

**ΑΚΑΔΗΜΙΑ ΕΜΠΟΡΙΚΟΥ ΝΑΥΤΙΚΟΥ  
Α.Ε.Ν ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ**

**ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

**ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ:** καπτ. Τσούλης Νικόλαος

**ΘΕΜΑ:** Μεταφορά διαβρωτικών φορτίων χύμα. Προετοιμασία κυτών, φόρτωση, Στοιβάσια διαχείριση κατά το ταξίδι και εκφόρτωση.

**ΤΟΥ ΣΠΟΥΔΑΣΤΗ:** Λινάρδου Δοξάκη

**Α.Γ.Μ:** 4067

**Ημερομηνία ανάληψης της εργασίας:** 17-05-2019

**Ημερομηνία παράδοσης της εργασίας:**

<i>A/A</i>	<i>Όνοματεπώνυμο</i>	<i>Ειδικότητα</i>	<i>Αξιολόγηση</i>	<i>Υπογραφή</i>
<i>1</i>				
<i>2</i>				
<i>3</i>				
<b><i>..ΤΕΛΙΚΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ</i></b>				

**Ο ΔΙΕΥΘΥΝΤΗΣ ΣΧΟΛΗΣ :** καπτ. Τσούλης Νικόλαος

## Πρόλογος

Το θέμα της πτυχιακής μου εργασίας είναι «Μεταφορά διαβρωτικών φορτίων χύμα. Προετοιμασία κυτών, φόρτωση, στοιβασία, διαχείριση κατά το ταξίδι και εκφόρτωση». Σχετικές πληροφορίες για την εκπόνηση του θέματος συγκέντρωσα κυρίως από το διαδίκτυο, από βιβλία ηλεκτρονικής μορφής (IMDG code, IMSBC code, «Ο ρόλος της ναυτιλίας στην Παγκόσμια διακίνηση χύδην ξηρών φορτίων» του κ. Πεκόπουλου Αντώνιου Νικολάου, κ.α.) και από το έντυπο βιβλίο «Cargo handling and the modern port» του συγγραφέα Oram, Robert Bruce, το οποίο δανείστηκα από την βιβλιοθήκη του Α.Π.Θ. του τμήματος Οικονομικών Επιστημών.

Στατιστικά στοιχεία χρησιμοποίησα από δημοσιευμένες μελέτες διεθνών οργανώσεων και οργανισμών ενώ και στατιστικά μοντέλα από διάφορα επιστημονικά άρθρα και μελέτες που αναφέρονται επίσης στην βιβλιογραφία Τέλος, Πλοίαρχοι από την Α.Ε.Ν. Μακεδονίας καθώς και αξιωματικοί που με καθοδήγησαν στα εκπαιδευτικά μου ταξίδια, με βοήθησαν με τις γνώσεις τους στην ολοκλήρωση της εργασίας μου.

Αποτέλεσμα της μελέτης όλης της βιβλιογραφίας ήταν η ποιοτική αξιολόγηση και η συγγραφή αυτής της πτυχιακής εργασίας που έχει ως σκοπό την μελέτη ενός θέματος που απασχολεί ένα μεγάλο μέρος της παγκόσμιας εμπορικής ναυτιλίας, όπως η μεταφορά διαβρωτικών φορτίων χύμα και όλες οι διαδικασίες που μεσολαβούν από την φόρτωση έως την εκφόρτωση. Στην εργασία θα γίνει αναφορά και στους κινδύνους, οι οποίοι προκύπτουν από τις ιδιαιτερότητες των φορτίων, αλλά και στα εγχειρίδια που δημιουργήθηκαν για την αντιμετώπιση αυτών.

## Περιεχόμενα

### Κεφάλαιο 1

1.1.	Διάβρωση και βασικές ιδιότητες.....	6
1.2.	Διάβρωση και κατηγοριοποίησης της στην εμπορική ναυτιλία.....	7
1.2.1.	Γενική διάβρωση (General Corrosion).....	7
1.2.2.	Διάβρωση σκασίματος (Pitting Corrosion).....	8
1.2.3.	Διάβρωση αυλάκων και ακρών (Grooving and Edge Corrosion).....	9
1.3.	Παράγοντες που επηρεάζουν την διάβρωση.....	9
1.4.	Λειτουργικοί Παράγοντες.....	12
1.4.1.	Η Αναλογία του Φορτίου.....	12
1.4.2.	Η Αναλογία του έρματος.....	12
1.4.3.	Η εμπορική διαδρομή του πλοίου.....	13
1.4.4.	Η Διαβρωτικότητα του Άνθρακα.....	13
1.4.5.	Η Συχνότητα αλλαγών φορτίου.....	13
1.5.	Εσωτερικοί Παράγοντες.....	14

### Κεφάλαιο 2

2.1.	Γενικές πληροφορίες για τα πλοία μεταφοράς χύδην φορτίου.....	16
2.2.	Η ανάπτυξη του χύδην εμπορίου μετά τον δεύτερο Παγκόσμιο Πόλεμο.....	16
2.3.	Τα πρώτα προβλήματα και απώλειες πλοίων.....	17
2.4.	Οι περιπτώσεις του Derbyshire, Edmund Fitzgerald και του Flare.....	18
2.5.	Οι αλλαγές στους κανονισμούς.....	20
2.5.1.	Κανόνες και συστάσεις της Διεθνούς Ένωσης Νηογνομόνων.....	20
2.5.2.	Κανονισμοί του Διεθνή Ναυτιλιακού Οργανισμού.....	21
2.5.2.1.	Τα Πρόσθετα μέτρα ασφαλείας για τα πλοία μεταφοράς φορτίου χύδην - SOLAS Κεφάλαιο XII.....	21
2.5.2.2.	Το αναθεωρημένο κεφάλαιο XII της SOLAS τον Δεκέμβριο 2004.....	22

### Κεφάλαιο 3

3.1.	Ο Διεθνής Ναυτιλιακός Κώδικας Στερεών Χύδην Φορτίων (IMSBC).....	24
3.2.	Η Αποδοχή των Φορτίων σύμφωνα με τον Κώδικα.....	25
3.2.1.	Οι πληροφορίες που απαιτούνται από την πλευρά του αποστολέα.....	25
3.2.2.	Η περίπτωση των Φορτίων προς αποδοχή που δεν βρίσκονται στον κώδικα.....	26

3.3.	Οι Διαδικασίες της Φόρτωσης σύμφωνα με τον Κώδικα.....	27
3.4.	Κατανομή, ευστάθεια και πλάνο φορτοεκφόρτωσης.....	27
3.5.	Κατηγοριοποίηση και ταξινόμηση των επικίνδυνων φορτίων.....	28
3.6.	Επικίνδυνα μόνο χύδην φορτία, τα Διαβρωτικά στερεά ΜΗΒ (CR).....	29
3.7.	Παράδειγμα της φόρμας περιγραφής του εκάστοτε φορτίου.....	30

## Κεφάλαιο 4

4.1.	Γενικά. . . . .	32
4.2.	Ο Γαϊάνθρακας. . . . .	32
4.2.1.	Γενική Περιγραφή και υποκατηγορίες. . . . .	32
4.2.2.	Οι κύριες χώρες και λιμάνια εξαγωγής . . . . .	32
4.2.3.	Ιδιότητες και χαρακτηριστικά. . . . .	33
4.2.4.	Ειδικές προφυλάξεις. . . . .	34
4.3.	Το Σιδηρομετάλλευμα . . . . .	36
4.3.1.	Γενική περιγραφή. . . . .	36
4.3.2.	Οι κύριες χώρες και λιμάνια εξαγωγής . . . . .	36
4.3.3.	Ιδιότητες, κίνδυνοι και ειδικές προφυλάξεις . . . . .	36
4.4.	Θείο . . . . .	38
4.4.1.	Γενική Περιγραφή. . . . .	38
4.4.2.	Οι κύριες χώρες και λιμάνια εξαγωγής . . . . .	38
4.4.3.	Γενικά χαρακτηριστικά και κίνδυνοι . . . . .	38
4.4.4.	Προφυλάξεις κατά της διάβρωσης. . . . .	39

## Κεφάλαιο 5

5.1.	Η σωστή προετοιμασία των κυτών πριν την φορτοεκφόρτωση. . . . .	41
5.2.	Καθαριότητα των κυτών για την υποδοχή διαβρωτικών φορτίων. . . . .	41
5.2.1.	Προπαρασκευαστική συνάντηση. . . . .	41
5.2.2.	Το στάδιο του καθαρισμού των κυτών και καλυμμάτων. . . . .	42
5.2.3.	Το στάδιο του χημικού καθαρισμού. . . . .	43
5.2.3.1.	Το υδροξείδιο του καλίου (Lime) . . . . .	43
5.2.3.2.	Η επίστρωση του Hold Block . . . . .	43
5.3.	Το στάδιο της επιθεώρησης και της συντήρησης. . . . .	44
5.4.	Το στάδιο και η συντήρηση της επίστρωσης. . . . .	45
5.5.	Η διαδικασία της επιθεώρησης. . . . .	46
5.6.	Η διαδικασία της φορτοεκφόρτωσης. . . . .	46
5.7.	Η πρόσκληση φθορών από το προσωπικό του τερματικού σταθμού. . . . .	47

Βιβλιογραφία.....	49
-------------------	----



**Κεφάλαιο 1** (Ο ορισμός και οι βασικές ιδιότητες της διάβρωσης, εμφάνιση της στα εμπορικά πλοία, σε ποια σημεία εμφανίζεται και ποιοι παράγοντες την επηρεάζουν)

## 1.1 Διάβρωση και βασικές ιδιότητες

Τα περισσότερα από τα μεταλλεύματα είναι ασταθή θερμοδυναμικά στο φυσικό περιβάλλον και έχουν την τάση να επιστρέφουν στην αρχική μορφή τους. Αυτή ακριβώς η αστάθεια είναι ο κινητήριος μηχανισμός της διάβρωσης.

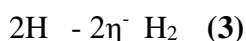
Διάβρωση ονομάζεται μια ηλεκτροχημική διαδικασία που περιλαμβάνει δύο επιμέρους αντιδράσεις. Την ανοδική αντίδραση όπου το μέταλλο οξειδώνεται και ιόντα του μετάλλου μεταφέρονται στο διάλυμα (πρώτη εξίσωση) και στην καθοδική αντίδραση (δεύτερη ή τρίτη εξίσωση) όπου τα ηλεκτρόνια μειώνονται από έναν αποδέκτη ηλεκτρονίων. Ένα μέσο που βοηθάει την πραγματοποίηση ηλεκτροχημικών αντιδράσεων είναι το νερό όπου είναι ένα ηλεκτρικά αγώγιμο υγρό.



**Ανοδική Αντίδραση**



**Καθοδικές Αντιδράσεις**



Η δεύτερη εξίσωση είναι η πιο κοινή καθοδική αντίδραση που σχετίζεται με τη διάβρωση σε πλοία μεταφοράς χύδην φορτίου, και πραγματοποιείται όταν το pH του διαλύματος είναι μεγαλύτερο από 5. Η ύπαρξη υγρασίας πρέπει να υπάρχει για να διευκολυνθεί η μεταφορά των μεταλλικών ιόντων (πρώτη εξίσωση) και να λειτουργήσει ως αντιδραστική ένωση στην καθοδική αντίδραση (δεύτερη ή τρίτη εξίσωση).

Ο ρυθμός διάβρωσης του χάλυβα εξαρτάται από το ρυθμό κάθε επιμέρους αντίδρασης. Μια ηλεκτροχημική αντίδραση περιλαμβάνει τη μεταφορά ηλεκτρικού φορτίου και την εναπόθεση ή τη διάλυση της μάζας της αντιδρώσας ουσίας. Όταν ενεργοποιηθεί η αντίδραση, η ταχύτητα της εξαρτάται από την έκταση της επιφάνειας του μετάλλου.

Η τελική ενεργοποίηση της διαδικασίας είναι συνάρτηση της θερμοκρασίας και των επιμέρων συστατικών της αντίδρασης, δηλαδή του τύπου μετάλλου που επενεργεί στην ανοδική αντίδραση και στον τύπο οξειδωτικού μέσου στην καθοδική αντίδραση. Ο έλεγχος της συγκέντρωσης εξαρτάται από το ρυθμό με τον οποίο το προϊόν μεταφέρεται μακριά από το ηλεκτρόδιο. Όσον αφορά το αποτέλεσμα της διάβρωσης, το ηλεκτρόδιο είναι η διαβρωτική επιφάνεια, το αντιδρών είναι το οξειδωτικό της καθοδικής αντίδρασης και το προϊόν είναι το αποτέλεσμα της ανοδικής αντίδρασης.

Ως εκ τούτου, απαιτείται η γνώση του τύπου του μετάλλου που υφίσταται διάβρωση, της θερμοκρασίας και των συνθηκών του διαβρωμένου περιβάλλοντος που μπορεί να επηρεάσει το ρυθμό μεταφοράς οξειδωτικού και ιονισμένου μετάλλου, από και προς την διαβρωτική επιφάνεια αντίστοιχα.

Η διάβρωση των ελασμάτων των πλοίων μεταφοράς χύδην φορτίου απαιτεί συνήθως την παρουσία ενός μη όξινου ηλεκτρολύτη. Σε αυτό το συγκεκριμένο περιβάλλον, και ελλείψει εξωτερικής τριβής, τα υδροξίδια που παράγονται από την διαβρωτική αντίδραση παραμένουν προσκολλημένα στη διαβρωτική επιφάνεια. Αυτό έχει ως επίδραση την εξέλιξη της διάβρωσης με την πάροδο του χρόνου.

Το στρώμα του διαβρωμένου μετάλλου περιορίζει την πρόσβαση του οξυγόνου στην επιφάνεια του, πολώνοντας εκεί την καθοδική αντίδραση (δεύτερη εξίσωση) και μειώνοντας έτσι το ποσοστό της διάβρωσης. Ο ρυθμός διάβρωσης μπορεί να συνεχίσει να μειώνεται με το χρόνο, υπό την προϋπόθεση

ότι το στρώμα της διαβρωμένης επιφάνειας συνεχίζει να περιορίζει την παροχή οξυγόνου. Αυτό θα συνεχιστεί ακόμα εάν το στρώμα της επιφάνειας διάβρωσης γίνει παχύτερο, με την πάροδο του χρόνου.

Τα ποσοστά διάβρωσης του χάλυβα που υπόκειται σε συνθήκες ατμοσφαιρικής έκθεσης, υπόγειας ή σε βύθισης συνήθως, ποικίλλουν με το χρόνο. Αυτό οφείλεται είτε στην ανάπτυξη ενός στρώματος προϊόντος διάβρωσης είτε λόγω αλλαγής των συνθηκών έκθεσης της μεταλλικής επιφάνειας των ελασμάτων του πλοίου λόγω αλλαγών που μπορεί να οφείλονται στο επιχειρησιακό προφίλ του. Ως εκ τούτου, η ταχύτητα διάβρωσης μπορεί να μην είναι γραμμική σε συνάρτηση με το χρόνο.

## **1.2 Διάβρωση και κατηγοριοποίηση της στην εμπορική ναυτιλία**

Η διάβρωση μπορεί να χωριστεί σε διάφορα είδη ανάλογα με το περιβάλλον στο οποίο εξετάζεται. Στην εμπορική ναυτιλία και στο θαλάσσιο περιβάλλον που εκτίθεται ένα εμπορικό πλοίο έχει επικρατήσει η κατηγοριοποίηση της στις ακόλουθες 4 κατηγορίες.

### **1.2.1 Γενική διάβρωση (General Corrosion)**

Στην γενική διάβρωση η αποικοδόμηση κατανέμεται ομοιόμορφα στην επιφάνεια του μετάλλου. Αυτός ο τύπος διάβρωσης μπορεί να βρεθεί στους κενούς χώρους κάτω από την περιοχή του καταστρώματος, σε δεξαμενές φορτίου πετρελαίου λόγω της συνύπαρξης του συστήματος αδρανούς αερίου και των πτητικών αερίων που αναβλύζονται από το φορτίο αργού πετρελαίου. Το αδρανές αέριο που παράγεται, απαιτείται για να διατηρηθεί το επίπεδο οξυγόνου κάτω του 5% ώστε να αποφευχθεί η αυτανάφλεξη των υδρογονανθράκων.

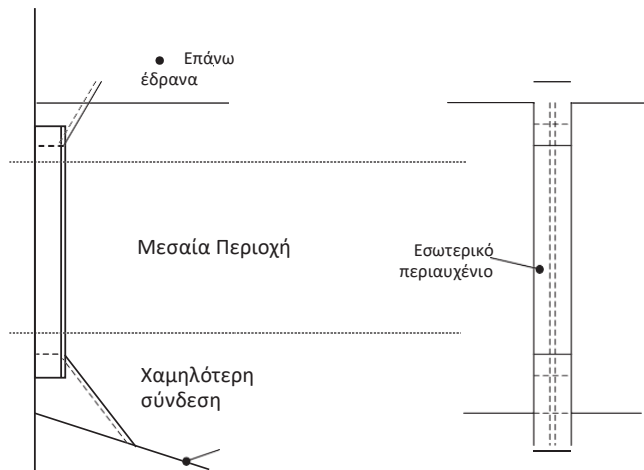
Ωστόσο, η παραγωγή των διαβρωτικών αερίων όπως τα SO<sub>3</sub>, SO<sub>2</sub> και CO<sub>2</sub> μπορούν να αλληλοεπιδράσουν με την υγρασία των ελασμάτων κι έτσι να δημιουργήσουν ένα όξινο περιβάλλον που θα διαβρώσει το χάλυβα.

Επιπλέον, το H<sub>2</sub>S από το φορτίο μπορεί να αποτελέσει πηγή ιόντων υδρογόνου η οποία αντιδρά με το μέταλλο σχηματίζοντας ενώσεις θείου, οι οποίες θα αντιδράσουν περαιτέρω με οξυγόνο για την παραγωγή οξειδίων του σιδήρου και θείου. Η διάβρωση του ελάσματος λόγω του συνδυασμού σκουριάς και θείου μπορεί να αποκολλήσει την επιφάνεια του ελάσματος κι έτσι μια καινούργια επιφάνεια χάλυβα να εκτεθεί κι αυτή με την σειρά διαβρώνοντας το μέταλλο στο εσωτερικό του.

Τα χαμηλότερα μεταλλικά έδρανα των πλοίων μεταφοράς χύδην φορτίων είναι επιρρεπή σε γενική διάβρωση, δεδομένου ότι αυτά συνήθως αφήνονται χωρίς κάποια επικάλυψη. Φορτία άνθρακα μπορούν να προκαλέσουν διάβρωση καθώς ενώσεις β-FeOOH και θεικού σιδήρου μπορούν να αλληλοεπιδράσουν με την παρουσία ανιόντων χλωρίου και θεικού άλατος μέσα στα αμπάρια του πλοίου.

Η συνολική καθοδική αντίδραση καθορίζει το επίπεδο pH της υγρασίας μέσα στα αμπάρια φορτίου. Το pH για τον άνθρακα εξαρτάται από τους σχετικούς συντελεστές των ακόλουθων δύο αντιδράσεων, την ύπαρξη πυρίτη FeS<sub>2</sub> και ανθρακικών αλάτων κυρίως CaCO<sub>3</sub> από το φορτίο άνθρακα. Σε σύγκριση με τον άνθρακα, τα φορτία σιδηρομεταλλεύματος συνήθως μεταφέρονται σε ξηρή κατάσταση και το μόνο διαβρωτικό στοιχείο που υπάρχει σε αυτά είναι το θείο αλλά σε μικρές συγκεντρώσεις.

Η διάβρωση μπορεί να εμφανιστεί επίσης και κατά την διαδικασία πλυσίματος και καθαρισμού. Η επαφή μεταξύ των βρεγμένων χαλύβδινων επιφανειών και σωματιδίων σιδηρομεταλλεύματος και του αερισμού τους μπορεί να προκαλέσει διάβρωση με το σχηματισμό επιμέρους ανοδικών και καθοδικών περιοχών σε διαφορετικές περιοχές του αμπαριού.



Στοιχεία ενός πλευρικού νομέα ενός αμπαριού πλοίου μεταφοράς χύδην φορτίου.

### 1.2.2 Διάβρωση σκασίματος (Pitting Corrosion)

Διάβρωση σκασίματος συναντάμε όταν εντοπίζονται τυχαίες κατανεμημένες διαβρωμένες περιοχές που μειώνουν την επιφάνεια και το πάχος του υλικού. Η διάβρωση από σκασίματα που υφίστανται οι χαλύβδινες επιφάνειες του πλοίου στο θαλάσσιο περιβάλλον, περιλαμβάνει κι εκείνη που προκαλείται από μικροβιολογικούς παράγοντες. Στα πλοία, τα σκασίματα παρατηρούνται είτε από σπάσιμο της προστατευτικής επίστρωσης είτε από την αναποτελεσματικότητα των καθοδικών συστημάτων προστασίας.

Συνήθως συμβαίνει στο πάτο των δεξαμενών φορτίου πετρελαίου και ορισμένες οριζόντιες επιφάνειες στις δεξαμενές έρματος. Ένα στρώμα νερού, συμπυκνωμένο από τη διαδικασία παραγωγής πετρελαίου βρίσκεται συνήθως στον πυθμένα των δεξαμενών. Η ποσότητα αυτού του στρώματος νερού μπορεί να είναι ιδιαίτερα διαβρωτική.

Αν και τα κατώτατα στρώματα μπορούν να καλυφθούν σε ένα λεπτό στρώμα του πετρελαίου που συμπεριφέρεται ως ένα προστατευτικό στρώμα, η διάβρωση των ελασμάτων θα εμφανιστεί μόλις αυτό το στρώμα μειωθεί. Το συμπυκνωμένο νερό περιέχει χαμηλά επίπεδα οξυγόνου και σε συνδυασμό με τις διάφορες χημικές θρεπτικές ουσίες παρέχει έναν ιδανικό αναερόβιο τόπο για τα βακτηρίδια όπως τα θειικά-βακτηρίδια για να πολλαπλασιαστούν. Επιπλέον, η θέρμανση του πετρελαίου για τους σκοπούς της φορτοεκφόρτωσης συμβάλλει επίσης στη βακτηριακή διάβρωση, καθώς έχει διαπιστωθεί ότι σε θερμοκρασία μεταξύ 20 °C και 50 °C είναι η βέλτιστη κατάσταση για τα βακτηρία να πολλαπλασιαστούν.

