25 Μαρτου 2023

**ΒΕΛΤΙΣΤΟΠΟΙΗΣΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΚΑΙ ΑΠΟΦΥΓΗ ΑΤΥΧΗΜΑΤΩΝ ΣΕ**

 **ΠΛΩΤΕΣ ΔΕΞΑΜΕΝΕΣ**

**Α.- Η ΑΦΟΡΜΗ**

Εύλογα θα μπορούσε να αναρωτηθεί κανείς ποια ήταν η αφορμή που με οδήγησε να προχωρήσω, αυτή τη συγκεκριμένη χρονική στιγμή στην παρούσα δημοσίευση στο έγκριτο περιοδικό μας ,την Ναυτική Επιθεώρηση.

Στην απραξία που ακολούθησε την πάνω από 50 χρόνια ενασχόληση μου ως  ναυπηγού εντός και εκτός του ΠΝ  είχα την ευκαιρία πολλές φορές να αναλογιστώ πόσες φορές εγώ προσωπικά ή και συνεργάτες μου με την νεανική μας πεποίθηση ότι όλα τα μπορούμε ,είχαμε προβεί  σε ενέργειες  που θα μπορούσαν να έχουν άσχημα αποτελέσματα  ή ακόμη και να αποβούν μοιραίες.

Οι δραστηριότητες που πραγματοποιούνται στις εγκαταστάσεις υποστήριξης πλοίων στην ξηρά από τη φύση τους εμπεριέχουν αυξημένους κινδύνους. **Ιδιαίτερα οι δεξαμενισμοί πλοιων σε πλωτές δεξαμενές αποτελούν δράσεις ιδιαίτερης επικινδυνότητας**.

Το πολύνεκρο πρόσφατο  σιδηροδρομικό δυστύχημα στα Τέμπη με έφερε μπροστά στην αυτονόητη υποχρέωσή να προσπαθήσω να κάνω κάτι προκειμένου να αναδειχθεί η προαναφερθείσα επικινδυνότητα, με απώτερο στόχο την μεγαλύτερη ευαισθητοποίηση στην πρόληψη ατυχημάτων κατά τους δεξαμενισμούς πλοίων..

Αφορμή δεν ήταν το γεγονός ότι από στατικής πλευράς  η ύπαρξη  συρμών πάνω σε σιδηροδρομικές γραμμές διέπεται από τις  ίδιες αρχές της Μηχανικής όπως ακριβώς συμβαίνει και στους δεξαμενισμούς  όπου το πλοιο βρίσκεται πάνω στα υπόβαθρα  πλωτής δεξαμενής.

 Η πραγματική αφορμή ήταν  ότι αστοχίες στους δύο αυτούς τομείς είτε πρόκειται για σύγκρουση και εκτροχιασμό τραίνων είτε πρόκειται για πτώση πλοίου από τα υπόβαθρα  πλωτης δεξαμενής,  μπορούν να οδηγήσουν σε ολέθρια αποτελέσματα με μεγάλες απώλειες  ανθρώπινης ζωής. Και στις δύο περιπτώσεις  μεγάλος αριθμός ατόμων βρίσκεται πολύ κοντά στο συμβάν (επιβάτες ή εργαζόμενοι).

**Β.-ΤΟ ΠΡΟΒΛΗΜΑ**

 Πεπειραμένοι ναυπηγοί με πολυετή  εμπειρία απασχόλησης σε ναυπηγεία ξέρουν καλά ότι τα παρακάτω προβλήματα μπορεί να προκύψουν κατά τον δεξαμενισμό ή ακόμη και κατά την προσπάθεια δεξαμενισμού πλοίων κυρίως σε πλωτές δεξαμενές. Σε κάποιο βαθμό και σε μόνιμες.

α.-Ιδιαίτερα μεγάλες δυνάμεις και τάσεις θλίψεως μπορεί να αναπτυχθούν σε έναν αριθμό υποβάθρων λόγω της τοπικής επιβάρυνσης τους από την ανομοιόμορφη κατανομή του βάρους του δεξαμενιζόμενου πλοίου, από την μη ευθυγράμμιση (οριζοντιότητα) των υποβάθρων, από μεγάλα μήκη μη υποστηριζόμενου τμήματος του σκάφους και για πολλούς άλλους λόγους.

β.-Τέτοιες συνθήκες μπορεί να προκύψουν ακόμη και σε περιπτώσεις δεξαμενισμών πλοίων το βάρος των οποίων κατά τον δεξαμενισμό δεν υπερβαίνει την ανυψωτική ικανότητα της δεξαμενής ή όταν πλοία ιδιαίτερα μεγάλου βάρους αλλά μικρού μήκους δεξαμενίζονται περί το μέσον της δεξαμενής, ή ακόμη και όταν υπάρχουν ανυποστήρικτα τμήματα του πλοίου είτε με τη μορφή προβόλων στη πλώρη και την πρύμνη είτε μετά από αφαίρεση υποβάθρων μιας περιοχής για την πραγματοποίηση εργασιών.

γ.- Δεν είναι σπάνιες οι περιπτώσεις όπου διαρκούσης της ανύψωσης πλοίου και δεξαμενής διαπιστώνεται από τα υπάρχοντα οπτικά όργανα ( όπου υπάρχουν και αν λειτουργούν ) ότι επίκειται υπέρβαση της επιτρεπόμενης από τον κατασκευαστή διαμήκους κάμψεως της δεξαμένης.

**Σε αυτές τις περιπτώσεις αν ο χειριστής αδυνατεί να συγκρατήσει την παραμόρφωση εντός των επιτρεπομένων ορίων ο δεξαμενισμός πρέπει να διακόπτεται άμεσα γιατί είναι επιπλέον πιθανό αριθμός υποβάθρων να μην μπορέσει να αντέξει τα φορτία που του αναλογούν.**

δ.-Ιδιαίτερα σε μεγάλης ηλικίας πλωτές δεξαμενές οι αναγκαίοι χειρισμοί πραγματοποιούνται σε κάποιο βαθμό εμπειρικά ( κυρίως λόγω μη ικανοποιητικής λειτουργίας κάποιων ενδεικτικών οργάνων) και επομένως επώδυνες εκπλήξεις κατά τη διάρκεια δεξαμενισμών δεν είναι σπάνιες.

