

Elimination Units for Marine Oil Pollution (EU-MOP): Αυτόνομα Μικρά Σκάφη για την Αντιμετώπιση Πετρελαιοκηλίδων¹

Νικόλαος Π. Βεντίκος² και Χαρίλαος Ν. Ψαραύτης³

Η δυνατότητα χρήσης ρομποτικών (μη επανδρωμένων) μονάδων για την αντιμετώπιση της θαλάσσιας ρύπανσης από πετρελαιοειδή αποτελεί καινοτόμο πρόταση ικανή να συμβάλλει σημαντικά στην αποτελεσματική προστασία του θαλάσσιου περιβάλλοντος. Το Εργαστήριο Θαλασσιών Μεταφορών της Σχολής Ναυπηγών Μηχανολόγων Μηχανικών του Εθνικού Μετσοβίου Πολυτεχνείου ανέλαβε και ολοκλήρωσε με επιτυχία τον συντονισμό του τριετούς ευρωπαϊκού ερευνητικού προγράμματος Elimination Units for Marine Oil Pollution (EU-MOP), στο οποίο συμμετείχαν 13 εταίροι από 7 Ευρωπαϊκές χώρες. Το πρόγραμμα είχε σαν κύριο στόχο τη μελέτη και παρουσίαση μίας νέας, ρεαλιστικής, αξιόπιστης και προηγμένης «συνολικής λύσης» για την καταπολέμηση των πετρελαιοκηλίδων στη θάλασσα.

Ειδικότερα, το έργο EU-MOP πέτυχε να διαμορφώσει μία εντελώς καινούργια ιδέα για την προστασία των θαλασσών από το πετρέλαιο, προτείνοντας μικρά μη επανδρωμένα ρομποτικά σκάφη, τα οποία μπορούν να λειτουργήσουν σε πλατφόρμες τεχνητής νοημοσύνης και επιχειρησιακών τακτικών σμήνους για την αποδοτική συλλογή πετρελαιοειδών από τη θάλασσα. Το πρόγραμμα EU-MOP πέρα από την πλήρη ναυπηγική σχεδίαση μίας γκάμας από μικρά αυτόνομα σκάφη, κάλυψε ακόμη σημαντικά ζητήματα στρατηγικής και τακτικής διαχείρισης αντιρρυπαντικών επιχειρήσεων, όπως π.χ. αναλύσεις σεναρίων, θέματα εφοδιαστικής αλυσίδας, αποθήκευσης και συντήρησης, αναλύσεις κόστους-ωφέλειας κτλ.

