

**ΑΚΑΔΗΜΙΑ ΕΜΠΟΡΙΚΟΥ ΝΑΥΤΙΚΟΥ  
ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ  
ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ**

**ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**



**ΑΝΤΙΡΡΥΠΑΝΤΙΚΕΣ ΒΑΦΕΣ ΓΑΣΤΡΑΣ – ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΣΤΟ  
ΠΛΟΙΟ ΚΑΙ ΣΤΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ**

**ΓΕΩΡΓΙΟΣ ΓΚΟΡΤΣΙΛΑΣ**

**ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ**

**ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: ΓΕΩΡΓΙΟΣ ΓΚΟΤΖΑΜΑΝΗΣ**

ΝΕΑ ΜΗΧΑΝΙΩΝΑ

ΙΟΥΝΙΟΣ 2015

**ΑΚΑΔΗΜΙΑ ΕΜΠΟΡΙΚΟΥ ΝΑΥΤΙΚΟΥ  
ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ  
ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ**

**ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

**ΑΝΤΙΡΡΥΠΑΝΤΙΚΕΣ ΒΑΦΕΣ ΓΑΣΤΡΑ – ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΣΤΟ  
ΠΛΟΙΟ ΚΑΙ ΣΤΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ**

**ΓΕΩΡΓΙΟΣ ΓΚΟΡΤΣΙΛΑΣ**

**ΑΜ : 4459**

**ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ ΠΑΡΑΔΟΣΗΣ :**

Βεβαιώνεται η ολοκλήρωση της παραπάνω πτυχιακής εργασίας

Ο καθηγητής

# Περίληψη

---

Αντικείμενο της εργασίας αυτής είναι να γίνει βιβλιογραφική ανασκόπηση των αντιρρυπαντικών βαφών που χρησιμοποιούνται στα πλοία. Περιλαμβάνεται μια επιγραμματική αναφορά στις επιπτώσεις της ρύπανσης στην ταχύτητα και τραχύτητα του πλοίου, ενώ γίνεται μια εκτενής αναφορά στις βαφές, τα υλικά τους, τις επιπτώσεις αυτών στο περιβάλλον, την εφαρμογή τους και την προσωπική ασφάλεια από αυτές. Η βιορύπανση στα ύφαλα των πλοίων αποτελεί ένα μείζον θέμα για τη ναυτιλία και οι επιπτώσεις της είναι οικονομικές και περιβαλλοντικές, όπου η σωστή επιλογή επιχρίσματος, μετριέται σε χρήματα και ζημιά στο περιβάλλον. Για την αντιμετώπιση της βιορύπανσης χρησιμοποιούνται διαφορετικών ειδών αντιρρυπαντικές επιστρώσεις. Με την αύξηση, όμως, των περιβαλλοντικών περιορισμών η έμφαση για τεχνολογικές καινοτομίες εστιάζεται στα μη τοξικά υφαλοχρώματα τα οποία εκμεταλλεύονται τις φυσικοχημικές ιδιότητες της επιφάνειας τους, είτε για να αποτρέψουν τους οργανισμούς να εγκατασταθούν στην επιφάνεια, είτε για να μειώσουν την πρόσφυση τους σε αυτήν. Σκοπός αυτής της εργασίας, είναι να καταδειχθεί το πόσο σοβαρό είναι το θέμα της ορθής επιλογής επιχρίσματος για το πλοίο και συγκεκριμένα να αναλυθεί το θέμα των αντιρρυπαντικών βαφών στις γάστρες των πλοίων. Το συγκεκριμένο θέμα δεν προέκυψε ξαφνικά στις πραγματείες των σχετικών επιστημόνων αλλά τους απασχολεί δεκαετίες τώρα λόγω της σημαντικότητάς του, όπως θα καταδειχθεί στη συνέχεια της εργασίας.

# Abstract

---

Object of this dissertation, is to make a literature review, on the antifouling marine paints, used on ships. There is an epigrammatic reference to the consequences of fouling on the ship's speed and roughness, and an extensive reference is made, on the paints, their materials, their environmental repercussion, their application and personal safety from them. The development of biofouling on ships hulls is a major problem for marine industry due to its economic and environmental impacts. Different types of antifouling coatings are used to prevent biofouling. However, with the increasing environmental regulations, the emphasis on technological innovations focuses on non-toxic antifouling coatings, which exploit the physicochemical properties of the surface, either to prevent the organisms from settling onto the surface or to reduce the adhesion with it. Aim of this dissertation is to show how serious, the subject of correct paint choice for the ship is, and especially analyze the subject of antifouling paints on the ship's hull. This particular subject did not appear suddenly on relevant researchers' disquisitions, but it has occupied them for several decades, because of its importance, as it will be demonstrated furthermore.

# Πρόλογος

---

Οι θαλάσσιες βαφές ισορροπούσαν ανέκαθεν ανάμεσα στο ιδανικό και το πρακτικό, γεγονός που δημιουργεί ένα κενό που όλο και περισσότερο μεγαλώνει στις μέρες μας. Σταδιακά, όμως, έγινε αντιληπτό ότι η βαφή ήταν εκείνη που επηρέαζε την κατανάλωση καύσιμου, όπως επίσης και την ταχύτητα του πλοίου, δεδομένα τα οποία σε συνδυασμό με τους ρύπους σε διοξείδιο του άνθρακα καθίσταντο σημαντικές συνιστώσες όχι μόνο για τις οικονομικές κινήσεις αλλά και για την ίδια την οικολογική ισορροπία. Αξίζει να σημειωθεί, επίσης, ότι μέσω της επιφάνειας των γαστρών μεταφέρονται ανεπιθύμητοι οργανισμοί σε ευαίσθητα οικοσυστήματα, προκαλώντας ακόμη και την καταστροφή τους. Σύγχρονες έρευνες καταδεικνύουν, ακόμη, ότι η επιμόλυνση των πλοίων και των προπελών τους αυξάνουν την κατανάλωση σε καύσιμο, γεγονός που οδηγεί σε απώλεια χρημάτων και χρόνου. Οι έρευνες συγκεκριμένα δείχνουν ότι προκαλείται μείωση κατά 0,03 κόμβους εξαιτίας της αυξημένης τριβής που προκαλείται ως αποτέλεσμα της αύξησης κατά 10μm στην τραχύτητα της επιφάνειας. Αυτό με τη σειρά του οδηγεί σε αύξηση της κατανάλωσης καυσίμου κατά 1%, ποσό διόλου ευκαταφρόνητο τόσο λόγω της παγκόσμιας οικονομικής συγκυρίας όσο και εξαιτίας των πολλαπλών οικολογικών του συνεπειών.

Παρακάτω θα αναλύσουμε γενικότερα περί των βαφών. Αναλυτικότερα:

Στο 1<sup>ο</sup> κεφάλαιο αναπτύσσονται οι επιπτώσεις των βαφών ως προς το πλοίο και πως το επηρεάζει, όπως η ταχύτητα, η τραχύτητα, και οι οικονομικές – μηχανολογικές επιπτώσεις.

Στο 2<sup>ο</sup> κεφάλαιο αναπτύσσονται οι επιπτώσεις των βαφών ως προς το περιβάλλον και πως το επηρεάζει, όπως η βιορύπανση, προφυλάξεις, εφαρμογές, συντήρηση, και αποβολή απόβλητων.

Στο 3<sup>ο</sup> κεφάλαιο αναπτύσσονται οι επιπτώσεις των βαφών ως προς τον άνθρωπο και συγκεκριμένα οι επιπτώσεις στην υγεία και η προσωπική ασφάλεια.

## Κεφάλαιο 1

---

# Επιπτώσεις στο πλοίο

---

## 1.1 Ιστορική Αναδρομή

Πολλών ειδών αντιρρυπαντικές βαφές έχουν χρησιμοποιηθεί κατά καιρούς για να αποτρέψουν την επιμόλυνση. Οι παραδοσιακές βαφές περιέχουν βαρέα μέταλλα όπως κασσίτερο, χαλκό, μόλυβδο και αρσενικό τα οποία διοχετεύουν τοξικά βιοκτόνα μέσα στο νερό. Στις αρχές της δεκαετίας του 1980, όταν τα οικολογικά προβλήματα συνδέθηκαν με τη χρήση τριβουτυλοκασσίτερου (TBT), οι σχετικοί με τις βαφές επιστήμονες συγκέντρωσαν τις προσπάθειές τους στην εφεύρεση βαφών που δε θα περιείχαν κασσίτερο, προσπαθώντας να βρουν λύση ιδιαίτερα για τα προβλήματα που δημιουργούνται υποθαλάσσια από τις γάστρες των πλοίων. Αξίζει, επίσης, να σημειωθεί ότι αν παγκόσμια οι στόλοι παρουσίαζαν επιμολυσμένες γάστρες τότε επιπρόσθετα θα ελευθερώνονταν στην ατμόσφαιρα 210 εκατομμύρια τόνοι CO<sub>2</sub> από τα 16.5 εκατομμύρια τόνους καύσιμου που θα καίγονταν επιπλέον.