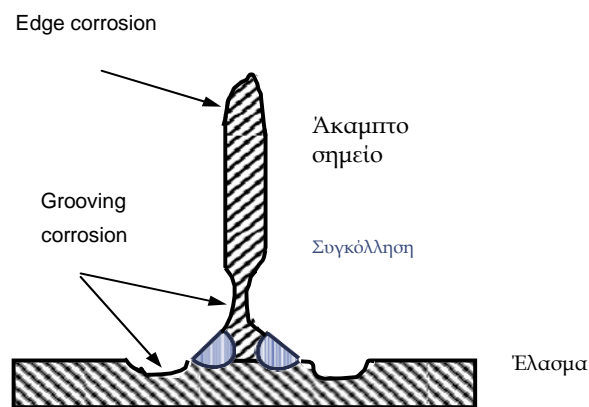


Όσον αφορά στις οριζόντιες περιοχές στις δεξαμενές έρματος οι οποίες καλύπτονται με προστατευτική οργανική επίστρωση (συνήθως εποξειδική πίσσα άνθρακα), μπορούν να εμφανιστούν κυψέλες και φουσκώματα όταν η επιφανειακή υγρασία και το οξυγόνο διεισδύουν μέσω της μεμβράνης ή διαλυτών υλικών που εκπλύονται από την επικάλυψη. Το νερό θα συσσωρευτεί ανάμεσα στην επίστρωση και στα ελάσματα του χάλυβα, και θα σχηματίσουν μια ουδέτερη ή αλκαλική φουσκάλα. Στην περίπτωση των πρώτων σε συνδυασμό με ένα διαφορετικό αερισμό θα προκαλέσει τοπική διάβρωση κάτω από τα ελάσματα. Στην περίπτωση των αλκαλικών φουσκάλων είναι εξαιρετικά απίθανο να προκαλέσει φθορά στα ελάσματα λόγω του αλκαλικού υγρού που βρίσκεται παγιδευμένο ανάμεσα στην επίστρωση και στο μέταλλο.

### 1.2.3 Διάβρωση αυλάκων και ακρών (Grooving and Edge Corrosion)

Η διάβρωση αυλάκων μπορεί να εμφανιστεί στις άκαμπτες συνδέσεις μεταξύ του διαμήκους και του καταστρώματος που βρίσκονται κοντά σε μια συγκολλημένη περιοχή. Η διάβρωση ακρών εμφανίζεται στις ελεύθερες επιφάνειες των άκαμπτων σημείων και στο τέλος τους όπου και σχηματίζει διάβρωση περιμετρικά αυτών. Η διάβρωση μπορεί να εμφανιστεί στη θερμαινόμενη και επηρεασθείσα ζώνη από την συγκόλληση και να εμφανιστεί απώλεια επιφάνειας του μετάλλου σε περιοχή παράλληλη με τη συγκόλληση. Επίσης διάβρωση μπορεί να εμφανιστεί και στην περιοχή που δεν έχει επηρεαστεί αλλά υπόκειται σε υψηλές πιέσεις και κοπώσεις ο οποίες μπορούν να συμβάλουν στην δημιουργία ρωγμής κι έτσι προϋποθέσεις διάβρωσης.

Όσο αφορά την διάβρωση που εμφανίζεται στις άκρες δομικών μελών της υπερκατασκευής αυτή οφείλεται κυρίως λόγω της λεπτότερης επίστρωσης που εφαρμόζεται στα συγκεκριμένα κομμάτια λόγω της ιδιαίτερης μορφολογίας του, καθιστώντας με αυτό το τρόπο αυτήν την περιοχή πιο ευάλωτη στη διάβρωση.



Σχηματική απεικόνιση της διάβρωσης αυλάκων και άκρων γύρω από μια άκαμπτη επιφάνεια

### 1.3 Παράγοντες που επηρεάζουν την διάβρωση

Ο συνολικός ρυθμός διάβρωσης των ελασμάτων των πλοίων επηρεάζεται από ένα πλήθος παραγόντων, οι οποίοι περιλαμβάνουν την επικάλυψη των ελασμάτων, την καθοδική προστασία ή και ένα συνδυασμό επίστρωσης και ανοδιών, του χρόνου στο οποίο το πλοίο βρίσκεται σε άφορτη κατάσταση, την περιεκτικότητα υγρασίας στις κενές δεξαμενές, η συχνότητα πλύσης των δεξαμενών, την σύνθεση του αδρανούς αερίου, την θερμοκρασία του φορτίου και του καυσίμου που μπορεί να βρίσκονται σε

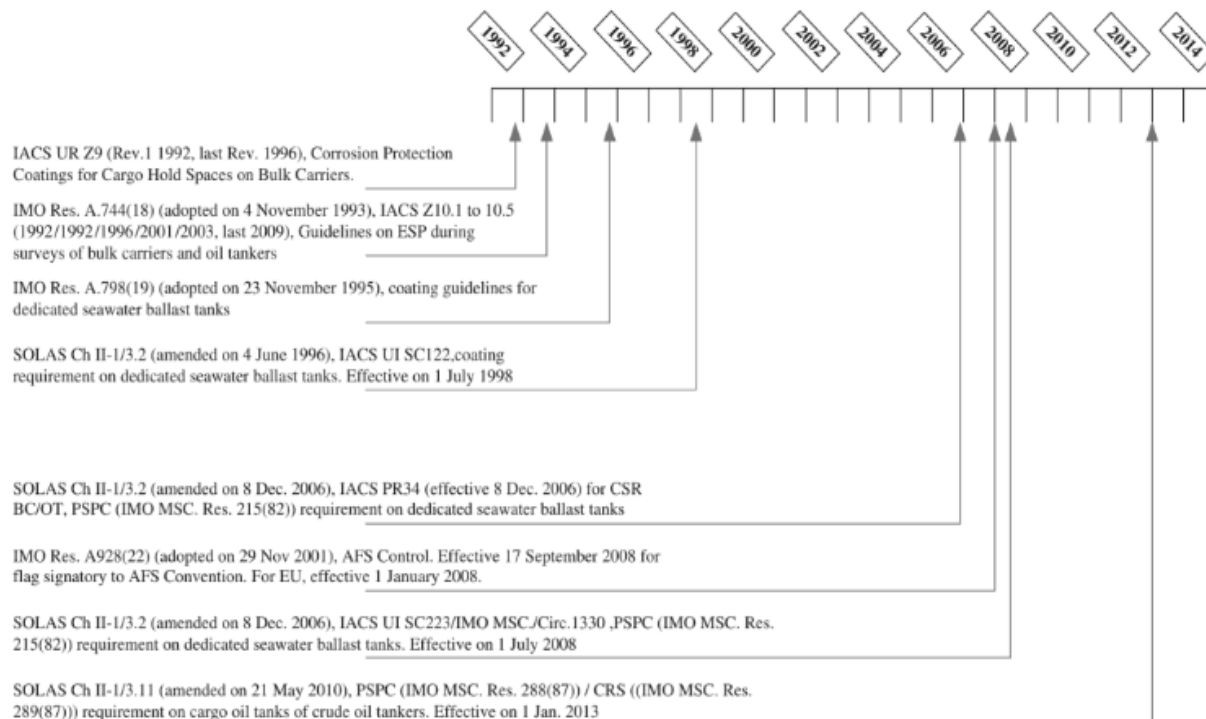
παρακείμενες δεξαμενές, το καθαρό ή βρώμικο έρμα, την σύνθεση του φορτίου, και την ταχύτητα και την εμπορική διαδρομή του πλοίου.

Επιπλέον, η αλατότητα, η θαλάσσια ρύπανση, η ταχύτητα του νερού, η μηχανική τριβή, η ελαστικότητα των ελασμάτων, οι μέθοδοι επισκευής, η θέση και ο προσανατολισμός των ίδιων των ελασμάτων μπορούν επίσης να επηρεάσουν τη διαδικασία διάβρωσης.

Περιβαλλοντικοί παράγοντες, όπως η θερμοκρασία, το διαλυμένο οξυγόνο, η αλατότητα, το pH και η ταχύτητα του νερού, έχουν αναφερθεί και ως διορθωτικοί παράγοντες στην πρόβλεψη του ρυθμού διάβρωσης. Η θερμοκρασία η οποία εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από την εμπορική διαδρομή του πλοίου, είναι ο πιο ευρέως μελετημένος παράγοντας, και έχει παρατηρηθεί ότι το ποσοστό διάβρωσης είναι υψηλότερο κατά τους θερμότερους μήνες ενώ σε θερμοκρασία κάτω των 5 °C δεν επηρεάζεται καθόλου. Όσο αφορά την θερμοκρασία του θαλασσινού νερού και την συσχέτιση της με την διάβρωση έχει παρατηρηθεί ότι αυξάνεται με θερμοκρασίες χαμηλότερες από 5 - 10 °C.

Εκτός από την άμεση σύνδεση με την διάβρωση η συγκέντρωση οξυγόνου, η διάχυση, η θερμοκρασία επηρεάζει επίσης την δραστηριότητα των βακτηρίων. Η επαφή των ελασμάτων με θαλασσινό νερό με θερμότερη θερμοκρασία μπορεί να οδηγήσει σε μεγαλύτερο βαθμό διάβρωση σε σχέση με ψυχρότερο μέσο λόγω του υψηλότερου μεταβολισμού βακτηρίων σε αυτό.

Η επικάλυψη και το φορτίο (υγρασία, θερμοκρασία και κύρια χημικά συστατικά) όσο αφορά τα πετρελαιοφόρα και τα πλοία μεταφοράς φορτίου χύδην είναι επίσης ένας κύριος διαβρωτικός παράγοντας. Η αποτελεσματικότητα και η διάρκεια της επικάλυψης εξαρτάται από τον τύπο της, την εφαρμογή, τη συντήρηση και τη θέση της. Συνήθως, το πάχος επίστρωσης σε ένα πλοίο κυμαίνεται από 200 μm έως 500 μm. Ο Διεθνής Ναυτιλιακός Οργανισμός (IMO) έχει ομαδοποιήσει την επικάλυψη στους εξής τύπους I, II και III, με την αντίστοιχη αναμενόμενη διάρκεια τους σε 5, 10 και 15 έτη, αντίστοιχα.



Χρονοδιάγραμμα των απαιτήσεων ή των συστάσεων από τον Διεθνή Ναυτιλιακό Οργανισμό και τη Διεθνή Ένωση Νηογνομόνων.

Η αποτυχία των επιστρώσεων εμφανίζεται κυρίως γύρω από της συγκολλήσεις, και σε εκτεθειμένα και προεξέχοντα σημεία στην μεταλλική κατασκευή του πλοίου. Λόγω των διαφόρων περιβαλλοντικών και λειτουργικών παραγόντων, το ποσοστό, αλλά και ο μηχανισμός διάβρωσης ποικίλει ανάλογα και με τη δομική θέση των ελασμάτων.

Τα τυπικά πρότυπα διάβρωσης στα αμπάρια φορτίου των πλοίων μεταφοράς χύδην φορτίων και τα βασικά σημεία τα οποία εμφανίζονται συνοψίζονται στον παρακάτω πίνακα.

	<b>Τοποθεσία</b>	<b>Σύστημα διαβρωτικής προστασίας</b>	<b>Τύπος διάβρωσης</b>	<b>Ποσοστό διάβρωσης</b>
<b>1.</b>	Ελάσματα Οροφής	Η άνω επιφάνεια είναι μη επικαλυμμένη και κάτω από την επιφάνεια είναι επικαλυμμένη	Γενική διάβρωση στην επάνω επιφάνεια, και σπάσιμο της επίστρωσης	Σταθερός ρυθμός διάβρωσης ενώ το σπάσιμο της επίστρωσης εξαρτάται από τον ρυθμό αλλαγής του φορτίου
<b>2.</b>	Πλευρικά Ελάσματα	Επίστρωση	Τοπική διάβρωση	Υψηλή στη σύνδεση με τον αγκώνα
<b>3.</b>	Κάτω Έδρανα	Χωρίς Επίστρωση ή επίστρωση μικρής διάρκειας ζωής	Ομοιόμορφα κατανεμημένη με παχύ στρώμα σκουριάς	Μειώνεται με την πάροδο του χρόνου
<b>4.</b>	Κυματοειδή ή ελάσματα νομέων	Επίστρωση	Η διάβρωση στην χαμηλότερη επένδυση είναι σοβαρότερη	Ποικίλλουν με κατακόρυφη θέση
<b>5.</b>	Αμπάρια ως Δεξαμενές έρματος	Επίστρωση	Τοπική διάλυση της επίστρωσης	Εξαρτάται από το σύστημα διαβρωτικής προστασίας και την γενική κατάσταση της δεξαμενής

Όσον αφορά την επιλογή του είδους του χάλυβα για την κατασκευή του πλοίου, η γενική έκθεση του σε συνθήκες φυσικού θαλασσινού νερού (pH = 7.8–8.2) και η διάβρωση του εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από την σύνθεση του. Η περιεκτικότητα του σε άνθρακα, θείο, μαγγάνιο και χρώμιο μπορεί να επηρεάσει τη συμπεριφορά διάβρωσης, ενώ η επίδραση της ύπαρξης πυριτίου και του φωσφόρου είναι αμελητέα.

## 1.4 Λειτουργικοί Παράγοντες

Σύμφωνα με πολλές δημοσιευμένες μελέτες όπως η πιο πρόσφατη των Gardiner και Melchers (2003), οι λειτουργικοί παράγοντες που μπορούν να επηρεάσουν το ρυθμό διάβρωσης είναι οι εξής:

- Η αναλογία του Φορτίου
- Η αναλογία του Έρματος
- Η εμπορική διαδρομή του πλοίου
- Η Διαβρωτικότητα του άνθρακα
- Η Συχνότητα αλλαγών φορτίου

### 1.4.1 Η Αναλογία του Φορτίου

Ένα φορτίο άνθρακα έχει σημαντικά περισσότερες διαβρωτικές ουσίες από ότι έχει ένα φορτίο σιδηρομεταλλεύματος. Επίσης το συγκεκριμένο φορτίο τείνει να έχει πολύ υψηλότερη περιεκτικότητα σε υγρασία. Λόγω του διαφορετικού συντελεστή στοιβασίας του κάθε φορτίου το ποσοστό διάβρωσης διαφέρει επίσης και λόγω των διαφορετικών επιφανειών που μένουν εκτεθειμένες σε ατμοσφαιρική έκθεση εντός των αμπαριών.

Επομένως, η συνολική πρόοδος της διάβρωσης για ένα συγκεκριμένο τύπο πλοίου είναι συνάρτηση του σχετικού χρόνου που ένα πλοίο μεταφέρει φορτία άνθρακα προς την ηλικία του πλοίου και των ελασμάτων του. Αυτό το ποσοστό της διάβρωσης μπορεί να καθοριστεί από την αναλογία του φορτίου.

**Αναλογία φορτίου** = συνολικός χρόνος με το φορτίο / ηλικία του πλοίου

### 1.4.2 Η Αναλογία του έρματος

Η διάβρωση των δεξαμενών έρματος, και των χώρων των αμπαριών που χρησιμοποιούνται ως τέτοιες εξαρτάται από το συνολικό χρόνο όπου το πλοίο βρίσκεται σε άφορτη κατάσταση. Ο λόγος έρματος καθορίζει το συνολικό χρόνο που τα χαμηλότερα ελάσματα ενός αμπαριού εκτίθενται σε μια εσώκλειστη ατμοσφαιρική κατάσταση.

Ορίζει επίσης εν μέρει την κατάσταση έκθεσης των ελασμάτων του αμπαριού σε περίπτωση φόρτωσης ενός φορτίου με υψηλό συντελεστή στοιβασίας όπως του σιδηρομεταλλεύματος.

Ο συνολικός χρόνος που οι επιφάνειες των αμπαριών εκτίθενται σε θαλασσινό νερό σε αντίθεση με μια κλειστή ατμόσφαιρα ορίζεται επίσης από την αναλογία έρματος.

**Αναλογία έρματος = χρόνος με έρμα / ηλικία του σκάφους**

### **1.4.3 Η εμπορική διαδρομή του πλοίου**

Το ποσοστό της ατμοσφαιρικής διάβρωσης είναι μια συνάρτηση της θερμοκρασίας και του ποσοστού διάβρωσης των δεξαμενών έρματος και εξαρτάται από την αλατότητα του και της διαλυμένης συγκέντρωσης οξυγόνου σε αυτό. Δεδομένου ότι αυτά τα νούμερα δεν είναι σταθερά, τα ποσοστά διάβρωσης διαφέρουν ανάλογα με την εμπορική διαδρομή του πλοίου.

### **1.4.4 Η Διαβρωτικότητα του Άνθρακα**

Η διαβρωτικότητα του άνθρακα εξαρτάται από τις ιδιότητες και τα συστατικά του. Τα σημαντικότερα συστατικά που επηρεάζουν τη διαβρωτικότητα του είναι το χλώριο και το πυριτικό θείο. Οι χημικές ουσίες είναι πηγές χλωριούχων και θεικών ανιόντων. Το πυριτικό θείο μπορεί επίσης να διευκολύνει το σχηματισμό όξινων διαρροών.

Η τοποθεσία εξόρυξης και η πηγή του άνθρακα διέπει τις ιδιότητες και την ποσότητα των διαφόρων συστατικών του άνθρακα.

Η μορφή του θείου που βρίσκεται στον άνθρακα καθορίζει και εάν αυτός θα ξεβγάλει θειικά ανιόντα. Αυτή βρίσκεται στις εξής τρεις μορφές του οργανικού, του θειικού και του πυριτικού. Οι δύο πρώτες μορφές είναι σταθερά συνδεδεμένες με τον άνθρακα και δεν εκπλύνονται. Ως εκ τούτου, η περιεκτικότητα σε πυρίτιο θείο και όχι σε ολικό θείο είναι σημαντική σε σχέση με την διαβρωτικότητα των φορτίων των διαφόρων ανθρακωρυχείων.

### **1.4.5 Η Συχνότητα αλλαγών φορτίου**

Το σπάσιμο της επίστρωσης και της επακόλουθης διάβρωσης στην επιφάνεια των ελασμάτων του πυθμένα των δεξαμενών μπορεί να συμβεί από τις συχνές εναλλαγές φορτίου και των διαδικασιών φορτοεκφόρτωσης.

## 1.5 Εσωτερικοί Παράγοντες

Είναι πιθανό τα πλοία που υπόκεινται στις ίδιες λειτουργικές συνθήκες να διαβρώνονται με ανόμοιους ρυθμούς λόγω της διαφοράς στο δομικό σχεδιασμό τους. Οι ακόλουθοι παράγοντες είναι οι παρακάτω.

Θέση και προσανατολισμός δομικών μελών: Η θέση ενός δομικού μέλους καθορίζει σε ποιο βαθμό αυτό και τα συγκεκριμένα ελάσματα εκτίθενται σε έρμα ή τους διαφορετικούς τύπους φορτίου, στη φθορά και στη δομική ζημιά λόγω κακού χειρισμού του φορτίου.

Σύστημα προστασίας διάβρωσης: Ο ρυθμός διάβρωσης εξαρτάται επίσης και από τον τύπο του συστήματος διαβρωτικής προστασίας.



**Κεφάλαιο 2** (Περιγραφή των πλοίων μεταφοράς χύδην φορτίων, η ανάπτυξη τους μετά το τέλος του 2<sup>ου</sup> Παγκοσμίου Πολέμου, οι μαζικές απώλειες πλοίων, οι πρώτες πλήρες μελέτες των ναυαγίων και οι αλλαγές στους κανονισμούς)

## 2.1 Γενικές πληροφορίες για τα πλοία μεταφοράς χύδην φορτίου

Τα πλοία μεταφοράς χύδην φορτίου είναι ειδικά σχεδιασμένα πλοία ώστε να μεταφέρουν μεγάλες ποσότητες χύδην φορτίου όπως σιτηρά, άνθρακα ή σιδηρομετάλλευμα. Αποτελούνται από ορθογώνια διαμερίσματα φορτίου που εκτείνονται κατά μήκος του καταστρώματος με το χώρο του ακομοδεσίου να βρίσκεται στο πίσω μέρος της κατασκευής. Οι χώροι φορτίου, αποτελούνται από ένα πολύπλοκο σύστημα αυλακωειδών διαφραγμάτων με εσωτερικές ενισχύσεις συγκωλλημένα επάνω σε ατσάλινες πλάκες ενώ το υλικό κατασκευής τους είναι υψηλής ποιότητας χάλυβας τύπου Α ή παρεμφερή σύμφωνα με τα πρότυπα της Lloyd's ενώ καλύπτονται με μεγάλα χαλύβδινα καλύμματα που εξυπηρετούν στην γρήγορη και εύκολη φορτοεκφόρτωση. Τα πλοία αυτά έχουν δυνατότητα μεταφοράς μεγάλης χωρητικότητας έρματος είτε στους χώρους φορτίου είτε σε ξεχωριστές δεξαμενές ώστε να υπάρχει επαρκής εμβάπτιση της προπέλας όταν εκείνα ταξιδεύουν άφορτα.

Ανάλογα με το μέγεθος τους έχουν κατηγοριοποιηθεί σε 6 βασικές κατηγορίες τα mini, handysize, handymax, panamax, capesize, και τα VLBC ή VLOC (Very Large Bulk ή Ore Carrier). Ενώ υπάρχει και αντίστοιχη κατηγοριοποίηση ανάλογα με την εμπορική διαδρομή του εκάστοτε πλοίου.

Ορισμένα πλοία πρέπει να είναι σχετικά μικρά ώστε να μπορούν να εισέρχονται σε μικρότερους ή ρηχούς λιμένες ή και να μεταφέρουν μικρότερες ποσότητες φορτίου και να εξυπηρετούν συγκεκριμένες εμπορικές διαδρομές. Όμως η μεταφορά ποσοτήτων χύδην φορτίου ανά ταξίδι εξοικονομεί και προσφέρει μεγαλύτερο κέρδος τόσο στους πλοιοκτήτες τόσο και στους ναυλωτές. Έτσι μεγαλύτερα πλοία κατασκευάστηκαν κυρίως για φορτίο άνθρακα και σιδηρομεταλλεύματος για εξυπηρέτηση μεγάλων εμπορικών διαδρομών όπως από την Βραζιλία ή την Αυστραλία προς την Ασία. Το 1986 κατασκευάστηκε το μεγαλύτερο πλοίο στον κόσμο μέχρι το 2010, το Berge Stahl με μήκος 343 μέτρων και πλάτους 64 μέτρων με καθαρή δυνατότητα χωρητικότητας του 364.767 μετρικούς τόνους. Το 2010 το πλοίο Vale Brasil πήρε τα πρωτεία με μήκος 362 μέτρων και πλάτους 65 μέτρων και καθαρή δυνατότητα χωρητικότητας 402,347.

