

## ΣΥΜΠΛΗΡΩΜΑΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΜΕΕΠ Ichthys Eco-Farm

**Αριθμός Φακέλου:** 02.10.011.007.005

**Θέμα:** ΜΕΕΠ για μετακίνηση της μονάδας υδατοκαλλιέργειας ανοικτής θάλασσας της εταιρείας Ichthys Eco-Farm και επέκταση της ετήσιας παραγωγής από 300 σε 1500 τόνους, στην Κοινότητα Μονής Λεμεσού



**22 Αυγούστου 2024**

### **Εισαγωγή**

Σε συνέχεια της Επιτροπής Εκτίμησης Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων που πραγματοποιήθηκε στις 16/07/2024, κατά την οποία αξιολογήθηκε το πιο πάνω θέμα, μας κοινοποιήθηκε ηλεκτρονική επιστολή την ίδια ημέρα από την Αρμόδια Αρχή. Στην επιστολή ζητήθηκε όπως υποβληθούν συμπληρωματικά στοιχεία στο πλαίσιο της αξιολόγησης της εν λόγω ΜΕΕΠ. Πιο κάτω παρουσιάζονται οι απαντήσεις μας στα τρία σχόλια που έγιναν.

α) Στη ΜΕΕΠ αναφέρεται ότι «σε απόσταση περίπου 660 m βορειοδυτικά της προτεινόμενης τοποθεσίας του έργου βρίσκεται Ζώνη Προστασίας Υδάτων Αφαλάτωσης». Αυτή τη στιγμή δεν λειτουργεί κάποια μονάδα αφαλάτωσης στην περιοχή μελέτης, όμως υπάρχει ενδιαφέρον για μια τέτοια μελλοντική λειτουργία. Ζητείται όπως γίνει εκτίμηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων από την κατασκευή και ιδιαίτερα από τη λειτουργία της συγκεκριμένης ιχθυομονάδας σε σχέση με την ζώνη μονάδας αφαλάτωσης που ενδεχομένως να λειτουργήσει μελλοντικά.

Στην Κύπρο σήμερα λειτουργούν πέντε Μονάδες Αφαλάτωσης για σκοπούς ανάκτησης πόσιμου νερού: της Δεκέλειας (60,000 m<sup>3</sup>/d), της ΑΗΚ Βασιλικού (60,000 m<sup>3</sup>/d), της Λάρνακας (60,000 m<sup>3</sup>/d), της Λεμεσού (Επισκοπής) (40,000 m<sup>3</sup>/d), και της Πάφου (15,000 m<sup>3</sup>/d).

Σύμφωνα και με τα δεδομένα του Τμήματος Κτηματολογίου και Χωρομετρίας, υπάρχουν τρεις ζώνες προστασίας υδάτων αφαλάτωσης, η μια εκ των οποίων βρίσκεται στην περιοχή πλησίον του προτεινόμενου έργου ενώ οι άλλες δυο βρίσκονται στα σημεία των δυο μονάδων αφαλάτωσης Πάφου και Λάρνακας, στις περιοχές Κούκλια και Μενεού, αντίστοιχα.

Για την απομάκρυνση των διαλυμένων ιόντων από το θαλασσινό νερό, όλες οι μονάδες στην Κύπρο χρησιμοποιούν τη διαδικασία της αντίστροφης ώσμωσης, η οποία είναι η πιο οικονομική μέθοδος. Το θαλασσινό νερό αντλείται μέσω υποθαλάσσιου αγωγού από αποστάσεις 500 με 1000 μέτρων από την ακτή. Αφού περάσει από φίλτρα για την απομάκρυνση των στερεών ουσιών, το νερό μεταφέρεται στις μονάδες για επεξεργασία. Η επεξεργασία στις μονάδες περιλαμβάνει τρία στάδια:

**Προ-επεξεργασία:** Σε αυτό το στάδιο, τα αιωρούμενα σωματίδια αφαιρούνται μέσω προ-χλωρίωσης και συσσωμάτωσης κολλοειδών οργανικών ουσιών με την προσθήκη χημικών. Ακολουθεί φιλτράρισμα μέσω φίλτρων άμμου, προσθήκη θειικού οξέος για τη ρύθμιση της οξύτητας και τελικό φιλτράρισμα σε φίλτρα πολυπροπυλενίου για την κατακράτηση στερεών ουσιών μεγαλύτερων του 1 μm.

**Αντίστροφη ώσμωση:** Το νερό διοχετεύεται στις μεμβράνες αντίστροφης ώσμωσης μέσω αντλιών που παρέχουν την απαιτούμενη πίεση (περίπου 65-80 ατμόσφαιρες). Το νερό περνά μέσα από τις μεμβράνες, απορρίπτοντας τα άλατα. Το θαλασσινό νερό με αυξημένη συγκέντρωση αλάτων (άλμη) επιστρέφει στη θάλασσα μέσω αγωγού αφού περάσει από αντλίες υψηλής πίεσης.

**Τελική επεξεργασία:** Το αφαλατωμένο νερό αποθηκεύεται σε δεξαμενή για την τελική επεξεργασία. Σε αυτό το στάδιο, με τη χρήση χημικών όπως επεξεργασμένου ασβέστη και διοξειδίου του άνθρακα ή θειικού οξέος, επιτυγχάνεται η τελική ρύθμιση της οξύτητας και η αύξηση της σκληρότητας του παραγόμενου νερού.