Βάση για τις αντιρρυπαντικές βαφές αποτέλεσε, επίσης, η σιλικόνη, η οποία είναι ένα μη τοξικό επίχρισμα το οποίο επιτρέπει στους οργανισμούς να αναπτυχθούν στην επιφάνειά του αλλά δεν τους επιτρέπει να εισχωρήσουν σε βάθος, οπότε μπορούν και παρασύρονται από την υδροδυναμική δύναμη που ασκείται όταν το σκάφος αποκτήσει επαρκή ταχύτητα.

Ήδη, πριν τη δεκαετία του 1990, χρησιμοποιούνται ενώσεις με βάση το ασβέστιο και το αρσενικό για την κάλυψη των γαστρών. Σταδιακά, όμως, τα στοιχεία αυτά ξεπλένονταν από το νερό και κατέληγαν στη θάλασσα. Τόσο αυτές οι βαφές όσο και εκείνες με βάση τον τριβουτυλοκασσίτερο (TBT) προκαλούσαν οικολογικές καταστροφές στα στρείδια αλλά και αλλαγές φύλου σε είδη κοχυλιών. Η δημιουργία αποικιών από φύκια, στρείδια, μύδια και άλλους οργανισμούς στο κύτος των πλοίων είναι ένα σημαντικό πρόβλημα τόσο για τα σκάφη αναψυχής όσο και για τα εμπορικά και πολεμικά πλοία.

Σε μία κοινή έρευνα ερευνητές του πανεπιστημίου του Gothenburg και του Τεχνολογικού πανεπιστημίου Chalmers της Σουηδίας έχουν αναπτύξει νέα αποτελεσματικά χρώματα φιλικά προς το περιβάλλον ώστε να αποφευχθεί η απόθεση ακαθαρσιών (π.χ. ανάπτυξη πωγωνοφόρων, άλγεων, καρκινοειδών) στα ύφαλα των πλοίων.

Τα χρώματα έχουν βελτιωθεί σε συνδυασμό με ένα υψηλής τεχνολογίας σύστημα βαφής που βασίζεται σε μικροκάψουλες -οι μικροσκοπικές κάψουλες γίνονται από ένα πολυμερές υλικό που απελευθερώνει αργά τα βιοκτόνα από το χρώμα στο νερό.

## 1.2 Τραχύτητα Σκάφους

Πριν προχωρήσουμε περαιτέρω, καλό θα ήταν να γίνει μία μικρή αναφορά στο θέμα της τραχύτητας του πλοίου, καθώς είναι μία έννοια που αναφέρεται αρκετές φορές αναφορικά με τις αντιρρυπαντικές βαφές.

Υπάρχουν δύο ειδών τραχύτητας των γαστρών: η φυσική και η βιολογική. Τόσο η μία όσο και η άλλη έχουν μακροπρόθεσμα και βραχυπρόθεσμα φυσικά χαρακτηριστικά:

**Η μακροπρόθεσμη φυσική τραχύτητα** μπορεί να οφείλεται στον κυματισμό των ελασμάτων, την ποιότητα συγκόλλησης, τις μηχανικές βλάβες αλλά και τη διάβρωση.

**Η μακροπρόθεσμη βιολογική τραχύτητα** σχετίζεται με την επιμόλυνση από το ζωοπλαγκτόν και το φυτοπλαγκτόν.

**Η βραχυπρόθεσμη φυσική τραχύτητα** σχετίζεται με τα χαρακτηριστικά του χάλυβα και λιγότερο με τη διάβρωση και την κατάσταση του επιχρίσματος.

**Η βραχυπρόθεσμη βιολογική τραχύτητα** είναι σχετική με την επιμόλυνση με ασβέστιο.

Ο λόγος που εξετάζεται η τραχύτητα του πλοίου, μεταξύ άλλων, αφορά τις συνέπειες που έχει αυτή στο φαινόμενο του θερμοκηπίου και, τελικά, στην άνοδο του επιπέδου της θάλασσας. Τα στατιστικά στοιχεία αποδεικνύουν πέρα από κάθε αμφιβολία ότι καθώς αυξάνεται η τραχύτητα χρειάζεται όλο και περισσότερη ισχύς για να διατηρηθεί η ταχύτητα του πλοίου.

## 1.3 Είδη Αντιρρυπαντικών Βαφών

Μετά τη σύντομη αναφορά στη σημασία της τραχύτητας του πλοίου, θα γίνει λόγος για τα είδη των αντιρρυπαντικών βαφών, οι οποίες χωρίζονται σε :

### 1.3.1 Αυτό-στιλβωτική συμπολυμερής βαφή (με βάση κασσίτερου)

Τα περισσότερα πλοία, χρησιμοποιούν αυτή τη βαφή η οποία, όμως, όπως αναφέρθηκε και παραπάνω, απελευθερώνει τοξικές ουσίες. Το γεγονός αυτό σε συνδυασμό με τα υπολείμματα από τις βαφές αυτές οδήγησαν τους βιολόγους στην εξέταση των ιδιαίτερων παραμέτρων που επηρεάζουν το περιβάλλον, κινήσεις οι οποίες οδήγησαν στην κατάργηση των βαφών αυτών από το 2008 κ.ε., όπως τονίζεται από τον Anderson et al. (2003).

### 1.3.2. Εναλλακτικές της βαφής κασσίτερου

#### Ελεγχόμενης μείωσης πολυμερική βαφή (CDP: Controlled Depletion Polymer)

Οι βαφές CDP ήταν ο πρώτος τύπος βαφής ελεύθερης κασσίτερου που διατέθηκαν στην αγορά. Η τιμή τους ήταν σχεδόν ίδια με τις παραδοσιακές βαφές και το επίχρισμά τους ήταν αξιόπιστο για μέχρι τρία χρόνια. Η διάλυσή του ήταν αργή, παρόμοια με τον τρόπο που διαλύεται το σαπούνι στο νερό. Οι βαφές αυτές είχαν βάση τους το χαλκό. Ωστόσο, βιοκτόνα διαχέονταν και η διάλυση σταδιακά επιβραδυνόταν λόγω του στρώματος που διαμορφωνόταν στην επιφάνεια. Με την πάροδο των ετών, όμως, αυξανόταν η τραχύτητα και η κατανάλωση καύσιμου.

#### Υβριδική βαφή ελεύθερη από TBT

Το υβρίδιο σχηματίστηκε από την προσεκτική ανάμιξη κολοφώνιου και χαλκού, δημιουργώντας μία βαφή με ελεγχόμενη αποδέσμευση βιοκτόνων, περιορισμένα κατάλοιπα. Λόγω του ότι οι υβριδικές βαφές δεν προορίζονται να ξεπεράσουν τα τρία χρόνια στις κάθετες επιφάνειες του πλοίου, η αύξηση κατανάλωσης καύσιμου μετά από την πάροδο αυτού του διαστήματος είναι ραγδαία.

#### Αυτό-στιλβωτική συμπολυμερής βαφή (με βάση χαλκού) (SPC: self-polishing copolymer)

Η βαφή αυτή έχει παρόμοια συμπεριφορά με τις βαφές TBT, καθώς βασίζεται στην αντίδραση του επιχρίσματος με το νερό. Σε σχέση με τις βαφές CDP, η διάρκεια ζωής της SPC είναι τα πέντε χρόνια και κοστίζει 2 με 3 φορές περισσότερο από τις αντίστοιχες βαφές CDP. Οι SPC βαφές απελευθερώνουν λιγότερα βιοκτόνα και είναι λιγότερο τοξικές. Η βάση τους είναι ο χαλκός όπως και στις βαφές CDP αλλά κατά ένα τρίτο λιγότερος. Το άλλο βιοκτόνο που χρησιμοποιείται είναι πυριθειόνη ψευδαργύρου. Η αντίδραση που δημιουργείται είναι η υδρόλυση.



Με την πάροδο του χρόνου η απελευθέρωση βιοκτόνων, γεγονός που μειώνει τον κίνδυνο επιμόλυνσης.