Το φορτίο που μεταφέρουν μπορεί να είναι ιδιαίτερα πυκνό, τοξικό ή διαβρωτικό. Λόγω αυτών, θέματα ασφάλειας μπορεί να προκύψουν όπως η μετατόπιση φορτίου, ή αυτανάφλεξη τού ή ρευστοποίηση του, που μπορούν να απειλήσουν την ακεραιότητα του πλοίου, των επιβαινόντων και του περιβάλλοντος.

Στην δεκαετία του 1990 παρουσιάστηκε μία έξαρση προβλημάτων με το πιο σημαντικό εκείνο της διάβρωσης των χώρων φορτίου και των καλυμμάτων τους αλλά και γενικότερα των ελασμάτων της υπερκατασκευής και πολλά πλοία είτε βυθίστηκαν είτε κινδύνευσαν να βυθιστούν. Έκτοτε, νέοι διεθνείς κανονισμοί έχουν θεσπιστεί που στόχευσαν στη βελτίωση του σχεδιασμού και της επιθεώρησης των πλοίων και τον εξορθολογισμό της διαδικασίας εγκατάλειψης του πλοίου.

## 2.2 Η ανάπτυξη του χύδην εμπορίου μετά τον δεύτερο Παγκόσμιο Πόλεμο

Μετά τον Δεύτερο Παγκόσμιο Πόλεμο, άρχισε να αναπτύσσεται ένα διεθνές εμπόριο χύδην μεταξύ των βιομηχανικών εθνών, ιδίως μεταξύ των ευρωπαϊκών χωρών, των Ηνωμένων Πολιτειών και της Ιαπωνίας. Λόγω της ραγδαίας ανάπτυξης αυτού του εμπορίου, τα πλοία έγιναν μεγαλύτερα και πιο εξειδικευμένα στο τύπο του μεταφερόμενου φορτίου.



Σε αυτή την περίοδο, το εμπόριο και οι μεταφορές από τις Great Lakes στην Ηνωμένων Πολιτειών αυξήθηκαν ώστε να μεγιστοποιήσουν τις οικονομίες κλίμακας. Μαζί με την άνοδο του εμπορίου κατασκευάστηκαν τη δεκαετία του 1970 και μεγαλύτερα σε μέγεθος πλοία για να εξυπηρετήσουν το συγκεκριμένο εμπόριο. Στο κλείσιμο της δεκαετίας καταγράφηκε διακίνηση 214 εκατ. τόνων χύδην φορτίου εντός της περιοχής.

Εκτός από τα πλοία των Great Lakes, τα πλοία Liberty, μια ειδική κατηγορία πλοίων που κατασκευάστηκαν κατά τη διάρκεια του Δευτέρου Παγκοσμίου Πολέμου αλλά και άλλα πολεμικά πλοία όπως τα Victory, τα Fort, τα Ocean, και τα Park-class χρησιμοποιήθηκαν επίσης για τη μετακίνηση χύδην φορτίων.

Από τα τέλη της δεκαετίας του 1950, έγιναν γενικότερες αλλαγές στο σχεδιασμό των πλοίων. Οι πλοιοκτήτες που χρησιμοποιούσαν πολεμικά πλοία ή ακόμα και παλαιότερα πλοία για να μεταφέρουν φορτία χύδην άρχισαν να αντικαταστήσουν τα πλοία τους με νέα και ειδικά σχεδιασμένα και εξειδικευμένα πλοία. Τα πρώτα νέου τύπου πλοίου που εμφανίστηκαν στο κλείσιμο της δεκαετίας του 1950 και στις αρχές της επόμενης εισήγαγαν του χώρους ακομοδεσίου καθώς και την θέση της μηχανής στο πρυμναίο κομμάτι της κατασκευής. Είχαν συνήθως τέσσερα ή πέντε αμάρια και συνήθως χωρίς κουραδόρους. Τέλος, κάποια είχαν δικούς τους γεραμούς ή μπούμες για την εξυπηρέτηση των διαδικασιών φορτοεκφόρτωσης. Τα ιαπωνικά πλοία Freedom όπως και τα βρετανικά πλοία SD14 έγιναν ιδιαίτερα δημοφιλή αυτήν την εποχή.



Αριστερά το ιαπωνικής κατασκευής πλοίο τύπου Freedom ενώ δεξιά το βρετανικό SD14

### 2.3 Τα πρώτα προβλήματα και απώλειες πλοίων

Τα πλοία μεταφοράς φορτίου χύδην παρουσίασαν υψηλό ποσοστό απωλειών στα τέλη της δεκαετίας του 1980 και στις αρχές της δεκαετίας του 1990. Στο διάστημα μεταξύ 1980 και 2000 βυθίστηκαν περίπου 170 πλοία πράγμα το οποίο προκάλεσε γενική ανησυχία ως προς το σχεδιασμό και την κατασκευή τους. Καθ' όλη τη διάρκεια της δεκαετίας του 1990, η ασφάλεια των πλοίων μεταφοράς φορτίου χύδην ήταν ένα από τα κύρια θέματα στις διεργασίες του Διεθνή Ναυτιλιακού Οργανισμού, των νηογνομόνων και του κλάδου γενικότερα.

Από μελέτες διαφόρων περιστατικών παρατηρήθηκε ότι κατασκευαστικό ελάττωμα στην κατασκευή των χώρων φορτίου και των καλυμμάτων μπορούσε να οδηγήσει σε διαδοχικές πλημμύρες και απώλεια της υδατοστεγανότητας των χώρων φορτίων με ως αποτέλεσμα την καταστροφή των πλευρικών νομέων

στο σύνολο τους. Οι διαδοχικές αυτές πλημμύρες είχαν σαν αποτέλεσμα την υπερβολική κάμψη του κύτους που έχει σαν αποτέλεσμα το σπάσιμο της υπερκατασκευής και την βύθιση του πλοίου.

Εκτός από τα κατασκευαστικά και δομικά ελαττώματα του πλοίου, η διαδικασία της φορτοεκφόρτωσης ήταν ένας σημαντικός παράγοντας στα περιστατικά απώλειας των πλοίων καθώς πολλά από αυτά ήταν συχνά φορτωμένα σε μοτίβα που δεν ήταν εγκεκριμένα και δεν αναγράφονταν στο εγχειρίδιο φόρτωσης του πλοίου. Επίσης εκτός από τα εκτός σχεδίου μοτίβα φορτώσεως ζημιές στα ελάσματα και στις προστατευτικές επιστρώσεις μπορούν να προκύπτουν κατά την διάρκεια της φορτοεκφόρτωσης από το προσωπικό των τερματικών σταθμών, τους στοιβαδόρους. Τέλος η κακή συντήρηση των κυτών και του πλοίου αλλά το ανεπαρκές πλαίσιο επιθεωρήσεων συνέβαλλαν αρνητικά κι αυτά στις απώλειες των πλοίων.

Το αποτέλεσμα όλων αυτών των περιστατικών και μελετών ήταν η εισαγωγή ενός νέου κεφαλαίου στην διεθνή σύμβαση της SOLAS. Το XII κεφάλαιο της SOLAS καλύπτει τις κατασκευαστικές απαιτήσεις, τις απαιτήσεις αντοχής των ελασμάτων αλλά και το πλαίσιο ενισχυμένων επιθεωρήσεων των πλοίων μεταφοράς χύδην φορτίων. Σε περαιτέρω αναθεώρηση του, τον Δεκέμβριο του 2004 η Επιτροπή Θαλάσσιας Ασφάλειας εισήγαγε περιορισμούς στην ναυσιπλοΐα για τα έμφορτα πλοία που πλέουν με κάποιο από τα αμπάρια τους κενά. Επίσης εισήγαγε τις σχεδιαστικές απαιτήσεις για τα πλοία διπλού τοιχώματος και εναλλακτικά σχέδια στην κατασκευή πλοίων μονού πλευρικού τοιχώματος. Η επιλογή της κατασκευής διπλού πλευρικού τοιχώματος ισχύει μόνο για νέα πλοία μήκους 150 μέτρων και άνω, που μεταφέρουν φορτία πυκνότητας  $1000 \text{ kg/m}^3$  και άνω και τέθηκαν σε ισχύ από την 1η Ιουλίου του 2006.

## **2.4 Οι περιπτώσεις του Derbyshire, Edmund Fitzgerald και του Flare**

Μέχρι σήμερα η πιο ενδελεχής έρευνα μιας βύθισης πλοίου μεταφοράς χύδην φορτίου είναι αυτή του Derbyshire. Το 170.000 τόνων πλοίο είχε κατασκευαστεί το 1976 στο ναυπηγείο SwanHunter στον ποταμό Tyne. Τον Σεπτέμβριο του 1980 βυθίστηκε τελικά κατά τη διάρκεια μιας τροπικής καταιγίδας στη θάλασσα της Νότιας Κίνας, ενώ βρισκόταν καθοδόν για την πραγματοποίηση του ταξιδιού του από το Σιάτλ των Ηνωμένων Πολιτειών στη Γιοκοχάμα της Ιαπωνίας με ένα φορτίο σιδηρομεταλλεύματος.

Θεωρήθηκε ένα ξαφνικό καταστροφικό συμβάν καθώς δεν εξέπεμψε και δεν ελήφθη πότε σήμα κινδύνου και κανείς από το πλήρωμα των 44 ανθρώπων δεν επέζησε. Οι συγγενείς των θανόντων πίστευαν ότι υπήρχε μια δομική βλάβη που οφειλόταν σε σχεδιαστικό ελάττωμα καθώς το πρυμναίο τμήμα του πλοίου είχε αποκολληθεί από το μπροστινό μέρος του. Την άποψη αυτή συμμερίστηκαν αρκετοί μηχανικοί καθώς μεταξύ άλλων αποδεικτικών στοιχείων, εύθραυστες ρωγμές είχαν βρεθεί στα ελάσματα του καταστρώματος ενός από τα αδελφά πλοία του Derbyshire.

Τον Ιούνιο του 1994 τα μέλη των οικογενειών βοηθούμενα οικονομικά από τη Διεθνή Ομοσπονδία Μεταφορών, πραγματοποίησε μια υποβρύχια έρευνα στο χώρο του ναυαγίου και σε βάθος 4200 μέτρων. Η βρετανική κυβέρνηση χρηματοδότησε μια περαιτέρω έρευνα που πραγματοποιήθηκε από το ωκεανογραφικό ίδρυμα Wood Hole της Μασαχουσέτης.

Το ναυάγιο χαρτογραφήθηκε πλήρως και διαπιστώθηκε ότι το πρύμνη διαχωρίστηκε από το μπροστινό μέρος και σε απόσταση 600 μ. Αυτό ήταν μια σαφής ένδειξη ότι το πλοίο είχε βυθιστεί σε ένα κομμάτι. Εάν το πρυμναίο κομμάτι είχε διαχωριστεί στην επιφάνεια θα ήταν αδύνατο το πρυμναίο κομμάτι να είχε βυθιστεί την ίδια στιγμή και θα παρέμενε κάποιο διάστημα στην επιφάνεια παρασυρόμενο και από τον άνεμο και τα δύο κομμάτια θα βρίσκονταν αρκετά μέτρα μακριά μεταξύ τους.

Αφού προεξοφλήθηκε ότι δεν υπήρχε κατασκευαστικό και δομικό ελάττωμα η προσοχή επικεντρώθηκε σε πιθανή αδυναμία στα καλύμματα των κυτών. Η σύγκριση τους σε σχέση με τα ελάσματα του καταστρώματος έδειξαν ότι άντεξαν σε κοπώσεις και σε δυνάμεις μόλις του ενός δέκατου των δευτέρων. Το κάλυμμα του πρώτου πρωραίου αμπαριού είχε αποκολληθεί τελείως ενώ ένα δεύτερο είχε λυγίσει προς τα μέσα που υποδείκνυε τον ξαφνικό κατακλυσμό με νερό σε ένα αμπάρι που προκάλεσε την βύθιση του πλοίου ως ένα κομμάτι και ταχύτατα μην δίνοντας την δυνατότητα στο πλήρωμα να προβεί σε εγκατάλειψη και να εκπέμψει σήμα κινδύνου.

Το 1975 στην Βόρεια Αμερική υπήρξε ένα περιστατικό στη λίμνη Superior που είχε κάποια κοινά χαρακτηριστικά με την απώλεια του Derbyshire. Το πλοίο μεταφοράς χύδην φορτίου, Edmund Fitzgerald βρέθηκε μέσα σε μια σφοδρή καταιγίδα και έχασε το ραντάρ του μην μπορώντας το πλήρωμα να προσδιορίσει την θέση του. Ο Πλοίαρχος ζήτησε βοήθεια από ένα αδελφό πλοίο το Arthur Anderson. Λίγο αργότερα, ο Πλοίαρχος ανέφερε ότι το πλοίο έπαιρνε νερό και είχε αποκτήσει κλίση ενώ αργότερα χάθηκε πλήρως η επικοινωνία.

Λόγω της σφοδρότητας του καιρού το ραντάρ του Arthur Anderson σταμάτησε να λειτουργεί για μικρό χρονικό διάστημα ενώ όταν επανήλθε δεν υπήρχε κανένα σημάδι από Edmund Fitzgerald. Κανένα ίχνος σήματος για βοήθεια σε εκπέμφθηκε και το πλοίο βυθίστηκε ξαφνικά μαζί με 29 μέλη του πληρώματος.

Η Ακτοφυλακή των Ηνωμένων Πολιτειών πραγματοποίησε μια υποβρύχια έρευνα και εξέτασε το ναυάγιο. Το βάθος του ναυαγίου ήταν σχετικά μικρό στα 150 μέτρα και η πρόσβαση ήταν καλή. Το πρωαίο τμήμα του πλοίου ήταν προς τα πάνω ενώ πρύμνη είχε αποκοπεί. Μετά από το αποτέλεσμα της έρευνας του Αμερικανικού Λιμενικού Σώματος προέκυψε ότι το πλοίο βυθίστηκε ως ένα κομμάτι και αποκόπηκε κατά την διάρκεια της βύθισης του. Ένα κάλυμμα από ένα αμπάρι έλειπε ενώ οι σφικτήρες στερέωσης είχαν ζημιά. Τα κύματα που προσέκρουαν μανιασμένα στο κατάστρωμα προκάλεσαν πρόβλημα στο μηχανισμό του καλύμματος και στο ίδιο το κάλυμμα και προκάλεσαν την εισροή υδάτων και την ξαφνική βύθιση του πλοίου όπως και του Derbyshire.

Εκτός από τις περιπτώσεις του Derbyshire και του Fitzgerald τα καλύμματα των κυτών δεν είναι η μόνη αιτία βύθισης των πλοίων μεταφοράς χύδην φορτίου. Η περίπτωση του Flare είναι μία από αυτές.

Το πλοίο Flare μήκους 122 μέτρων ταξίδευε άφορτο τον Ιανουάριο του 1998 από το Ρότερνταμ της Ολλανδίας για το Μόντρεαλ του Καναδά για να παραλάβει ένα φορτίο σιτηρών. Τα έξαλλα του ήταν 18 μέτρα και στις ακτές του New Foundland συνάντησε κακοκαιρία που άρχισε να σχηματίζει ρωγμές στα ελάσματα του καταστρώματος. Στις 16 Ιανουάριου στις 4:30 τα ξημερώματα το πλοίο έσπασε στα δύο. Το πλήρωμα βρισκόνταν στο μεσαίο τμήμα του πλοίου και οι περισσότεροι κοιμόντουσαν.

Μέχρι να βγουν στο κατάστρωμα το πρυμναίο κομμάτι είχε πάρει κλίση και βυθιζόταν. Η μία σωσίβια λέμβος είχε παρασυρθεί στη θάλασσα ενώ η δεύτερη ήταν ψηλά στον αέρα και μη προσβάσιμη από το πλήρωμα. Όταν απελευθερώθηκε και αυτή ανατράπηκε όταν έπεσε στην θάλασσα. Έξι άτομα πήδηξαν το παγωμένο νερό και σκαρφάλωσαν στην αναπογυρισμένη βάρκα. Οι δύο από αυτούς παρασύρθηκαν από τα κύματα ενώ οι υπόλοιποι τέσσερις διασώθηκαν. Είκοσι ένα μέλη του πληρώματος δεν τα κατάφεραν και πνίγηκαν. Το τμήμα των αμπαριών του πλοίου παρέμενε στην επιφάνεια του νερού για δύο μέρες πριν την πλήρη βύθισή του.

Η βύθιση του πλοίου προήλθε από την έντονες κοπώσεις και δυνάμεις που δέχθηκε από την σφοδρή κακοκαιρία σύμφωνα με την επίσημη δημοσιευμένη έρευνα των Καναδικών Αρχών. Η κατασκευαστική ανομοιομορφία ανάμεσα στο ελαφρύ τμήμα της πλώρης σε σχέση με το βαρύ τμήμα πρύμνης κατέστησε το πλοίο ευάλωτο στην συνεχή εναλλαγή των δυνάμεων και των κοπώσεων από τον διαρκή κυματισμό.

Αυτές οι προαναφερθέντες περιπτώσεις αναλύουν τους δύο πιο πιθανούς τρόπους βύθισης των πλοίων μεταφοράς χύδην φορτίων, την απώλεια των καλυμμάτων και την βύθιση του πλοίου ως ένα κομμάτι και την υπερβολική ύπαρξη δυνάμεων και κοπώσεων και το σπάσιμο και βύθιση του πλοίου σε δύο τμήματα.



Το πλοίο Derbyshire ως Liverpool Bridge όπως αυτό ναυπηγήθηκε το 1976.

## 2.5 Οι αλλαγές στους κανονισμούς

### 2.5.1 Κανόνες και συστάσεις της Διεθνούς Ένωσης Νηογνομόνων

Η Διεθνής Ένωση Νηογνομόνων (IACS) μετά από πολυετή έρευνα κατάρτησε τις Ενοποιημένες Απαιτήσεις (UR) με στόχο τη βελτίωση της δομικής ισχύος των πλοίων μεταφοράς χύδην φορτίων και των πετρελαιοφόρων λόγω των μεγάλων απωλειών που υπήρξαν το διάστημα μεταξύ 1970-1990. Κατά το στάδιο του σχεδιασμού προστέθηκαν υψηλότερα επίπεδα απαιτήσεων διαβρωτικής προστασίας έχοντας ληφθεί υπόψη οι παράγοντες και οι διαδικασίες φορτοεκφορτώσεως και χειρισμού του εκάστοτε φορτίου.

Στη δεκαετία του 2000, η ένωση κατάρτησε τους Κοινούς Διαρθρωτικούς Κανόνες (CSR), οι οποίοι δημιούργησαν τα βιομηχανικά πρότυπα για την κατασκευή δεξαμενόπλοιοιων και φορτηγών πλοίων μεταφοράς χύδην φορτίου. Οι κανόνες αυτοί αναπτύχθηκαν έχοντας ως βασικές αρχές, τον περιορισμό των κατασκευαστικών σχεδίων, μοντέλα προσδιορισμού δομικής αστοχίας, τις εφαρμογές προηγμένων αναλυτικών εργαλείων, όπως η μέθοδος των πεπερασμένων στοιχείων, οι κανόνες του ανθρακωρύχου για τις εκτιμήσεις ζημιών κόπωσης κ.λπ. Οι τιμές των διαρθρωτικών κανόνων απαριθμούν τις πρακτικές πρόληψης της διάβρωσης και είναι προκαθορισμένες με βάση τη στατιστική ανάλυση των εκτεταμένων αρχείων διάβρωσης.

## 2.5.2 Κανονισμοί του Διεθνή Ναυτιλιακού Οργανισμού

### 2.5.2.1 Τα Πρόσθετα μέτρα ασφαλείας για τα πλοία μεταφοράς φορτίου χύδην - SOLAS Κεφάλαιο XII

Το νέο κεφάλαιο XII της SOLAS εγκρίθηκε από τη διάσκεψη που πραγματοποιήθηκε τον Νοέμβριο του 1997 και τέθηκε σε ισχύ την 1η Ιουλίου 1999.

Οι κανονισμοί ορίζουν ότι όλα τα νέα πλοία μεταφοράς φορτίου χύδην μήκους 150 μέτρων και άνω που κατασκευάστηκαν μετά την 1η Ιουλίου 1999 και μεταφέρουν φορτία με πυκνότητα 1.000 kg/m<sup>3</sup> και άνω θα πρέπει να έχουν επαρκή αντοχή για να αντέχουν σε πλημμύρισμα οποιουδήποτε χώρου φορτίου, λαμβανομένων υπόψη των δυναμικών επιπτώσεων που μπορεί να προκύψουν από την παρουσία νερού στο χώρο του αμπαριού και λαμβάνοντας υπόψη τις συστάσεις που ενέκρινε ο ΙΜΟ.

Για τα υπάρχοντα πλοία, που κατασκευάστηκαν πριν από την 1η Ιουλίου 1999 και μεταφέρουν φορτία χύδην με πυκνότητα 1.780 kg/m<sup>3</sup> και άνω, το εγκάρσιο στεγανό διάφραγμα μεταξύ των δύο σημαντικότερων αμπαριών φορτίου και του διπλού πυθμένα των άνω ελασμάτων θα πρέπει να έχουν επαρκή αντοχή για να αντέχουν στο πλημμύρισμα και τις σχετικές δυναμικές επιπτώσεις στο κύριο χώρο φορτίου. Στα φορτία με πυκνότητα 1.780 kg/m<sup>3</sup> και άνω περιλαμβάνονται φορτία όπως σιδηρομεταλλεύματα, χυτοσίδηρος, χάλυβας, βωξίτης και τσιμέντο. Ελαφρύτερα φορτία, αλλά με πυκνότητα άνω των 1.000 kg/m<sup>3</sup>, είναι τα σιτηρά όπως το σάρι και το ρύζι, αλλά και η ξυλεία.

Οι τροποποιήσεις λαμβάνουν υπόψη μια μελέτη σχετικά με την επιβίωση των πλοίων μεταφοράς φορτίου χύδην που εκπονήθηκε από τη Διεθνή Ένωση Νηογνομόνων κατόπιν αιτήματος του οργανισμού. Η μελέτη αυτή διαπίστωσε ότι εάν ένα πλοίο πλημμυρίσει στο μπροστινό αμπάρι, το διάφραγμα μεταξύ των δύο σημαντικότερων αμπαριών μπορεί να μην είναι σε θέση να αντέξει την πίεση που προκύπτει από το μίγμα φορτίου και νερού, ειδικά εάν το πλοίο είναι φορτωμένο με υψηλή πυκνότητα φορτία όπως, σιδηρομετάλλευμα. Εάν το διάφραγμα μεταξύ ενός αμπαριού και του επόμενου καταρρεύσει, προοδευτική πλημμύρα θα μπορούσε γρήγορα να κατακλύσει όλο το μήκος του πλοίου και το πλοίο να βυθιστεί μέσα σε λίγα λεπτά.