Δεν είναι επίσης σπάνιες οι περιπτώσεις όπου πλοία το βάρος των οποίων κατά τον δεξαμενισμό βρίσκεταιι εντός των ορίων ανυψωτικής ικανότητας της πλωτής δεξαμενής να γίνονται αποδεκτά , να φθάνουν σε ναυπηγείο για δεξαμενισμό και για τους λόγους που προαναφέρθηκαν να αναγκάζονται να αποχωρήσουν χωρίς να τον πραγματοποιήσουν.**Τέτοια γεγονότα είναι άκρως δυσάρεστα και δυσφημιστικά για τις επιχειρήσεις των ναυπηγείων και ταυτόχρονα δημιουργούν σοβαρό νομικό υπόβαθρο για οικονομικές διεκδικήσεις από το ναυπηγείο εκ μέρους των των πλοιοκτητών.**

Ακόμη και όταν τέτοιοι οριακής μορφής δεξαμενισμοί υπό την πίεση του χρόνου πραγματοποιούνται, άγνωστα σε μέγεθος και επικίνδυνα φορτία μπορούν να προκύψουν σε συγκεκριμένες ομάδες υποβάθρων με πιθανό επακόλουθο την δημιουργία ζημιών στην ανθεκτική κατασκευή πλοίου και δεξαμενής.

Κατά τη διάρκεια της υπηρεσίας μου στο ΠΝ αλλά και μετά την αποστρατεία μου πού για αρκετά χρόνια απασχολήθηκα στα δύο μεγάλα ναυπηγεία της χώρας, στο Σκαραμαγκά και την Ελευσίνα, βρεθηκα τρεις φορές μπροστά στα εξής   πρωτόγνωρα συμβάντα::

 1) Περί το τέλος της δεκαετίας του 70 το επιβατικό πλοίο ΝΑΥΑΡΙΝΟ δεξαμενισμένο σε πλωτή δεξαμενή των Ναυπηγείων Σκαραμαγκά έφυγε από τα υπόβαθρα και κατέπεσε πάνω στο κατάστρωμα της δεξαμενής. Το γεγονός αποδόθηκε σε προοδευτική κατάρρευση των υποβάθρων .Το πλοίο υπέστη τόσο εκτεταμένες ζημιές που ήταν απολύτως ασύμφορη η επισκευή του και οδηγήθηκε σε scrap. Mεγάλες ζημιές προκλήθηκαν επίσης στην πλωτή δεξαμενή.

 2) Το 1993 tο ποντόνι του ΝΣ. μετά από ανεξέλεγκτη εισροή υδάτων στις  δεξαμενές του βυθίστηκε μερικώς με κάλυψη και του καταστρώματος του. Επ αυτού ευρίσκετο δεξαμενιζόμενο το υποβρύχιο Πόντος. Νεότατο τότε..Το αποτέλεσμα ήταν ότι το υποβρύχιο ξέφυγε από τα υπόβαθρα, έλαβε μεγάλη εγκάρσια κλίση την οποία ευτυχώς περιόρισε το γεγονός ότι ένα μέρος του ακούμπησε στο κρηπίδωμα.

 Απόστρατος τότε εγώ, ανταποκρινόμενος σε σχετική ιδέα του τότε ΑΓΕΝ Αντιναυάρχου Ηρακλη Δρίκου ΠΝ ,συμμαθητή μου, συνεργάστηκα με τους εν ενεργεία συναδέλφους ναυπηγούς του ΝΣ. στην επιχείρηση αντιμετώπισης του συμβάντος..**Διαπιστώθηκε ότι αίτιο του  ατυχηματος ήταν η εισροή νερού στις δεξαμενές του ποντονιού από ξεχασμένες από αμέλεια  ανοιχτές ανθρωποθυρίδες του καταστρώματος**. Η επιχείρηση τελείωσε την ίδια ημέρα με ασήμαντες ευτυχώς για το υποβρύχιο ζημιές

3) Θα ήταν μάλλον το 2002 (δεν θυμάμαι ακριβώς) όταν το επιβατικό Κρήτη δεξαμενιζόμενο σε   πλωτή δεξαμενή του Νεωρίου Σύρου έφυγε για άγνωστο λόγο από τα υπόβαθρα και κατέπεσε πάνω στον πύργο της πλωτής δεξαμενής δημιουργώντας μεγάλη εγκάρσια κλίση Ως στέλεχος τότε του ναυπηγείου Ελευσίνας που είχε και την ιδιοκτησία του Νεωρίου ανέλαβα την ευθύνη αποκατάστασης

4) Τρεις μόλις ημέρες προτού αποστείλω το παρόν στη ΝΑΥΤΙΚΗ ΕΠΙΘΕΩΡΗΣΗ για δημοσίευση (22/3/2023) , το ερευνητικό σκάφος Petrel μήκους 76 μέτρων που σύμφωνα με πληροφορίες ανήκε σε κάποια υπηρεσία του αμερικανικού ναυτικού, δεξαμενιζόμενο σε δεξαμενή ναυπηγείου στο Εδιμβούργο, ξέφυγε από τα υπόβαθρα και κατέπεσε στην πλευρά της δεξαμενής με εγκάρσια κλίση 45 μοιρων προκαλώντας τον τραυματισμό 25 ατόμων.

Το ατύχημα αποδόθηκε σε ισχυρό άνεμο. Κατά την προσωπική μου όμως άποψη θα πρέπει να συνυπήρχε και ανεπαρκής πλευρική στήριξη κάτι που προβλέπεται για το ενδεχόμενο ισχυρών ανέμων και σεισμών.



 Φωτογραφία του σκάφους Petrel

Λαμβανομένου υπόψη ότι στα καταστρώματα και στις σκαλωσιές των πλωτών δεξαμενών όταν υπάρχουν επ’  αυτών δεξαμενιζόμενα πλοία εργάζεται μεγάλος αριθμός ατόμων, και στα τρία προαναφερθέντα ατυχήματα που συνέβησαν στον ελληνικό χώρο , πέρα από τις υλικές ζημιές, θα μπορούσαν να έχουν υπάρξει και πολύνεκρες ανθρώπινες απώλειες.