### **Βαφές αποδεσμευτικές της επιμόλυνσης:**

Οι βαφές αυτές στηρίζονται στη σιλικόνη και η επιφάνεια που δημιουργείται επιτρέπει την αποδέσμευση των επιμολύνσεων, καθώς το πλοίο αποκτά επαρκή ταχύτητα πλεύσης. Με την πάροδο του χρόνου δε χρειάζεται συχνή ανανέωση, γεγονός που μειώνει αισθητά το κόστος συντήρησης.

Στη σύγχρονη εποχή, τα αντιρρυπαντικά χρώματα διατυπώθηκαν με τοξικά χαλκού, οργανοκασιτερικές ενώσεις, ή άλλα βιοκτόνα - ειδικά χημικές ουσίες που εμποδίζουν την ανάπτυξη των πεταλίδων, φυκιών, και των θαλάσσιων οργανισμών.

"Σκληρά" χρώματα βάσης, ή «μη παχύρευστα» χρώματα βάσης, γίνονται σε διάφορους τύπους. «Τα χρώματα Contact Leaching δημιουργούν ένα πορώδες στρώμα στην επιφάνεια. Σκληρά χρώματα βάσης περιλαμβάνουν επίσης το τεφλόν και η σιλικόνη για επιστρώσεις, η οποία είναι πάρα πολύ ολισθηρή στην υφή της για να κολλήσει στις διάφορες επιφάνειες. Στα συστήματα επικάλυψης και στεγανοποίησης, πρέπει να εφαρμόζονται επαγγελματικά, τα οποία θα πρέπει να είναι ξηρά με μικρές επιστρώσεις από ίνες στη δομή τους οι οποίες θα πρέπει να προεξέχουν από την επιφάνεια. Αυτές οι μικρές ίνες κινούνται στο νερό, αποτρέποντας στον πυθμένα, την ανάπτυξη διαφόρων οργανισμών και την προσκόλληση διαφόρων ουσιών.

Παρακάτω, παραθέτονται κάποιες εικόνες τύπων βαφών:



Εικόνα 1.1: Τύποι Αντιρρυπαντικών Βαφών

## 1.4 Η τραχύτητα του πλοίου σε σχέση με τους τύπους βαφών

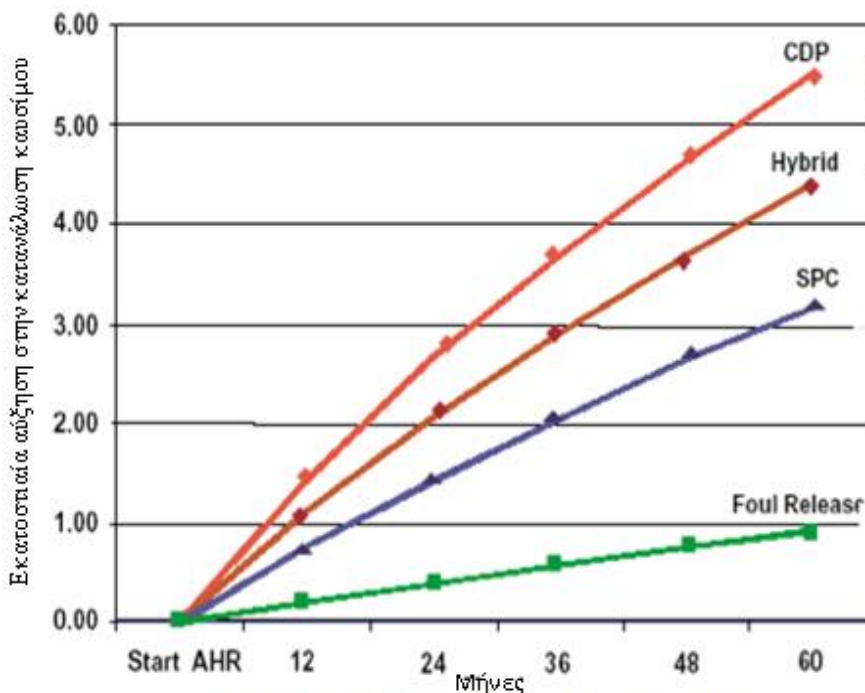
Οι σχετικές μελέτες που διεξήχθησαν τα τελευταία χρόνια έδειξαν ότι, μεταξύ άλλων, η τραχύτητα επηρεάζεται από μηχανικές βλάβες, τις αλυσίδες της άγκυρας του πλοίου, το αγκυροβόλιό του κ.ά. Σε σχέση με τις βαφές καταδείχθηκαν τα εξής:

Αναφορικά με τις βαφές CDP, η μέση αύξηση της τραχύτητας του πλοίου είναι 40  $\mu\text{m}/\text{χρόνο}$ .

Αναφορικά με τις υβριδικές βαφές ελεύθερες από TBT, η μέση αύξηση της τραχύτητας του πλοίου είναι 30  $\mu\text{m}/\text{χρόνο}$ .

Αναφορικά με τις αυτο-στιλβωτικού συμπολυμερούς βαφές (με βάση χαλκού), η μέση αύξηση της τραχύτητας του πλοίου είναι 20  $\mu\text{m}/\text{χρόνο}$ .

Αναφορικά με τις βαφές αποδεσμευτικές της επιμόλυνσης η μέση αύξηση της τραχύτητας του πλοίου είναι 5  $\mu\text{m}/\text{χρόνο}$ .



Σχήμα 1.1.: Αντιόστοιχη κατανάλωση καυσίμου

## 1.5 Η επίδραση του επιχρίσματος στην αύξηση της επιμόλυνσης της γάστρας

Όπως αναφέρθηκε και σε άλλο σημείο αυτής της εργασίας, ο τύπος επιχρίσματος της γάστρας επιδρά στην κατανάλωση καυσίμου και στη διατήρηση της ταχύτητας τους σκάφους. Οι δύο αυτοί παράγοντες με τη σειρά τους επενεργούν στην παραγωγή καυσαερίων επιβαρύνοντας το φαινόμενο του θερμοκηπίου. Συγκεκριμένα στα πρώτα στάδια η επιμόλυνση της γάστρας μπορεί να προκαλέσει μείωση ταχύτητας κατά 3% και αύξηση στην κατανάλωση καυσίμου κατά 10%. Στις περιπτώσεις, μάλιστα βαρέων σκαφών η μείωση της ταχύτητας φτάνει το 11% και η αύξηση της κατανάλωσης το 59%. Τα δεδομένα αυτά που μόνο αμελητέα δεν είναι καθιστούν σαφή τη σημασία των αντιρρυπαντικών βαφών στη ναυσιπλοΐα. Στη συνέχεια περιγράφεται ένα πείραμα που διενεργήθηκε σε τέσσερα σημεία: στο Santa Barbara Harbor (SBH) και σε τρεις περιοχές στο Shelter Island Yacht Basin (SIYB) of San Diego Bay.

Η μελέτη διενεργήθηκε για έναν χρόνο, από τον Απρίλιο του 2008 έως το Μάρτιο του 2009, προκειμένου να υπολογιστεί η επιμόλυνση στους διαφορετικούς τύπους επιχρίσματος και φιλοξενείται στο επιστημονικό περιοδικό του Πανεπιστημίου της Καλιφόρνια. Αφού δημιούργησαν σετ από 4 επιφάνειες 15X15 εκατοστών, τις τοποθέτησαν στο νερό και, συγκεκριμένα, 1 μέτρο κάτω από την επιφάνειά του.

Από τις τέσσερις αυτές επιφάνειες, οι τρεις είχαν τοξική ή μη τοξική επικάλυψη και η μία είχε επικάλυψη βάσης. Κάθε μήνα εξετάζονταν οι επιφάνειες αυτές, προκειμένου να εξακριβωθεί το είδος και το μέγεθος της επιμόλυνσης που είχε επικαθίσει κατά τη διάρκεια του μήνα.

Εικόνα 1.2: Επικαλύψεις σε τύπους βαφών



Nontoxic epoxy coated panel



Nontoxic slick coated panel



Copper coated panel



Gel coated panel

Από τα αποτελέσματα του πειράματος προέκυψε ότι όλες οι επιφάνειες επιμολύνθηκαν, ωστόσο όσες είχαν επικαλυφθεί με χαλκό παρουσίασαν την χαμηλότερη επιμόλυνση. Από τις 672 επιφάνειες επικαλυμμένες με χαλκό μόνο οι 13 παρουσίασαν επιμόλυνση κατά τη διάρκεια του μηνιαίου πειράματος, όπως φαίνεται και στις φωτογραφίες της εικόνας 1,2.

Όπως φαίνεται και από τις εικόνες, το δείγμα με την επικάλυψη χαλκού είναι το πάνω αριστερά ενώ εκείνο που φαίνεται να επιμολύνθηκε περισσότερο από τα υπόλοιπα είναι το πάνω δεξιά, το οποίο ήταν καλυμμένο με μη τοξική εποξική επικάλυψη.