Σύμφωνα με την βιβλιογραφική ανασκόπηση των Elsaid et al. 2020, ένα σύστημα που δουλεύει με αντίστροφη ώσμωση, για να παράξει 1 m<sup>3</sup> πόσιμου νερού, χρειάζεται γύρω στα 2,4 m<sup>3</sup> θαλασσινού

νερού και μικρές ποσότητες υλικών όπως  $7,30 \times 10^{-5}$  kg μεμβράνης πολυαμιδίου,  $1,69 \times 10^{-4}$  kg διαχωριστικών πολυπροπυλενίου, και  $8,91 \times 10^{-4}$  kg σωληνώσεων από χάλυβα. Επιπλέον, χρησιμοποιούνται διάφορα χημικά για την προ-επεξεργασία, όπως  $7,06 \times 10^{-2}$  kg χλωριούχου σιδήρου,  $7,06 \times 10^{-3}$  kg χλωρίου,  $5,88 \times 10^{-3}$  kg υποχλωριώδους νατρίου,  $1,41 \times 10^{-2}$  kg δισουλφίδιου του νατρίου,  $5,88 \times 10^{-2}$  kg θειικού οξέος και  $2,47 \times 10^{-3}$  kg αντιδιαβρωτικού παράγοντα. Οι εκροές της διαδικασίας περιλαμβάνουν  $1,4 \text{ m}^3$  άλμης (brine), η οποία περιέχει υψηλότερες συγκεντρώσεις αλάτων (6,6%) και είναι περίπου  $2^\circ\text{C}$  πάνω από τη θερμοκρασία περιβάλλοντος, μαζί με τα χρησιμοποιημένα χημικά από την προ-επεξεργασία. Η διαδικασία παράγει επίσης στερεά απόβλητα που αποτελούνται από τα χρησιμοποιημένα υλικά μεμβράνης ( $7,30 \times 10^{-5}$  kg πολυαμιδίου και  $1,69 \times 10^{-4}$  kg πολυπροπυλενίου) και  $8,91 \times 10^{-2}$  kg σωληνώσεων από χάλυβα.

Η **απόρριψη της άλμης** (brine) από τις διαδικασίες αφαλάτωσης θεωρείται η κύρια ροή αποβλήτων και κατ' επέκταση πίεση στο θαλάσσιο περιβάλλον, τόσο ποσοτικά όσο και ποιοτικά. Γενικώς η αναλογία άλμης προς το προϊόν νερού που παράγεται κυμαίνεται από 1:1 έως 2:1, με ποσοστά ανάκτησης μεταξύ 35-50% (Qasim et al. 2019). Οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις της άλμης στο θαλάσσιο περιβάλλον και τη θαλάσσια ζωή μπορούν να αποδοθούν σε διάφορους παράγοντες: αυξημένη αλατότητα, αλλαγές στη θερμοκρασία, μεταβολές στα επίπεδα pH, παρουσία βαρέων μετάλλων και υπολειμματικών χημικών ουσιών (Zhou et al. 2013). Αυτοί οι παράγοντες και κυρίως η αύξηση της αλατότητας μπορούν να προκαλέσουν φυσικές, χημικές και βιολογικές αλλαγές στο θαλάσσιο περιβάλλον (Kress, 2019).

Χαρακτηριστικό του διαλύματος άλμης, αποτελεί η τάση να μετατοπίζεται κοντά στον πυθμένα λόγω της υψηλότερης πυκνότητας του συγκριτικά με το θαλάσσιο σώμα. Έτσι, πιο πιθανόν σε μια αφαλάτωση είναι να εκτεθούν περισσότερο οι οργανισμοί που ζουν στο βένθος αντί τα πελαγικά ή πλαγκτονικά είδη (Roberts et al. 2010). Η έκταση του πλούμιου διασποράς («plume») της άλμης μπορεί να εκτείνεται για δεκάδες μέτρα μέχρι και χιλιόμετρα (σε ακραίες περιπτώσεις) αναλόγως των χαρακτηριστικών του σταθμού και των περιβαλλοντικών συνθηκών (λειτουργία, σύστημα, χαρακτηριστικά βυθού κτλ.) Το ίδιο ισχύει και για την έκταση υδάτινου σώματος που μπορεί να επηρεαστεί από το θερμικό πλούμιο διασποράς. Για παράδειγμα, οι Fernandez-Torquemada et al. (2005) αναφέρουν αξιοσημείωτες μεταβολές της αλατότητας σε αποστάσεις μερικών χιλιομέτρων από το σημείο απόρριψης μίας μονάδας αφαλάτωσης στην περιοχή Αλικάντε της Ισπανίας. Οι Petersen et al. (2019) αναφέρουν αύξηση της αλατότητας στον πυθμένα της θάλασσας υψηλότερης από τα πρότυπα περιβαλλοντικής ποιότητας σε αποστάσεις εκατοντάδων μέτρων, ενώ οι Kress et al. (2020) έδειξαν ότι η αλατότητα ήταν αυξημένη για μερικά χιλιόμετρα σε εγκαταστάσεις κατά μήκος της μεσογειακής ακτής του Ισραήλ.