Η ανάγκη

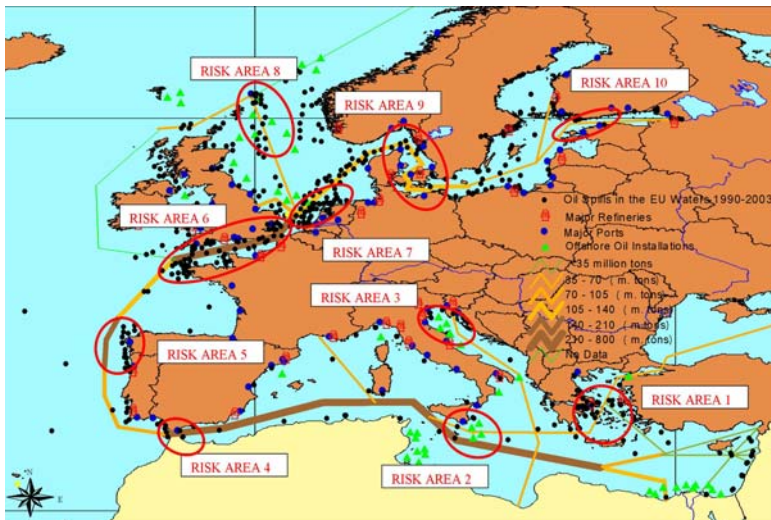
Η συνεχής ενίσχυση του θαλάσσιου εμπορίου σε ευρωπαϊκό και παγκόσμιο επίπεδο και η διαρκής επιβάρυνση του θαλάσσιου περιβάλλοντος με μικρότερες ή μεγαλύτερες πετρελαϊκές ρυπάνσεις καθιστούν επιτακτική την παρουσίαση προτάσεων ή τεχνολογιών ικανών για αποτελεσματική αντιμετώπιση των πετρελαιοκηλίδων. Αν μάλιστα προστεθεί η ιδιαίτερη προσοχή που δίνει τα τελευταία χρόνια η ναυτική βιομηχανία σε ζητήματα προστασίας του περιβάλλοντος και «πράσινων» μεταφορών, τότε η πίεση γίνεται ακόμα πιο έντονη για λύσεις που μπορούν να συμβάλλουν ουσιαστικά και ρεαλιστικά στο συγκεκριμένο πρόβλημα – για λύσεις που μπορούν αποδεδειγμένα να δώσουν ικανοποιητικά αποτελέσματα υπό αντίξοες καταστάσεις και πραγματικές συνθήκες περιστατικών. Μέσα λοιπόν σε αυτό το απαιτητικό πλαίσιο και λαμβάνοντας υπόψη την καταγεγραμμένη προτίμηση της Ευρωπαϊκής Ένωσης (μέσω της Ευρωπαϊκής Υπηρεσίας Θαλάσσιας Ασφάλειας, EMSA) για μηχανικά μέσα καταπολέμησης του πετρελαίου, η πρόταση EU-MOP φαίνεται να είναι ένας από τους πλέον υποσχόμενους τρόπους για τη συλλογή των πετρελαιοειδών από τη θάλασσα.

¹ ΝΑΥΤΙΚΑ ΧΡΟΝΙΚΑ, ΑΠΡΙΛΙΟΣ 2008.

² Λέκτορας, Σχολή Ναυπηγών Μηχανολόγων Μηχανικών, ΕΜΠ.

³ Καθηγητής, Σχολή Ναυπηγών Μηχανολόγων Μηχανικών, ΕΜΠ.

Το Σχήμα 1 δείχνει τις επικίνδυνες περιοχές για διαρροή πετρελαίου στα ευρωπαϊκά ύδατα από πλοία και γενικότερα τις θαλάσσιες μεταφορές. Οι «υποψήφιες» περιοχές για χρήση και δράση των μονάδων EU-MOP προέκυψαν μετά από αναλυτική εφαρμογή μεθοδολογιών αναγνώρισης κινδύνων και υπολογισμού του ρίσκου τους από το Εργαστήριο Θαλασσιών Μεταφορών του ΕΜΠ.



Σχήμα 1: Περιοχές υψηλού ρίσκου για εμφάνιση πετρελαιοκηλίδων στα ευρωπαϊκά ύδατα.

Σκάφη-μονάδες EU-MOP

Η σχεδίαση των ρομποτικών σκαφών EU-MOP ήταν μία από τις σημαντικές προκλήσεις του έργου. Η πολυπλοκότητα του προβλήματος της συλλογής πετρελαιοειδών από τη θάλασσα (βλέπε κίνηση και «γήρανση» κηλίδας), καθώς και η ανάγκη ικανοποίησης μίας σειράς από διαφορετικά σενάρια εφαρμογής της λύσης EU-MOP (είδος διαρρέοντος πετρελαίου, τύπος θαλάσσιας περιοχής, επικρατούσες καιρικές και κυματικές συνθήκες κτλ) οδήγησαν τους 13 εταίρους του έργου να απορρίψουν την αρχή «one size fits all», δηλαδή ένα μέγεθος σκάφους EU-MOP να μπορεί να ικανοποιήσει όλες τις απαιτήσεις του προβλήματος.