Η ένωση Νηογνομόνων κατέληξε στο συμπέρασμα ότι οι πλέον ευάλωτες περιοχές είναι το διάφραγμα μεταξύ των αμπαριών ένα και δύο που βρίσκονται στο πωραίο μέρος του πλοίου και το διπλό πυθμένα του πλοίου στη συγκεκριμένη θέση. Οπότε ιδιαίτερη προσοχή απαιτείται σε αυτές τις περιοχές οι οποίες πρέπει ενισχυθούν με κατασκευαστικές τροποποιήσεις.

Τα κριτήρια και οι τύποι που χρησιμοποιούνται για την αξιολόγηση του κατά πόσον ένα πλοίο πληρεί επί του παρόντος τις νέες απαιτήσεις, για παράδειγμα όσον αφορά το πάχος του χάλυβα που χρησιμοποιείται για τις κατασκευές διαφραγμάτων ή κατά πόσον είναι αναγκαία η ενίσχυση, καθορίζονται στα πρότυπα του ΙΜΟ που εγκρίθηκαν από το 1997.

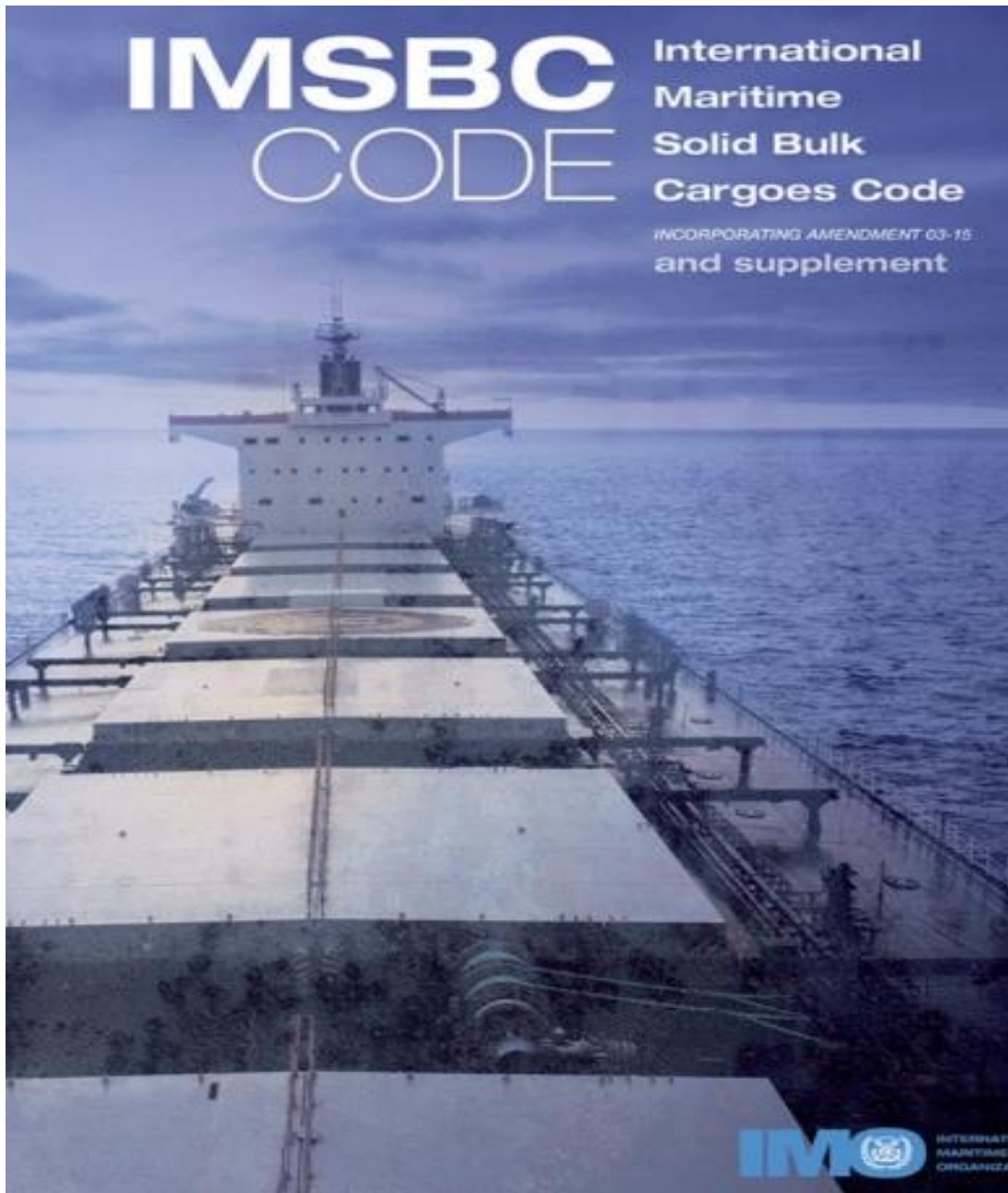
### 2.5.2.2 Το αναθεωρημένο κεφάλαιο XII της SOLAS τον Δεκέμβριος 2004

Η επιτροπή ναυτικής ασφάλειας τον Δεκέμβριο του 2004 ενέκρινε ένα νέο κείμενο για το κεφάλαιο XII της SOLAS, ενσωματώνοντας αναθεωρήσεις ορισμένων κανονισμών και νέες απαιτήσεις σχετικά με τα πλοία μεταφοράς χύδην φορτίου διπλών πλευρικών τοιχωμάτων. Οι τροποποιήσεις τέθηκαν σε ισχύ την 1η Ιουλίου 2006.

Οι τροποποιήσεις περιλαμβάνουν την προσθήκη του κανονισμού 14 οποίος αναφέρεται στους περιορισμούς στην ναυσιπλοΐα για οποιοδήποτε πλοίο ταξιδεύει έμφορτο αλλά με ένα οποιοδήποτε αμπάρι του κενό. Επίσης εισάγει τις σχεδιαστικές απαιτήσεις για κατασκευή πλοίων διπλού τοιχώματος ως προαιρετική μια εναλλακτική λύση για την κατασκευή των πλοίων μονού τοιχώματος. Η επιλογή αυτή ισχύει για όλα τα νέα μήκους 150 μέτρων και άνω, και που μεταφέρουν στερεά χύδην φορτία πυκνότητας  $1.000 \text{ kg/m}^3$  και άνω.

Η επιτροπή ενέκρινε επίσης υποχρεωτικά πρότυπα και κριτήρια για τα πλευρικά τοιχώματα των πλοίων μονού τοιχώματος και πρότυπα για τις επιθεωρήσεις από την πλευρά των πλοιοκτητών αλλά και για τη συντήρηση των καλυμμάτων των αμπαριών.

Όσο αφορά τις σωσίβιες λέμβους ελεύθερης πτώσης σε πλοία μεταφοράς φορτίου χύδην, η επιτροπή ενέκρινε τροποποίηση του κανονισμού 31 του κεφαλαίου III της SOLAS για να καταστήσει υποχρεωτική τη ύπαρξη της σε κάθε πλοίο.



**Κεφάλαιο 3** (Η εισαγωγή και η αναγκαιότητα του διεθνή ναυτιλιακού κώδικα στερεών χύδην φορτίων, η καταγραφή και κατηγοριοποίηση όλων των φορτίων και η χρήση του κώδικα κατά την αποδοχή φορτίων και διαχείριση τους)

### 3.1 Ο Διεθνής Ναυτιλιακός Κώδικας Στερεών Χύδην Φορτίων (IMSBC)

Ο Διεθνής Ναυτιλιακός Κώδικας Στερεών Χύδην Φορτίων – IMSBC αποτελεί ένα εγχειρίδιο το οποίο διασφαλίζει την ασφαλή μεταφορά των στερεών χύδην φορτίων και βρίσκεται υποχρεωτικά σε όλα τα πλοία μεταφοράς χύδην φορτίων από το 2011.

Πριν την εφαρμογή του κώδικα, υπήρχαν διάφορες διατάξεις και κανονισμοί σχετικά με την ασφάλεια κατά την μεταφορά στερεών χύδην φορτίων αλλά και την μεταφορά επικίνδυνων εμπορευμάτων σε στερεά χύδην μορφή αντίστοιχα. Όλες αυτές οι διατάξεις ενσωματώνονται και ενισχύονται στον Κώδικα IMSBC. Εκτός από τα παραπάνω, διατάξεις που αφορούν τις λεπτομερείς ρυθμίσεις πυροπροστασίας για τα πλοία ενσωματώθηκαν στην σύμβαση της SOLAS με τους κανονισμούς 10 και 19 στο κεφάλαιο II-2.

Σύμφωνα με την τροποποίηση του κανονισμού όλα τα πλοία που κατασκευάστηκαν από την 1η Ιουλίου 2002 και μεταφέρουν επικίνδυνα εμπορεύματα χύμα, όπως ορίζονται στον κανονισμό πρέπει να έχουν το κατάλληλο έγγραφο ως αποδεικτικό ελέγχου συμμόρφωσης της κατασκευής και του εξοπλισμού τους.

Όλα τα φορτηγά πλοία ολικής χωρητικότητας 500 και άνω, κατασκευασμένα από την 1η Σεπτεμβρίου 1984 αλλά πριν από την 1η Ιουλίου 2002 οφείλουν να συμμορφώνονται με τις απαιτήσεις του κανονισμού II και όλα τα φορτηγά πλοία ολικής χωρητικότητας κάτω των 500 τόνων που κατασκευάστηκαν από την 1η Φεβρουαρίου 1992 αλλά πριν από την 1η Ιουλίου 2002. Για φορτηγά πλοία κάτω των 500 ολικής χωρητικότητας που κατασκευάστηκαν από την 1η Σεπτεμβρίου 1984 και πριν από την 1η Φεβρουαρίου 1992, συνιστάται στα συμβαλλόμενα μέρη να επεκτείνουν την εφαρμογή των προτύπων στα πλοία στο μέτρο του δυνατού.

Τα προβλήματα που συνδέονται με τη μεταφορά χύδην φορτίων αναγνωρίστηκαν από τους αντιπροσώπους των κρατών μελών του Διεθνή Ναυτιλιακού Οργανισμού, στη Διεθνή Διάσκεψη του 1960 για την Ασφάλεια της Ζωής στη Θάλασσα, αλλά εκείνη την εποχή δεν ήταν δυνατό να οριστεί το λεπτομερές πλαίσιο για την μεταφορά των φορτίων, εκτός από το φορτίο σιτηρών.

Ωστόσο, η Διάσκεψη συνέστησε, στην παράγραφο 55 του παραρτήματος Δ της Σύμβασης, να καταρτιστεί ένας διεθνώς αποδεκτός κώδικας ασφαλούς πρακτικής για την αποστολή φορτίων χύδην υπό τη χορηγία του Διεθνούς Ναυτιλιακού Οργανισμού. Το έργο αυτό αναλήφθηκε από την Υποεπιτροπή Εμπορευματοκιβωτίων και Φορτίων του Οργανισμού και εκδόθηκε το 1965 ο Κώδικας Ασφαλούς Πρακτικής για τα Στερεά Φορτία Χύδην (BC Code).

Οι πρωταρχικοί κίνδυνοι που συνδέονται με την μεταφορά στερεών χύδην φορτίων είναι εκείνοι που σχετίζονται με δομικές ζημιές λόγω μη κατάλληλης κατανομής του φορτίου, απώλειας ή μείωσης της ευστάθειας κατά τη διάρκεια ενός ταξιδιού και οι χημικές αντιδράσεις των διάφορων φορτίων. Ως εκ τούτου, πρωταρχικός στόχος του κώδικα ήταν να διευκολύνει την ασφαλή στοιβασία και αποστολή στερεών χύδην φορτίων με την παροχή πληροφοριών σχετικά με τους κινδύνους που συνδέονται με αυτά και να προσφέρει οδηγίες σχετικά με τις διαδικασίες που πρέπει να υιοθετηθούν κατά την αποστολή τους. Οι απαιτήσεις για τη μεταφορά φορτίων σιτηρών καλύπτονται από τις αρχές ενός άλλου κώδικα, αυτού του Διεθνή Κώδικα για την ασφαλή μεταφορά σιτηρών χύμα (International Grain Code) που εισήχθη το 1991.

Ο κώδικας IMSBC εγκρίθηκε με το ψήφισμα MSC.268(85) και προτάθηκε σύμφωνα με τις διαδικασίες του Οργανισμού στις κυβερνήσεις για έγκριση ή για χρήση του ως βάση για τους εθνικούς



κανονισμούς που θα πρέπει να συμβαδίζουν με τις υποχρεώσεις και των κανονισμών της SOLAS.. Ο κώδικας εισήχθη σε εθελοντική βάση την 1η Ιανουαρίου 2009 και από την 1η Ιανουαρίου 2011 έγινε υποχρεωτικός.

Η τήρηση του κώδικα από τα εμπλεκόμενα μέρη εναρμονίζει τις πρακτικές και τις διαδικασίες που πρέπει να ακολουθούνται και τις κατάλληλες προφυλάξεις που πρέπει να λαμβάνονται κατά τη φόρτωση, τη μεταφορά και την εκφόρτωση στερεών φορτίων χύδην, εξασφαλίζοντας έτσι την τήρηση των υποχρεωτικών διατάξεων της σύμβασης SOLAS.

Ο Κώδικας έχει υποστεί πολλές αλλαγές, τόσο ως προς τη διάταξη όσο και ως προς το περιεχόμενο του, προκειμένου να συμβαδίσει με την επέκταση και την εξέλιξη της βιομηχανίας. Η Επιτροπή Ασφάλειας της Θάλασσας είναι η αρμόδια εξουσιοδοτημένη ώστε να εγκρίνει τροποποιήσεις του κώδικα, επιτρέποντας έτσι στον Οργανισμό να ανταποκρίνεται άμεσα στις εξελίξεις στον τομέα των μεταφορών.

## **3.2 Η Αποδοχή των Φορτίων σύμφωνα με τον Κώδικα**

### **3.2.1 Οι πληροφορίες που απαιτούνται από την πλευρά του αποστολέα**

Για να μπορέσετε το πλοίο που είναι ο μεταφορέας να αποδεχθεί οποιοδήποτε φορτίο για αποστολή πρέπει ο αποστολέας του φορτίου να παρέχει στον Πλοίαρχο έγκυρες και ενημερωμένες πληροφορίες σχετικά με τις φυσικές και χημικές ιδιότητες του φορτίου. Οι ακριβείς πληροφορίες και τα παρεχόμενα έγγραφα που πρέπει να σταλούν στον Πλοίαρχο απαριθμούνται στον κώδικα με την ενότητα «Αξιολόγηση της αποδοχής των αποστολών για ασφαλή αποστολή» (Assessment of acceptability of consignments for safe shipment)

Σύμφωνα με τον κώδικα στον πλοίαρχο ή στον άμεσα αντιπρόσωπό του πρέπει να δοθούν οι κατάλληλες πληροφορίες σχετικά με το φορτίο σε επαρκή χρονικά πλαίσια πριν από τη φόρτωση, ώστε να είναι δυνατή η εφαρμογή όλων των προφυλάξεων και μέτρων που ενδέχεται να είναι αναγκαία για την κατάλληλη στοιβασία και την ασφαλή μεταφορά του.

Οι πληροφορίες περιλαμβάνουν:

1. Το Όνομα Μεταφοράς του Χύδην Φορτίου (BCSN), όταν το φορτίο βρίσκεται μέσα στον κώδικα.
2. Την Ομάδα του Φορτίου (A και B, A, B ή C)
3. Την κατηγοριοποίηση του φορτίου κατά τις αρχές του IMO, εάν είναι εφικτό
4. Τον αριθμό των Ηνωμένων Εθνών (UN), εάν υπάρχει
5. Την συνολική ποσότητα του προσφερόμενου φορτίου
6. Τον συντελεστή στοιβασίας
7. Την ανάγκη για περικοπή ή διαδικασίες περικοπής, ανάλογα με τις όποιες ανάγκες
8. Την πιθανότητα μετατόπισης του φορτίου συμπεριλαμβανομένης και της γωνίας ανάπαυσης

9. Συμπληρωματικές πληροφορίες με τη μορφή πιστοποιητικού σχετικά με την περιεκτικότητα σε υγρασία του φορτίου και το μεταφερόμενο όριο υγρασίας του στην περίπτωση συμπυκνώματος ή υγροποίησης του φορτίου
10. Την πιθανότητα σχηματισμού μιας υγρής επιφάνειας
11. Τοξικά ή εύφλεκτα αέρια που μπορούν να παραχθούν από το φορτίο
12. Την αναφλεξιμότητα, τοξικότητα, διαβρωτικότητα του φορτίου και την τάση για εξάντληση του οξυγόνου από την ατμόσφαιρα του χώρου.
13. Τις αυτοθερμαντικές ιδιότητες του φορτίου και την ανάγκη για περικοπή, κατά περίπτωση
14. Τις ιδιότητες εκπομπής εύφλεκτων αερίων σε περίπτωση επαφής με το νερό, κατά περίπτωση
15. Τις ραδιενεργές ιδιότητες, κατά περίπτωση
16. Και κάθε άλλη πληροφορία που μπορεί να απαιτείται από τις εθνικές αρχές του κράτους του τελικού προορισμού.

### 3.2.2 Η περίπτωση των Φορτίων προς αποδοχή που δεν βρίσκονται στον κώδικα

Ο κατάλογος των φορτίων που περιέχονται στον κώδικα είναι μεν μεγάλος αλλά δεν είναι και εξαντλητικός. Οπότε μπορεί να υπάρξουν περιπτώσεις όπου να υπάρχει ένα φορτίο για αποστολή το οποίο δεν περιλαμβάνεται μέσα στον κώδικα. Σε αυτή την περίπτωση ο αποστολέας και οι αρμόδιες αρχές πρέπει να ακολουθήσουν την ακόλουθη διαδικασία.

Πριν από τη φόρτωση, ο αποστολέας πρέπει να παρέχει λεπτομερείς πληροφορίες σχετικά με τα χαρακτηριστικά και τις ιδιότητες του φορτίου που παρέχεται για αποστολή στην αρμόδια επόπτρια αρχή του λιμένα φόρτωσης.

Στην συνέχεια με τις πληροφορίες αυτές η αρμόδια αρχή του λιμένα φόρτωσης θα προβεί στην αξιολόγηση του φορτίου προς αποδοχή. Εάν το αποτέλεσμα της αξιολόγησης κατηγοριοποιήσει το φορτίο ως A ή B5, οι αρμόδιες αρχές θα καθορίσουν τους κατάλληλους όρους και συνθήκες για την μεταφορά.

Αν το αποτέλεσμα της αξιολόγησης κατηγοριοποιήσει το φορτίο στην ομάδα C5, τότε η μεταφορά θα εγκριθεί χωρίς προκαταρκτικές ενέργειες από την πλευρά του μεταφορέα και οι αρμόδιες αρχές του λιμένα εκφόρτωσης και της σημαίας του κράτους του πλοίου θα ενημερωθούν αντίστοιχα για αυτή την αδειοδότηση.

Και στις δύο περιπτώσεις, η αρμόδια αρχή του λιμένα φόρτωσης παρέχει στον πλοίαρχο ένα πιστοποιητικό που αναφέρει τα χαρακτηριστικά του φορτίου και τους απαιτούμενους όρους και συνθήκες για την μεταφορά και την φορτοεκφόρτωση του. Η αρμόδια αρχή του λιμένα φόρτωσης παρέχει επίσης τις ίδιες πληροφορίες στον Διεθνή Ναυτιλιακό Οργανισμό.

#### Εξαιρέσεις

Σύμφωνα με το τμήμα 1.5 του κώδικα, μια αρμόδια αρχή (ή αρχές) μπορεί να χορηγήσει κατ' εξαίρεση άδεια στα πλοία να μεταφέρουν φορτίο που βρίσκεται εκτός των απαιτήσεων που καθορίζονται σύμφωνα με τον κώδικα, υπό τον όρο ότι έχουν ληφθεί ισοδύναμα μέτρα που να καλύπτουν τις απαιτήσεις.

Για να συμβεί αυτό πρέπει να υπάρχει συμφωνία μεταξύ των αρμόδιων αρχών του λιμένα φόρτωσης, του λιμένα εκφόρτωσης και της σημαίας του κράτους του πλοίου. Η έκδοση εξαίρεσης από μία από αυτές τις αρχές δεν καθιστά την αποδοχή της εξαίρεσης υποχρεωτική από τις υπόλοιπες και μπορούν να επιλέξουν να την αποδεχθούν ή να την απορρίψουν. Η εξαίρεση μπορεί να ισχύει έως και πέντε έτη και δεν οδηγεί απαραίτητα στη δημιουργία νέων προτύπων και διαδικασιών μεταφοράς για το εκάστοτε φορτίο που έχει δοθεί η εξαίρεση.

### **3.3 Οι Διαδικασίες της Φόρτωσης σύμφωνα με τον Κώδικα**

Σύμφωνα με τον κώδικα πριν από την φόρτωση του εκάστοτε φορτίου το αμπάρι πρέπει να επιθεωρείται και να προετοιμάζεται ο χώρος για την κατάλληλη υποδοχή. Αναλυτικά κατά την προετοιμασία τα φρεάτια υδροσυλλεκτών και τα καπάκια των φίλτρων πρέπει να καθαρίζονται και να προετοιμάζονται ώστε να διευκολύνεται η αποστράγγιση των υγρών και να διασφαλίζεται ότι μέρος του φορτίου δεν θα εισέλθει στο φρεάτιο των υδροσυλλεκτών. Οι σωληνώσεις των υδροσυλλεκτών, των γραμμών μετρήσεων να ελεγχθούν ότι λειτουργούν και ότι είναι σε καλή κατάσταση, όπως και το σύστημα εξαερισμού του χώρου. Επίσης πρέπει να εφαρμόζονται μέτρα για την ελαχιστοποίηση της σκόνης που μπορεί εισέρχεται στους χώρους διαβίωσης ή σε άλλους εσωτερικούς χώρους από τα μέρη του πληρώματος που έχουν αλληλεπίδραση με το φορτίο.

### **3.4 Κατανομή, ευστάθεια και πλάνο φορτοεκφόρτωσης**

Σύμφωνα με τις αρχές του κώδικα πρέπει επίσης να βεβαιωθείτε ότι τα φορτία κατανέμονται σωστά σε όλα τα αμπάρια του πλοίου για να παρέχουν επαρκή ευστάθεια στο πλοίο και να διασφαλίζουν ότι η δομή και τα ελάσματα του πλοίου δεν δέχονται υπερβολικές δυνάμεις και δεν υφίσταται μεγάλες κοπώσεις.