**Ευτυχώς ο θεός της Ελλάδος έβαλε το χέρι του και δεν υπήρξαν ούτε θάνατοι ούτε τραυματισμοί**  Έτσι  τα γεγονότα παρέμειναν απαρατήρητα και σχετικά άγνωστα.

Από την διερεύνηση των προαναφερθέντων τριών συμβάντων είχε προκύψει ότι το βασικό αίτιο που τα είχε προκαλέσει για τις περιπτώσεις των επιβατικών Ναυαρίνο και  Κρήτη ήταν η προοδευτική αστοχία των υποβάθρων.

Και στις τρεις όμως περιπτώσεις υπήρχαν και αρκετά κοινά σημεία.  Για παράδειγμα αναφέρω τα παρακάτω :

α.- Παλαιό υλικό και  πλημμελής έλεγχος και παρακολούθηση καθως μη λειτουργούντες ή πλημμελώς λειτουργούντες αυτοματισμοί μέτρησης στάθμης δεν επέτρεπαν να γνωρίζει ο χειριστής της δεξαμενής    με ακρίβεια και αξιοπιστία τις στάθμες του νερού (και κατ’ επέκταση τις ποσότητες έρματος ) μέσα στις δεξαμενές της δεξαμενής .

β.-Μη απόδοση της αναγκαίας και σχολαστικής προσοχής στην σωστή οριζόντια ευθυγράμμιση ή στην αναγκαία σε κάθε περίπτωση διάταξη των υποβάθρων.

γ.- Μη ικανοποιητικός έλεγχος στην επάρκεια αντοχής των υποβάθρων, υποβαθμισμένη πιθανόν λόγω  της ηλικίας των.

δ.-Μη επαρκής εκ των προτέρων έλεγχος των συνθηκών δεξαμενισμού

ε.-Αυθαίρετες αφαιρέσεις υποβάθρων προκειμένου να πραγματοποιηθούν αναγκαίες εργασίες στον πυθμένα των πλοίων χωρίς προηγούμενη ενδελεχή μελέτη

στ.- Εμπειρική εξοικείωση  των δεξαμενιστών με το αντικείμενο της εργασίες των με αποτέλεσμα την μη εκ των προτέρων μελέτη των ειδικών συνθηκών κάθε συγκεκριμένου δεξαμενισμού.

ξ.- Μη επαρκής εκπαίδευση για την απόκτηση της εξειδίκευσης των δεξαμενιστών

η.-Μη υποχρεωτική παρουσία  Ναυπηγού και εξειδικευμένου σε δεξαμενισμούς Τεχνικού Ασφάλειας κατά τη διάρκεια κάθε δεξαμενισμό

Καθώς έχουν περάσει αρκετά χρόνια από τα προαναφερθέντα συμβάντα είναι πιθανό αρκετές από τις προαναφερθείσες αδυναμίες να έχουν σε κάποιο βαθμό αντιμετωπιστεί.

Δυστυχώς η πριν από λίγα χρόνια βύθιση της μεγάλης πλωτής δεξαμενής του ναυπηγείου Ελευσίνας που είχε ως αποτέλεσμα την καθολική της αχρήστευση δεν επιβεβαιώνει την προαναφερθείσα αισιόδοξη εκτίμηση. .

Από την άλλη πλευρά η σύγχρονη τεχνολογία παρέχει πλέον τα αναγκαία εργαλεία που θα μπορούσαν εάν και όπου εφαρμοστούν να καλύψουν σε σημαντικό βαθμό τις ανθρώπινες παραλείψεις και να προλάβουν ολέθρια σφάλματα.

**Αυτονόητη βέβαια είναι η ανάγκη αλλαγής νοοτροπίας με ταυτόχρονο εκσυγχρονισμό** **του εξοπλισμού παρακολούθησης και ελέγχου** Ουσιώδης προϋπόθεση προς αυτή την κατεύθυνση είναι ότι κάθε δεξαμενισμός θα πρέπει να μελετάται επί χάρτου πριν από την πραγματοποιήση του. Η ανάγκη αυτή είναι ακόμη πιο ουσιαστική στις περιπτώσεις οριακών ως προς την ανυψωτική ικανότητα κάθε δεξαμενής δεξαμενισμών όπως για παράδειγμα όταν είναι αναπόφευκτο η επιχείρηση να πραγματοποιείται χωρίς προηγουμένως το πλοίο να βρίσκεται σε άφορτη κατάσταση. Τέτοιες περιπτώσεις μπορεί να προκύψουν όταν ειδικές συνθήκες  επιβάλλουν την διατήρηση επί του πλοίου κατά τον δεξαμενισμό μεγάλων ποσοτήτων καυσίμων ή φορτίου ή  , αν πρόκειται για πολεμικό πλοίο, ακόμη και πυρομαχικών.

**Γ.\_ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΚΑΙ ΕΡΓΑΛΕΙΑ ΓΙΑ ΤΗΝ ΣΥΓΧΡΟΝΗ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ ΤΟΥ ΘΕΜΑΤΟΣ**

Μη έχοντας πού να διοχετεύσω την πλεονάζουσα ενέργεια μου κατά την περίοδο του εγκλεισμού λόγω της πανδημίας απασχολήθηκα αρκετά μελετώντας πώς είναι δυνατόν η παραπάνω κρίσιμη δραστηριότητα να πραγματοποιείται σωστότερα και κυρίως ασφαλέστερα.

Παρακάτω θα αναφερθώ σε κάποιες από τις διαπιστώσεις μου

Γνωστές μέθοδοι βελτιστοποίησης του κλάδου της Eπιχειρησιακής Eρευνας όπως για παράδειγμα ο Γραμμικός Προγραμματισμός θα μπορούσαν να συνδυαστούν με εκείνες  της κατασκευαστικής μηχανικής προκειμένου να κάνουν δυνατή την εκ των προτέρων διερεύνηση της εφικτότητας και της δυνατότητας ασφαλούς δεξαμενισμού κάθε συγκεκριμένου πλοίου σε κάθε συγκεκριμένη πλωτή δεξαμενή .