Η ισχύουσα κανονιστική πρακτική στην Ισπανία ορίζει ελάχιστη αραίωση της άλμης στον χώρο εκτροφής,  $S = 10$ , ως ανώτατο όριο στην παρουσία του θαλάσσιου αγγειόσπερμου *Posidonia oceanica*. Ένα υψηλότερο ποσοστό αραίωσης,  $S = 20$ , προτείνεται ως γενική κατευθυντήρια τιμή στην Ισπανία και την Καλιφόρνια (Pistocchi et al. 2020). Η έκταση της ρυθμιστικής ζώνης ανάμειξης, δηλαδή η απόσταση από το σημείο απόρριψης όπου πρέπει να τηρείται το πρότυπο, θεωρείται αποδεκτή στο εύρος 50 έως 300 m και μπορεί να καθοριστεί κατά περίπτωση (Bleninger και Jirka, 2011).

Στο σημείο εκβολής του αγωγού που απορρίπτεται η άλμη έχουν παρατηρηθεί πολλαπλές επιπτώσεις όπως: (α) απώλεια οργανισμών ευαίσθητων σε μεταβολές της αλατότητας όπως τα εχινόδερμα (de-la-Ossa-Carretero et al. 2016), (β) μείωση της αφθονίας ειδών ατόμων και βιοποικιλότητας (Kress et al. 2020), (γ) αλλαγές στη δομή βενθικών βιοκοινοτήτων με αντικατάσταση ανεκτικών οργανισμών (Del-Pilar-Ruso et al. 2008; Riera et al. 2011), (δ) μείωση της βακτηριακής παραγωγικότητας (Montgomery et al. 2009), και (ε) επηρεασμός των λιβαδιών *P. oceanica* με αύξηση των επίφυτων και των συγκεντρώσεων αζώτου στα φύλλα, αυξημένες συχνότητες εμφάνισης σημαδιών νέκρωσης, μειωμένη συγκέντρωση μη δομικών υδατανθράκων και γλουταμίνης (glutamine synthetase activity) και αύξηση οξειδωτικού στρες (Gacia et al. 2007; Caró et al. 2020). Αναφορικά με τις επιπτώσεις λειτουργίας των μονάδων αφαλάτωσης που δραστηριοποιούνται στην Κύπρο, η διερεύνηση των επιπτώσεων σύμφωνα με την Αργγίου (1999) εντόπισε σημαντικές μεταβολές στη σύσταση των βενθικών βιοκοινοτήτων και στα δάση του μακροφύκου *Cystoseira* sp., ενώ η μακροχρόνια παρακολούθηση από το 2008 έως το 2021 των Xenogenos et al. (2021) έδειξε ότι η πυκνότητα της Ποσειδωνίας πλησίον των σταθμών Λάρνακας και Δεκέλειας μειώθηκε σημαντικά όπως επίσης και η οικοφυσιολογική απόδοση που μεταφράστηκε από την μειωμένη φυλλική επιφάνεια. Η μελέτη κατέδειξε μια πολύ τοπική επίδραση της απόρριψης αποβλήτων αφαλάτωσης στο *P. oceanica*, με την επίδραση να μειώνεται αισθητά σε απόσταση 150 m από το σημείο απόρριψης.

Η τσιπούρα και το λαβράκι που θα καλλιεργούνται στην προτεινόμενη μονάδα δεν αναμένεται να επηρεαστούν από αλλαγές στις συνθήκες θερμοκρασίας και αλατότητας ακόμη και αν ήταν δυνατή η ανάμειξη της άλμης με το νερό της ιχθυομονάδας. Και τα δυο είδη είναι ευρύθερμα και ευρύαλα, που σημαίνει ότι μπορούν να λειτουργούν καλά σε ένα εύρος θερμοκρασιών και αλατότητας νερού. Ενδεικτικά, σε ορισμένες λιμνοθάλασσες της Μεσογείου, όπου το λαβράκι (*D. labrax*) βρίσκεται από την άνοιξη μέχρι το φθινόπωρο, οι αλατότητες μπορούν να φτάσουν έως και τα 60 ‰ το καλοκαίρι (Dufour et al. 2009).

Οι επιπτώσεις εξαρτώνται από τα χαρακτηριστικά της κάθε μονάδας και η σωστή και εμπειρισταωμένη αξιολόγηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων (EIA) κατά τα στάδια σχεδιασμού

είναι κρίσιμη για την ελαχιστοποίηση και την άμβλυνση αυτών των επιπτώσεων. Οι απορρίψεις άλμης στη θάλασσα μπορούν να επιτραπούν υπό τον όρο ότι πληρούν τα κατάλληλα πρότυπα περιβαλλοντικής ποιότητας. Με την επιλογή κατάλληλων τοποθεσιών των μονάδων, των σημείων λήψης και απόρριψης, και την εξέταση τροποποιήσεων σχεδιασμού, οι αρνητικές επιπτώσεις μπορούν να μειωθούν.