Οι πληροφορίες σχετικά με την ευστάθεια του πλοίου μπορούν να αντληθούν από το εγχειρίδιο ευστάθειας (Stability Information Booklet) ή να χρησιμοποιηθούν ειδικά υπολογιστικά φόρτωσης εάν υπάρχουν διαθέσιμα. Ο υποπλοίαρχος πρέπει να υπολογίσει την ευστάθεια για τις αναμενόμενες χειρότερες συνθήκες κατά τη διάρκεια του ταξιδιού όπως και για την αναχώρηση και να αποδείξει στις αρμόδιες αρχές ότι η σταθερότητα είναι επαρκής για την εκτέλεση του πλου και την αξιοπλοΐα του πλοίου.

Πριν από τη διαδικασία της φόρτωσης ή της εκφόρτωσης, ο πλοίαρχος και ο αντιπρόσωπος του τερματικού σταθμού συμφωνούν σε ένα πλάνο φορτοεκφόρτωσης ώστε να εξασφαλίζεται ότι δεν θα σημειωθούν υπερβάσεις των επιτρεπόμενων δυνάμεων και κοπώσεων των ελασμάτων του πλοίου. Στο τι περιλαμβάνεται ακριβώς σε αυτό το πλάνο περιγράφεται λεπτομερώς στον Κώδικα Ασφαλής Πρακτικής για την φόρτωση και εκφόρτωση των πλοίων μεταφοράς χύδην φορτίου.

### 3.5 Κατηγοριοποίηση και ταξινόμηση των επικίνδυνων φορτίων

Τα στερεά χύδην φορτία μπορούν να εμπεριέχουν κίνδυνο κατά τη μεταφορά τους λόγω της χημικής φύσης ή των ιδιοτήτων τους. Μερικά από αυτά τα υλικά ταξινομούνται ως επικίνδυνα εμπορεύματα και άλλα είναι επικίνδυνα μόνο σε χύμα μορφή (Material Hazardous Bulk - MHB). Είναι πολύ σημαντικό να λαμβάνονται όλες οι τρέχουσες και έγκυρες πληροφορίες σχετικά με τις φυσικές και χημικές ιδιότητες των φορτίων που πρόκειται να μεταφερθούν, πριν από τη εκτέλεση της φόρτωσης.

Ο κανονισμός VII/7 της SOLAS αναφέρει και καθορίζει ποια είναι τα επικίνδυνα εμπορεύματα προς μεταφορά σε στερεά μορφή. Τα επικίνδυνα φορτία έχουν ταξινομηθεί σύμφωνα με δεύτερο μέρος του κώδικα IMDG.

Κλάση	Ονομασία	Χαρακτηριστικά
4.1	Εύφλεκτα στερεά	Πολύ εύφλεκτα στερεά ή στερεά που μπορεί να προκαλέσουν πυρκαγιά μέσω τριβής.
4.2	Ουσίες που ενδέχεται να προκαλέσουν αυθόρμητη καύση	Σε επαφή με τον αέρα και χωρίς την παροχή ενέργειας, ενδέχεται να αυτοθερμανθούν, εκτός από πυροφορικά υλικά
4.3	Ουσίες οι οποίες, σε επαφή με το νερό, εκπέμπουν εύφλεκτα αέρια	Είναι στερεά τα οποία, μέσω αλληλεπίδρασης με το νερό, ενδέχεται να γίνουν απότομα ή εκπέμπουν εύφλεκτα αέρια σε επικίνδυνες ποσότητες
5.1	Οξειδωτικές ουσίες	Από μόνα τους δεν είναι απαραίτητα εύφλεκτα, μπορούν όμως με την παραγωγή οξυγόνου, να προκαλέσουν ή να συμβάλουν στην καύση άλλων υλικών
6.1	Τοξικές ουσίες	Ενδέχεται είτε να προκαλέσουν θάνατο ή σοβαρό τραυματισμό είτε να βλάψουν την ανθρώπινη υγεία σε περίπτωση κατάποσης ή εισπνοής, ή επαφής με το δέρμα
7	Ραδιενεργά υλικά	Είναι οποιαδήποτε υλικά που περιέχουν ραδιονουκλεΐδια σε τιμές που υπερβαίνουν τα καθορισμένα όρια του κώδικα IMDG.
8	Διαβρωτικές ουσίες	Είναι υλικά τα οποία, με χημική δράση θα προκαλέσουν σοβαρές βλάβες όταν έρχονται σε επαφή με ζωντανό ιστό ή θα βλάψουν, ή θα καταστρέψουν, άλλα αγαθά ή ακόμα και τα μέσα μεταφοράς.
9	Διάφορες επικίνδυνες ουσίες και αντικείμενα	Είναι υλικά και αντικείμενα τα οποία, κατά τη μεταφορά, παρουσιάζουν κίνδυνο που δεν καλύπτεται από τις άλλες κατηγορίες.

Η κατάταξη των επικίνδυνων φορτίων για μεταφορά σύμφωνα με τον κώδικα IMDG

Τα υλικά που χαρακτηρίζονται ως επικίνδυνα μόνο χύμα τα όποια συμβολίζονται ως MHB πρόκειται για υλικά που ενέχουν χημικούς κινδύνους όταν μεταφέρονται χύμα εκτός των υλικών που ταξινομούνται ως επικίνδυνα συσκευασμένων εμπορευμάτων στον κώδικα IMDG. Αυτά τα υλικά παρουσιάζουν έναν σημαντικό κίνδυνο όταν μεταφέρονται χύμα και απαιτούν τις πρόσθετες προφυλάξεις.

Σύμφωνα με τις αρχές του κώδικα τα υλικά που συγκαταλέγονται σε αυτή την κατηγορία δίπλα από την κατηγοριοποίηση της κλάσης του υλικού ακολουθεί και η ονομασία του περαιτέρω χημικού κινδύνου που εμπεριέχει το συγκεκριμένο υλικό. Πχ Class: MHB CR. Κάθε υλικό μπορεί να εμπεριέχει περισσότερους από ένα χημικούς κινδύνους που αναφέρονται στο παρακάτω πίν.

Χημικός κίνδυνος	Σύμβολο
Καύσιμα στερεά	CB
Αυτοθερμασιμα στερεά	SH
Στερεά που αναβλύζουν εύφλεκτο αέριο όταν είναι υγρά	WF
Στερεά που αναβλύζουν τοξικό αέριο όταν είναι υγρά	WT
Τοξικά στερεά	TX
Διαβρωτικά στερεά	CR
Άλλοι κίνδυνοι	OH

### 3.6 Επικίνδυνα μόνο χύδη φορτία, τα Διαβρωτικά στερεά MHB (CR)

Τα διαβρωτικά στερεά χύδη πρόκειται για υλικά που είναι διαβρωτικά για το δέρμα, τα μάτια ή τα μέταλλα ή είναι ευαίσθητα για το αναπνευστικό σύστημα τα οποία δεν πληρούν τα καθορισμένα κριτήρια για την ένταξη στην 8<sup>η</sup> κλάση.

Σύμφωνα με τον διεθνή εναρμονισμένο σύστημα ταξινόμησης των χημικών GHS, ένα υλικό μπορεί να ταξινομηθεί με τα παρακάτω τρία κριτήρια. Το πρώτο κριτήριο είναι να είναι φορτία που είναι γνωστό ότι χρειάζονται αναπνευστική προστασία και εντάσσονται στην αντίστοιχη πρώτη κατηγορία του GHS . Το δεύτερο κριτήριο είναι τα φορτία που προκαλούν ερεθισμό του δέρματος με μέση ή μεγαλύτερη τιμή από 2.3 για ερέθισμα ή οίδημα σύμφωνα με την δεύτερη κατηγορία του GHS. Το τρίτο κριτήριο είναι ο ερεθισμός των οφθαλμών με μέση ή μεγαλύτερη τιμή της μονάδας ή δύο για την ερυθρότητα ή την πρόκληση οιδήματός και σοβαρής οφθαλμικής βλάβης .

Έκτος από την βλάβη στον ανθρώπινο ιστό ένα υλικό ταξινομείται ως MHB όταν προκαλεί βλάβες και στο ίδιο το μεταφορικό μέσο. Στα αμπάρια ενός φορτηγού πλοίου ένα υλικό ταξινομείται ως MHB όταν ο ρυθμός διάβρωσης που εμφανίζεται είτε σε επιφάνειες χάλυβα είτε αλουμινίου κυμαίνεται μεταξύ 4 mm και 6,25 mm ετησίως σε θερμοκρασία δοκιμής 55°C.

### 3.7 Παράδειγμα της φόρμας περιγραφής του εκάστοτε φορτίου

Στο πίσω μέρος του Διεθνή Ναυτιλιακού Κώδικα Στερεών Χύδην Φορτίων (IMSBC) υπάρχει μια αναλυτική περιγραφή όλων των φορτίων που εμπεριέχονται σε αυτό με την χρήση μιας τυποποιημένης φόρμας που παρατίθεται παρακάτω.

**METAL SULPHIDE CONCENTRATES, CORROSIVE UN 1759** (Εδώ αναγράφεται η ονομασία του φορτίου BCSN ακολουθούμενο από τον αριθμό UN, εφόσον αυτός υπάρχει)

**Περιγραφή** (Description) Σε αυτό το κομμάτι υπάρχει μια σύντομη περιγραφή του φορτίου και της όψης του

**Χαρακτηριστικά** (Characteristics) Έπειτα ακολουθεί ο παρακάτω πίνακας με τις παρακάτω πληροφορίες

<b>Γωνία ανάπαυσης</b> (Angle of repose)	<b>Πυκνότητα</b> (kg/m <sup>3</sup> ) (Bulk Density)	<b>Συντελεστής στοιβασίας</b> (m <sup>3</sup> /t) (Stowage Factor)
<b>Μέγεθος</b> (Size)	<b>Κλάση</b> (Class)	<b>Ομάδα</b> (Group)

Έπειτα ακολουθούν πληροφορίες αλλά οδηγίες και διαδικασίες που να αφορούν τους παρακάτω τομείς

**Ενδεχόμενοι Κίνδυνοι** (Hazard)  
**Στοιβασία και διαχωρισμός** (Stowage & Segregation)  
**Καθαριότητα Κυτών** (Hold Cleanliness)  
**Προφυλάξεις λόγω καιρού** (Weather precautions)  
**Φόρτωση** (Loading)  
**Προφυλάξεις** (Precautions)  
**Εξαερισμός** (Ventilation)  
**Μεταφορά** (Carriage)  
**Εκφόρτωση** (Discharge)  
**Καθαρισμός** (Clean-up)

Στη συνέχεια αναγράφονται όλες οι διαδικασίες έκτακτης ανάγκης σε διάφορες περιπτώσεις και τον απαραίτητο προστατευτικό εξοπλισμό.

**Διαδικασίες έκτακτης ανάγκης** (Emergency procedures)

**Ειδικός εξοπλισμός έκτακτης ανάγκης που πρέπει να μεταφέρεται**  
(Special emergency equipment to be carried)

**Επείγουσα δράση σε περίπτωση πυρκαγιάς** (Emergency action in the event of fire)

**Ιατρικές πρώτες βοήθειες** (Medical first aid)

**Παρατηρήσεις** (Remarks) Εδώ αναφέρονται οποιαδήποτε άλλες παρατηρήσεις σχετικά με το φορτίο



**Κεφάλαιο 4** (Τα κύρια διαβρωτικά φορτία, η προέλευση τους, οι βασικές ιδιότητες και χαρακτηριστικά τους και η διαχείριση κατά την μεταφορά τους)

## 4.1 Γενικά

Ένα πλοίο μεταφοράς στερεών χύδην φορτίων ανάλογα με τον τύπο του έχει την ικανότητα να μεταφέρει στα κύτη του πολλά και διαφορετικά είδη φορτίων. Πολλά από αυτά είτε από την φυσική του σύσταση είτε από την αλληλεπίδραση με άλλους παράγοντες εμπεριέχουν χημικούς κινδύνους όπως αυτόν της διάβρωσης.

Η κύρια αιτία της διάβρωσης των κυτών έχει παρατηρηθεί ότι οφείλεται σε ένα συνδυασμό της φθοράς και του σπασίματος της προστατευτικής επίστρωσης των κυτών και της αλληλεπίδρασης των εκτεθειμένων ελασμάτων με φορτία που εμπεριέχουν θείο ή αναβλύζουν θεικές ενώσεις έπειτα από κακή διαχείριση τους, όπως ο κορεσμός της ατμόσφαιρας εντός των κυτών.

Σε αυτό το κεφάλαιο θα επικεντρωθούμε στην διαχείριση των τριών πιο κοινών και πιο διακινήσιμων φορτίων στην αγορά των χύδην φορτίων, τον άνθρακα και το σιδηρομέταλλευμα που εντάσσονται στα κύρια μεταφορικά χύδην προϊόντα έχοντας ως ποσοστά μεταφορά 39% και 46% αντίστοιχα σύμφωνα με στατιστικά στοιχεία που υπάρχουν δημοσιευμένα στην τελευταία έκθεση του οργανισμού των Ηνωμένων Εθνών (2018) και του θείου που είναι στην κατηγορία των λιπασμάτων και εντάσσεται στην κατηγορία των δευτερευόντων χύδην φορτίων και έχει ένα ποσοστό διακίνησης του 8% και πως αυτά πρέπει να αντιμετωπίζονται σύμφωνα με τις αρχές και του κανόνες του κώδικα IMSBC και IMDG .

## 4.2 Ο Γαιάνθρακας

### 4.2.1 Γενική Περιγραφή και υποκατηγορίες

Ο γαιάνθρακας και οι διάφοροι του τύποι του έχουν προέλευση από φυτικά αποθέματα τα οποία έχουν μετασχηματιστεί έπειτα από διαδικασίες που εμπεριέχουν υψηλές θερμοκρασίες και πιέσεις με την πάροδο του χρόνου.

Αποτελείται κυρίως από ενώσεις άνθρακα και από άλλα συστατικά σε μεταβλητές ποσότητες που ανάλογα με την τελική σύνθεση του τον κατηγοριοποιούν σε τάξεις.

Η κατάταξη του γαιάνθρακα είναι αποτέλεσμα των επιπτώσεων της αύξησης της πίεσης και της θερμοκρασίας κατά τη πάροδο εκατομμυρίων ετών και της θερμιδικής του αξίας. Όσο πιο μεγάλη είναι η θερμιδική αξία του γαιάνθρακα τόσο πιο ψηλά βρίσκεται αυτός στην κατάταξη.

Η τύρφη είναι ο πρόδρομος του γαιάνθρακα και είναι η χαμηλότερη σε κατάταξη δεδομένου ότι πολλές φορές στο φορτίο φαίνονται ακόμα τα υπολείμματα των φυτικών αποθεμάτων. Ο λιγνίτης είναι ο επόμενος σε κατάταξη ακολουθούμενος από τον υποασφαλτώδη γαιάνθρακα.

Ο υποασφαλτώδης γαιάνθρακας χρησιμοποιείται για θέρμανση, παραγωγή ατμοηλεκτρικής ενέργειας και είναι επίσης μια σημαντική πηγή ελαφρών αρωματικών υδρογονανθράκων που χρησιμοποιούνται στη χημική βιομηχανία. Ο υψηλότερος σε κατάταξη γαιάνθρακας είναι ο ανθρακίτης ο οποίος είναι ένας σκληρός και γυαλιστερός μαύρος γαιάνθρακας που χρησιμοποιείται κυρίως για οικιακή και εμπορική θέρμανση.

### 4.2.2 Οι κύριες χώρες και λιμάνια εξαγωγής

Η Ινδονήσια αποτελεί έναν από τους κύριους εξαγωγείς γαιάνθρακα με εκείνο να εξάγεται συνήθως από την περιοχή του Kalimantan. Τα κύρια λιμάνια εκφόρτωσης και εξυπηρέτησης είναι τα Samarinda, Banjarmasin, Muara Satui, Muara Berau και Balikpapan.



Η επόμενη χώρα που έχει μεγάλα κοιτάσματα στην γύρω περιοχή είναι η Αυστραλία με τα κοιτάσματα να βρίσκονται κυρίως στο ανατολικό κομμάτι της. Τα κύρια λιμάνια εξαγωγείς είναι τα Newcastle, Hay Point, Dalrymple Bay, Gladstone, Brisbane και Abbot Point.

Στην Ευρασία η Ρωσία σαν κύριος παράγωγος γαιάνθρακα εξάγει τόσο μέσω των δυτικών λιμένων της όσο και των ανατολικών λιμένων της. Τα κύρια λιμάνια εξαγωγής είναι τα Vostochniy, Ust-Luga, Murmansk, Vanino και Tuapse.

Στην Αφρική η χώρα της Νοτίου Αφρικής είναι από τους μεγαλύτερους εξαγωγείς με τα κύρια λιμάνια να είναι τα Richards Bay και το Durban.

Στην Νότια Αμερική υπάρχει το κράτος της Κολομβίας με τους κύριους λιμένες εξαγωγείς να είναι οι Santa Marta, Rio Cordoba, Puerto Drummond και Barranquilla.

Στην Βόρεια Αμερική συναντάμε δύο από τους μεγαλύτερους εξαγωγείς γαιάνθρακα στον κόσμο με λιμάνια ικανά να εξυπηρετούν μεγάλα πλοία τύπου Panamax ή Capesize. Στις Ηνωμένες Πολιτείες οι εξαγωγές διεξάγονται τόσο από την Ανατολική Ακτή όσο και από τη Δυτική Ακτή. Οι κύριοι λιμένες της ανατολικής ακτής είναι Νέα Ορλεάνη που εξυπηρετεί συνήθως handies, supramax και panamax και η περιοχή του Hampton Roads με τα λιμάνια του Norfolk, και του Newport News για πλοία μεγέθους panamax ή capesize. Στην δυτική ακτή ο γαιάνθρακας εξάγεται από το λιμάνι του Long Beach.

Στον Καναδά ο γαιάνθρακας εξάγεται τόσο μέσω της δυτικής ακτής όσο και μέσω της ανατολικής ακτής του. Το Βανκούβερ είναι το κύριο λιμάνι του Δυτικού Καναδά, ενώ η διεθνής προβλήτα άνθρακα του Καναδά στη Νέα Σκωτία είναι ένα βαθύς τερματικός που μπορεί να υποδεχθεί μεγάλα πλοία capesize bulkers που μπορούν να φορτώσουν μέγιστο φορτίο χωρίς κάποιο περιορισμό βυθίσματος.

#### 4.2.3 Ιδιότητες και χαρακτηριστικά

Ο διεθνής ναυτιλιακός κώδικας χύδην φορτίου IMSBC, έχει κατηγοριοποιήσει τον γαιάνθρακα τόσο στην ομάδα Β και στα φορτία με χημικό κίνδυνο αλλά και στην ομάδα Α και στα φορτία που ενδέχεται να υγροποιηθούν κατά την διάρκεια της μεταφοράς του.

Ο γαιάνθρακας μπορεί να εκπέμπει ένα εύφλεκτο αέριο το μεθάνιο. Ένα μείγμα μεθανίου και αέρα με ποσότητα μεταξύ 5% και 16% αποτελεί μια εκρηκτική ατμόσφαιρα που μπορεί να αναφλεγεί με την ύπαρξη σπινθήρα ή την ύπαρξη γυμνής φλόγας. Το μεθάνιο είναι ελαφρύτερο από τον αέρα και συσσωρεύεται στα επάνω τοιχώματα των αμπαριών ή των άλλων κλειστών χώρων.

Τα φορτία γαιάνθρακα επίσης υπόκεινται σε οξείδωση, με αποτέλεσμα την εξάντληση του οξυγόνου και την αύξηση των συγκεντρώσεων διοξειδίου του άνθρακα ή μονοξειδίου του άνθρακα στο χώρο του αμπαριού. Το μονοξείδιο του άνθρακα είναι ένα άοσμο αέριο, ελαφρώς ελαφρύτερο από τον αέρα, και έχει εύφλεκτα όρια στον αέρα από 12% έως 75% κατ' όγκο και είναι επίσης πολύ τοξικό.

Ορισμένοι τύποι γαιάνθρακα μπορούν να θερμαίνονται αυθόρμητα και να προκύψει μια αυθόρμητη καύση στο χώρο του αμπαριού που έχει ως αποτέλεσμα την παραγωγή εύφλεκτων και τοξικών αερίων.

Επίσης κάποια φορτία γαιάνθρακα είναι ικανά να αντιδράσουν με το νερό ή την υγρασία και να παράγουν οξέα που προκαλούν διάβρωση στα ελάσματα των κυτών. Μαζί με τα οξέα παράγονται και εύφλεκτα και τοξικά αέρια, όπως το υδρογόνο που είναι ένα άοσμο αέριο, πολύ ελαφρύτερο από τον αέρα, και έχει εύφλεκτα όρια μεταξύ 4% έως 75% κατ' όγκο.

#### 4.2.4 Ειδικές προφυλάξεις

Όπως αναφέραμε ειδικές προφυλάξεις πρέπει να παρθούν από το πλήρωμα κατά την μεταφορά των φορτίων γαιάνθρακα που αναβλύζουν μεθάνιο, οξειδώνονται, αυτό θερμαίνονται και προκαλούν διάβρωση.

##### Προφυλάξεις για φορτία που εκπέμπουν μεθάνιο

Το μεθάνιο είναι ένα εύφλεκτο αέριο το οποίο, εντός της τάξης του 5 έως 16% στον αέρα, μπορεί να σχηματίσει ένα εύφλεκτο μείγμα που μπορεί εύκολα να αναφλεγεί από ένα σπινθήρα ή μια γυμνή φλόγα. Ο κώδικας IMSBC συμβουλεύει να υπάρχει επαρκής επιφανειακός εξαερισμός και συνεχώς παρακολούθηση και έλεγχος της ατμόσφαιρας του κύτους.

Το πλήρωμα πρέπει να προβαίνει σε ενέργειες για την απομάκρυνση των συσσωρευμένων αερίων πριν την τελική διαδικασία της εκφόρτωσης και του ανοίγματος των καλυμμάτων των κυτών. Επίσης πρέπει να υπάρχει η σωστή συντήρηση των καλυμμάτων και του μηχανισμού ώστε να αποφευχθεί η ύπαρξη κάποιου σπινθήρα. Επίσης απαγορεύεται το κάπνισμα και η χρήση γυμνής φλόγας όπως σπύρτο, αναπτήρες φλόγιστρα κλπ.