Επιπλέον με αυτή τη μεθοδολογία θα μπορούσαν να επιλέγονται κατά βέλτιστο τρόπο οι δυνατότητες που παρέχονται από την σχεδίαση των πλωτών δεξαμενών έτσι ώστε να αποφεύγεται κάθε επιπλέον δυσμενής και επικίνδυνη φόρτιση της ίδιας της δεξαμενής, του δεξαμενιζόμενου πλοίου και των υποβάθρων.

**Πιο σοβαρό από τα παραπάνω είναι η αξιοποίηση των παραπάνω δυνατοτήτων με στόχο την ελαχιστοποίηση κάθε πιθανότητας ανθρώπινου λάθους που θα μπορούσε εκτός από εκτεταμένες υλικές ζημιές να προκαλέσει και πολύ σοβαρούς κινδύνους σε απώλειες ανθρώπινης ζωής.**

Με την χρήση ψηφιακών μεθόδων βελτιστοποίησης που έχουν ήδη αναπτυχθεί είναι δυνατή η σημαντική μείωση τόσο των φορτίων υπερφορτωμένων μεμονωμένων ομάδων υποβάθρων όσο και των παραμορφώσεων πλοίου και δεξαμενής

Όπως θα φανεί και από τα παραδείγματα που θα αναπτυχθούν παρακάτω είναι δυνατή η μείωση των φορτίων σε υπερφορτωμένα υπόβαθρα με επιλεκτική εκκένωση του νερού από τις δεξαμενές της πλωτής δεξαμενής σε ποσοστό που μπορεί να φτάσει μέχρι και το 50%.

Ταυτόχρονα με τη χρήση τέτοιων εργαλείων είναι δυνατόν να πραγματοποιούνται με ασφάλεια οριακής μορφής δεξαμενισμοι που θα ήταν αδύνατο να πραγματοποιηθούν μέχρι σήμερα και μάλιστα αυτή η δυνατότητα να μπορεί να διαπιστωθεί προτού καν ένα πλοίο φτάσει σε συγκεκριμένο ναυπηγείο για την πραγματοποίηση δεξαμενισμού.

Θα ήταν επίσης εφικτό να απαντηθούν εκ των προτέρων οιι παρακάτω ερωτήσεις

α.- Είναι ο δεξαμενισμος εφικτός και ασφαλής;

β.-Ποιο θα είναι το μέγεθος των  μέγιστων παραμορφώσεων  πλοίου και δεξαμενής και σε ποια διαμήκη θέση θα εμφανιστεί;

γ.-Πιθανά μέτρα βελτίωσης που μπορούν να εφαρμοστούν και εκτίμηση της αποτελεσματικότητας των

δ.-Σκοπιμότητα ορισμένα υπόβαθρα να τεθούν εκτός οριζοντιότητας προκειμένου να ελαττωθούν τα εμφανιζόμενα σε αυτά υπερβολικά φορτία

ε.-Ανάγκη πρόβλεψης και πρόσθετων υποβάθρων ήι μετατροπής μεμονωμένων υποβάθρων σε συγκροτήματα

στ.- Είναι εφικτό με την πρόβλεψη προσθήκης ήι αφαίρεσης υποβάθρων σε συγκεκριμένες θέσεις η και με κατ’ επιλογήν θέση υποβάθρων εκτός οριζοντιότητας να καταστεί εφικτός και ασφαλής ένας οριακός δεξαμενισμός;

ζ.-Ποιες είναι οι επιθυμητές τελικές στάθμες εντός των δεξαμενών της δεξαμενής στη φάση ολοκληρώσης της διαδικασίας  του δεξαμενισμού

**Δ.- ΔΙΑΘΕΣΙΜΑ ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΑ ΕΡΓΑΛΕΙΑ**

Εξ όσων μου είναι γνωστα τις τελευταίες δεκαετίες έχουν αναπτυχθεί ειδικές εφαρμογές κατάλληλες να χρησιμοποιηθούν προκειμένου οι δεξαμενισμοι πλοίων σε πλωτές δεξαμενές να ξεφύγουν από τα εμπειρικά πλαίσια και να γίνουν έτσι σημαντικά ασφαλέστερες. Γνωρίζω επίσης από προσωπική μου εμπειρία στα ναυπηγεία του ελληνικού χώρου ότι σοβαροί εκσυγχρονισμοί στον τομέα αυτόν τουλάχιστον μέχρι το 2010  δεν έχουν υπάρξει.

Η έλλειψη αυτή δεν φαίνεται προς το παρόν να αποτελεί σοβαρό πρόβλημα των δύο μεγάλων ναυπηγείων της χώρας  καθώς προς το παρόν και τα δύο ουσιαστικά , αυτήν την περίοδο, δεν διαθέτουν πλωτές δεξαμενές. **Oπωσδήποτε όμως στα πλαίσια του εκσυγχρονισμού και των επενδύσεων που επαγγέλονται οι επενδυτές που έχουν πρόσφατα αποκτήσει  την ιδιοκτησία τους θα πρέπει  να στρέψουν την προσοχή τους και σε αυτόν τον τομέα.**

Οι εφαρμογές που προαναφέρθηκαν είναι αρκετά φιλικές προς το χρήστη και χρειάζονται  τροφοδότηση με ελάχιστα στοιχεία, διαθέσιμα τόσο στα πλοία όσο και στα ναυπηγεία .

Το πρόβλημα δεν φαίνεται να είναι αρκετά οξύ στο πολεμικό ναυτικό αφού το μέγεθος των πλοίων του υπολείπεται σημαντικά από τις ανυψωτικές δυνατότητες των διατιθέμενων πλωτών δεξαμενών .Αυτό δεν σημαίνει ότι δεν μπορούν και δεν πρέπει να επιδιωχθούν βελτιώσεις και εκσυγχρονισμοί .