Στην Κύπρο, η εφαρμογή του μοντέλου CORMIX στα πλαίσια της Μελέτης Εκτίμησης Επιπτώσεων στο Περιβάλλον (ΜΕΕΠ) της Αρχής Ηλεκτρισμού Κύπρου (2018-268-1, «Μονάδες αντιρύπανσης και μονάδα συνδυασμένου κύκλου 220 MW Ηλεκτροπαραγωγικού Σταθμού Βασιλικού») στον κόλπο Βασιλικού, για το θερμικό απόβλητο που απορρίπτεται στον θαλάσσιο αποδέκτη μέσω σημειακής πηγής που αντιστοιχεί σε αγωγό ορθογωνικής διατομής 20 m<sup>2</sup> (με παροχή 30 m<sup>3</sup>/δευτ. και 36 m<sup>3</sup>/δευτ., η απόληξη του οποίου βρίσκεται κάτω από την επιφάνεια της θάλασσας σε βάθος 2 m και το βάθος της θάλασσας που αντιστοιχεί στο σημείο απόρριψης είναι περίπου 4 m, έδειξε ότι σε απόσταση 100 m από την θέση απόρριψης, η θερμοκρασία του θαλάσσιου αποδέκτη μπορεί να επανέλθει στα κανονικά επίπεδα. Σύμφωνα με τους μελετητές, καθώς τα ιχθυοτροφεία στην περιοχή απέχουν από τη θέση απόρριψης της μονάδας περισσότερο από 1,000 m, είναι φανερό ότι δεν αναμένεται ουδεμία επίπτωση λόγω θερμικής ρύπανσης.

Παρόμοια αποτελέσματα παρουσιάζονται στην ΜΕΕΠ για την «κατασκευή και λειτουργία εργοστασίου παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας συνδυασμένου κύκλου, εγκατεστημένης ισχύος 230 MW της εταιρίας Lysarea Energia Ltd στην Μονή» (2018-263-1) με δυνατότητες για παραγωγή απιονισμένου νερού έως και 45 m<sup>3</sup>/h κατά μέγιστο, άντληση του νερού με τη βοήθεια αγωγού άντλησης που θα βρίσκεται 200 m από την ακτή, σε βάθος 4 m, και την απόρριψη του σε απόσταση 300 m από την ακτή, σε βάθος 7 m. Το μοντέλο CORMIX στην συγκεκριμένη μελέτη κατέδειξε ότι η άλμη αναμένεται να είναι 1,3 - 1,7 φορές υψηλότερη από εκείνη του αρχικού θαλασσινού νερού κατά την έξοδο της από τον αγωγό απόρριψης, ενώ θα διαλύεται 9 - 11 φορές σε απόσταση μόλις 100 m. Για το λόγο αυτό, οι μελετητές εκτίμησαν ότι δεν αναμένονται να επηρεαστούν σημαντικά τα ιδιαίτερα ενδιαιτήματα της περιοχής που βρίσκονται σε σημείο μεγαλύτερο των 100 m από το σημείο απόρριψης. Στην «Έκθεση Πληροφοριών για την εγκατάσταση και λειτουργία προκατασκευασμένων μονάδων αφαλάτωσης ιδιοκτησία της εταιρείας "GLOBAL AQUA NORMA LTD" στην κοινότητα Μονής στην επαρχία Λεμεσού» (2020-268-1), για την παραγωγή της ποσότητας των 500 m<sup>3</sup> πόσιμου νερού/ημέρα, αναφέρεται ότι η συγκεκριμένη προτεινόμενη μονάδα σχεδιάστηκε με τρόπο που δεν θα παράγει άλμη (ως υποπαράγωγο προϊόν) κατά τη διάρκεια της αφαλάτωσης, αλλά αλάτι. Το παραγόμενο αλάτι θα αποθηκεύεται μέσα σε σακιά του 1 m<sup>3</sup>, τα οποία θα εδράζονται μέσα στις πλαστικές δεξαμενές και θα απομακρύνονται καθημερινά από τον χώρο παραγωγής με φορτηγό όχημα. Κατ' επέκταση ελαχιστοποιείται έτσι η παρέμβαση στο φυσικό θαλάσσιο περιβάλλον.

Τονίζεται έτσι ξανά, ότι οι επιπτώσεις διαφέρουν σημαντικά αναλόγως των χαρακτηριστικών της κάθε μονάδας, της δυναμικότητας, του οικοσυστήματος και των περιβαλλοντικών στοιχείων χαρακτηριστικών και απαραίτητη κρίνεται η εμπειριστατωμένη ΜΕΕΠ εφόσον αποφασιστεί όπως ενεργοποιηθεί μονάδα αφαλάτωσης πλησίον της ιχθυομονάδας.

Όσον αφορά τις πιθανές επιπτώσεις της ιχθυομονάδας σε μελλοντικό σταθμό αφαλάτωσης, δεν υπάρχουν δεδομένα ή μελέτες που να βοηθούν στην αξιολόγηση των επιπτώσεων. Δυνητικά, η απελευθέρωση θρεπτικών συστατικών όπως άζωτο και φώσφορο από τις ιχθυοτροφές και τα απόβλητα καθώς και τα στερεά απόβλητα/ρύπανση, θα μπορούσε να οδηγήσουν σε φραγμό και βιολογική ρύπανση (biofouling) των αγωγών, φίλτρων και μεμβρανών, αυξάνοντας τις απαιτήσεις συντήρησης και μειώνοντας την αποδοτικότητα. Η αντίστροφη ώσμωση και οι προηγμένες διεργασίες προ-επεξεργασίας στις μονάδες αφαλάτωσης είναι γενικά πολύ αποτελεσματικές στην απομάκρυνση ενός ευρέος φάσματος ρυπογόνων ουσιών, συμπεριλαμβανομένων εκείνων που ενδεχομένως να εισάγονται και από τις ιχθυοκαλλιέργειες (π.χ. θρεπτικά συστατικά, οργανικά απόβλητα, χημικές ουσίες). Αυτό εξασφαλίζει ότι το παραγόμενο νερό είναι ασφαλές για χρήση από τους καταναλωτές.