## **1.6 Οι αντιρρυπαντικές βαφές και η εισβολή καινούριων ειδών στα θαλάσσια οικοσυστήματα**

Όπως τονίστηκε σε πολλές μελέτες, η σημασία των αντιρρυπαντικών βαφών δε προκύπτει μονάχα από δεδομένα που σχετίζονται με την κατανάλωση καυσίμου και με την ταχύτητα του πλοίου αλλά και με παράγοντες που επηρεάζουν την εισβολή νέων ειδών στα ήδη υπάρχοντα. Με άλλα λόγια, η ανθρώπινοι παράγοντες είναι υπεύθυνοι για την αυξανόμενη μεταφορά ειδών από το ένα οικοσύστημα στο άλλο μέσα στη θάλασσα. Ένας παράγοντας που προσμετράται, προκειμένου να γίνει κατανοητή αυτή η εισβολή είναι η συγκέντρωση σπορίων. Αυτό που προκύπτει από τις έρευνες είναι ότι όσο περισσότερα σπόρια μεταφερθούν από το ένα θαλάσσιο οικοσύστημα στο άλλο τόσο μεγαλύτερη πιθανότητα υπάρχει να αναπτυχθεί η αντίστοιχη κοινότητα εισβολέων. Επιπρόσθετα, η παρέμβαση του ανθρώπου στη διατάραξη της ισορροπίας του οικοσυστήματος δημιουργεί, κατά κάποιο τρόπο, τις συνθήκες εκείνες που είναι κατάλληλες για την εισβολή νέων οργανισμών σε ένα νέο οικοσύστημα. Εξάλλου, θα ήταν παράλειψη αν δεν αναφερόταν ότι με τη χρήση των χημικών που αποτελούν τη βάση για τις αντιρρυπαντικές βαφές, ο άνθρωπος επιδρά στη μείωση της βιοποικιλότητας, καθώς η συγκέντρωση μετάλλων σε περιοχές αστικής οργάνωσης όπως λιμάνια και μαρίνες είναι ιδιαίτερα υψηλή, γεγονός που διαταράσσει την ισορροπία των οικοσυστημάτων. Σε παγκόσμιο επίπεδο, η επιμόλυνση των γαστρών έχει αναγνωριστεί ως ο σημαντικότερος παράγοντας για την παγκόσμια εισβολή των ειδών, γεγονός που πρέπει να διερευνηθεί περαιτέρω λόγω των σημαντικών του επιδράσεων. Αναφορικά με το μέλλον, αποτελεί αντικείμενο ερευνών η εξέλιξη του φαινομένου, καθώς δεν μπορούν να προβλεφθούν οι ακριβείς επιπτώσεις στο περιβάλλον, λόγω του ότι προστίθενται νέα υλικά που χρησιμοποιούνται στην παραγωγή βαφών, τα οποία θα χρειαστεί να δοκιμαστούν για χρόνια, πριν αποφανθούν οι επιστήμονες για τη συνολική επίδρασή τους στο περιβάλλον.

Ιδιαίτερα για τις βαφές με βάση τον χαλκό, παρατηρείται η δυνατότητα ορισμένων ειδών να προσκολλώνται στην επιφάνεια των γαστρών και να μεταφέρονται, γεγονός που διαταράσσει τις

ισορροπίες σε συνδυασμό, φυσικά, με τα βιοκτόνα που απελευθερώνονται από τη χρήση του συγκεκριμένου επιχρίσματος.

Από το έτος του 1960 μέχρι και του 1970, στα εμπορικά πλοία χρησιμοποιούνταν συνήθως χρώματα βάσης που περιείχαν τριβουτυλοκασσιτέρο, που έχει απαγορευτεί στη Διεθνή Σύμβαση για τον έλεγχο κυρίως των επιβλαβών συστημάτων προστασίας υφαλοχρωματισμού σε πλοία του Διεθνούς Ναυτιλιακού Οργανισμού, αυτό οφείλεται σε σοβαρές τοξικές επιδράσεις του στη θαλάσσια ζωή (πχ. την κατάρρευση της γαλλικής αλιείας οστρακοειδών). Το Λιμάνι του Σαν Ντιέγκο ερευνά πώς να μειώσει την εισόδο χαλκού από χαλκό με βάση αντιρρυπαντικών επιχρισμάτων και στην Πολιτεία της Ουάσιγκτον έχει περάσει μια νομοθεσία που απαγορεύει τη χρήση αντιρρυπαντικού χαλκού από επιστρώσεις σε πλοία αναψυχής που αρχίζει τον Ιανουάριο του 2018. Ωστόσο, μια παρόμοια απαγόρευση ανακλήθηκε στην Ολλανδία μετά από την επιστημονική επιτροπή της Ευρωπαϊκής Ένωσης για την υγεία και τους περιβαλλοντικούς κινδύνους που έλαβε μέρος στη Χάγη η οποία είχε εφαρμόσει επαρκώς το νόμο. Σε μια γνωμοδότηση, η επιτροπή κατέληξε στο συμπέρασμα εξηγώντας στην ολλανδική κυβέρνηση πως "δεν παρέχει επαρκή έγκυρα επιστημονικά στοιχεία για να αποδείξει ότι η χρήση του χαλκού με βάση τις αντιρρυπαντικές βαφές σκαφών αναψυχής παρουσιάζει σημαντικό κίνδυνο για το περιβάλλον.»

"Παχύρευστα χρώματα", ή "αφαιρετικά" χρώματα, είναι ένα παλαιότερο είδος της βαφής που σχεδιάστηκε για να δημιουργήσει μια επίστρωση κύτους που αφαιρεί (εξασθενεί) αργά, εκθέτοντας ένα φρέσκο στρώμα βιοκτόνων. Το τρίψιμο μιας γάστρας με παχύρευστο χρώμα ενώ είναι μέσα στο νερό απελευθερώνει τα βιοκτόνα του στο περιβάλλον. Ένας τρόπος για την ελαχιστοποίηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων που προκύπτουν από τις αντιρρυπαντικές βαφές που χρησιμοποιούνται για την βαφή των γαστρών στα πλοία, είναι να έχουμε τη μεταφορά των σκαφών έξω και να καθαρίζονται σε ναυπηγεία με ένα σύστημα που καλείτε «κλειστού βρόχου».

Ορισμένα καινοτόμα χρώματα βάσης που δεν βασίζονται στον χαλκό ή στον κασσίτερο έχουν αναπτυχθεί με την βοήθεια της τεχνολογίας ως μια απάντηση στον αυξανόμενο έλεγχο που γίνεται τα τελευταία χρόνια ότι τα χρώματα τα οποία ως κύριο συστατικό τους για την δημιουργία τους έχουν τον χαλκό έχουν χαρακτηριστεί ως υπεύθυνα για τους αυξημένους περιβαλλοντικούς ρύπους.

Μια πιθανή μελλοντική αντικατάσταση για την αντιδιαβρωτική βαφή μπορεί να είναι η λάσπη. Ένα πλέγμα θα καλύπτει το κύτος ενός πλοίου κάτω από το οποίο μια σειρά από πόρους θα παράσχει την ένωση της λάσπης. Η ένωση θα μετατρέπεται σε μια παχύρρευστη λάσπη σε επαφή με το νερό και το πλέγμα. Η λάσπη θα διαλύεται συνεχώς και θα μεταφέρει μακριά μικρο-οργανισμούς και τις προνύμφες στρειδιών.

# Κεφάλαιο 2

## Επιπτώσεις στο Περιβάλλον

---

### 2.1 Βιορύπανση

Βιορύπανση ή βιολογική ρύπανση είναι η συσσώρευση μικροοργανισμών, φυτών, φυκιών στις επιφάνειες των γαστρών των πλοίων επειδή διαβρέχονται. Τέτοιου είδους συσσώρευση μικροοργανισμών, φυτών και φυκιών αναφέρεται και ως εριβίσις, δηλαδή όταν η επιφάνεια ξενιστής είναι ένας άλλος οργανισμός, διαφορετικός δηλαδή από αυτήν της γάστρας και η σχέση μεταξύ της επιφάνειας της γάστρας του πλοίου και της επιφάνειας ξενιστή δεν είναι παρασιτική.

