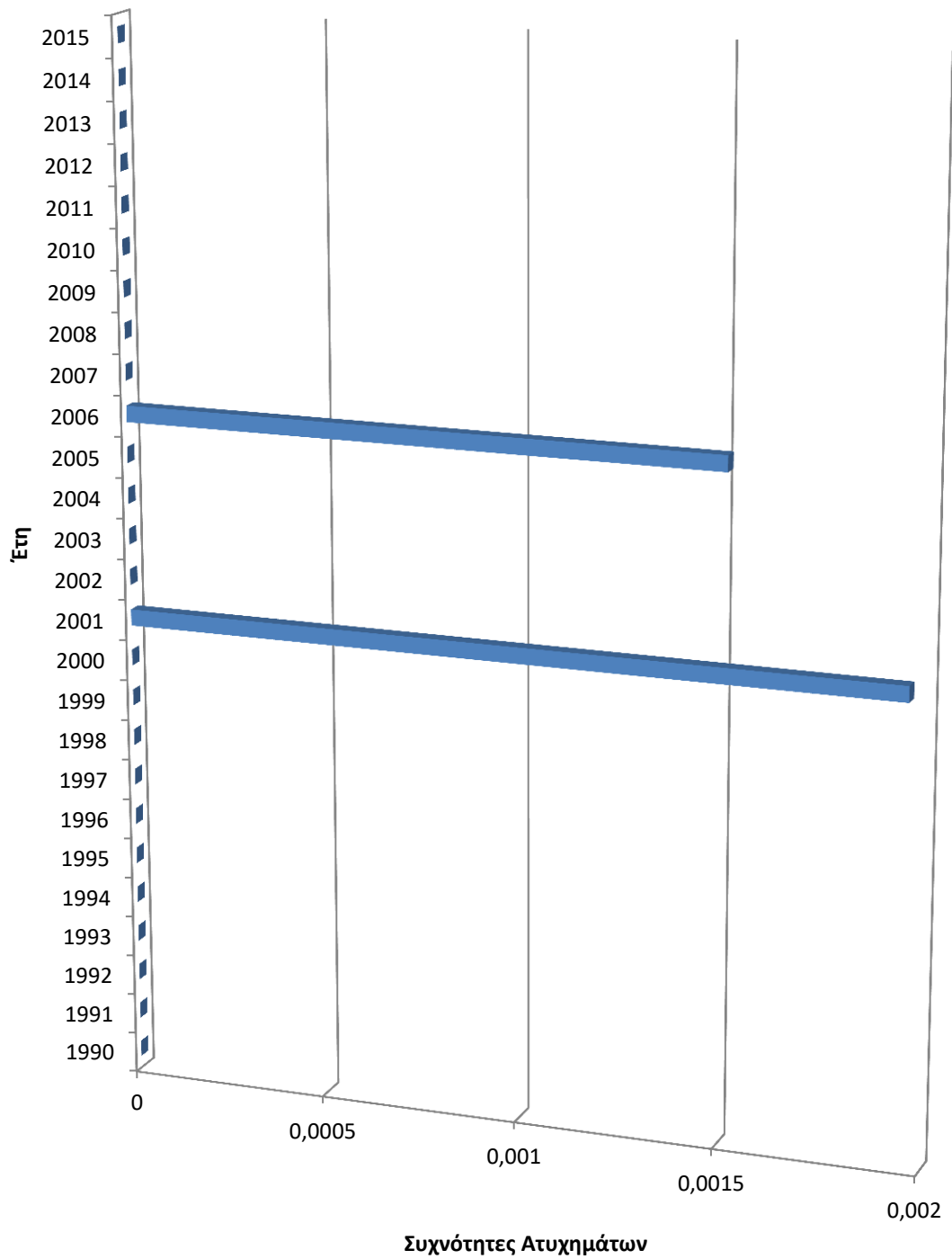
## Συχνότητες Contact σε Capesize 1990-2015