**Ε.- ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΙ**

Αρκετοί νηογνώμονες  και πολλοί κρατικοί οργανισμοί όπως για παράδειγμα η Αμερικανική Ακτοφυλακή ( Coast Guard ) έχουν εκδώσει ειδικούς κανονισμούς που πρέπει να εφαρμόζονται κατά τους δεξαμενισμούς

Το πολεμικό ναυτικό θα ήταν χρήσιμο στις περιπτώσεις δεξαμενισμού πλοίων του εκτός των δικών του εγκαταστάσεων να απαιτεί συμβατικά την εφαρμογή των κανονισμών της αμερικανικής ακτοφυλακής ή άλλων ισοδύναμων. Αυτονόητη θεωρώ και την υποχρέωση το ίδιο μέτρο να εφαρμόζεται και όταν οι δεξαμενισμοι γίνονται στις δικές του εγκαταστάσεις, αφού είναι βέβαιο ότι έτσι είναι δυνατόν να αποφευχθούν σοβαρά ατυχήματα.

Στη συνέχεια παρατίθενται παραδείγματα θεωρητικών σεναρίων δεξαμενισμών έτσι ώστε να γίνουν περισσότερο κατανοητές οι αυξημένες δυνατότητες βελτίωσης του επιπέδου ασφάλειας που θα μπορούσαν να διασφαλιστουν στον τομέα με την εφαρμογή νέων τεχνολογιών.

**ΣΤ.- STUDY CASES**

**Study case 1**

Ολικό μήκος δεξαμενής                                                                     227.5 μέτρα

Θεωρητική ανυψωτική ικανότητα δεξαμενής                                    22000 τόνοι

Εφεδρικό ύψος 0.5 μέτρα

Συνολικό μήκος δεξαμενών ballast της δεξαμενής                           207.5 μέτρα

Μήκος δεξαμενιζόμενου  πλοίου                                      146.5 μέτρα

Βάρος γάστρας άφορτου πλοίου ( χωρίς το βάρος μηχανών)   4136 τόνοι

Βάρος μηχανών ,φορτίου και υγρών σε δεξαμενές       9114 τόνοι

Ολικό βάρος πλοιου κατά τον δεξαμενισμό                 13250 τόνοι

Συνολικός αριθμός συγκροτημάτων υποβάθρων                                    43

Αριθμός  συγκροτημάτων στους προβόλους της δεξαμενής                    15

Ενεργά συγκροτήματα 28

Αριθμός υποβάθρων ανά συγκρότημα                                                  2 ως 8

Υπόβαθρα υπάρχουν καθ’ όλο  το μήκος της δεξαμενής                  (227.5 μέτρα)

Κατανομή βαρών πλοίου (βλέπε πάνω τμήμα σχήματος 1)

**1α –Μη βέλτιστος δεξαμενισμός**

Ως μη βέλτιστος  δεξαμενισμός χαρακτήρίζεται εκείνος όπου η εκκένωση των δεξαμενών της στην τελική θέση ανύψωσης του πλοίου είναι τέτοια που η μορφή της κατανομής της αντώσεως κατά μήκος των δεξαμενών της δεξαμενής έχει τραπεζοειδή μορφή κατάλληλη να εξασφαλίζει την διαμήκη σύμπτωση του κέντρου βάρους πλοίου και δεξαμενής.

Η μελέτη` των συνθηκών δεξαμενισμού του πλοίου στη συγκεκριμένη δεξαμενή με χρήση υπάρχοντος λογισμικού οδηγεί στα εξής συνοπτικά αποτελέσματα:

Μέγιστο βέλος κάμψεως Πλοίου Δεξαμενής

Προς τα κάτω 5..57 cm 2.95 cm

Προς τα επάνω 4.29 cm 3.61 cm

Μέγιστο φορτίο υποβάθρου 152 τόνοι στο συγκρότημα 22

**1β –Βέλτιστος δεξαμενισμός**

Ως βέλτιστος  δεξαμενισμός χαρακτήρίζεται εκείνος όπου η εκκένωση των δεξαμενών της στην τελική θέση ανύψωσης του πλοίου επίλεγεται αυτόματα από το διατιθέμενο soft wear μεμονωμένα για κάθε δεξαμενή έρματος της δεξαμενής. με στόχο την βελτιστοποίηση (ελαχιστοποίηση ) των παραμορφώσεων πλοίου και δεξαμενής , εξασφαλίζοντας ταυτόχρονα και την διαμήκη σύμπτωση του κέντρου βάρους πλοίου και δεξαμενής. ( βλέπε κάτω μέρος σχήματος 1).



 **Σχήμα 1**

 **Άνω μέρος Διαμήκης κατανομή βάρους πλοίου**

 **Κάτω μέρος Διατηρούμενο υγρό έρμα στις δεξαμενές**

Στο σχήμα 2 φαίνεται η διαμήκης κατανομή των φορτίων στα υπόβαθρα και οι διαμήκεις μεταβολές του βέλους κάμψεως πλοίου και δεξαμενής.

****

 **Σχήμα 2- Βέλτιστος Δεξαμενισμός**

 **GREEN Φορτία υποβάθρων ( (τόνοι\*10)**

 **BLUE Βέλος κάμψεως πλοίου (cm)**

 **RED Βέλος κάμψεως δεξαμενής(cm)**

Συνοπτικά για αυτή την περίπτωση θα έχομε:

Μέγιστο βέλος κάμψεως Πλοίου Δεξαμενής

Προς τα κάτω 3.10 cm 1.57 cm

Προς τα επάνω 1.84 cm 1.43 cm

Μέγιστο φορτίο υποβάθρου 149 τόνοι στο συγκρότημα 22

**Συνοπτικά συμπεράσματα**

1. Και στις δύο περιπτώσεις οι καταπονήσεις των υποβάθρων έχουν την ίδια τάξη μεγεθους.
2. Στην περίπτωση βέλτιστου δεξαμενισμού οι παραμορφώσεις πλοίου και δεξαμενής είναι σχεδόν οι μισές από εκείνες του μη βέλτιστου.
3. Αν για παράδειγμα προηγούμενες δοκιμές αντοχής των υποβάθρων επιτρέπουν την ανάπτυξη καταπονήσεων μεγαλύτερων από αυτές που υπολογίσθηκαν ( έστω ως 160 τόννων) αλλά το ενχειρίδιο της δεξαμενής δεν επιτρέπει βέλος κάμψεως μεγαλύτερο από 3 cm **ο δεξαμενισμός κατα τον μη βέλτιστο τρόπο είναι επικίνδυνος και δεν πρέπει να πραγματοποιηθεί**
4. Αντίθετα ο δεξαμενισμός είναι δυνατός και ασφαλής αν πραγματοποιηθεί με τον βέλτιστο τρόπο

**1γ .-Βέλτιστος δεξαμενισμός με αφαίρεση ενδιάμεσων υποβάθρων**

 Ας δούμε τώρα τι θα συμβεί αν αυθαίρετα κατα την διάρκεια παραμονής του ‘ιδιου πλοίου στην ίδια δεξαμενη (περίπτωση 1β) αφαιρεθούν τα υπόβαθρα με αριθμούς 19 και 20 προκειμένουν να γίνουν εκεί ελασματουργικές εργασίες σε διαμήκη έκταση 5 μέτρων.