Το πλήρωμα δεν επιτρέπεται επίσης να εισέρχεται στο χώρο φορτίου ή στους κλειστούς παρακείμενους χώρους, εκτός εάν αυτός έχει αεριστεί και η ατμόσφαιρα έχει δοκιμαστεί και ελεγχθεί ότι είναι η κατάλληλη. Η είσοδος χωρίς εξαερισμό μπορεί να επιτραπεί μόνο σε περιπτώσεις εκτάκτου ανάγκης και μόνο από εκπαιδευμένο προσωπικό που φοράει αυτόνομη αναπνευστική συσκευή υπό την επίβλεψη υπεύθυνου αξιωματικού και με την προϋπόθεση ότι τηρούνται ειδικές προφυλάξεις ώστε να εξασφαλίζεται ότι δεν μεταφέρεται πηγή ανάφλεξης στο χώρο

Τέλος σύμφωνα με τις αρχές του κώδικα ο πλοίαρχος πρέπει να εξασφαλίζει ότι οι κλειστοί χώροι εργασίας, όπως αποθήκες, διάδρομοι, ανθρωποθυρίδες κ.λπ., παρακολουθούνται τακτικά για την ύπαρξη αερίου μεθανίου. Οι χώροι αυτοί πρέπει να αερίζονται επαρκώς είτε φυσικά είτε τεχνητά όπου υπάρχει σύστημα μηχανικού αερισμού.

##### Προφυλάξεις για φορτία που οξειδώνονται

Ορισμένα φορτία άνθρακα έχουν την τάση να οξειδώνονται. Η οξείδωση είναι μια διαδικασία κατά την οποία το οξυγόνο αφαιρείται από την γύρω ατμόσφαιρα του χώρου. Λόγω της εξάντλησης του οξυγόνου οι ποσοτώσεις των αέριων διοξειδίου και μονοξειδίου θα αυξηθούν και εκτός της ασφυξιογόνους ατμόσφαιρας αυτή θα γίνει τοξική και δηλητηριώδη.

Σε ένα σφραγισμένο χώρο φορτίου η περιεκτικότητα σε οξυγόνο μπορεί να είναι μικρότερη από 4% σε σχέση με τις συνθήκες κανονικής ατμόσφαιρας που είναι 20,8%. Συνεπώς, είναι σημαντικό να ακολουθούνται οι κατάλληλες διαδικασίες δοκιμών της ατμόσφαιρας πριν από την είσοδο στο χώρο φορτίου ή σε γειτονικό περιορισμένο χώρο.

Εάν αυτός δεν βρεθεί κατάλληλος πρέπει να γίνει ο σωστός εξαερισμός του χώρου εκτός εάν για συνθήκες εκτάκτου ανάγκης αυτό δεν είναι δυνατό και εκπαιδευμένα άτομα με την χρήση αναπνευστικής συσκευής δύναται να εισέλθουν στο χώρο υπό την επίβλεψη αρμόδιου αξιωματικού

##### Προφυλάξεις για αυτοθερμαινόμενα φορτία

Ο γαιάνθρακας χαμηλής κατάταξης είναι πιο επιρρεπείς στην οξείδωση και πιο επιρρεπής στην αυθόρμητη θέρμανση. Η υψηλή περιεκτικότητα σε υγρασία, μπορεί να εξατμιστεί και να δημιουργήσει μεγάλες περιοχές

που είναι ευαίσθητες στην οξείδωση κι έτσι να διευκολυνθεί η διαδικασία της θέρμανσης. Επίσης η ανομοιογένεια του φορτίου είναι ακόμα ένας καθοριστικός παράγοντας καθώς μπορεί να προέρχεται από γαιάνθρακες διαφορετικών ηλικιών και από τα διαφορετικά ορυχεία και να οδηγήσουν σε αυθόρμητη θέρμανση του φορτίου.

Σύμφωνα με τον κώδικα IMSBC τα αμπάρια πρέπει να κλείνουν αμέσως μετά την ολοκλήρωση της φόρτωσης. Τα καλύμματα μπορούν επίσης να σφραγιστούν με επιπλέον ταινία. Μόνο ο φυσικός επιφανειακός αερισμός επιτρέπεται και περιορίζεται μόνο στον απόλυτο ελάχιστο χρόνο που απαιτείται για την απομάκρυνση του μεθανίου που μπορεί να έχει συσσωρευτεί.

Το πλήρωμα απαγορεύεται να εισέρχεται στο χώρο του φορτίου κατά τη διάρκεια του ταξιδιού, εκτός εάν φοράει αυτόνομη αναπνευστική συσκευή και μόνο σε έκτακτες περιπτώσεις.

Επίσης πριν από τη φόρτωση, πρέπει να παρακολουθείται η θερμοκρασία του φορτίου. Το φορτίο για να γίνει αποδεκτό προς φόρτωση και μεταφορά η θερμοκρασία του δεν πρέπει να υπερβαίνει τους 55°C.

Όταν το επίπεδο μονοξειδίου του άνθρακα αυξάνεται σταθερά είναι μια ένδειξη ότι υπάρχει μια αυτοθέρμανση του φορτίου. Στην περίπτωση αυτή, το αμπάρι πρέπει να παραμείνει κλειστό, να σταματήσει ο εξαερισμός και ο Πλοίαρχος να ζητήσει την βοήθεια πραγματογνώμονα.

Το νερό απαγορεύεται να χρησιμοποιείται για την ψύξη του φορτίου ή για την καταπολέμηση πυρκαγιών που προήλθαν από την αναθέρμανση και ανάφλεξη του φορτίου αλλά μπορεί να χρησιμοποιηθεί περιμετρικά για την ψύξη των εξωτερικών ελασμάτων των χώρων των κυτών και των καλυμμάτων.

#### Προφυλάξεις για φορτία που προκαλούν διάβρωση

Πολλά φορτία γαιάνθρακα περιέχουν θείο το οποίο εάν είναι σε διαλυτή μορφή μπορεί να αντιδράσει με τα επίπεδα υγρασίας του άνθρακα και να σχηματίσουν θειώδη παράγοντα και θειικά οξέα.

Αυτά τα οξέα είναι ιδιαίτερα διαβρωτικά στο γυμνό χάλυβα, διαβρώνοντας συστήματα υδροσυλλεκτών, ελάσματα των δεξαμενών ή και διαφράγματα. Κατά την διάρκεια του ταξιδιού πρέπει να ελέγχονται τακτικά το επίπεδο τοξικότητα από το νερό που εξάγεται από τους υδροσυλλέκτες.

Εάν το επίπεδο του νερού αποδειχθεί όξινο, οι υδροσυλλέκτες πρέπει να αποστραγγίζονται όσο το δυνατόν πιο συχνά ώστε να ελαχιστοποιηθεί η επαφή μεταξύ των οξέων και των ελασμάτων του αμπαριού. Επίσης η συνεχής αποστράγγιση των υδροσυλλεκτών θα αποτρέψει το πρόβλημα της συσσώρευσης νερού που εμφανίζεται στο φορτίο κατά τα τελευταία στάδια της εκφόρτωσης.

## 4.3 Το Σιδηρομετάλλευμα

### 4.3.1 Γενική Περιγραφή

Το σιδηρομετάλλευμα είναι ένα ορυκτό το οποίο είναι πλούσιο σε σίδηρο και οξείδια. Βρίσκεται σε βράχους και ορυκτά και βρίσκεται σε διάφορες μορφές, που να εμπεριέχουν μαγνητίτη, αιματίτη, γεωθήτη, λιμονίτη και σιδερίτη.

Ο μεταλλικός σίδηρος χρησιμοποιείται κυρίως στην παραγωγή χάλυβα που είναι ένα υλικό απαραίτητο σε πολλούς τομείς της βιομηχανίας. Χρησιμοποιείται στον ευρύτερο κατασκευαστικό τομέα ενώ έχει χρήσεις σε μηχανολογικές εφαρμογές, στην επισκευή και κατασκευή ναυτιλιακού εξοπλισμού και πλοίων, στην κατασκευή αυτοκινήτων κ.α.

Το μεταλλευτικό σιδηρομετάλλευμα εξάγεται από την εκσκαφή ιζηματογενών πετρωμάτων. Στην συνέχεια γίνεται η κατεργασία των πετρωμάτων από την οποία γίνεται εξαγωγή του σιδηρομεταλλεύματος. Στη συνέχεια αυτό μεταφέρεται σιδηροδρομικώς και με πλοία στις αγορές όλου του κόσμου.

### 4.3.2 Οι κύριες χώρες και λιμάνια εξαγωγής

Τα μεγαλύτερα αποθέματα σιδηρομεταλλεύματος βρίσκονται στην Αυστραλία με τα κυριότερα λιμάνια εξαγωγών να βρίσκονται στο δυτικό κομμάτι της χώρας στο Dampier, Darwin, Geraldton και Port Hedland. Εξαγωγές γίνονται και νότιο κομμάτι της χώρας στο λιμάνι του Esperance.

Η Βραζιλία συγκαταλέγεται επίσης στους μεγαλύτερους εξαγωγείς σιδηρομεταλλεύματος στον κόσμο. Το λιμάνι του Tubarao είναι ένα από τα μεγαλύτερα παγκοσμίως ενώ εξαγωγές γίνονται και από τα λιμάνια του Ponta Ubu, Sepetiba Bay και Ponta Da Madeira.

Η Νότια Αφρική επίσης είναι γνωστή και για εξαγωγές σιδηρομεταλλεύματος με το Saldanha Bay να είναι το κύριο εξαγωγικό λιμάνι της χώρας. Η Μαυριτανία εξάγει επίσης σιδηρομετάλλευμα από το λιμάνι του Nouadhibou. Ο Καναδάς στην Βόρεια Αμερική είναι μία βασική χώρα εξαγωγέας με πιο κύριο λιμάνι εκείνο του Seven Islands.

Στην Ευρώπη οι κυριότερες χώρες εξαγωγείς είναι η Σουηδία με το κυριότερο λιμάνι της να βρίσκεται στο Lulea και η γειτονική Νορβηγία με το αντίστοιχο λιμάνι εξαγωγών να βρίσκεται στο Narvik.

### 4.3.3 Ιδιότητες, κίνδυνοι και ειδικές προφυλάξεις

#### Υγροποίηση

Το κύριο χαρακτηριστικό του σιδηρομεταλλεύματος είναι ότι κατά την διάρκεια του ταξιδιού μπορεί αυτό να υγροποιηθεί. Πολλά ορυκτά είναι αδιάλυτα στο νερό όμως το φορτίο ορυκτών μπορεί να περιέχει στην σύνθεση του υλικά τα οποία μπορούν να υγροποιηθούν εάν κατά την φόρτωση τους περιέχουν υψηλό ποσοστό νερού ή υγρασίας ή εάν αυτό το αποκτήσουν κατά την διάρκεια του ταξιδιού λόγω της ατμοσφαιρας που επικρατεί εντός των κυτών του πλοίου. Αυτό μπορεί να γίνει ακόμα και αν η επιφάνεια του φορτίου φαίνεται ξηρή ή κοκκώδης.

Το φαινόμενο της υγροποίησης μπορεί να οφείλεται επίσης στην ενέργεια που μεταφέρεται στο φορτίο από τις κρυσταλλούς λόγω του κινητήρα του πλοίου ή λόγω της σφοδρής κακοκαιρίας και μπορεί να εμφανιστεί σε

οποιοδήποτε στάδιο του ταξιδιού. Το φορτίο θα αρχίσει να διαχωρίζεται και θα δημιουργήσει μία επιφάνεια που θα μοιάζει με στόκο.

Η παρουσία νερού στην επιφάνεια του φορτίου είναι επίσης μία ένδειξη ότι έχουμε υγροποίηση του φορτίου αν και δεν είναι απαραίτητη η ύπαρξη του νερού. Εάν παρατηρηθεί διαχωρισμός του φορτίου και του σχηματισμού σκληρυντικής επιφάνειας το πλήρωμα πρέπει να εφαρμόσει μέτρα έκτακτης αντιμετώπισης της κατάστασης και να μεταβεί στο πλησιέστερο λιμάνι καταφύγιο.

Πριν από τη διαδικασία της φόρτωσης οποιουδήποτε φορτίου σιδηρομεταλλεύματος ο Πλοίαρχος, ελέγχει προσεκτικά όλα τα έγγραφα που παρέχονται από τους αποστολείς ή τους ναυλωτές. Συμβουλευτικά ο Πλοίαρχος μπορεί να ανατρέξει στον κώδικα IMSBC και να δει την κατάταξη του προς αποδοχή φορτίου και τους κινδύνους του. Εάν ο Πλοίαρχος δεν είναι ικανοποιημένος από τα παρεχόμενα έγγραφα ειδοποιεί την πλοιοκτήτρια εταιρεία και αναμένει περαιτέρω οδηγίες.

### Θερμαντικές Ιδιότητες

Όπως αναλύσαμε και στα φορτία γαιάνθρακα έχουν την τάση να θερμαίνονται πολύ εύκολα και δύνανται να δημιουργήσουν μία επικίνδυνη κατάσταση εντός των κυτών του πλοίου. Πριν την φόρτωση του εκάστοτε φορτίου ο Πλοίαρχος πρέπει να συμβουλευτεί τα παρεχόμενα έγγραφα και ενημερώνεται για τις ιδιότητες και την αναφλεξιμότητα του φορτίου.

Κατά την διάρκεια της φόρτωσης είναι πολύ σημαντικό το φορτίο να φορτώνεται και να απλώνεται ομοιόμορφα δίχως να αφήνει πολλούς κενούς χώρους που θα επιτρέπουν μεγάλο ποσοστό διείσδυσης αέρα στο φορτίο που να ευνοήσουν συνθήκες θέρμανσης και ανάφλεξης του. Αυτό γίνεται συνήθως από τους τερματικούς σταθμούς με την χρήση ερπυστριοφόρων οχημάτων ή την χρήση περιτυλίγματος πολυαιθυλενίου στο ίδιο το φορτίο.

### Οξειδωση

Το φαινόμενο της οξειδωσης εμφανίζεται όπως και στα φορτία γαιάνθρακα και στα φορτία σιδηρομεταλλεύματος. Το σιδηρομετάλλευμα ακόμα και αν δεν θερμαίνεται εκείνο απορροφά οξυγόνο και έτσι δημιουργεί μία ατμόσφαιρα επάνω από την επιφάνεια του φορτίου ως μη βιώσιμη.

Εάν ο χώρος του φορτίου δεν αερίζεται ή δεν γίνεται σωστός αερισμός τα επίπεδα οξυγόνου εντός των κυτών θα μειωθούν και η αναλογία του αζώτου θα αυξηθεί δημιουργώντας μια ασφυξιογόνα κατάσταση που καθιστά αδύνατη την πρόσβαση στο χώρο. Η περιεκτικότητα του οξυγόνου από το 20,8% μπορεί να πέσει στο 4% και τα επίπεδα αζώτου στο αμπάρι να φτάσουν το 93%.

### Διάβρωση

Τα φορτία σιδηρομεταλλεύματος έχουν διαβρωτικά αποτελέσματα στα ελάσματα χάλυβα κυρίως λόγω της διαβρωτικότητας του υγρού που έχουν στο εσωτερικό τους. Με την ύπαρξη υγρασίας στο εσωτερικό του, η ύπαρξη χλωριδίου και θεικών ενώσεων επιταχύνουν την διαδικασία της διάβρωσης. Έχει παρατηρηθεί ότι η ύπαρξη 25-35% υγρασίας σε ποσόστωση επί του βάρους του φορτίου μπορεί να προκαλέσει μεγάλη διάβρωση με την επαφή στα ελάσματα γυμνού χάλυβα.

Επίσης η μεγάλη υγρασία στο φορτίο μπορεί να μειώσει την ηλεκτρική αντίσταση του μείγματος κι έτσι όταν εκείνο κορεστεί και εμφανίσει μέγιστη υγρασία να επιταχύνει την εξέλιξη των χημικών και ηλεκτρικών αντιδράσεων και να δημιουργηθούν θειικά οξέα τα οποία ευθύνονται για την διάβρωση των ελασμάτων του χάλυβα.

## 4.4 Θείο

### 4.4.1 Γενική Περιγραφή

Το θείο είναι ένα φθινό συστατικό το οποίο χρησιμοποιείται στην βιομηχανία της παρασκευής λιπασμάτων. Στην φυσική του μορφή το θείο εξάγεται υπό την μορφή θειωδών αλάτων από το πυρίτιο. Το θείο όμως μπορεί να παραχθεί και τεχνητά ως ορισμένων χημικών διεργασιών όπως του εξευγενισμού των φυσικών αερίων. Είναι μη μεταλλικό στοιχείο και έχει κίτρινη εμφάνιση και βρίσκονται σε όλο το κόσμο ειδικά στην Βόρεια Αμερική και σε ορισμένες ηφαιστειακές περιοχές όπως η Σικελία.

### 4.4.2 Οι κύριες χώρες και λιμάνια εξαγωγής

Στην Βόρεια Αμερική, ο Καναδάς είναι ο μεγαλύτερος παραγωγός και εξαγωγέας Θείου παγκοσμίως με τις κύριες μονάδες παραγωγής να βρίσκονται στην επαρχία Alberta. Το κύριο λιμάνι εξαγωγής θείου είναι το Βανκούβερ. Οι Ηνωμένες Πολιτείες επίσης εξάγουν φορτία θείου με τα πιο σημαντικά λιμάνια εξαγωγής να είναι το San Francisco και Long Beach.

Στην μέση ανατολή η Ιορδανία από το λιμάνι της Aqaba εξάγει σημαντικές ποσότητες θείου όπως και η Σαουδική Αραβία από το λιμάνι του Jubail. Το Ιράκ συγκαταλέγεται επίσης στους εξαγωγείς θείου με το κυριότερο λιμάνι να είναι εκείνο του Basra.

Στην Ευρώπη η Ρωσία είναι ένα σημαντικός εξαγωγέας με το κυριότερο λιμάνι της να βρίσκεται στην Βαλτική Θάλασσα το Ust Lugs ενώ η χώρα του Καζακστάν πραγματοποιεί επίσης εξαγωγές χρησιμοποιώντας το ίδιο τερματικό σταθμό στέλνοντας φορτία θείου μέσω του σιδηροδρομικού δικτύου της περιοχής με τελικό προορισμό το ρωσικό λιμάνι Ust Lugs.

### 4.4.3 Γενικά χαρακτηριστικά και κίνδυνοι

Η μεταφορά χύδην φορτίου θείου σε αμπάρια φορτηγών πλοίων εμπεριέχει κάποιους κινδύνους όπως της διάβρωσης, των εκπομπών τοξικών αερίων, της αναφλεξιμότητας και του κινδύνου μιας ενδεχόμενης έκρηξης του φορτίου.

#### Διάβρωση

Το ξηρό θείο δεν αντιδρά με γυμνό χάλυβα, αλλά το θείο που περιέχει νερό είναι δυνητικά ιδιαίτερα διαβρωτικό. Τα φορτία θείου συνήθως αποθηκεύονται στην ύπαιθρο και έτσι εκτίθενται σε δυσμενείς καιρικές συνθήκες και επακόλουθη περιεκτικότητα σε υγρασία που καθιστούν το φορτίο ιδιαίτερα διαβρωτικό.

Όμως κατά την διάβαση ειδικών περιοχών που η σκόνη θεωρείται μορφή ρύπου το πλήρωμα ψεκάζει με νερό την επιφάνεια του φορτίου ώστε αυτό να μην φεύγει και μολύνει την ατμόσφαιρα.

Εφόσον το θείο φορτωθεί στα κύτη το νερό και η υγρασία που αποβάλλει το φορτίο αντλείται από τους υδροσυλλέκτες του πλοίου. Το υπόλοιπο νερό που θα παραμείνει στην επιφάνεια του φορτίου σε συνδυασμό και με άλλες προσμίξεις θα δημιουργήσει μία θειώδη λάσπη.

Η διάβρωση εντός των αμπαριών μπορεί να προκύψει μέσω δύο διαφορετικών μηχανισμών διάβρωσης. Η όξινη διάβρωση περιλαμβάνει την αντίδραση ενός οξέος, του θεικού οξέος και ενός μετάλλου, τον χάλυβα. Για να ενεργοποιηθεί η διαδικασία της διάβρωσης πρέπει το pH του διαλύματος να είναι κάτω από 2. Ο δεύτερος

μηχανισμός αφορά την ηλεκτροχημική διάβρωση. Για να ενεργοποιηθεί χρειάζεται μια οξειδοαναγωγική αντίδραση μεταξύ του μετάλλου και του θείου. Η μόνη απαίτηση που χρειάζεται για να ενεργοποιηθεί αυτή η αντίδραση είναι το θείο και το μέταλλο να έρθουν απευθείας σε επαφή. Ελάσματα που έχουν ειδική επίστρωση και δεν είναι γυμνά δεν μπορούν να ενεργοποιήσουν αυτήν την διαδικασία.

### Εκπομπές τοξικών αερίων

Κατά την μεταφορά φορτίων θείων και την διαδικασία εκφόρτωσής του μπορούν να παραχθούν τοξικά και επιβλαβή αέρια για τον ανθρώπινο οργανισμό, αυτά είναι το υδρόθειο και διοξείδιο του θείου. Το υδρόθειο είναι ένα αέριο όπου μικρές ποσότητες του αναβλύζονται από το ίδιο το φορτίο. Το πλήρωμα πριν την είσοδο ή την εργασία στο χώρο του φορτίου πρέπει να ελέγξει ότι η ατμόσφαιρα του κύτους είναι καθαρή από την παρουσία του αερίου και εάν όχι να προβεί διεξοδικό αερισμό. Το διοξείδιο του θείου μπορεί να παραχθεί κατά τη διάρκεια επισκευών όπως συγκόλλησης σε χώρους που είχαν εκτεθεί προηγουμένως σε θείο. Έτσι το πλήρωμα πριν προβεί σε εργασίες επισκευών πρέπει να λαμβάνει τα κατάλληλα μέτρα ασφαλείας όπως η παρακολούθηση της ατμόσφαιρας του κύτους, ο κατάλληλος προστατευτικός εξοπλισμός κ.α.

### Ευφλεξιμότητα

Το ξηρό θείο είναι ένα εξαιρετικά εύφλεκτο φορτίο και πυρκαγιά μπορεί να προκύψει κατά την διαδικασία της φόρτωσης. Το φορτίο όπως διέρχεται από τους σωλήνες φόρτωσης των τερματικών σταθμών συσσωρεύει στατικό ηλεκτρισμό και μπορεί να πάρει φωτιά. Αυτή η φωτιά μπορεί να κατασβηστεί είτε με την χρήση γλυκού νερού είτε μέσω αποπνίξης με το ρίξιμο περαιτέρω φορτίου επάνω στην εστία της πυρκαγιάς.