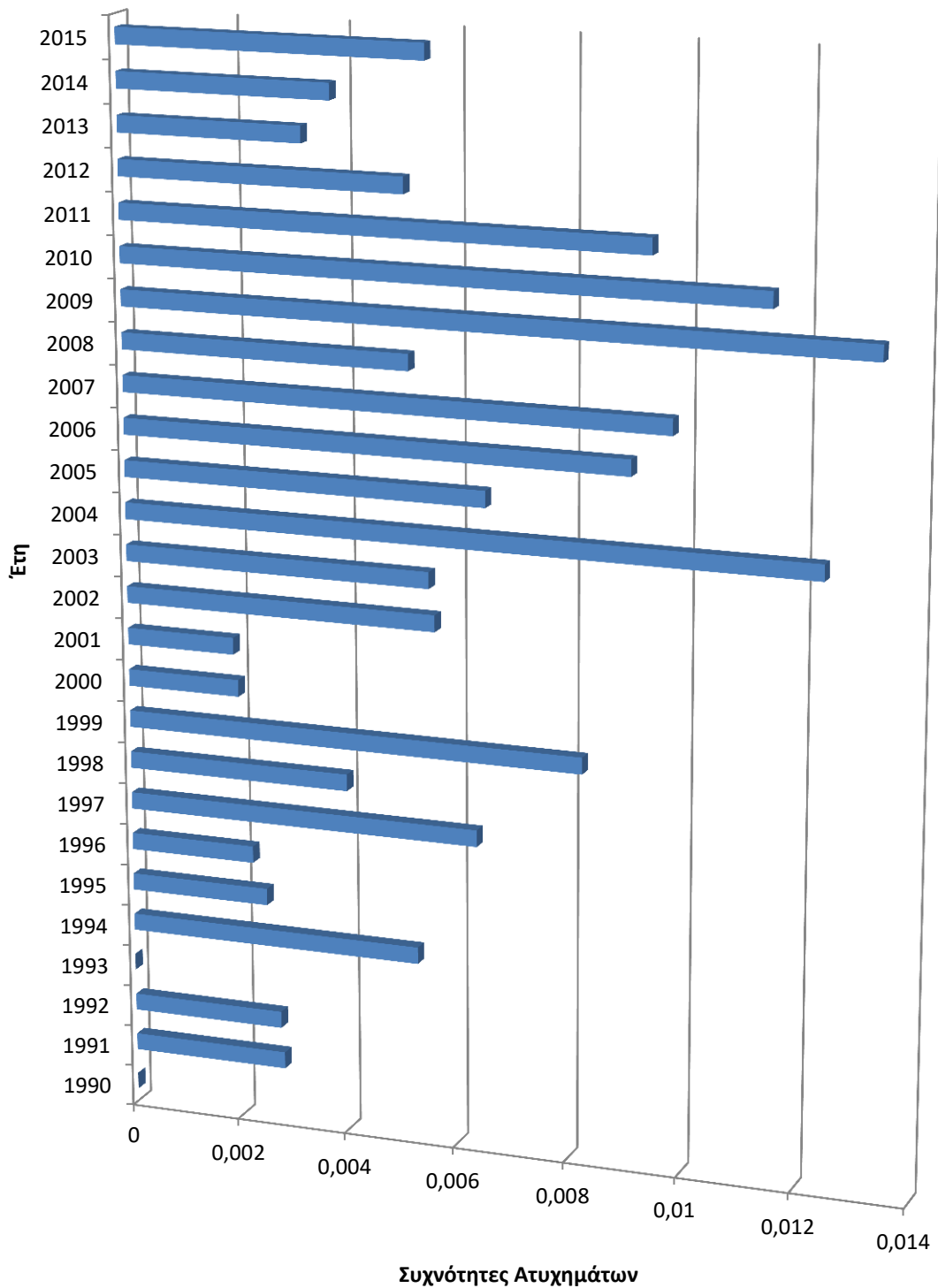
## Συχνότητες Fire/Explosion σε Capesize 1990-2015



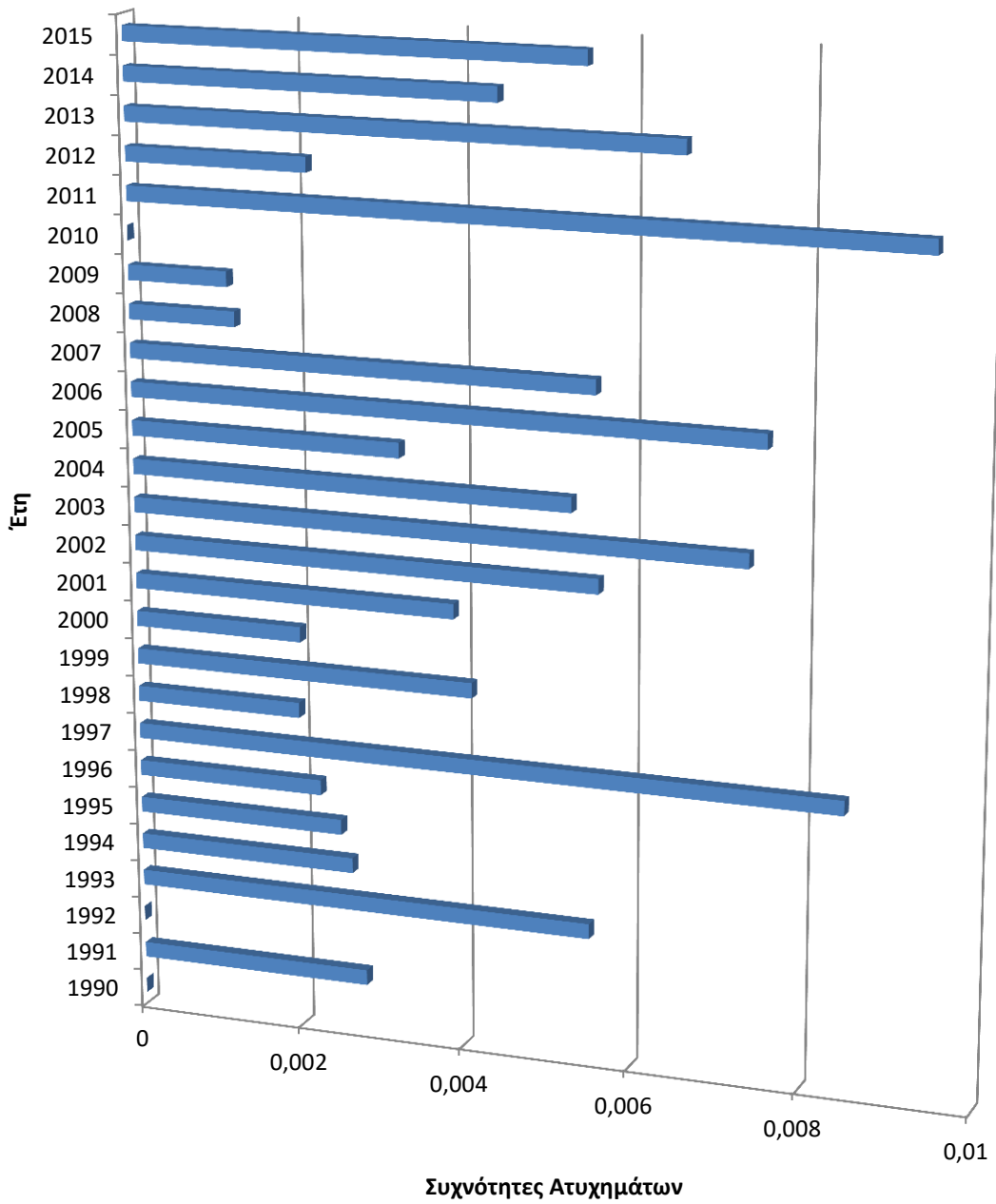
## Συχνότητες Foundered σε Capesize 1990-2015