Ωστόσο, η αποτελεσματικότητα αυτών των διεργασιών πρέπει να είναι σταθερά υψηλή για να αντιμετωπίζει τυχόν διακυμάνσεις στην ποιότητα του νερού εισαγωγής που προκαλούνται από κοντινές δραστηριότητες ιχθυοκαλλιέργειας. Οι μονάδες αφαλάτωσης θα πρέπει να λειτουργούν βάσει αυστηρών ρυθμιστικών προτύπων που υπαγορεύουν την ποιότητα του παραγόμενου νερού. Η τακτική παρακολούθηση και οι δοκιμές είναι ζωτικής σημασίας για να διασφαλιστεί ότι τα πρότυπα αυτά τηρούνται με συνέπεια, προστατεύοντας έτσι την υγεία των καταναλωτών. Αυτό περιλαμβάνει δοκιμές για συγκεκριμένους ρύπους που θα μπορούσαν να είναι αυξημένοι λόγω της γειννίας με ιχθυοκαλλιέργειες. Εάν η προ-επεξεργασία δεν επαρκεί για την απομάκρυνση όλων των ρύπων, θα μπορούσαν να υπάρξουν κίνδυνοι που σχετίζονται με χημικούς ρύπους όπως τα αντιβιοτικά και τα βαρέα μέταλλα, οι οποίοι ενδέχεται να μην εξαλείφονται πλήρως με τις συνήθεις διαδικασίες αφαλάτωσης. Οι ουσίες αυτές μπορεί να προκαλέσουν κινδύνους για την υγεία εάν καταναλωθούν και η αυξημένη παρουσία τους θα χρίζει απαραίτητη την χρήση προηγμένων τεχνολογιών επεξεργασίας όπως η επεξεργασία με υπεριώδη ακτινοβολία, προηγμένες διεργασίες οξείδωσης και πρόσθετα στάδια διήθησης.

Σημειώνεται ότι υφιστάμενες μονάδες αφαλατώσεων λειτουργούν ήδη πλησίον ιχθυοτροφείων και ιχθυογεννητικών σταθμών. Η πιθανή αλληλεπίδραση παρουσιάζεται εντονότερα στον σταθμό αφαλάτωσης της Λεμεσού (Επισκοπής) ο οποίος βρίσκεται μόλις γύρω στα 260 m και 1060 m απόσταση από δυο ιχθυογεννητικούς σταθμούς, γαρίδας και τσιπούρας/λαβράκι, αντίστοιχα. Και οι