Όταν λέμε αντιρρυπαντικό χρώμα εννοούμε την ικανότητα που έχει σχεδιαστεί ειδικά για τις περιπτώσεις των επικαλύψεων των γαστρών με τέτοιου είδους χρώματα έτσι ώστε όταν έρθει σε επαφή με το νερό αυτό του είδους χρώμα να μην υπάρχει ο κίνδυνος να προκληθεί το φαινόμενο της βιορύπανσης με οποιοδήποτε αριθμό και είδος οργανισμών που είναι υπαίτιοι γι' αυτό το φαινόμενο. Ωστόσο βιορύπανση μπορεί να συμβεί σχεδόν οπουδήποτε όταν υπάρχει νερό. Επίσης η βιορύπανση εγκυμονεί κινδύνους για μία ευρεία ποικιλία αντικειμένων, όπως σε διάφορες συσκευές που χρησιμοποιούνται για θαλάσσιες εργασίες, καθώς και σε όλη τη βιομηχανία, όπως παραδείγματος χάρη στην κατασκευή του χαρτιού, της επεξεργασίας των τροφίμων, τις υποβρύχιες κατασκευές, και στα εργοστάσια αφαλάτωσης. Συγκεκριμένα, η συσσώρευση της βιοαπόθεσης στα θαλάσσια σκάφη θέτει ένα σημαντικό πρόβλημα. Σε ορισμένες περιπτώσεις, η δομή και τα συστήματα πρόωσης των πλοίων μπορεί να καταστραφούν. Με την πάροδο του χρόνου, η συσσώρευση διάφορων μικροοργανισμών στα κύττα μπορεί να αυξήσει τόσο τον υδροδυναμικό όγκο του σκάφους όσο και τις τριβές που αυτό οδηγεί σε αυξημένη οπισθέλκουσα του έως και 60%. Η αύξηση της οπισθέλκουσας έχουμε δει να μειώνει τις ταχύτητες μέχρι και 10%, η οποία μπορεί να απαιτήσει την αύξηση έως και 40% στα καύσιμα για να αντισταθμίσουν μεταξύ τους αυτοί οι δύο παράγοντες. Το καύσιμο αποτελεί συνήθως έως και το ήμισυ του θαλάσσιου κόστους μεταφοράς. Η καταπολέμηση της βιορύπανσης εκτιμάται ότι θα σώσει τη ναυτιλία περίπου με 60 δισεκατομμύρια δολάρια το χρόνο. Η αύξηση της χρήσης των καυσίμων λόγω της βιοαπόθεσης συμβάλλει σε δυσμενείς περιβαλλοντικές επιπτώσεις και αναμένεται να αυξήσει τις εκπομπές του διοξειδίου του άνθρακα και του διοξειδίου του θείου μεταξύ 38 και 72% μέχρι το 2020.

Μια ποικιλία των αντιρρυπαντικών μεθόδων έχουν ιστορικά εφαρμοστεί για την καταπολέμηση της βιοαπόθεσης. Πρόσφατα, διάφορες αντιρρυπαντικές μέθοδοι εμπνευσμένες από τους ίδιους τους ζωντανούς οργανισμούς έχουν γίνει τα θέματα έντονης έρευνας από τους επιστήμονες που αναζητούν πιο φιλικά προς το περιβάλλον χρώματα και αποτελεσματικών τρόπων μείωσης της βιοαπόθεσης.

## **2.2 Επιπτώσεις Βιορύπανσης**

Οι κυβερνήσεις και η βιομηχανία ξοδεύουν περισσότερα από 5,7 δισεκατομμύρια δολάρια ετησίως για την πρόληψη και τον έλεγχο της θαλάσσιας βιορύπανσης.

Το φαινόμενο της βιορύπανσης παρατηρείτε να είναι εμφανές παντού, δεδομένου ότι τα υψηλά επίπεδα ρύπανσης στο κύτος ενός πλοίου αυξάνουν σημαντικά την αντίσταση, μειώνοντας τη συνολική υδροδυναμική απόδοση του σκάφους ενώ ταυτόχρονα αυξάνεται η κατανάλωση του καυσίμου. Το φαινόμενο της βιορύπανσης βρίσκεται επίσης σε όλες σχεδόν τις περιστάσεις όπου με βάση το νερό, διάφορα υγρά εκτός του θαλασσινού νερού είναι σε επαφή με άλλα υλικά κυρίως αυτά των διαφόρων βαφών. Βιομηχανικά τώρα, σημαντικές είναι οι επιπτώσεις που υπάρχουν σχετικά με τη διατήρηση της θαλάσσιας υδατοκαλλιέργειας, των συστημάτων μεμβράνης (π.χ., μεμβράνη βιοαντιδραστήρων και αντίστροφη όσμωση (σε σπείρα τυλιγμένες μεμβράνες) καθώς και το νερό ψύξης του μεγάλου βιομηχανικού εξοπλισμού των μονάδων παραγωγής ρεύματος. Εναποθέσεις, επίσης μπορεί να παρουσιαστούν και σε αγωγούς που μεταφέρουν έλαια, ιδίως εκείνων που μεταφέρουν λάδια κοπής και υδραυλικά λάδια, τα έλαια καθίστανται υδατοδιαλυτά με γαλακτωματοποίηση. Άλλοι μηχανισμοί που επηρεάζονται από την βιορύπανση, είναι οι μικροηλεκτροχημικές συσκευές χορήγησης φαρμάκων, στις βιομηχανίες χαρτοποιίας και κυρίως στις μηχανές παρασκευής χαρτοπολτού, στα υποβρύχια όργανα και στις σωληνώσεις του συστήματος πυροπροστασίας και τα συστήματα ψεκασμού ακροφυσίων. Σε φρεάτια υπόγειων υδάτων, η βιοαπόθεση δηλαδή η συσσώρευση μικροοργανισμών μπορεί να περιορίσει τα ποσοστά ροής των υδάτων, όπως είναι η περίπτωση στο εξωτερικό και το εσωτερικό των σωλήνων ενός ωκεανού πόντισης όπου η ρύπανση είναι συχνό φαινόμενο και αφαιρείται με την διαδικασία καθαρισμού του σωλήνα προσθέτοντας διάφορα μη χημικά υγρά μέσα στα ύδατα που ρέουν εντός του εσωτερικού του σωλήνα τα οποία δεν είναι επιβλαβή για το περιβάλλον. Τέλος, η βιορύπανση εμφανίζεται επίσης στις επιφάνειες των έμβιων θαλάσσιων οργανισμών, το οποίο είναι γνωστό ως epibiosis.

Ιστορικά, το επίκεντρο της προσοχής σχεδόν πάντα ήταν η σοβαρή επίπτωση των βιορυπάνσεων με την ταχύτητα των θαλάσσιων σκαφών. Σε ορισμένες περιπτώσεις, η δομή και τα συστήματα πρόωσης κύτους μπορούσαν να υποστούν βλάβη. Με την πάροδο του χρόνου, η

συσσώρευση των μικροοργανισμών στα κύτταρα αύξανε τόσο τον υδροδυναμικό όγκο του σκάφους και τις τριβές και όλο αυτό οδηγούσε σε αυξημένη αντίσταση μέχρι και 60%. Η πρόσθετη έλξη μπορεί να μειώσει τις ταχύτητες μέχρι και 10%, η οποία μπορεί να απαιτήσει αύξηση έως και 40% στα καύσιμα για να αντισταθμίσουν. Το καύσιμο αποτελεί συνήθως έως και το ήμισυ του θαλάσσιου κόστους μεταφοράς. Οι μέθοδοι βιοαπόθεσης εκτιμάται ότι θα κοστίσουν στη ναυτιλιακή βιομηχανία περίπου \$ 1 δισεκατομμύρια ευρώ ετησίως.