## Συχνότητες Hull/Mchy. Damage σε Capesize 1990-2015



## Συχνότητες Wrecked/Stranded σε Capesize 1990-2015



## **Βιβλιογραφία**

- Arben Mullai,Ulf Paullson, A grounded theory model for analysis of marine accidents,Lund Univerity,Science Direct ,March 2011
- J.S Paik,D.K Kim, A New Methology for Assessing the Safety of Damaged Ships“,International Journal of Maritime Engineeiring
- Samouilides M.S,Ventikos N.P,Gemelos I.C, „Survey on grounding accidents:statistical analysis and risk assessment“,Ships and Offshores Structures,Vol.4,No.1,pp. 55-68,2009
- [www.Sea-Web.com](http://www.Sea-Web.com)
- [www.clarksons.com](http://www.clarksons.com)
- Ζαραφωνίτης Γεώργιος, «Εισαγωγή στη Ναυπηγική και τη Θαλάσσια Τεχνολογία» ,Πανεπιστημιακές Εκδόσεις ΕΜΠ, Αθήνα 2015
- Παπανικολάου Α. –Αναστασόπουλος Κ., «Μελέτη και Εξοπλισμός Πλοίου Ι (Μεθοδολογία Προμελέτης) – Συλλογή Βοηθημάτων», Πανεπιστημιακές Εκδόσεις ΕΜΠ, Αθήνα 2007
- D.G.M Watson, “Practical Ship Design”, Scotland 1998
- G.P. Piko, “Regression Analysis of Ship Characteristics”,Australian Government Publishing Service,Canberra 1980
- International Maritime Organization, IMO, SOLAS, Consolidated Edition, 2013, Consolidated text of the International Convention for the Safety of Life at Sea, 1974, and its Protocol of 1988:articles, annexes and certificates
- Stephen E.Roberts, StephenJ.Pettit , PeterB.Marlow, “Casualties and loss of life in bulk carriers from 1980 to 2010”, College of Medicine, Swansea University, Singleton Park ,Swansea SA28PP, UK 2012
- Eliopoulou Eleftheria, Papanikolaou Apostolos , Voulgarellis Markos, Statistical analysis of ship accidents and review of safety level, School of Naval Architecture and Marine Engineering, Ship Design Laboratory, National Technical University of Athens, Greece 2015
- Wally Mandryk Lloyd’s List Intelligence,,” Marine Casualty Profiles”, International Maritime Statistics Forum, Hong Kong 31st May 2011
- B. Bužancic Primorac, J. Parunov, “Review of statistical data on ship accidents”, London 2016
- Allianz Global Corporate & Specialty, Safety and Shipping Review 2015

- IMO, Report on FSA Study on Bulk Carrier Safety

Submitted by Japan, 2002

- Εργαστήριο. Μαθηματικών & Στατιστικής / Γ.Παπαδόπουλος, “Ανάλυση Παλινδρόμησης”
- United Nations Conference on Trade and Development, “Review of Maritime Transport”, 1985-2016