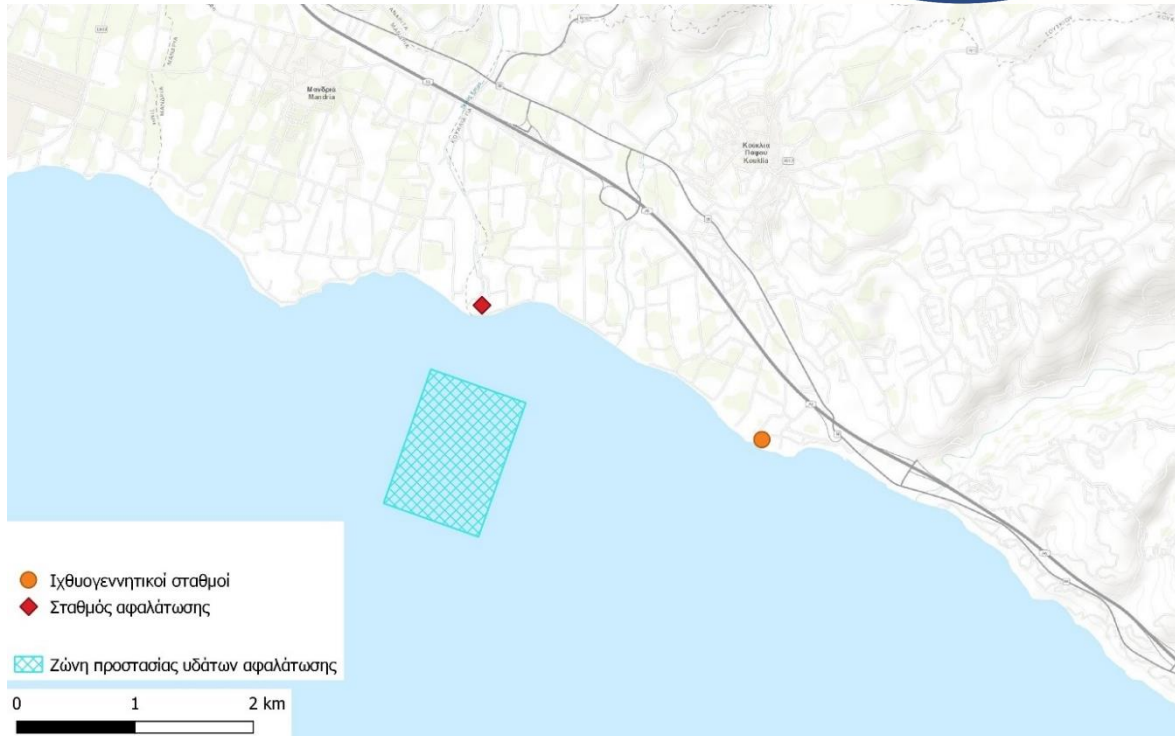


δύο αυτοί σταθμοί απελευθερώνουν στη θάλασσα μεγάλη ποσότητα νερού και αποβλήτων σε καθημερινή βάση μετά τη χρήση του νερού για τις ανάγκες των μονάδων. Επιπλέον, ο ιχθυογεννητικός σταθμός τσιπούρας/λαβράκι στα Κούκλια βρίσκεται 2,6 km από τον σταθμό αφαλάτωσης της Πάφου και 2 km από την αντίστοιχη ζώνη. Ο σταθμός του Βασιλικού βρίσκεται 2,6 km από την πλησιέστερη μονάδα (Seawave) ενώ στην περιοχή γειτνιάζουν αρκετές άλλες ιχθυομονάδες. Σε όλες τις μονάδες αφαλάτωσης πραγματοποιείται τακτικός χημικός και μικροβιολογικός έλεγχος από χημικούς, χημικούς μηχανικούς τόσο του ακατέργαστου όσο και του παραγόμενου πόσιμου νερού ώστε να πληρούνται τα Ευρωπαϊκά πρότυπα. Εξειδικευμένο προσωπικό παρακολουθεί την ποιότητα του κατεργασμένου νερού σε 24ωρη βάση ενώ υπάρχουν αυτοματοποιημένα συστήματα τα οποία ελέγχουν την πίεση και τις ουσίες σε πραγματικό χρόνο. Η απουσία ένδειξης επηρεασμού των υφιστάμενων μονάδων αφαλάτωσης από τις υπάρχοντες ιχθυομονάδες και ιχθυογεννητικούς σταθμούς μέχρι σήμερα, ενδεικνύει χαμηλή πιθανότητα επιπτώσεων.

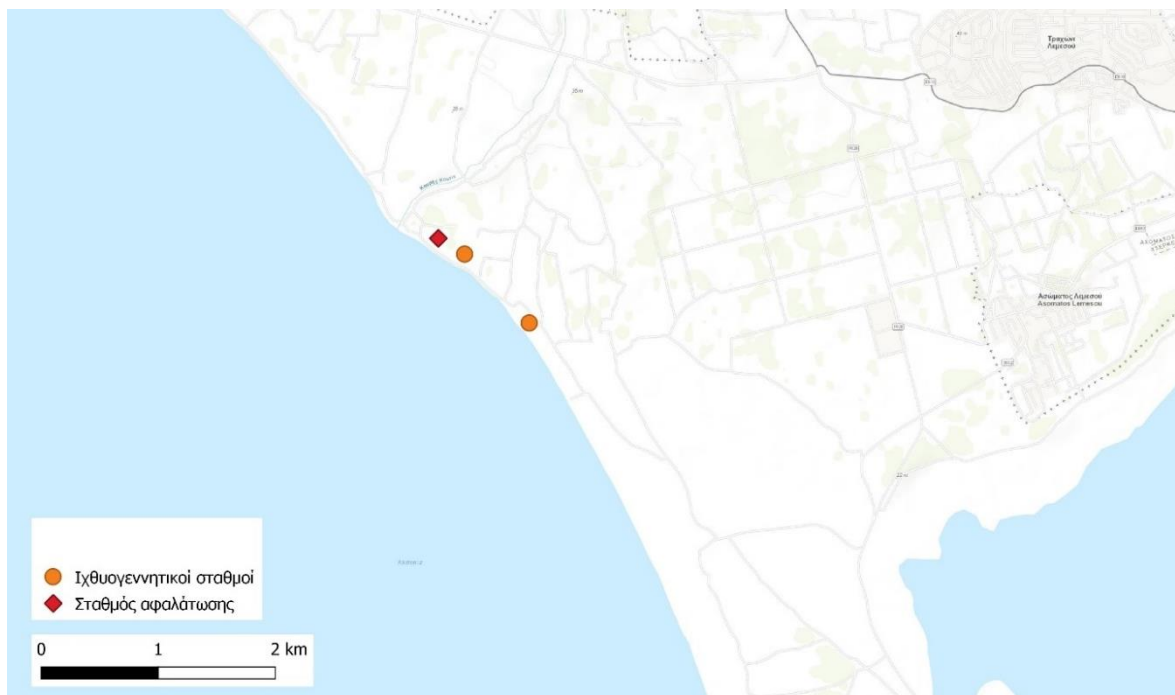
Παράλληλα, το μοντέλο MERAMOD στην παρούσα ΜΕΕΠ, έδειξε ότι η διασπορά αποβλήτων της προτεινόμενης ιχθυομονάδας αναμένεται να επικεντρωθεί πλησίον των κλωβών σε απόσταση μικρότερη των 500 m, ενώ δεν θα κινηθεί προς τα βόρειο-δυτικά όπου βρίσκεται η ζώνη. Επιπλέον, η μελλοντική εγκατάσταση μονάδας στη ζώνη προστασίας των υδάτων και η απόρριψη ή άντληση υδάτων θα μπορούσε να γίνει στο δυτικότερο σημείο της ζώνης σε απόσταση >2 km από την ιχθυομονάδα ώστε να μειωθούν σημαντικά οι αλληλοεπιδράσεις που δύναται να υπάρξουν.