## 2.3 Προφυλάξεις αναφορικά με τις Αντιρρυπαντικές Βαφές

Λόγω του γεγονότος ότι η χρήση αντιρρυπαντικών βαφών μπορεί να επιφέρει ολέθριες ζημιές στο περιβάλλον, στην περίπτωση που διαρρεύσουν σε αυτό, έχουν θεσπιστεί κατάλληλοι κανόνες με τη μορφή μέτρων ασφαλείας, οι οποίοι είναι οι εξής:

- Οι περιοχές εργασίας πρέπει να προετοιμάζονται με τρόπο τέτοιο, ώστε να προλαμβάνονται ατυχήματα και στην περίπτωση που αυτά συμβούν, να αποφεύγεται η διαρροή των βαφών στο νερό.
- Η ενδεχόμενη διαρροή πρέπει να αντιμετωπίζεται με το κατάλληλο απορροφητικό υλικό και να αντιμετωπίζεται η αποκομιδή του σαν απόβλητο.
- Οι εγκαταστάσεις πρέπει να είναι εξαρχής σχεδιασμένες και να διοικούνται με τρόπο κατάλληλο, διαφορετικά οι εγκαταστάσεις που δεν πληρούν τις προϋποθέσεις πρέπει να αναβαθμιστούν για την προστασία των ανθρώπων και του περιβάλλοντος.
- Ο συνολικός εξοπλισμός των περιοχών εργασίας πρέπει να επιτηρείται τακτικά για να εξασφαλίζεται η καλύτερη δυνατή επίδοση.
- Ποσότητες αντιρρυπαντικών βαφών πρέπει να διατηρούνται σε δοχεία κατάλληλα επισημασμένα.
- Τα υλικά πρέπει να διατηρούνται σε περιφραγμένους και ασφαλείς χώρους.
- Η προετοιμασία των αντιρρυπαντικών υλικών πρέπει να γίνεται σε περιοχές προστατευμένες από την κυκλοφορία οι οποίες θα είναι καλυμμένες με στέγαστρο.
- Οι διαχειριστές οφείλουν να αντιμετωπίζουν κάθε τμήμα επιχρίσματος που αφαιρείται ότι περιέχει βιοκτόνα και πρέπει να αποβληθεί σύμφωνα με τους κανόνες που ορίζονται σχετικά, προκειμένου να μην προκληθεί οικολογική καταστροφή.
- Πρέπει να διατηρείται ιστορικό καταγραφής των διαδικασιών που ακολουθούνται.
- Η βαφή που γίνεται με αεραντλία πρέπει να λαμβάνει χώρα όταν δεν υπάρχουν στην περιοχή σφοδροί άνεμοι.
- Επιβάλλεται η κάλυψη των επιφανειών προκειμένου να μην παρατηρηθούν διαρροές βαφής.

## **2.4 Συγκεκριμένες προδιαγραφές κατά τη διάρκεια της εφαρμογής των βαφών**

### **2.4.1 Κανόνες ισχύοντες για κάθε περίπτωση σκάφους**

Οι προδιαγραφές που πρέπει να τηρούνται είναι οι εξής:

Κατά τη διαδικασία του καθαρισμού, προτιμότερο είναι το νερό από τη χρήση κάποιου χημικού διαλύματος.

Συστήματα υψηλής πίεσης που χρησιμοποιούνται με απορρυπαντικά, διαλυτικά, καυστικά και όξινα διαλύματα μπορούν να χρησιμοποιούνται μόνο στην περίπτωση που υπάρχει σύστημα συλλογής υδάτων.

Υλικά αφαίρεσης λιπαντικών (π.χ. γράσου) πρέπει να αποφεύγονται.

Προτιμώνται οι αεραντλίες χαμηλής πίεσης σε σχέση με τις αντλίες υψηλής πίεσης.

Συνετή χρήση αντιρρυπαντικών βαφών συνεπάγεται ότι η απώλεια σε βαφή δεν ξεπερνά το 30% κατά την εφαρμογή.

Πρέπει να προνοούν οι εμπλεκόμενοι ώστε να εξασφαλίζεται η επάρκεια στην ποσότητα επιχρίσματος κατά τη διάρκεια της εφαρμογής.

Οι αντλίες πρέπει να επιστρέφονται μετά την ολοκλήρωση της εφαρμογής.

Επιβάλλεται η χρήση ειδικά ανακυκλώσιμων δοχείων.

Επιβάλλεται ο προσεκτικός σχεδιασμός χρήσης του επιχρίσματος, ώστε να ελαχιστοποιούνται τα υπολείμματα.

Καλό θα ήταν να γίνεται η εφαρμογή κατά τη διάρκεια καλών συνθηκών καιρού.

### **2.4.2 Κανόνες ισχύοντες για μικρά σκάφη <25 μέτρων**

Όλες οι επιφάνειες πρέπει να προστατεύονται από την υπερβολική δόση βαφής με τη χρήση κατάλληλων προστατευτικών υλικών επιφάνειας.

Οι εργασίες πρέπει να ολοκληρώνονται πάνω από την επιφάνεια της θάλασσας.

Να προτιμώνται κατάλληλες βούρτσες και ρολά σε σχέση με τις αντλίες αέρα, λόγω του ότι θεωρούνται ασφαλέστερα για την αποφυγή διαρροής βαφής στο περιβάλλον.

Κατάλληλες επιφάνειες πρέπει να τοποθετούνται κάτω από οποιαδήποτε επιφάνεια που χρωματίζεται.

### **2.4.3 Κανόνες ισχύοντες για μικρά σκάφη >25 μέτρων**

Οι εφαρμογές βαφών TBT (τριβουτυλοκασσίτερου) απαιτούν την έγκριση του κράτους και οι εγκαταστάσεις που χρησιμοποιούνται επιβάλλεται να πληρούν τις αντίστοιχες προϋποθέσεις.

## 2.5 Συντήρηση

Γενικά, η συντήρηση μεγάλων ή μικρών σκαφών πρέπει να γίνεται σε κατάλληλες εγκαταστάσεις, διότι οι γάστρες των πλοίων ενδέχεται να μεταφέρουν εξωτικά είδη πανίδας ή χλωρίδας που μπορεί να έχουν επιμολύνει τη γάστρα ή να μολύνουν το περιβάλλον εξαιτίας των τοξικών στοιχείων των βαφών τους. Ιδιαίτερα τα σκάφη που είναι μεγαλύτερα των 25 μέτρων πρέπει να συντηρούνται έξω από το νερό, όποτε αυτό είναι εφικτό. Επιπλέον, ο καθαρισμός των γαστρών επιτρέπεται σε συγκεκριμένους χώρους, όπως ορίζεται από τη νομοθεσία.

Παρακάτω παραθέτονται εικόνες από εργασίες συντήρησης:



Εικόνα 2.1: Αποτέλεσμα Εφαρμογής Αντιρρυπαντικής Βαφής



Εικόνα 2.2: Εφαρμογή αντιρρυπαντικής βαφής



Εικόνα 2.3: Πλοίο με προχωρημένη μόλυνση

## 2.6 Γενικές Οδηγίες

Μέτρα πρέπει να λαμβάνονται ώστε τα απόνερα να μην μολύνουν τα ύδατα της περιοχής.

Μέτρα πρέπει να λαμβάνονται προκειμένου να μην απομακρυνθούν ανεξέλεγκτα τα απόνερα από τις εγκαταστάσεις, όταν το σκάφος επισκευάζεται ή αναγεμίζεται.

Μέτρα πρέπει να λαμβάνονται προκειμένου να αποφευχθούν οι επιδράσεις του ανέμου.

Η απελευθέρωση TBT (τριβουτυλοκασσίτερου) στα ύδατα απαγορεύεται.

Τα απόβλητα πρέπει να αντιμετωπίζονται κατάλληλα, καθώς αποτελούν κίνδυνο για το περιβάλλον λόγω των βιοκτόνων που εμπεριέχουν. Θα χρειαστεί να αντιμετωπιστούν από κατάλληλες εγκαταστάσεις.

Τα υπολείμματα βαφής θα πρέπει να θεωρούνται απόβλητα και να αποβάλλονται με τον κατάλληλο τρόπο.

Τα υπολείμματα βαφής δεν πρέπει να αποβάλλονται σε καμία περίπτωση στη θάλασσα.

Η σκόνη που προκύπτει από την προεργασία για τη βαφή καλό θα είναι να αποφεύγεται η διασπορά της με τη χρήση νερού.

Ο όγκος μολυσμένου νερού που δημιουργείται από τις εφαρμογές των βαφών και όλων των σχετικών εργασιών πρέπει να απομακρύνεται με κατάλληλο τρόπο. Πρέπει να λαμβάνονται όλα τα δυνατά μέτρα ώστε να ελαχιστοποιούνται οι κίνδυνοι για το περιβάλλον.

Για τις ενδεχόμενες διαρροές στα ύδατα, επιβάλλεται να λαμβάνονται όλα τα δυνατά μέτρα, ώστε να αποφεύγεται η μόλυνση του περιβάλλοντος από τα χημικά.

## 2.7 Αποβολή των απόβλητων

Όλα τα υπολείμματα που προκύπτουν από τις αντιρρυπαντικές βαφές θα πρέπει να αντιμετωπίζονται σαν πιθανοί οικολογικοί κίνδυνοι λόγω των βιοκτόνων που εμπεριέχουν. Για το λόγο αυτό θα πρέπει να συλλέγονται με κατάλληλο τρόπο, όπως ορίζεται από τη νομοθεσία.

Ειδικά για την απόρριψη των αποβλήτων TBT, χρειάζεται ειδική αδειοδότηση.