 Η μελέτη` των συνθηκών δεξαμενισμού του πλοίου στη συγκεκριμένη δεξαμενή με χρήση υπάρχοντος λογισμικού οδηγεί στα αποτελέσματα:που φαίνονται στο σχήμα 3

** Σχήμα 3**

 **Βέλτιστος δεξαμενισμός με αφαίρεση ενδιάμεσων υποβάθρων**

**GREEN Φορτία υποβάθρων ( (τόνοι\*10)**

**BLUE Βέλος κάμψεως πλοίου (cm)**

**RED Βέλος κάμψεως δεξαμενής(cm)**

 Στο σχήμα 3 παρατηρούμε ότι οι μεν παραμορφώσεις της δεξαμενής και του πλοίου παραμένουν ουσιαστικά αμετάβλητες,οι καταπονήσεις όμως των υποβάθρων που βρίσκονται εκατέρωθεν των αφαιρεθέντων και συγκεκριμμένα εκείνων με α/α 16 ως 19 και 21 ως 23 εκτινάσσονται και αποκτούν μεγέθη που φθάνουν τους 230 τόνους. **Είναι προφανές ότι ο ασφαλής δεξαμενισμος του πλοίου υπό αυτές τις συνθήκες δεν είναι εφικτός.**

Στο σημείο αυτό προκύπτει αυτονόητα το εξής ερώτημα:

Θα υπήρχε τρόπος να πραγματοποιηθεί με ασφάλεια ο δεξαμενισμοςστην περίπτωση αυτή αφού τόσο το μήκος του πλοίου είναι σημαντικά μικρότερο του μήκους της δεξαμενής αλλά και το βάρος του κατά το δεξαμενισμό υπολείπεται σημαντικά από την ανυψωτική ικανότητα της δεξαμενής;

Η απάντηση στο παραπάνω ερώτημα είναι καταφατική. Το θέμα θα μπορούσε να αντιμετωπιστεί εάν στα έξι συγκροτήματα υποβάθρων που γειτνιάζουν με εκείνα που έχουν αφαιρεθεί είχε μειωθεί, με trial and error διαδικασία το πάχος των προσθηκών μαλακού ξύλου που πρέπει να υπάρχει στο πάνω μέρος των υποβάθρων, έτσι ώστε το πλοίο να πατήσει πρώτα στα γειτονικά σε αυτά,γεγονός που θα προκαλούσε ελάττωση των φορτίων στα έξι υπερφορτωμένα.

**Η διαδικασία θα ήταν εφικτή εφόσον η κατάσταση ήταν γνωστή εκ των προτέρων δηλαδή πριν από τους δεξαμενισμό και με τη διαδικασία trial and error θα ήταν γνωστά και εφικτά και θα είχαν εφαρμοστεί τα προαναφερθέντα αναγκαία διορθωτικά μέτρα προτού αναληφθεί ο δεξαμενισμός.**

Εφ’ όσον είναι διαθέσιμες οι αναγκαίες πληροφορίες το υπάρχον λογισμικό επιτρέπει αυτή η διερεύνηση να έχει ολοκληρωθεί το πολύ εντός μιας ώρας

**Study case 2**

 Στο παράδειγμα αυτό εξετάζεται θεωρητικά ο δεξαμενισμός ενός πλοίου με μήκος σημαντικά μεγαλύτερο από εκείνο μιας άλλης δεξαμενής.Τα δεδομένα του προβλήματος έχουν ως εξής:

Ολικό μήκος δεξαμενής                                                                     252 μέτρα

Θεωρητική ανυψωτική ικανότητα δεξαμενής                                    32000 τόνοι

Εφεδρικό ύψος δεξαμενής                                                                  0.5 μέτρα

Συνολικό μήκος δεξαμενών ballast της δεξαμενής                               230 μέτρα

Μήκος δεξαμενιζόμενου πλοίου                                                       288.35 μέτρα

Βάρος δεξαμενιζόμενου πλοιου κατά τον δεξαμενισμό                      24920 τόνοι

Συνολικός αριθμός συγκροτημάτων υποβάθρων                                    33

Αριθμός ενεργών συγκροτημάτων υποβάθρων                                      25

Αριθμός  συγκροτημάτων στους προβόλους της δεξαμενής                    8

Αριθμός υποβάθρων ανά συγκρότημα                                                  1 ως 8

Υπόβαθρα υπάρχουν καθ’ όλο  το μήκος της δεξαμενής                   (252 μέτρα)

Από τα παραπάνω δεδομένα και μόνο προκύπτουν τα εξής βασικά συμπεράσματα:

1. Από άποψη βαρών και μόνο o δεξαμενισμός του  συγκεκριμμένου πλοίου είναι εφικτός στη συγκεκριμένη δεξαμενή.
2. Ανυποστήρικτα  επιπλέον παραμένουν και ανά 10 μέτρα μήκους του πλοίου που βρίσκονται πάνω από τους προβόλους της δεξαμενής όπου δεν υπάρχουν ενεργά υπόβαθρα.
3. Το μήκος του πλοίου υπερβαίνει κατά 36,35 μέτρα   το μήκος της δεξαμενής και

κατά 56,35 του μήκους της περιοχής ενεργών υποβάθρων

 Η μελέτη` των συνθηκών δεξαμενισμού του πλοίου στη συγκεκριμένη δεξαμενή με χρήση υπάρχοντος λογισμικού οδηγεί στα εξής συμπεράσματα (Βλέπε σχήμα 4)