Με αυτό το σκεπτικό λοιπόν σχεδιάστηκαν τρία διαφορετικά μεγέθη σκαφών: το μεγάλο (L), το μεσαίο (M) και το μικρό (S). Ειδικότερα για το μεγάλο και το μεσαίο μέγεθος μελετήθηκαν σε βάθος δύο ανεξάρτητες σχεδιάσεις για κάθε ένα από αυτά τα μεγέθη: σχέδια δίγαστρου σκάφους τύπου catamaran και σχέδια πρωτότυπου συνδυασμένου σκάφους τύπου monocat. Για το μικρού μεγέθους σκάφος EU-MOP υπάρχει μόνο μία σχεδίαση η οποία εξετάστηκε και είναι εντελώς διαφορετική από αυτές των μεγαλύτερων «αδελφών» του.

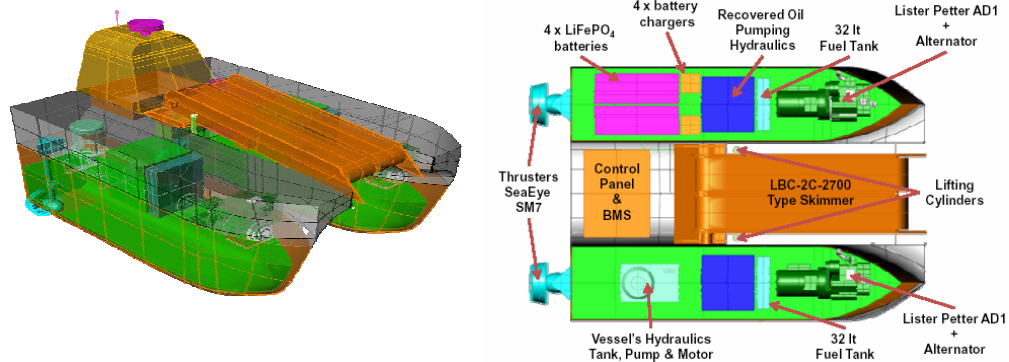
Όλες οι σχεδιάσεις των προαναφερόμενων μεγεθών/μοντέλων έπρεπε να είναι σε θέση να εκπληρώσουν συγκεκριμένες λειτουργικές και επιχειρησιακές προδιαγραφές. Παρακάτω αναφέρονται ενδεικτικά κάποιες από αυτές.

- Για τα μεγάλα μεγέθους σκάφη (ανεξάρτητα τύπου) να μπορούν να λειτουργούν ικανοποιητικά (άρα να είναι αξιόπλοα κατά τη μετάβαση ή απομάκρυνσή τους από/προς την κηλίδα και κατά τη φάση περισυλλογής του πετρελαίου από τη θάλασσα) σε ανοιχτές θάλασσες και σε καταστάσεις θάλασσας έως και 4 (βλέπε

κύματα ύψους 2 μέτρων). Επίσης έπρεπε να έχουν δυνατότητα αποθήκευσης και μεταφοράς περίπου 2 τόνων πετρελαιοειδών, υπήρχαν περιορισμοί μεγέθους λόγω της προϋπόθεσης μεταφοράς τους μέσα σε εμπορευματοκιβώτια, έπρεπε να εξασφαλίζουν αυτονομία ενέργειας για 24 ώρες κ.α.

- Για τα μεσαίου μεγέθους σκάφη (ανεξάρτητα σχεδίασης) να μπορούν να ανταποκρίνονται αξιόπιστα και στις δύο φάσεις λειτουργίας τους (πλεύση και περισυλλογή πετρελαίου στη θάλασσα) σε ανοιχτές θάλασσες και παράκτιες περιοχές και σε καταστάσεις θάλασσας τουλάχιστον έως 3 (με στόχο την κατάσταση θάλασσας 4). Επίσης έπρεπε να έχουν δυνατότητα αποθήκευσης και μεταφοράς περίπου 1,3 τόνων πετρελαιοειδών, υπήρχαν περιορισμοί μεγέθους λόγω της προϋπόθεσης μεταφοράς τους μέσα σε εμπορευματοκιβώτια, έπρεπε και αυτά να εξασφαλίζουν αυτονομία ενέργειας για 24 ώρες κ.α.
- Τα μικρού μεγέθους σκάφη σχεδιάστηκαν να λειτουργούν ικανοποιητικά σε απολύτως ρηγά νερά (σημαντικός περιορισμός για το βύθισμά τους), μέσα σε λιμάνια, κάτω από αποβάθρες (σημαντικός περιορισμός για το συνολικό ύψος τους) και κυρίως σε κατάσταση θάλασσας 1. Επίσης έπρεπε να έχουν συγκεκριμένο είδος αντιρρυπαντικού εξοπλισμού (βλέπε δίσκοι-ελαιοσυλλέκτες), να έχουν τη δυνατότητα ταχύτατης εκφόρτωσης των συγκεντρωμένων πετρελαιοειδών, να εξασφαλίζουν αυτονομία ενέργειας 8 ωρών κ.α.