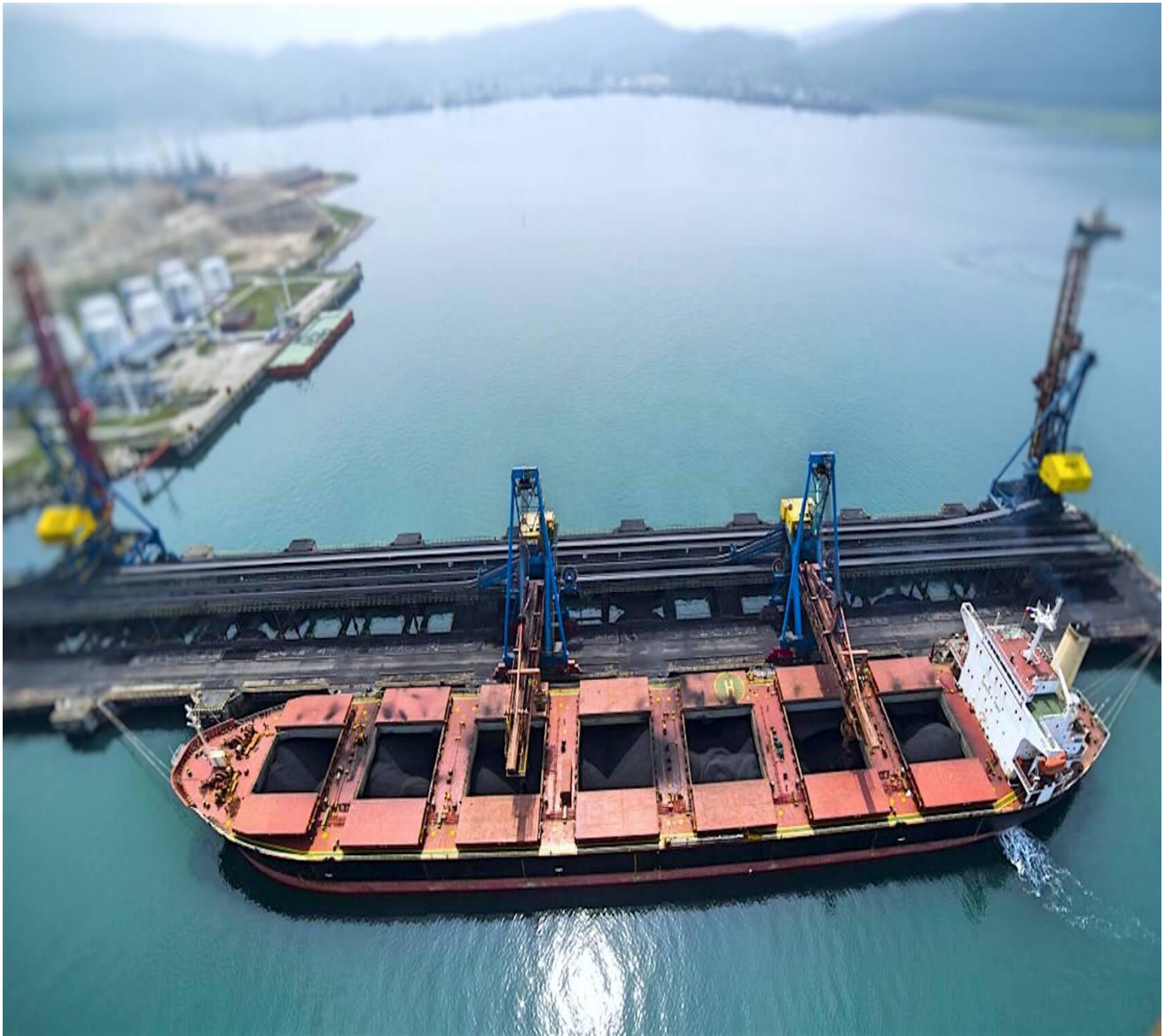
### Εκρηκτικότητα

Το χύδην φορτίο θείου είναι επίσης επιρρεπής λόγω της χημικής σύνθεσης του στις εκρήξεις των σωματιδίων του σε μικρές ποσότητες. Αυτό μπορεί να συμβεί κατά την διαδικασία του καθαρισμού μετά από μία εκφόρτωση. Το σκούπισμα του υπολειπόμενου φορτίου από τα ελάσματα του πυθμένα του αμπαριού μπορεί να δημιουργήσει στατικό ηλεκτρισμό και η σκόνη του φορτίου να εκραγεί. Όποτε κατά την διαδικασία του καθαρισμού το σκούπισμα του φορτίου αποφεύγεται και το αμπάρι αντ' αυτού πλένεται καλά με γλυκό νερό.

## **4.4.4 Προφυλάξεις κατά της διάβρωσης**

Όταν ένα πλοίο πρόκειται να μεταφέρει ένα ιδιαίτερο διαβρωτικό υλικό όπως το Θείο όλες οι κατάλληλες προπαρασκευαστικές ενέργειες πρέπει να γίνουν πριν την φόρτωση του φορτίου ώστε να ελαχιστοποιηθεί ο κίνδυνος της διάβρωσης των αμπαριών. Εάν ο χώρος φορτίου δεν έχει προετοιμαστεί κατάλληλα πριν την φόρτωση τότε κατά την διάρκεια του ταξιδιού λίγα πράγματα μπορούν να γίνουν.

Κατά την διάρκεια της μεταφοράς σημαντικό ρόλο παίζει η διαρκή αποστράγγιση των υδροσυλλεκτών των κυτών καθώς το επίπεδο τοξικότητας του διαλύματος του νερού σε σχέση με το φορτίο προκαλεί το πρόβλημα της διάβρωσης. Οι παράγοντες που πρέπει να ληφθούν υπόψη κατά την συχνότητα αποστράγγισης των υδροσυλλεκτών είναι η τοξικότητα του φορτίου σύμφωνα με τα έγγραφα και τα πιστοποιητικά που έχουν προσκομιστεί στον Πλοίαρχο, η χρονική διάρκεια του ταξιδιού και οι θερμοκρασίες που αναπτύσσονται κατά την διάρκεια του που θα καθορίσουν και την διαχείριση της ατμόσφαιρας του φορτίου εντός των κυτών.



**Κεφάλαιο 5** (Η προετοιμασία πριν την φορτοεκφόρτωση, η καθαριότητα και η συντήρηση των κυτών και των καλυμμάτων, η επιθεώρηση και η διαδικασία της φορτοεκφόρτωσης και η περίπτωση της πρόσκλησης δομικών ζημιών από τους εργαζομένους του τερματικού σταθμού)



## 5.1 Η σωστή προετοιμασία των κυτών πριν την φορτοεκφόρτωση

Όπως αναφέραμε και στα προηγούμενα κεφάλαια η μεταφορά διάφορων διαβρωτικών φορτίων στα κύτη των πλοίων μεταφοράς χύδην φορτίων εμπεριέχουν αρκετούς κινδύνους στους οποίους βρίσκεται αντιμέτωπο το πλήρωμα κατά την διάρκεια ενός έμφορτου ταξιδιού. Η σωστή προετοιμασία των κυτών όμως πριν την φόρτωση και μετά την εκφόρτωση των διαβρωτικών φορτίων ελαχιστοποιεί την εμφάνιση και την σοβαρότητα των επιπτώσεων που έχουν αυτά. Μια σωστή προετοιμασία των αμπαριών ενός πλοίου περιλαμβάνει τον καθαρισμό τους και έπειτα την συντήρησή τους. Μία μη σωστή προετοιμασία των αμπαριών επίσης μπορεί να αποτρέψει ή να καθυστερήσει μια ενδεχόμενη φόρτωση και να αξιωθούν χρηματικές απαιτήσεις και πρόστιμα από την μεριά του αποστολέα και του τερματικού σταθμού. Σχετικά με αυτό το κομμάτι υπάρχει πλήθος βιβλιογραφίας ναυτιλιακών εκδόσεων (Bulk Carrier Practice, IMSBC, Guidance on Preparing Cargo Holds and Loading of Solid Bulk Cargoes, εκδόσεις ναυτικών επιμελητηρίων κ.α.) όπου μπορεί να ανατρέξει ο ναυτικός και να του προσφέρει χρήσιμες και ασφαλής οδηγίες σύμφωνα με την σωστή προετοιμασία των κυτών του πλοίου του.

Μια σωστή προετοιμασία των κυτών περιλαμβάνει σε πρώτο στάδιο την αφαίρεση όλων των υπολειμμάτων από προηγούμενα φορτία. Έπειτα όλη η σκουριά και τα σκασίματα της επίστρωσης πρέπει να αφαιρεθούν σε όση μεγαλύτερη κλίμακα. Στο τρίτο στάδιο το πλήρωμα θα πλύνει τα αμπάρια ανάλογα με τις απαιτήσεις του εκάστοτε φορτίου με θαλασσινό νερό, ακολουθούμενο με γλυκό νερό εάν είναι απαραίτητο. Ιδιαίτερα διαβρωτικά φορτία απαιτούν επιπρόσθετα και τον χημικό καθαρισμό. Μετά το τέλος των καθαρισμών οι υδροσυλλέκτες αποστραγγίζονται και ελέγχονται και καθαρίζονται για τυχόν κατάλοιπα φορτίου. Εφόσον τα αμπάρια έχουν στεγνώσει γίνεται έλεγχος υδατοστεγανότητας των κυτών και των καλυμμάτων τους και εφόσον πραγματοποιηθούν προβλήματα τότε αυτά επιδιορθώνονται κατά την διάρκεια του άφορτου πλου. Στο τελευταίο στάδιο τα ελάσματα των κυτών βάζονται με κατάλληλη προστατευτική επίστρωση στα σημεία όπου υπάρχει εκτεθειμένος γυμνός χάλυβας.

## 5.2 Καθαριότητα των κυτών για την υποδοχή διαβρωτικών φορτίων

Όσο αφορά την καθαριότητα των κυτών αυτή έχει κατηγοριοποιηθεί σε πέντε βαθμίδες που ανάλογα με τον τύπο του μεταφερόμενου φορτίου το πλήρωμα του εκάστοτε πλοίου πρέπει να πραγματοποιήσει. Αυτές οι βαθμίδες αποτελούν τα ελάχιστα αποδεκτά πρότυπα από την πλευρά του αποστολέα και του τερματικού σταθμού για την φόρτωση του εκάστοτε φορτίου. Όμως αυτά τα πρότυπα δεν είναι δεσμευτικά καθώς ο αποστολέας δύναται να ζητήσει από το πλοίο αυστηρότερα πρότυπα και βαθμίδα καθαριότητας σύμφωνα με τα δικά του πρότυπα. Οι πέντε βαθμίδες καθαριότητας είναι οι hospital clean, grain clean, normal clean, shovel clean, load on top. Όσο αφορά την μεταφορά διαβρωτικών φορτίων η βαθμίδα καθαριότητας που απαιτείται είναι η δεύτερη πιο αυστηρή της κλίμακας η Grain Clean.

### 5.2.1 Προπαρασκευαστική συνάντηση

Πριν την εκτέλεση του καθαρισμού των αμπαριών πρέπει να γίνει μία προπαρασκευαστική συνάντηση το γνωστό και ως Toolbox Meeting μεταξύ όλων των εμπλεκόμενων που θα συμμετάσχουν στην διαδικασία. Κατά τη διάρκεια της συνάντησης θα συζητηθεί το χρονοδιάγραμμα και το πρόγραμμα του

καθαρισμού, ο εξοπλισμός και οι χημικές ουσίες που θα χρησιμοποιηθούν θα εξηγηθούν πλήρως και τα δελτία δεδομένων ασφαλείας, MSDS όλων των χημικών ουσιών που θα χρησιμοποιηθούν αλλά και των υπολειμμάτων του φορτίου που βρίσκεται εντός του κύτους.

Είναι πολύ σημαντικό το πλήρωμα να κατανοήσει και να είναι εξοικειωμένο πλήρως με τους κινδύνους των διαβρωτικών φορτίων καθώς ένα διαβρωτικό φορτίο σύμφωνα με τον κώδικα IMSBC ορίζεται ως αυτό που προκαλεί φθορά τόσο στο μεταφορικό μέσο τόσο και στον ανθρώπινο ιστό.

Πρέπει επίσης να αναφερθούν όλα τα μέτρα και οι διαδικασίες ασφαλείας που θα χρησιμοποιηθούν και επίσης να αναφερθεί ο κατάλληλος ατομικός προστατευτικός εξοπλισμός ανάλογα με τις ιδιότητες του εκάστοτε φορτίου που μπορεί να διαφέρει καθώς εκτός του βασικού εξοπλισμού μπορεί να χρειαστεί η χρήση χημικών στολών και προστατευτικών γαντιών ή επιπροσωπιδίων. Πριν την εκτέλεση των καθημερινών εργασιών είναι πολύ σημαντικό να συμπληρώνονται οι κατάλληλες άδειες εργασίας που συμβάλλουν επίσης στην μείωση των ατυχημάτων.

### **5.2.2 Το στάδιο του καθαρισμού των κυτών και καλυμμάτων**

Τα στάδια καθαρισμού σύμφωνα με τα πρότυπα του Grain Clean και που αναφέρονται στις διατάξεις του κώδικα του BC του διεθνή ναυτιλιακού οργανισμού προβλέπουν μια σειρά διαδικασιών όπως οι ακόλουθες. Αρχικά πρέπει να γίνει μία απομάκρυνση όλων των υπολειμμάτων από τα προηγούμενα φορτία. Κατά την διαδικασία αυτή πρέπει να τηρούνται όλα τα προστατευτικά μέτρα ασφαλείας ειδικά για τις δυσπρόσιτες περιοχές των κυτών και εκείνες που βρίσκονται στα ανώτερα σημεία των αμπαριών. Είναι πολύ σημαντικό να γίνει η πλήρης απομάκρυνση του διαβρωτικού φορτίου γιατί τυχόν υπολείμματα στο εσωτερικό του χώρου δύναται να ενεργοποιήσουν τις αντιδράσεις της διάβρωσης. Στην συνέχεια γίνεται ένα σκούπισμα των ελασμάτων του πυθμένα και της οροφή για να απομακρυνθούν τα κατάλοιπα των φορτίων. Το σκούπισμα απαγορεύεται στην περίπτωση μεταφοράς θείου λόγω της εκρηκτικότητας που παρουσιάζει όταν αυτό βρίσκεται σε χαμηλές συγκεντρώσεις σκόνης.

Τα διαβρωτικά φορτία έχουν την τάση να διαβρώνουν την επίστρωση των κυτών και να αναπτύσσουν σκουριά ανάμεσα στο στρώμα της επίστρωσης και του χάλυβα των ελασμάτων. Το πλήρωμα πρέπει να εντοπίζει τέτοια σημεία τα οποία αναγνωρίζονται από την φούσκωμα της επίστρωσης και με μία μεταλλική ξύστρα η μαχαίρι να απομακρύνουν την σκασμένη επίστρωση. Στην συνέχεια το σημείο θα καθαριστεί και αργότερα μετά το πλύσιμο των αμπαριών θα επιστρωθεί ξανά κατάλληλα. Η ύπαρξη μικρής ποσότητας σκουριάς ίσως να είναι αποδεκτή κατά την επιθεώρηση των κυτών εάν τα ελάσματα ή η επίστρωση δεν σπάει μετά την άσκηση ελαφρής πίεσης από τους επιθεωρητές που προσομοιώνουν με αυτό το τρόπο την πίεση που μπορεί να δεχθεί το σημείο κατά την διάρκεια ενός έμφορτου ταξιδιού. Στην συνέχεια ακολουθεί το στάδιο του ξεπλύματος με θαλασσινό νερό κι έπειτα με αντίστοιχο γλυκό. Στην περίπτωση της μεταφοράς θείου σε χύδην μορφή το στάδιο του πλυσίματος με θαλασσινό απαγορεύεται λόγω των χημικών ιδιοτήτων του και επιτρέπεται μόνο το πλύσιμο με γλυκό νερό και εφόσον τα ελάσματα των κυτών δεν έχουν σημεία με εμφάνιση διάβρωσης ή σκουριάς.

Όσο αφορά τα καλύμματα των κυτών ακολουθείται παρόμοια διαδικασία καθαρισμού. Το πλήρωμα φορώντας τον κατάλληλο εξοπλισμό και χρησιμοποιώντας πεπιεσμένο αέρα καθαρίζει τα υπολείμματα φορτίου από τα κύτη. Αυτό βέβαια εξαρτάται από τις χημικές ιδιότητες του εκάστοτε φορτίου. Επίσης είναι σημαντικό να τονιστεί ότι η οροφή των καλυμμάτων καθαρίζεται μόνο από άδεια της αρμόδιας λιμενικής αρχής λόγω της τοξικότητας που μπορούν να εμφανίζουν τα κατάλοιπα του φορτίου. Αφού καθαριστούν και πλυθούν τα καλύμματα πρέπει πλήρως να αποστραγγιστούν και να καθαριστούν οι

χώροι που πιθανόν να υπάρχει ακόμα συγκέντρωση νερού. Τέλος μετά το στάδιο του καθαρισμού ακολουθεί το στάδιο της υδατοστεγανότητας των κυτών όπου το πλήρωμα ελέγχει εάν νερό μπορεί να εισέλθει στο εσωτερικό των αμπαριών και να συσσωρευτεί με το φορτίο. Το συγκεκριμένο στάδιο είναι πολύ σημαντικό λόγω της αλληλεπίδρασης που έχουν τα διαβρωτικά φορτία όπως εξηγήσαμε στο προηγούμενο κεφάλαιο με το νερό και πως αυτό ενεργοποιεί τις διαβρωτικές αντιδράσεις.

### **5.2.3 Το στάδιο του χημικού καθαρισμού**

#### **5.2.3.1 Το υδροξείδιο του καλίου (Lime)**

Ένας επιπλέον τρόπος για να προστατευτούν τα εσωτερικά ελάσματα των αμπαριών είναι με το πλύσιμο με υδροξείδιο του καλίου ή όπως λέγεται Limewashing. Η μέθοδος αυτή προσθέτει εάν προστατευτικό ημιμόνιμο επιπλέον στρώμα επίστρωσης στα ελάσματα και τα προστατεύει από τα φορτία που περιέχουν θεικές ενώσεις.

Αρχικά για να γίνει η χημική επίστρωση τα ελάσματα πρέπει να είναι καθαρά και χωρίς υπολείμματα φορτίου. Εφόσον το αμπάρι είναι καθαρό και πλυμένο η επίστρωση γίνεται εύκολα είτε με την χρήση ρολών βαψίματος είτε μέσω αεριογράφου. Παχύτερο στρώμα επίστρωσης πραγματοποιείτε σε σημεία με λεπτή επίστρωση μπογιάς ενώ πολλές φορές ίσως χρειαστεί η διαδικασία να επαναληφθεί και δεύτερη φορά.

Το μειονέκτημα αυτή της διαδικασίας είναι ότι σε περίπτωση αλλαγής του φορτίου με ένα μη διαβρωτικό και χρειαστεί η επίστρωση αυτή να αφαιρεθεί είναι αρκετά δύσκολο. Όσο πιο παχύ είναι το στρώμα της επίστρωσης τόσο πιο χρονοβόρα και δύσκολη είναι η απομάκρυνση του. Η αφαίρεση του γίνεται είτε με την εφαρμογή νερού υπό συνθήκες υψηλής πίεσης είτε με την χρήση καυστικού ή κιτρικού οξέος.

#### **5.2.3.2 Η επίστρωση του Hold Block**

Το Hold Block είναι ένα βιοδιασπώμενο και φιλικό προς το περιβάλλον ημιμόνιμο επίστρωμα ειδικά σχεδιασμένο για να αποτρέπει την επίδραση των διαβρωτικών φορτίων στα ελάσματα των κυτών όπως και το υδροξείδιο του καλίου. Η εφαρμογή του γίνεται μέσω αεριογράφου με την χρήση πεπιεσμένου αέρα και μπορεί να επιστρωθεί απευθείας επάνω από την διαβρωμένη περιοχή ή την μπογιά.

Το μεγαλύτερο προτέρημα του σε σχέση με την πρώτη μέθοδο είναι η εύκολη απομάκρυνση του που γίνεται εύκολα και γρήγορα ψεκάζοντας επάνω του τον ειδικό διαλύτη του. (Hold Wash). Επίσης τα κατάλοιπα του δεν αποτελούν κίνδυνο για το περιβάλλον και μπορούν να απορριφθούν χωρίς κανένα πρόβλημα στην θάλασσα.

### 5.3 Το στάδιο της επιθεώρησης και της συντήρησης

Εκτός από την προγραμματισμένη και επίσημη επιθεώρηση των κυτών και των καλυμμάτων στο πλαίσιο του συστήματος διαχείρισης του πλοίου, η επιθεώρηση και η συντήρηση των κυτών πρέπει να πραγματοποιείται με την διαδικασία της εκάστοτε εκφόρτωσης και ειδικά στην περίπτωση των διαβρωτικών φορτίων.

Μετά το τέλος του καθαρισμού ο Πλοίαρχος ή το αρμόδιο άτομο επιθεωρεί το χώρο του φορτίου και καταγράφει τα σημεία που χρειάζονται επισκευή. Η επιθεώρηση αυτή συνήθως συνοδεύεται και από την λήψη κατάλληλων φωτογραφιών.

Κατά την διαδικασία της επιθεώρησης ελέγχονται όλα αυτά τα σημεία τα όποια επηρεάζονται από την διαβρωτικότητα των φορτίων όπως τα ακόλουθα. Αρχικά ελέγχεται η δομική αριότητα των ελασμάτων και των νομέων και ελέγχονται τυχόν σημεία για ρωγμές ή λυγίσματα που αποτελούν βασικά σημεία εμφάνισης της διάβρωσης. Στη συνέχεια ελέγχεται η επίστρωση των ελασμάτων καταγράφονται σε ποια σημεία χρειάζεται άμεση επιδιόρθωση και προσοχή. Τα ελάσματα ελέγχονται διεξοδικά για την ύπαρξη διάβρωσης κυρίως σε ευαίσθητα σημεία όπως την κορυφή και τον πυθμένα του κύτους και στην περιοχή των υδροσυλλεκτών.

Τα σημεία πρόσβασης στα κύτη είναι επίσης επιρρεπή στην διάβρωση όποτε είναι πολύ σημαντική η συντήρηση τους γιατί οποιαδήποτε φθορά μπορεί να έχει καταστροφικές συνέπειες με την πρόκληση κάποιου δυστυχήματος με απώλειες ανθρώπινων ζώων. Είναι σημαντικό να τονιστεί ότι τέτοια δυστυχήματα έχουν συμβεί στο παρελθόν με πιο πρόσφατο το συμβάν στο πλοίο Eugenia στις 25 Νοεμβρίου του 2017 κατά την διάρκεια εκφόρτωσης στο λιμένα του Iskenderun Roads στην Τουρκία.

Το σημείο των υδροσυλλεκτών και του συστήματος αποστράγγισης των κυτών είναι ακόμα ένα σημαντικό κομμάτι που πρέπει να ελεγχθεί και να συντηρηθεί καταλλήλως. Λόγω της τοξικότητας του νερού και του διαλύματος που καταλήγει εκεί λόγω των διαβρωτικών φορτίων.