Τα απόβλητα πρέπει να διατηρούνται σε σφραγισμένα δοχεία.

Τα υπολείμματα των αντιρρυπαντικών βαφών δεν πρέπει να καίγονται. λόγω της υψηλής τοξικότητας.

Τα στερεά υπολείμματα πρέπει να συγκεντρώνονται κατά τον ίδιο τρόπο με τα υγρά, καθώς αποτελούν και αυτό κίνδυνο οικολογικής καταστροφής.

Βιολογικό υλικό όπως θαλάσσια χλωρίδα και πανίδα πρέπει να αφαιρούνται από τις γάστρες πλοίων και να απορρίπτονται σύμφωνα με την ισχύουσα νομοθεσία.

Τα υγρά υπολείμματα δεν πρέπει να διοχετεύονται στους υπονόμους. Όλα τα υγρά απόβλητα πρέπει να σφραγίζονται σε κατάλληλα δοχεία και να απορρίπτονται σε συνεννόηση με τις τοπικές αρχές και σύμφωνα με την ισχύουσα νομοθεσία.



# Κεφάλαιο 3

## Υγεία και Ασφάλεια

---

Η παροχή προφυλάξεων υγείας και ασφάλειας για τα προϊόντα βαφών αποτελεί νομική απαίτηση και κατέχει μια συγκεκριμένη ενότητα στις ετικέτες. Ωστόσο, η φρασεολογία που χρησιμοποιείται καθορίζεται από το νόμο και συχνά είναι δυσνόητη. Αυτή η ενότητα σκοπεύει να μας βοηθήσει να ερμηνεύσουμε και να κατανοήσουμε τα σύμβολα και τις φράσεις που θα βρούμε στα συνοδευτικά έγγραφα και στις ετικέτες των προϊόντων. Επίσης, συμπεριλήφθησαν και κάποιες επιπλέον πληροφορίες για να γίνει η εφαρμογή της βαφής ασφαλέστερη.

Πριν ξεκινήσουμε να εργαζόμαστε, διαβάζουμε πάντα την ετικέτα. Κάθε κουτί βαφής περιλαμβάνει κάποια προειδοποιητικά σύμβολα και γραπτές προειδοποιητικές φράσεις, που επισημαίνουν συνοπτικά σε ποιες περιοχές πρέπει να προσέξουμε ιδιαίτερα. Παρακάτω αναλύονται κάποιες άλλες γενικές προφυλάξεις ασφαλείας, που θα μας βοηθήσουν σε περίπτωση οποιουδήποτε προβλήματος με τις βαφές.

### 3.1 Ατομική Υγεία

- **Αποφύγετε την εισπνοή**

Η εισπνοή ατμών διαλυμάτων βαφής ή σκόνης από το τρίψιμο με γυαλόχαρτο μπορεί να μειωθεί εφόσον υπάρχει επαρκής εξαερισμός ή λειτουργεί σύστημα απομάκρυνσης αναθυμιάσεων. Αν αυτό δεν επαρκεί ή αναφέρεται συγκεκριμένα στην ετικέτα, πρέπει να χρησιμοποιείται κατάλληλη αναπνευστική προστασία. Φοράτε έναν αναπνευστήρα με φυσίγγιο όταν αφαιρείτε παλιά αντιαποθετικά – ποτέ μην αφαιρείτε τα αντιαποθετικά καίγοντάς τα ή τρίβοντας με στεγνό γυαλόχαρτο, γιατί έτσι μπορεί να δημιουργηθούν επιβλαβείς αναθυμιάσεις ή σκόνη

Σε κακά αεριζόμενους χώρους, φοράτε κουκούλα με τροφοδοσία αέρα ή αναπνευστήρα με φυσίγγιο και φίλτρο οργανικών ατμών. Οι αναθυμιάσεις διαλυμάτων έχουν μεγαλύτερο βάρος από τον αέρα. Αν αναπνεύσετε αυτούς τους ατμούς ίσως να ζαλιστείτε, να αισθανθείτε μέθη και πονοκέφαλο, ακόμα και να λιποθυμήσετε. Διαβάστε προσεκτικά την ετικέτα και βεβαιωθείτε ότι φοράτε τη συνιστώμενη προστασία.

Η βαφή με σπρέι επιφέρει επιπλέον κινδύνους για την υγεία. Δεν πρέπει, σε καμία περίπτωση, να εισπνεύσετε εκνεφώσεις των σπρέι. Διαβάστε την ετικέτα προσεκτικά και βεβαιωθείτε ότι φοράτε κατάλληλη προστασία. Γενικά, η καλύτερη προστασία είναι μια

κουκούλα με τροφοδοσία αέρα, η οποία παρέχει συνεχώς καθαρό αέρα σε αυτόν που τη φορά.

- **Αποφύγετε την επαφή με τα μάτια**

Θα πρέπει να χρησιμοποιείται προστασία των ματιών κατά την εφαρμογή βαφής και όταν υπάρχει κίνδυνος πιτσιλίσματος βαφής στο πρόσωπο. Τα γυαλιά ή ματογυαλιά ασφαλείας είναι φτηνά, διατίθενται από πολλά καταστήματα με υλικά κατασκευών και σίγουρα αξίζει να τα φοράτε. Χρησιμοποιείτε γυαλιά που συμμορφώνονται με τις απαιτήσεις του κανονισμού EN 166. Αν το μάτι μολυνθεί με υλικό, συνιστάται το μάτι να ξεπλυθεί με καθαρό γλυκό νερό τουλάχιστον για 15 λεπτά, κρατώντας τα βλέφαρα ανοικτά, και στη συνέχεια να ζητηθεί ιατρική βοήθεια.

- **Αποφύγετε την επαφή με το δέρμα**

Από την επαφή με τα προϊόντα βαφής μπορεί να προκύψει ερεθισμός του δέρματος. Για αυτό, θα πρέπει να φοράτε πάντα κατάλληλα προστατευτικά γάντια και προστατευτικό ρουχισμό όταν εφαρμόζετε ή αναμιγνύετε οποιαδήποτε προϊόντα βαφής. Θα πρέπει να φοράτε φόρμα εργασίας που θα καλύπτει ολόκληρο το σώμα, τα χέρια και τα πόδια σας. Στο πρόσωπο μπορείτε να χρησιμοποιήσετε μια μη ελαιώδη κρέμα επιδερμίδας, τύπου φραγμού. ΜΗΝ χρησιμοποιήσετε τζελ πετρελαίου, γιατί μπορεί να βοηθήσει την απορρόφηση βαφής από το σώμα. Αφαιρέστε δακτυλίδια, βραχιόλια και ρολόγια με λουράκι πριν αρχίσετε να δουλεύετε, γιατί σε αυτά μπορεί να παγιδευτούν σωματίδια βαφής κοντά στο δέρμα. Αφαιρέστε τυχόν βαφή που θα πέσει στο δέρμα, πλένοντας με ζεστό νερό και σαπούνι ή με ένα εγκεκριμένο καθαριστικό επιδερμίδας. Μετά το πλύσιμο, εφαρμόστε ένα κοντίσιονερ δέρματος. Ποτέ μην καθαρίζετε το δέρμα σας με διαλύτες ή αραιωτικά.

- **Αποφύγετε την κατάποση**

Δεν θα πρέπει να προετοιμάζονται ή να καταναλώνονται τρόφιμα και ποτά σε σημεία όπου φυλάσσονται ή χρησιμοποιούνται βαφές. Σε περίπτωση τυχαίας κατάποσης βαφής, ζητήστε αμέσως ιατρική βοήθεια. Διατηρήστε τον ασθενή σε αναπαυτική θέση, μην του προκαλείτε εμετό.

- **Κίνδυνος πυρκαγιάς ή έκρηξης**

Οι περισσότερες βαφές περιέχουν οργανικούς διαλύτες – ορισμένοι από τους οποίους εξατμίζονται στον αέρα κατά το άνοιγμα του περιέκτη. Τυχόν κίνδυνοι μπορούν να μειωθούν αν ληφθούν μερικές απλές προφυλάξεις:

- Αποφύγετε τις γυμνές φλόγες σε σημεία όπου φυλάσσονται, ανοίγονται ή εφαρμόζονται βαφές.
- Μην καπνίζετε.
- Φυλάτε τις βαφές σε ένα καλά αεριζόμενο, στεγνό σημείο, μακριά από πηγές θερμότητας και απευθείας ηλιακό φως.
- Διατηρείτε το μεταλλικό κουτί ερμητικά κλειστό.
- Αποφύγετε τους σπινθήρες από μέταλλα, ηλεκτρικές συσκευές που ανάβουν και σβήνουν ή ελαττωματικές ηλεκτρολογικές συνδέσεις.