1. Τα με αριθμούς 1 ως 5 και 31 ως 33 συγκροτήματα υποβάθρων δεν αναλαμβάνουν κανένα φορτίο.Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι κάτω από αυτά δεν υπάρχουν δεξαμενές ballast της δεξαμενής και ως εκ τούτου τα προαναφερθέντα υπόβαθρα παραμένουν στην ουσία ανενεργά (βλέπε πράσινες στήλες ,σχήμα 4)
2. Αναπόφευκτα τα αμέσως διπλανά τους με αριθμούς  6, 7, 29 και 30 αναλαμβάνουν σημαντικά μεγαλύτερα φορτία (σχεδόν υπερδιπλάσια) από ότι τα υπόλοιπα υπόβαθρα που στηρίζουν το πλοίο.**Τα υπόβαθρα του συγκροτήματος 6 καλούνται να αναλάβουν φορτία της τάξεως των 26 τόνων το καθένα και του συγκροτήματος 30 της τάξεως των 22,5 τόνων το καθένα.Τα μεγέθη αυτά είναι τόσο μεγάλα που η πιθανότητα κατάρρευσης τους είναι πολύ μεγάλη με επακόλουθο τα φορτία τους να πρέπει να αναληφθούν από τα διπλανά τους τα οποία και αυτά θα καταρρεύσουν.**
3. Ως συνέπεια της μη υποστήριξης της πλώρης και της πρύμνης του πλοίου λόγω των υφιστάμενων  ανυποστήρικτων προβόλων  το πλοίο υφίσταται μεγάλες παραμορφώσεις της τάξεως των 5 εκατοστών του μέτρου.
4. H παραμόρφωση  της δεξαμενής ( κόκκινη γραμμή) παραμένει σε λογικά πλαίσια ενώ **αντιθέτως η παραμόρφωση του πλοίου της τάξεως των  5 εκατοστών  του μέτρου (μπλε γραμμή) είναι υπερβολική και πιθανόν επικίνδυνη.**



 **Σχήμα 4**

**Δεξαμενισμός πλοίου με μεγάλα ανυποστήρικτα άκρα**

**GREEN Φορτία υποβάθρων ( (τόνοι\*10)**

**BLUE Βέλος κάμψεως πλοίου (cm)**

**RED Βέλος κάμψεως δεξαμενής(cm)**

Και σε αυτό το παράδειγμα αυτονόητα προκύπτει το ερώτημα:

Θα υπήρχε τρόπος να πραγματοποιηθεί με ασφάλεια ο δεξαμενισμος στην περίπτωση αυτή αφούι το βάρος του πλοίου κατά το δεξαμενισμό υπολείπεται σημαντικά από την ανυψωτική ικανότητα της δεξαμενής;

Η απάντηση στο παραπάνω ερώτημα είναι σε θεωρητική βάση καταφατική. Το θέμα θα μπορούσε να αντιμετωπιστεί εάν στα δύο ακραία συγκροτήματα της πλώρης και της πρύμνης είχαν μειωθεί, με trial and error διαδικασία οι προσθήκες μαλακού ξύλου στο πάνω μέρος των υποβάθρων έτσι ώστε το πλοίο να πατήσει πρώτα στα γειτονικά σε αυτά,γεγονός που θα προκαλούσε ελάττωση των φορτίων στα τέσσερα υπερφορτωμένα

**Κανείς βέβαια λογικός άνθρωπος δεν θα αποτολμούσε έναν τόσο επικίνδυνο δεξαμενισμό με ανυποστήρικτο τμήμα του πλοίου μήκους 56 μέτρων παρά μόνο σε περίπτωση αδήριτης ανάγκης.**

Σε μία τέτοια περίπτωση με τη διαδικασία trial and error θα ήταν δυνατόν να προσδιοριστούν τα αναγκαία διορθωτικά μέτρα προτού αναληφθεί ο δεξαμενισμός.

**Οπωσδήποτε όμως σε μια τέτοια αναγκαστική επιλογή η μέριμνα για την ασφάλεια του προσωπικού θα πρέπει να είναι ιδιαίτερα σχολαστική και ταυτόχρονα να είναι εκ των προτέρων αποδεκτή η πιθανότητα πρόκλησης σοβαρων ζημιών τόσο στο πλοίο όσο και στη δεξαμενή.**

**Ζ.-ΓΕΝΙΚΑ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ**

1.- Οι δεξαμενισμοι των πλοίων όπως πραγματοποιούνται σήμερα στις υφιστάμενες στον ελληνικό χώρο πλωτές δεξαμενές εμπεριέχουν σε σημαντικό βαθμό εμπειρικές διαδικασίες.

2.- Λόγω της μεγάλης ηλικίας της πλοιονότητας των πλωτών δεξαμενών τα εγχειρίδια λειτουργίας τους με τις σημερινές αντιλήψεις και τα διατιθέμενα σήμερα υπολογιστικά εργαλεία είναι ανεπαρκή από την άποψη ασφάλειας του προσωπικού.

3.- Είναι εφικτή και θα πρέπει να γενικευθεί η χρησιμοποίηση αυτοματοποιημένων σύγχρονων υπολογιστικών μεθόδων προκειμένου το επίπεδο ασφάλειας δεξαμενισμού πλοίων στις δεξαμενές να καταστεί απολύτως εξασφαλισμένο.

4**.- Από τα παραδείγματα που έχουν περιληφθεί στο παρόν κείμενο προκύπτει ότι η παρακολούθηση και μόνο του βέλους κάμψεως της δεξαμενής κατά την εξέλιξή του δεξαμενισμού δεν αποτελεί επαρκές κριτήριο ικανοποιητικής** **ασφαλείας**.Όπως φάνηκε στα παραδείγματα είναι δυνατόν το βέλος κάμψεως να βρίσκεται εντός των επιτρεπόμενων ορίων αλλά κάποια συγκροτήματα υπόβαθρων να υπερφορτώνονται επικίνδυνα.