Συνοψίζοντας, οι όποιες επιπτώσεις εξαρτώνται από τη δυναμικότητα, τις μεθοδολογίες, την τοποθεσία και τα χαρακτηριστικά των δύο μονάδων αλλά και των περιβαλλοντικών χαρακτηριστικών. Δεν αναμένονται επιπτώσεις από την ιχθυομονάδα στον σταθμό αφαλάτωσης ή και αντίστροφα, ωστόσο, προτείνεται αυστηρός έλεγχος και τακτική παρακολούθηση που θα διασφαλίζει την αποδοτικότητα και των δύο συστημάτων αλλά πρωτίστως την υγεία των καταναλωτών μέσω έγκαιρης παρακολούθησης, πρόληψης, και αντίδρασης. Επιπλέον, οι πιθανές συνεργιστικές επιπτώσεις θα πρέπει να εξεταστούν στα πλαίσια ΜΕΕΠ που θα διεκπεραιωθούν στα πλαίσια ανέγερσης μονάδας αφαλάτωσης όταν υπάρχουν και τα τεχνικά χαρακτηριστικά της προτεινόμενης μονάδας.

Στους Χάρτες 1-3 πιο κάτω παρουσιάζονται υφιστάμενες μονάδες ή ζώνες αφαλατώσεων πλησίον υφιστάμενων ιχθυομονάδων / ιχθυογεννητικών σταθμών στην Κύπρο στους οποίους δεν παρατηρήθηκε μέχρι σήμερα οποιοδήποτε πρόβλημα.



**Χάρτης 1.** Σταθμός αφαλάτωσης Πάφου (Κούκλια).



**Χάρτης 2.** Σταθμός αφαλάτωσης Λεμεσού (Επισκοπής).





**Χάρτης 3.** Σταθμός αφαλάτωσης Βασιλικού.

### Βιβλιογραφία

- Argyrou, M. (1999). Impact of desalination plant on marine macrobenthos in the coastal waters of Dhekelia Bay, Cyprus. Department of Fisheries, Ministry of Agriculture. *Natural Resources and Environment*, 13.
- Bleninger, T., & Jirka, G. H. (2011). Mixing zone regulation for effluent discharges into EU waters. In *Proceedings of the Institution of Civil Engineers-Water Management* (Vol. 164, No. 8, pp. 387-396). Thomas Telford Ltd.
- Capó, X, Tejada, S, Ferriol, P, Pinya, S, Mateu-Vicens, G, Montero-González, I, Box, A, Sureda, A (2020) Hypersaline water from desalinization plants causes oxidative damage in *Posidonia oceanica* meadows. *Science of The Total Environment* 736, 139601
- de-la-Ossa-Carretero, J. A., Del-Pilar-Ruso, Y., Loya-Fernández, A., Ferrero-Vicente, L. M., Marco-Méndez, C., Martínez-García, E., ... & Sánchez-Lizaso, J. L. (2016). Bioindicators as metrics for environmental monitoring of desalination plant discharges. *Marine pollution bulletin*, 103(1-2), 313-318.
- Del-Pilar-Ruso, Y., De-la-Ossa-Carretero, J. A., Giménez-Casalduero, F., & Sánchez-Lizaso, J. L. (2008). Effects of a brine discharge over soft bottom Polychaeta assemblage. *Environmental pollution*, 156(2), 240-250.
- Dufour, V., Cantou, M., & Lecomte, F. (2009). Identification of sea bass (*Dicentrarchus labrax*) nursery areas in the north-western Mediterranean Sea. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 89(7), 1367-1374.
- Elsaid, K., Kamil, M., Sayed, E. T., Abdelkareem, M. A., Wilberforce, T., & Olabi, A. (2020). Environmental impact of desalination technologies: A review. *Science of the total environment*, 748, 141528.