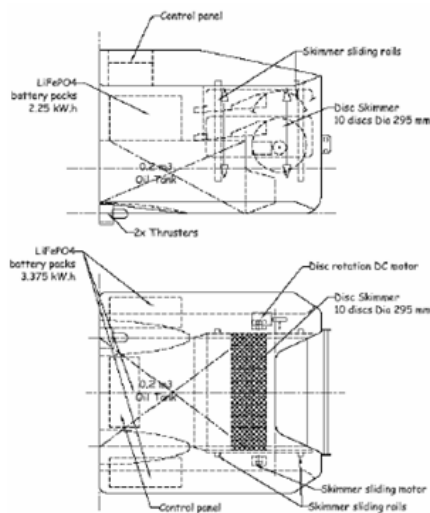
Ενδεικτικά παρουσιάζονται τα Σχήματα 2 έως 4 που δείχνουν τη διάταξη του μεγάλου δίγαστρου σκάφους EU-MOP (L – Catamaran), το μεσαίο σκάφος EU-MOP τύπου monocat (M – Monocat) και τη σχεδίαση του σκάφους EU-MOP μικρού μεγέθους (S model), αντίστοιχα.



Σχήμα 2: Σκάφος EU-MOP τύπου catamaran μεγάλου μεγέθους.



Σχήμα 3: Σκάφος EU-MOP τύπου monocoat μεσαίου μεγέθους.



Σχήμα 4: Σκάφος EU-MOP μικρού μεγέθους.

Εξοπλισμός σκαφών EU-MOP

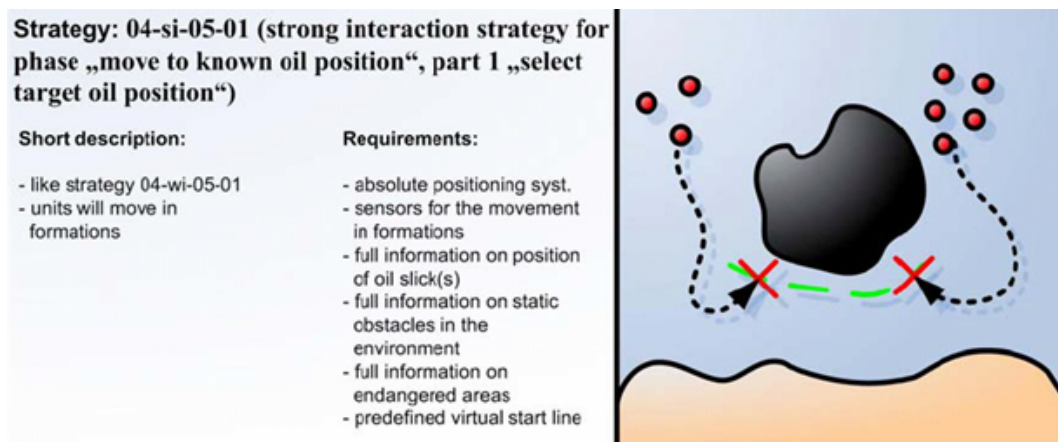
Ο τύπος catamaran των μεγάλων και μεσαίων σκαφών EU-MOP (για τη σχεδίαση και τις δοκιμές του οποίου συμμετείχαν ενεργά και το Εργαστήριο Μελέτης Πλοίου και Ναυτικής και Θαλάσσιας Υδροδυναμικής του ΕΜΠ) προβλέπει τη χρήση εξωτερικών αφαιρούμενων ποδών πρόωσης/κατεύθυνσης, ενώ η αντίστοιχη μέριμνα για τη σχεδίαση monocoat και για τα δύο μεγέθη σκαφών EU-MOP καταγράφει τη χρήση προστατευμένων αφαιρούμενων ποδών πρόωσης/κατεύθυνσης. Στα μικρά σκάφη EU-MOP προβλέπεται η χρήση 2 ολοκληρωμένων DC ή AC thruster – αυτό το είδος πρόωσης μελετήθηκε και κρίθηκε κατάλληλο για τις αποστολές που θα κληθούν να φέρουν σε πέρας τα EU-MOP S model.