Μην αφήνετε στουπιά ή πανιά εμποτισμένα με βαφές, σκόρπια, στις τσέπες φορμών εργασίας ή σε κάδους απορριμμάτων. Ορισμένοι τύποι βαφής μπορεί να στεγνώνουν και να αυτοαναφλέγονται.

# Επίλογος - Συμπεράσματα

---

Από όσα αναφέρθηκαν παραπάνω, προκύπτει ότι τα ζητήματα που τίθενται από τις αντιρρυπαντικές βαφές είναι ιδιαίτερα σημαντικά και θα πρέπει να βρεθούν οι κατάλληλοι τρόποι, ώστε να αντιμετωπιστούν εγκαίρως από την επιστημονική κοινότητα, προτείνοντας λύσεις για την ορθή χρήση των χημικών ουσιών ώστε να μη διασαλεύεται η ισορροπία των οικοσυστημάτων αλλά και να μην μολύνεται το περιβάλλον με τοξικά απόβλητα των οποίων ο κύκλος ζωής ξεπερνά, συχνά, το ανθρώπινο προσδόκιμο ζωής. Τα προβλήματα αυτά, σε συνδυασμό με την τάση του ανθρώπου να μολύνει το περιβάλλον του στη στεριά αλλά και στον εναέριο χώρο, δημιουργούν τις κατάλληλες προϋποθέσεις για ένα δυσοίωνα μέλλον σε μία ιδιαίτερα ευαίσθητη οικολογική, και όχι μόνο, ισορροπία.

Λεπτομερέστερα, στο κεφάλαιο 1, συμπεραίνουμε ότι:

- Με την πάροδο του χρόνου, η επιστήμη μπόρεσε και έδωσε λύση στο πρόβλημα που μάστιζε εκείνη την εποχή, από την μόλυνση που δημιουργούσαν οι βαφές, τόσο στα κύπη των πλοίων όσο και στο περιβάλλον.
- Ο παράγοντας που ονομάζεται τραχύτητα, ο οποίος είναι ο πλέον σημαντικός τόσο στην κατανάλωση του καυσίμου όσο και στην μόλυνση του περιβάλλοντος, μπόρεσε και αντιμετωπίστηκε, κατά ένα μεγάλο βαθμό με την εξέλιξη των βαφών τα τελευταία χρόνια.
- Ολοένα και περισσότερο, οι βαφές εξελίσσονται με διάφορες προσθήκες συστατικών, που στην πλειοψηφία τους είναι μη χημικά, δίνοντας έτσι την ευκαιρία στους ιδιοκτήτες των πλοίων να γλιτώσουν λεφτά, καθώς επίσης και να είναι λιγότερο επιβαρείς στη μόλυνση του περιβάλλοντος.
- Με την χρήση των καλύτερων και ακριβότερων αντιρρυπαντικών βαφών οι ιδιοκτήτες των πλοίων μπορούν να εξοικονομήσουν πολλές χιλιάδες δολαρίων το χρόνο.

Στο κεφάλαιο 2, συμπεραίνουμε ότι:

- Ένας άλλος παράγοντας ο οποίος ονομάζεται βιορύπανση, καλείται να αντιμετωπιστεί, ο οποίος είναι και αυτός υπεύθυνος για την αύξηση της κατανάλωσης του καυσίμου, αλλά και της μόλυνσης του περιβάλλοντος.
- Για να αντιμετωπιστεί σε μεγάλο βαθμό η βιορύπανση, χρειάζονται αρκετοί παράμετροι, οι οποίοι θα πρέπει να τηρούνται αυστηρά.
- Για την εφαρμογή των αντιρρυπαντικών βαφών στα πλοία, θα πρέπει να λαμβάνονται αρκετοί παράμετροι οι οποίοι θα πρέπει να τηρούνται, ώστε να έχουμε το καλύτερο δυνατό αποτέλεσμα εφαρμογής των βαφών πάνω στα κύτη των πλοίων.
- Παρόλο που πλέον χρησιμοποιούνται κατά κύριο λόγο οι αντιρρυπαντικές βαφές για την βαφή των πλοίων, δεν παύουν να εγκυμονούν αρκετοί κίνδυνοι για την μόλυνση του περιβάλλοντος, αλλά και για την οικολογική εξισορρόπηση.

Στο κεφάλαιο 3, συμπεραίνουμε ότι:

- Οι αντιρρυπαντικές βαφές ως είναι γνωστό αποτελούν κίνδυνο για το περιβάλλον, αλλά το ίδιο ισχύει και για εμάς τους ανθρώπους, γι' αυτό και θα πρέπει και εμείς με την σειρά μας να λαμβάνουμε κάποια μέτρα ασφαλείας, τόσο για την ίδια την υγεία μας, όσο και για την ασφαλέστερη εργασία μας, όταν έχουν να κάνουν με τέτοιου είδους μπογιές.

# Βιβλιογραφία

---

- 1 Ayoub, M., Malek, M.A. & Messiha, N., 1990. Laboratory and ships test of modern antifouling paint formulation. *Pigment & Resin Technology*, 19(2), 4-6.
- 2 Bader, M. 2006. Hull roughness and antifouling paint. *Maritime Research Journal*.
- 3 Culver, C., Johnson, L. and Lande, M., 2012. The Influence of Boat Hull Coatings on Fouling Growth. *Regents of the University of California*, 1-4.
- 4 Johnston, Emma L. "A Widespread Contaminant Enhances Invasion Success of a Marine Invader." *Journal of Applied Ecology* 49.4 (2012): 767-73. *JSTOR*. Web. 05 Sept. 2014.
- 5 Hamilton, A., 1957. Modern Marine Paints. *Anti-Corrosion Methods and Materials*, 4(1), 5-8.
- 6 Kandemir, E.C., Alyuruk, H. & Cavas, L., 2012. Fouling organisms on the rebars and protection by antifouling paint. *Anti-Corrosion Methods and Materials*, 59(5), 215-219.
- 7 Karpel, S., 1988. Organotin polysiloxanes — a new antifouling coating. *Pigment & Resin Technology*, 17(2), 13-14.
- 8 Weisman, Gary R., Donald C. Sundberg, Robert A. Cimini, Melanie G. Brown, Brett R. Beno, and T. Taylor Eighmy. "Controlled Release Antifouling Coatings. I. Approaches for Controlled Release of 2,4- dinitrophenolate and Benzoate into Seawater." *Biofouling* 6.2 (1992): 123-46.

# Περιεχόμενα

---

Περίληψη.....	3
Abstract.....	4
Πρόλογος.....	5
Κεφάλαιο 1: Επιπτώσεις στο πλοίο.....	6
1.1 Ιστορική Αναδρομή.....	6
1.2 Τραχύτητα Σκάφους.....	7
1.3 Είδη Αντιρρυπαντικών Βαφών.....	8
1.3.1 Αυτό-στιλβωτική συμπολυμερής βαφή (με βάση κασσίτερου).....	8
1.3.2 Εναλλακτικές της Βαφής Κασσίτερου.....	8
1.4 Η τραχύτητα του πλοίου σε σχέση με τους τύπους βαφών.....	10
1.5 Η επίδραση του επιχρίσματος στην αύξηση της επιμόλυνσης της γάστρας.....	11
1.6 Οι αντιρρυπαντικές βαφές και η εισβολή καινούριων ειδών στα θαλάσσια οικοσυστήματα.....	12
Κεφάλαιο 2: Επιπτώσεις στο Περιβάλλον.....	14
2.1 Βιορύπανση.....	14
2.2 Επιπτώσεις Βιορύπανσης.....	15
2.3 Προφυλάξεις αναφορικά με τις Αντιρρυπαντικές Βαφές.....	17
2.4 Συγκεκριμένες προδιαγραφές κατά τη διάρκεια της εφαρμογής των βαφών.....	18
2.4.1 Κανόνες ισχύοντες για κάθε περίπτωση σκάφους.....	18
2.4.2 Κανόνες ισχύοντες για μικρά σκάφη <25 μέτρων.....	18
2.4.3 Κανόνες ισχύοντες για μικρά σκάφη >25 μέτρων.....	19
2.5 Συντήρηση.....	20
2.6 Γενικές Οδηγίες.....	23
2.7 Αποβολή των απόβλητων.....	24
Κεφάλαιο 3: Υγεία και Ασφάλεια.....	25
3.1 Ατομική Υγεία.....	25
Επίλογος – Συμπεράσματα.....	28
Βιβλιογραφία.....	30