Οι σωληνώσεις και τα μεταλλικά τμήματα πρέπει να ελεγχθούν για εμφάνιση διάβρωσης και να αντιμετωπιστούν κατάλληλα εάν εμφανιστούν τέτοια. Επίσης πρέπει να ελεγχθεί η καλή λειτουργία του συστήματος αποστράγγισης και τις ανεπίστροφης βαλβίδας καθώς μια ενδεχόμενη δυσλειτουργία του κατά την διάρκεια γεμάτων κυτών μπορεί να είναι καταστροφική για το φορτίο και για το ίδιο το πλοίο. Η υπερβολική συσσώρευση τοξικού διαλύματος στο πυθμένα του αμπαριού θα προκαλέσει εκτεταμένη διάβρωση στα ελάσματα του κύτους που μπορεί να τα καταστήσει δομικά ακατάλληλα και μη ασφαλή για μεταφορά και το πλοίο να χρειαστεί έκτακτο δεξαμενισμό ώστε να επιδιορθωθεί η βλάβη στα ελάσματα των αμπαριών.

Τέλος οι ανιχνευτές ύπαρξης νερού εντός το κυτών ελέγχονται επίσης διότι μια δυσλειτουργία τους μπορεί να παραπλανήσει τον αρμόδιο αξιωματικό για την ύπαρξη νερού εντός των κυτών και για την αποστράγγιση των υδροσυλλεκτών κι έτσι να δημιουργηθούν επίσης διαβρωτικές συνθήκες στο πυθμένα των αμπαριών.

## 5.4 Το στάδιο και η συντήρηση της επίστρωσης

Τα ελάσματα του χώρου φορτίου των πλοίων μεταφοράς χύδην φορτίου λόγω των διαφορετικών φορτίων που δέχονται υφίστανται σε πολλούς κινδύνους με πιο σημαντικό εκείνο της διάβρωσης. Η επαφή των γυμνών ελασμάτων χάλυβα με συγκεκριμένα φορτία ενεργοποιεί τις αντιδράσεις της διάβρωσης και προκαλεί σοβαρά δομικά προβλήματα στα πλοία.

Μία από τις λύσεις που δόθηκαν στο πρόβλημα της διάβρωσης ήταν η εισαγωγή καταλλήλων αντιδιαβρωτικών επιστρώσεων και η εφαρμογή τους στα γυμνά μεταλλικά ελάσματα των αμπαριών και των καλυμμάτων τους. Το 2006, η Επιτροπή Θαλάσσιας Ασφάλειας εξέδωσε την πρώτη απόφαση που όρισε τα πρότυπα σχετικά τις επιδόσεις των προστατευτικών επιχρισμάτων και ποιες πρέπει ακριβώς να χρησιμοποιούνται στους χώρους φορτίου των πλοίων μεταφοράς χύδην φορτίων. Από τότε πολλές αναθεωρήσεις των κανονισμών έχουν γίνει και έχουν εισαχθεί και τεθεί σε ισχύ μέσα στην διεθνή σύμβαση της SOLAS.

Εκτός από την προστασία από το φαινόμενο της διάβρωσης που έδωσε λύση η εισαγωγή των προστατευτικών επιστρώσεων επίσης παρατέθηκε και ο χρόνος και η λειτουργική αξία του ίδιου του πλοίου. Το κόστος και ο χρόνος συντήρησης των ελασμάτων ταυτόχρονα μειώθηκαν δίνοντας ένα ανταγωνιστικό πλεονέκτημα ευελιξίας στους πλοιοκτήτες να κινηθούν στην αγορά των στερεών χύδην φορτίων.

Για να γίνει όμως μια επιτυχής εφαρμογή της επίστρωσης στα κύτη σε ένα πλοίο γενικότερα πρέπει να ληφθούν όπως έχει να κάνει με το πάχος της επίστρωσης και του χώρου εφαρμογής της. Ο κάθε χώρος και ειδικότερα τα εσωτερικά ελάσματα των κυτών δέχονται διαφορετικές κοπώσεις και δυνάμεις είτε από το ίδιο το φορτίο είτε και από το ίδιο το πλοίο κατά την διάρκεια ενός ταξιδιού του. Τα ελάσματα κάθε περιοχής έτσι ίσως απαιτούν διαφορετικό πάχος επίστρωσης ώστε να έχουν πλήρη διαβρωτική προστασία και να μην εμφανίσουν φαινόμενα σπασίματος. Τα ελάσματα του πυθμένα του αμπαριού ή σημεία που βρίσκονται κοντά σε γωνίες ή συγκολλήσεις ίσως χρειαστούν παχύτερο στρώμα επίστρωσης λόγω της θέσης τους και των καταπονήσεων που δέχονται.

Εκτός του ενδεδειγμένου πάχους της επίστρωσης ένας ιδιαίτερος παράγοντας για να γίνει η σωστή εφαρμογή της είναι η σωστή προετοιμασία της περιοχής που πρόκειται να επιστρωθεί. Ο χώρος πρέπει να είναι καθαρός από κατάλοιπα φορτίου ή σκόνης και να έχει απομακρυνθεί και καθαριστεί οποιαδήποτε διάβρωση ή σκουριά υπήρχε στο συγκεκριμένο σημείο. Η επίστρωση μπορεί να γίνει τοπικά ή σε ολόκληρο το χώρο του αμπαριού.

Το πιο σημαντικό στην επιτυχία της εφαρμογής είναι η σωστή τήρηση των κανόνων του κατασκευαστή και των συνθηκών που εκείνος αναφέρει όπως η σωστή προετοιμασία της περιοχής, τα μέσα εφαρμογής, η θερμοκρασία και ο αερισμός του χώρου κ.α. Εκτός από τις οδηγίες του κατασκευαστή είναι επίσης κρίσιμο πριν την έναρξη των εργασιών τα εμπλεκόμενα άτομα να διαβάσουν δελτίο δεδομένων ασφαλείας MSDS της κάθε επίστρωσης ώστε να είναι πλήρως ενήμεροι για τους όποιους κινδύνους μπορεί να εκτεθούν κατά την διάρκεια του χρωματισμού και τους τρόπους και τα μέσα αντιμετώπισης. Τέλος, ο κατάλληλος ατομικός προστατευτικός εξοπλισμός πρέπει να χρησιμοποιείται σε όλες τις περιπτώσεις και οι διαδικασίες επίστρωσης να γίνονται πάντα υπό την επίβλεψη του αρμόδιου αξιωματικού.

## 5.5 Η διαδικασία της επιθεώρησης

Αφού το πλοίο ολοκληρώσει τις διαδικασίες καθαρισμού και συντήρησης και πριν ξεκινήσει την φόρτωση των διαβρωτικών φορτίων ο Πλοίαρχος εκδίδει την επιστολή ετοιμότητας για φόρτωση. Ένας ανεξάρτητος και εγκεκριμένος επιθεωρητής θα ανέβει στο πλοίο ώστε να επιθεωρήσει του χώρους φορτίου και κρίνει ότι εκείνοι τηρούν τις προδιαγραφές του φορτίου. Ο επιθεωρητής θα απαιτήσει όλα τα έγγραφα που έχει στην κατοχή του ο Πλοίαρχος σχετικά για το φορτίο αλλά και λεπτομέρειες για τουλάχιστον τα τρία από τα τελευταία φορτία που μεταφέρθηκαν από το πλοίο.

Στη συνέχεια θα επιθεωρήσει ο ίδιος τα αμπάρια για την καθαριότητα τους και την κατάσταση τους και εφόσον τα κρίνει ικανοποιητικά θα εκδώσει το κατάλληλο πιστοποιητικό ότι τα κύτη είναι καθαρά και έτοιμα να υποδεχθούν το εκάστοτε διαβρωτικό φορτίο με τις χημικές του ιδιότητες.

Μία επιθεώρηση μπορεί να αποτύχει στην περίπτωση που ο επιθεωρητής εντοπίσει ότι το πλήρωμα έκανε γρήγορο πλύσιμο και εντοπίσει υπολείμματα φορτίου υπολείμματα σκόνης ή εάν διαπιστώσει την μη εκτέλεση χημικού καθαρισμού σύμφωνα με τις απαιτήσεις του προς φόρτωση φορτίου. Επίσης θα ελέγξει για την ύπαρξη σκουριάς εντός των κυτών ή οποία μπορεί να αποκολληθεί εύκολα με την άσκηση ελαφριάς πίεσης. Μια επιθεώρηση μπορεί επίσης να αποτύχει εάν ο επιθεωρητής ελέγξει όλες τις άδειες εργασίας κατά το καθαρισμό και διαπιστώσει ότι εκείνος διεξάχθηκε χωρίς την κατάλληλη επιτήρηση από τον αρμόδιο αξιωματικό.

## 5.6 Η διαδικασία της φορτοεκφόρτωσης

Πριν την διαδικασία της φορτοεκφόρτωσης ο υποπλοίαρχος έχει καταρτίσει ένα λεπτομερές πλάνο εκφόρτωσης το οποίο είναι έτοιμο για το παραδώσει και να το συζητήσει μαζί με τον υπεύθυνο του τερματικού σταθμού μετά την επιτυχή επιθεώρηση των κυτών. Το πλάνο αυτό βασίζεται σε όλες τις παρεχόμενες πληροφορίες και έγγραφα τα οποία έχουν δοθεί από τον αποστολέα του φορτίου στον Πλοίαρχο.

Ο υποπλοίαρχος έχοντας υπόψιν τις φυσικές και χημικές ιδιότητες του φορτίου αλλά και παραμέτρους που αφορούν την ευστάθεια και την δομική ακεραιότητα του πλοίου ετοιμάζει το πλάνο του το οποίο είναι σύμφωνα και με τις αρχές και τις προδιαγραφές του κώδικα IMSBC. Εκτός από το ίδιο το φορτίο, το πλάνο φορτοεκφόρτωσης επηρεάζεται επίσης και από τα μέσα και τις διαδικασίες και τον χρόνο φορτοεκφόρτωσης του εκάστοτε τερματικού σταθμού.

Έτσι πριν την έναρξη της διαδικασίας θα πραγματοποιηθεί μία σύσκεψη μεταξύ του Πλοίαρχου, του υποπλοίαρχου και του υπεύθυνου του τερματικού σταθμού, ο οποίος μπορεί να είναι διαφορετικός από τον υπεύθυνο των εργατών αλλά και με την παρουσία των υπόλοιπων εμπλεκόμενων φορέων και να ζητηθούν τυχόν απορίες πάνω στο υπάρχον σχέδιο και να γίνουν τυχόν αλλαγές ή τροποποιήσεις. Επίσης θα συζητηθούν όλες οι τεχνικές λεπτομέρειες που αφορούν την διαδικασία και όλα τα μέτρα ασφαλείας που πρέπει να ληφθούν. Εφόσον συμφωνηθεί πλήρως το πλάνο φορτοεκφόρτωσης που θα ακολουθηθεί μόνο τότε ξεκινάει η διαδικασία της μεταφοράς του φορτίου.

## 5.7 Η πρόσκληση φθορών από το προσωπικό του τερματικού σταθμού

Είναι πολύ σημαντικό κατά την διάρκεια της φορτοεκφόρτωσης και ιδιαίτερα των διαβρωτικών φορτίων να υπάρχει τουλάχιστον ένα αρμόδιο άτομο από το πλήρωμα το οποίο να ελέγχει την ομαλή διαδικασία. Είναι σύνηθες φαινόμενο το προσωπικό του τερματικού σταθμού λόγω ταχύτητας, απειρίας και μη εξειδίκευσης να προκαλεί ζημιές στα ελάσματα και στον εξοπλισμό του πλοίου.

Μία τέτοια φθορά μπορεί να προκαλέσει σπάσιμο των ελασμάτων ή της επίστρωσης και στην περίπτωση που δεν γίνει αντιληπτό και συνεχιστεί η εκφόρτωση να δημιουργήσει σοβαρό και εκτεταμένο πρόβλημα διάβρωσης στο εσωτερικό του χώρου φορτίου λόγω της φύσης του φορτίου που να καταστήσει ακόμα και το ίδιο το πλοίο μη αξιόπλοο. Εκτός από τον χώρο των κυτών φθορές μπορούν να δημιουργηθούν και στα καλύμματα των κυτών. Μία μη σωστή φορτοεκφόρτωση μπορεί να προκαλέσει φθορές και λυγίσματα των κυτών και να επηρεάσει επίσης την αεροστεγανότητα και υδατοστεγανότητας τους. Η εισροή ατμοσφαιρικού αέρα και νερού ανάλογα με τις ιδιότητες του διαβρωτικού φορτίου μπορεί να ενεργοποιήσει την διαδικασία της διάβρωσης εντός του κύτους ή να καταστήσει την ατμόσφαιρα εντός των κυτών επικίνδυνη για πυρκαγιά ή έκρηξη και την πρόσβαση σε αυτά αδύνατη.

Είναι έτσι πολύ σημαντικό μόλις γίνει αντιληπτό από τον αρμόδιο αξιωματικό ότι το προσωπικό του τερματικού σταθμού προκάλεσε κάποια βλάβη αυτός να ενημερώσει τον Πλοίαρχο και να σταματήσει αμέσως η φορτοεκφόρτωση του πλοίου. Αμέσως το πλήρωμα θα τραβήξει φωτογραφίες που θα λειτουργήσουν ως αποδεικτικά στοιχεία και ο Πλοίαρχος θα επικοινωνήσει με τον υπεύθυνο του τερματικού σταθμού και των εργατών και θα τον ενημερώσει για τον συμβάν.

Ο Πλοίαρχος θα προβεί στο χώρο του ατυχήματος τον οποίο θα επιθεωρήσει και θα καταγράψει σε ποια σημεία του πλοίου υπάρχουν φθορές. Στην συνέχεια θα πάει στο γραφείο του και θα συντάξει μια έκθεση όπου θα αναφέρει το συμβάν και τις συνθήκες του και θα αξιώνει ανάλογα με τις απαιτήσεις του πλοιοκτήτη αποζημίωση ή άμεση επιδιόρθωση της φθοράς. Μετά την σύνταξη της έκθεσης θα την επιδώσει στον υπεύθυνο του τερματικού σταθμού για να την υπογράψει. Εκείνος έχει το δικαίωμα να μην την υπογράψει όποτε ο Πλοίαρχος είναι αναγκασμένος να κοινοποιήσει την έκθεση αυτή δίχως την υπογραφή του του υπευθύνου στους αρμοδίους ασφαλιστικούς φορείς και σε όλους τους εμπλεκόμενους φορείς με την υποσημείωση ότι ο υπεύθυνος του τερματικού σταθμού αρνήθηκε να υπογράψει την έκθεση που συνέταξε.

Ο Πλοίαρχος οφείλει να ενημερώσει την εταιρεία αμέσως τα ακόλουθα ώστε εκείνη να μπορεί να τον καθοδηγήσει για τις ακόλουθες ενέργειες του. Πρέπει να ενημερώσει εάν η ζημιά που προκλήθηκε επηρεάσει την αξιοπλοΐα ή όχι του πλοίου και επίσης εάν οι εργασίες φορτοεκφόρτωσης θα επηρεαστούν ή όχι. Επίσης πρέπει να την ενημερώσει εάν κάποιο μέλος του πληρώματος ήταν εμπλεκόμενο ή εάν έχει τραυματιστεί. Όσο αφορά την ευστάθεια του πλοίου πρέπει επίσης ο Πλοίαρχος να ενημερώσει την εταιρεία εάν θα γίνουν αλλαγές στο συμφωνηθέν πλάνο φορτοεκφόρτωσης και θα παραληφθεί ή όχι ολόκληρη η ποσότητα του φορτίου. Στην περίπτωση που το προσωπικό του τερματικού σταθμού αναλάβει την επιδιόρθωση της ζημιάς πρέπει η πλοιοκτήτρια εταιρεία να ενημερωθεί πλήρως για το πλάνο των επισκευών και λόγω της διαβρωτικότητας και των ιδιοτήτων του φορτίου εάν αυτές οι διαδικασίες είναι σύμφωνα με κώδικα διαχείρισης επικίνδυνων υλικών, IMDG.

Εάν η φθορά που προκλήθηκε είναι τόσο σημαντική ώστε επηρεάζεται η αξιοπλοΐα του ίδιου του πλοίου η κλάση και ο νηογνώμονας του πλοίου πρέπει να ειδοποιηθούν και να έρθουν και οι ίδιοι στο χώρο της φορτοεκφόρτωσης και να τον επιθεωρήσουν. Ο νηογνώμονας και η κλάση θα προτείνουν την κατάλληλη διαδικασία και προδιαγραφές της επιδιόρθωσης και μετά το πέρας της μόνο μετά την έγκριση του νηογνώμονα και της κλάσης μπορεί το πλοίο να αποπλεύσει και να κριθεί υπηρεσιακά κατάλληλο ξανά να συνεχίσει τους πλους του. Εάν η ζημιά κριθεί ότι δεν επηρεάζει την αξιοπλοΐα του πλοίου μπορεί να επισκευαστεί και από τους αρμόδιους του τερματικού σταθμού σε συμφωνία με την πλοιοκτήτρια εταιρεία και εφόσον ο Πλοίαρχος κρίνει ότι η επισκευή ήταν στο τέλος επιτυχής. Οι ασφαλιστικοί φορείς και οι όροι που υπάρχουν στο ναυλοσύμφωνο θα αποζημιώσουν τα εμπλεκόμενα μέρη για τυχόν χρονικές καθυστερήσεις και επιβαρύνσεις που θα προκύψουν.

Με την ολοκλήρωση της επισκευής ο Πλοίαρχος πρέπει με εκτενέστερη έκθεση του να ενημέρωση την πλοιοκτήτρια εταιρεία για την λεπτομερή τις λεπτομέρειες των εργασιών επισκευής που πραγματοποιήθηκαν καθώς και τα υλικά που χρησιμοποιήθηκαν και τις επιπλέον ώρες που εργάστηκε το πλήρωμα του πλοίου καθώς και όποιες άλλες παρατηρήσεις έχει να καταγράψει ο ίδιος.



## Βιβλιογραφία

- Handbook of Environmental Degradation of Materials Third Edition, Myer Kutz, Elsevier 2018
- Corrosion analysis of bulk carriers, Part I: operational parameters influencing corrosion rates, C.P. Gardiner, R.E. Melchers, Marine Structures 16, 2003
- DNV GL- Risk based corrosion Management, 2005
- Commercial Ship Design and Fabrication for Corrosion Control, Parente J, Daidola J, Basar N, Rodi R, Rosenblatt & Son 1996
- Handbook Of Sulphuric Acid And Manufacturing, Douglas K. Louie, DKL Engineering, Inc., 2005
- Ship Structure Committee «Design, Operation, And Maintenance Concerns For Structural Safety Of Bulk Carriers»
- Μέθοδοι Αντιδιαβρωτικής Προστασίας Πλοίων, Σπύρου Σωτηράκης, Σχολή Τεχνολογικών Εφαρμογών Τμήμα Ναυπηγών Μηχανικών Τ.Ε., 2016
- Επιθεωρήσεις Πλοίων και Είδη Επιθεωρήσεων, Ελένη Π. Μπαλόκα, Τμήμα Ναυπηγών Μηχανικών Τ.Ε. Επισκευές Μετασκευές και Επιθεωρήσεις Πλοίων, 2016
- Bulk Carrier Practice, Captain J Isbester, 1993
- Carriage Of Solid Bulk Cargoes, Adrian Minculescu, Constantza Maritime University 2013
- Dry Bulk Shipping: The Engine Of Global Trade, Nicolas Bornozis, 2006
- FSA Study on Bulk Carrier Safety Conducted By Japan, MSC75/5/2 Annex 3
- 50 Years of Review of Maritime Transport, 1968-2018: Reflecting on the past, exploring the future, United Nations, 2018
- Shipping Statistics and Market Review 2018, ISL
- Ο Ρόλος Της Ναυτιλίας Στην Παγκόσμια Διακίνηση Χύδην Ξηρών Φορτίων, Πεκόπουλος Αντώνιος, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Πολυτεχνική Σχολή 2011
- IMSBC Code And Supplement, 2018 Edition, IMO Edition
- IMO IMDG.1: International Maritime Dangerous Goods Code (Volume 1), 2006
- BLU Code, Code of Practice for the Safe Loading and Unloading of Bulk Carriers, 1998 Edition
- Cargo Work: For Maritime Operations, David House 2016
- Carrying Solid Bulk Cargoes Safely Guidance For Crews On The International Maritime Solid Bulk Cargoes Code, Lloyd's Register/UK P&I Club/Intercargo, 2013
- Dangerous solid cargoes in bulk, DRI, nickel and iron ores, Gard AS 2014
- UK P&I Club Carefully to Carry Consolidated Edition 2018
- Guidance On Preparing Cargo Holds And Loading Of Solid Bulk Cargoes, SKULD
- Safe Loading and Unloading of Bulk Carriership/Terminal Interface (Requirements For Terminal Operator, 2000

- Cargo Stowage and Securing a Guide to Good Practice - Second Edition, Charles Bliault and North Of England P&I Association
- Impact of Cargo Loading On Bulk Carriers, John E. Kokarakis, Gijsbert De Jong
- <http://www.americanplatingcompany.com/ship-corrosion-strategies-prevention/>
- <https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%94%CE%B9%CE%AC%CE%B2%CF%81%CF%89%CF%83%CE%B7>
- <https://officerofthewatch.com/2013/05/10/corrosive-cargo-in-holds/>
- <http://bulkcarrierguide.com/corrosion.html>
- <http://maritimesa.org/grade-10/bulk-carriers-some-historical-notes/>
- <https://www.bst-tsb.gc.ca/eng/rapports-reports/marine/1998/m98n0001/m98n0001.html>
- [http://www.shipstructure.org/case\\_studies/derbyshire/](http://www.shipstructure.org/case_studies/derbyshire/)
- <https://www.michiganseagrant.org/downloads/lessons/datasets/earthscience/Edmund-Fitzgerald-accident-report-NTSBR.pdf>
- <https://www.sciencedirect.com/topics/engineering/bulk-carrier>
- <https://www.opensea.pro/blog/dry-bulk-review-2017>
- <http://www.imo.org/en/OurWork/Safety/Cargoes/CargoesInBulk/Pages/default.aspx>
- <https://www.marineinsight.com/marine-safety/9-common-hazards-of-dry-bulk-cargo-on-ships/>
- <https://safety4sea.com/corroded-cargo-hold-access-cover-leads-to-fatal-fall/>
- <https://forums.frontier.co.uk/threads/guide-to-storing-and-transporting-corrosive-materials.379235/>
- <https://www.holdsolutions.com/>