Τα ρομποτικά σκάφη EU-MOP διαθέτουν πληθώρα χαρακτηριστικών τεχνητής νοημοσύνης με αποτέλεσμα να μπορούν να συμμετέχουν και να διαμορφώνουν τακτικές και πρακτικές σμήνους (βλέπε ηγεσία, ανίχνευση, συνεργασία κτλ). Για να μπορούν να επιτύχουν έναν τέτοιο σκοπό φέρουν ειδικά επιλεγμένο εξοπλισμό δείγματα του οποίου αναφέρονται ενδεικτικά παρακάτω:

- DGPS
- Σύστημα ανίχνευσης εμποδίων και αποφυγής συγκρούσεων

- Βυθόμετρο
- Ειδική πυξίδα
- Αισθητήρες ή σύστημα αναγνώρισης πετρελαίου στο νερό
- Διατάξεις ελέγχου για τη στάθμη στη δεξαμενή καυσίμων και στη δεξαμενή συγκέντρωσης των πετρελαιοειδών που συλλέγονται από τη θάλασσα
- Σύστημα επικοινωνίας
- Εγκατεστημένο υπολογιστικό σύστημα.

Στο Σχήμα 5 δίνεται μία από τις υιοθετημένες στρατηγικές σμήνους για τη λειτουργία και συνεργασία των μονάδων EU-MOP κατά την αντιμετώπιση πετρελαιοκηλίδων στη θάλασσα.



Σχήμα 5: Στρατηγική σμήνους για τη λειτουργία των σκαφών EU-MOP.

Η πρόταση EU-MOP χρησιμοποιεί μηχανικά μέσα καταπολέμησης της πετρελαϊκής ρύπανσης. Ειδικότερα, τα μεγάλα και μεσαία σκάφη EU-MOP (και των δύο εναλλακτικών σχεδιάσεων) χρησιμοποιούν πτυσσόμενους ελαιοσυλλέκτες τύπου ζώνης/ταινίας (belt skimmer), ενώ το σκάφος EU-MOP μικρού μεγέθους είναι εξοπλισμένο με ελαιοσυλλέκτες τύπου δίσκου (disk skimmer). Σε κάθε περίπτωση υπήρξε ειδική μέριμνα ώστε να εξασφαλιστεί η μέγιστη δυνατή ικανότητα και απόδοση του επιλεγμένου εξοπλισμού σε μεγάλο εύρος πετρελαιοειδών και υπό πραγματικές συνθήκες επιχειρήσεων (βλέπε ανέμους, κύματα κτλ).

Τα αποτελέσματα

Το σύστημα EU-MOP παρουσιάζει μία σειρά από καινοτόμα χαρακτηριστικά που μπορούν να ενισχύσουν σημαντικά την καταπολέμηση της πετρελαϊκής ρύπανσης στη θάλασσα και κατά συνέπεια την εικόνα και απόδοση της ναυτικής βιομηχανίας. Είναι ευέλικτο, έχει πολλαπλές επιλογές και εναλλακτικές για να μπορεί να ικανοποιήσει πειστικά ολόκληρο το εύρος σεναρίων εφαρμογής του, χαρακτηρίζεται από υψηλούς βαθμούς απόδοσης, και η χρήση αυτής της λύσης είναι φιλική προς τον χρήστη και το περιβάλλον.