5.- Η πάσης φύσεως και για διάφορους λόγους προσπάθεια συντόμευσης της διάρκειας του δεξαμενισμού σε κάποιες περιπτώσεις στην πράξη, οδηγεί τόσο στην αφαίρεση υποβάθρων για πραγματοποίηση εργασιών χωρίς προηγούμενη διασφάλιση της επάρκειας των διπλανών τους όσο και στην αποδοχή δεξαμενισμού πλοίων με ανυποστήρικτα σε μερικές περιπτώσεις τμήματα της πλώρης ή της πρύμνης του πλοίου.**Τέτοια ανυποστήρικτα τμήματα πρέπει σε κάθε περίπτωση να αποφεύγονται με μοναδική εξαίρεση τις επείγουσες περιπτώσεις δεξαμενισμού πλοίων λόγω βλάβης,όπως πρόσκρουση, επικαθίση, ζημιές από εκρήξεις η από πολεμικές ενέργειες. Αυτονόητο είναι ότι σε αυτές τις περιπτώσεις πρέπει να προηγείται σχολαστικός εκ των προτέρων έλεγχος.**

6.- Η ανάπτυξη ή η απόκτηση και χρησιμοποίηση υφισταμέτων μαθηματικών εργαλείων μπορεί να επιφέρει εντυπωσιακές βελτιώσεις στο επίπεδο ασφαλείας υλικού και προσωπικού Για τον λόγο αυτό οι οργανισμοί που διαθέτουν και χρησιμοποιούν πλωτές δεξαμενές( ΠΝ, ΟΛΠ, ναυπηγικές μονάδες ) οφείλουν με προτεραιότητα να προγραμματίσουν την απόκτηση  των παραπάνω δυνατοτήτων.

7.- **Αυτονόητο είναι ότι από μόνη της η διαθεσιμότητα των ως ανω μαθηματικών εργαλείων δεν είναι επαρκής για να εξασφαλίσει βελτίωση των συνθηκων ασφάλειας εφόσον η κατάσταση του υλικού των ίδιων των πλωτών δεξαμενών δεν βρίσκεται σε ικανοποιητικό από άποψη λειτουργικότητας επίπεδο**. Αν για παράδειγμα  η στεγανή υποδιαίρεση μεταξύ των θαλασσερμάτων της δεξαμενής δεν είναι επαρκής, αν τα επιστόμια πληρώσεως ή εκκενώσεως των δεξαμενών δεν λειτουργούν ικανοποιητικά ή ακόμη και αν τα εξαεριστικά των δεξαμενών δεν είναι επιβεβαιωμένα κλειστά όταν πρέπει, κανένα από τα μέτρα που τα μαθηματικά εργαλεία υποδεικνύουν για βελτίωση του επιπέδου ασφαλείας δεν είναι πρακτικά εφαρμόσιμο.

**Β ΒΙΟΓΡΑΦΙΚΟ ΣΗΜΕΙΩΜΑ**

Ο Ιωάννης Κολλινιάτης γεννήθηκε στον Πειραιά. Αποφοίτησε ως Μηχανικός Αξιωματικός ,από τη Σχολή Ναυτικών Δοκίμων το 1959. Υπηρέτησε σε πλοία και διάφορες υπηρεσίες του Π.Ν και αποστρατεύτηκε με αίτηση του με τον βαθμό του Υποναυάρχου Π.Ν (Ναυπηγού). Εφοίτησε επίσης στην Ανωτάτη Σχολή Πολέμου του ΠΝ.

Πραγματοποίησε μεταπτυχιακές σπουδές στο Τεχνολογικό Ινστιτούτο της Μασαχουσέτης (ΜΙΤ) όπου και έλαβε δύο μεταπτυχιακούς τίτλους, Μηχανολόγου και Ναυπηγού. Ταυτόχρονα παρακολούθησε ως ακροατής μαθήματα στο Sloan School of Management του ίδιου Πανεπιστημίου.

 Εδίδαξε στη Σχολή Ναυτικών Δοκίμων, και διετέλεσε Κοσμήτωρ και καθηγητής της Ανωτέρας Σχολής Ναυπηγών Πειραιά, Ειδικός Σύμβουλος του Πανεπιστημίου Κρήτης, άμισθος Σύμβουλος του Υπουργείου Εμπορικής Ναυτιλίας καθώς και διευθυντικό στέλεχος μεγάλων επιχειρήσεων όπως η ΕΛΛΗΝΙΚΑ ΝΑΥΠΗΓΕΙΑ ΑΕ (Εντεταλμένος Σύμβουλος και Γενικός Διευθυντής) , ΝΑΥΠΗΓΕΙΑ ΝΑΥΤΙΛΟΣ ΑΕ (Διευθύνων Σύμβουλος) , ΝΑΥΠΗΓΕΙΑ ΕΛΕΥΣΙΝΑΣ ΑΕ (Γενικός Τεχνικός Διευθυντής και Εντεταλμένος Σύμβουλος), Εταιρία Ανάπτυξης Ναυτικής Τεχνολογίας ( Διευθύνων Συμβουλος) , ΝΑΥΣΙ ΑΕ και OLYMPIC MARINE ΑΕ (Διευθύνων Συμβουλος).

 Διετέλεσε μέλος του Ανωτάτου Συμβουλίου Ναυτικών Ατυχημάτων του ΥΕΝ

Διετέλεσε επίσης μέλος σε επιστημονικές οργανώσεις Ελλάδος , ΗΠΑ και Μ Βρετανίας, Ιδρυτικός Πρόεδρος του Αττικού Ομίλου Επικοινωνίας και εκλεγμένος για τρεις θητείες, Γενικός Γραμματέας και Πρόεδρος του Ελληνικού Ινστιτούτου Ναυτικής Τεχνολογίας.

 Συγγραφέας τριών επιστημονικών βιβλίων στον τομέα της ναυπηγικής.

 Έχει αρθρογραφήσει και συνεχίζει να αρθρογραφεί στον Ημερήσιο και περιοδικό τύπο, κυρίως σε θέματα που σχετίζονται με τον Ναυτικό εξοπλισμό της Χώρας και την προβληματική κατάσταση των ναυπηγείων του Ελλαδικού χώρου

.Ομιλεί Αγγλικά ( καλά) και Γερμανικά (μέτρια).