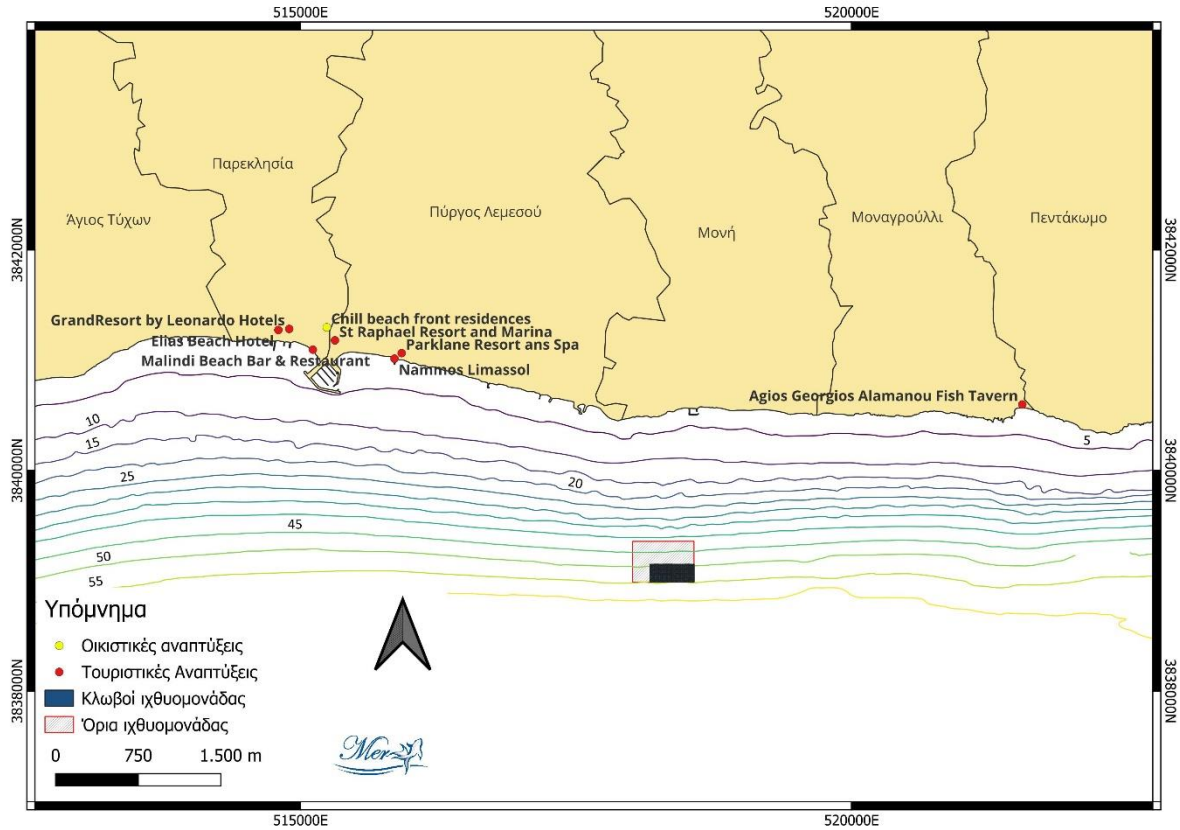
- Fernández-Torquemada, Y., Sánchez-Lizaso, J. L., & González-Correa, J. M. (2005). Preliminary results of the monitoring of the brine discharge produced by the SWRO desalination plant of Alicante (SE Spain). *Desalination*, 182(1-3), 395-402.
- Gacia, E., Invers, O., Manzanera, M., Ballesteros, E., & Romero, J. (2007). Impact of the brine from a desalination plant on a shallow seagrass (*Posidonia oceanica*) meadow. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 72(4), 579-590.
- Kress, N. (2019). *Marine impacts of seawater desalination: science, management, and policy*. Elsevier.
- Kress, N., Gertner, Y., & Shoham-Frider, E. (2020). Seawater quality at the brine discharge site from two mega size seawater reverse osmosis desalination plants in Israel (Eastern Mediterranean). *Water research*, 171, 115402.
- Montgomery, M. T., Boyd, T. J., Osburn, C. L., Plummer, R. E., Masutani, S. M., & Coffin, R. B. (2009). Desalination technology waste streams: Effect of pH and salinity on metabolism of marine microbial assemblages. *Desalination*, 249(2), 861-864.
- Petersen, K., Heck, N., G. Reguero, B., Potts, D., Hovagimian, A., & Paytan, A. (2019). Biological and physical effects of brine discharge from the Carlsbad Desalination plant and implications for future desalination plant constructions. *Water*, 11(2), 208.
- Pistocchi, A., Bleninger, T., & Dorati, C. (2020). Screening the hurdles to sea disposal of desalination brine around the Mediterranean. *Desalination*, 491, 114570.
- Qasim, M., Badrelzaman, M., Darwish, N. N., Darwish, N. A., & Hilal, N. (2019). Reverse osmosis desalination: A state-of-the-art review. *Desalination*, 459, 59-104.
- Riera, R., Tuya, F., Sacramento, A., Ramos, E., Rodríguez, M., & Monterroso, Ó. (2011). The effects of brine disposal on a subtidal meiofauna community. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 93(4), 359-365.
- Roberts, D. A., Johnston, E. L., & Knott, N. A. (2010). Impacts of desalination plant discharges on the marine environment: A critical review of published studies. *Water research*, 44(18), 5117-5128.
- Xevgenos, D., Marcou, M., Louca, V., Avramidi, E., Ioannou, G., Argyrou, M., ... & Kuepper, F. (2021). Aspects of environmental impacts of seawater desalination: Cyprus as a case study. *Desalination and Water Treatment*.
- Zhou, J., Chang, V. W. C., & Fane, A. G. (2013). An improved life cycle impact assessment (LCIA) approach for assessing aquatic eco-toxic impact of brine disposal from seawater desalination plants. *Desalination*, 308, 233-241.

β) Να γίνει συσσωρευτική εκτίμηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων από την κατασκευή και λειτουργία της προτεινόμενης μονάδας υδατοκαλλιέργειας, λαμβάνοντας υπόψη τη μετακίνηση των δύο ιχθυομονάδων από το Ενεργειακό Κέντρο στα ανατολικά της υπό αξιολόγηση ιχθυομονάδας. Να γίνει επίσης συσσωρευτική εκτίμηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων λαμβάνοντας υπόψη τα χερσαία νόμιμα και παράνομα έργα εντός της περιοχής μελέτης.

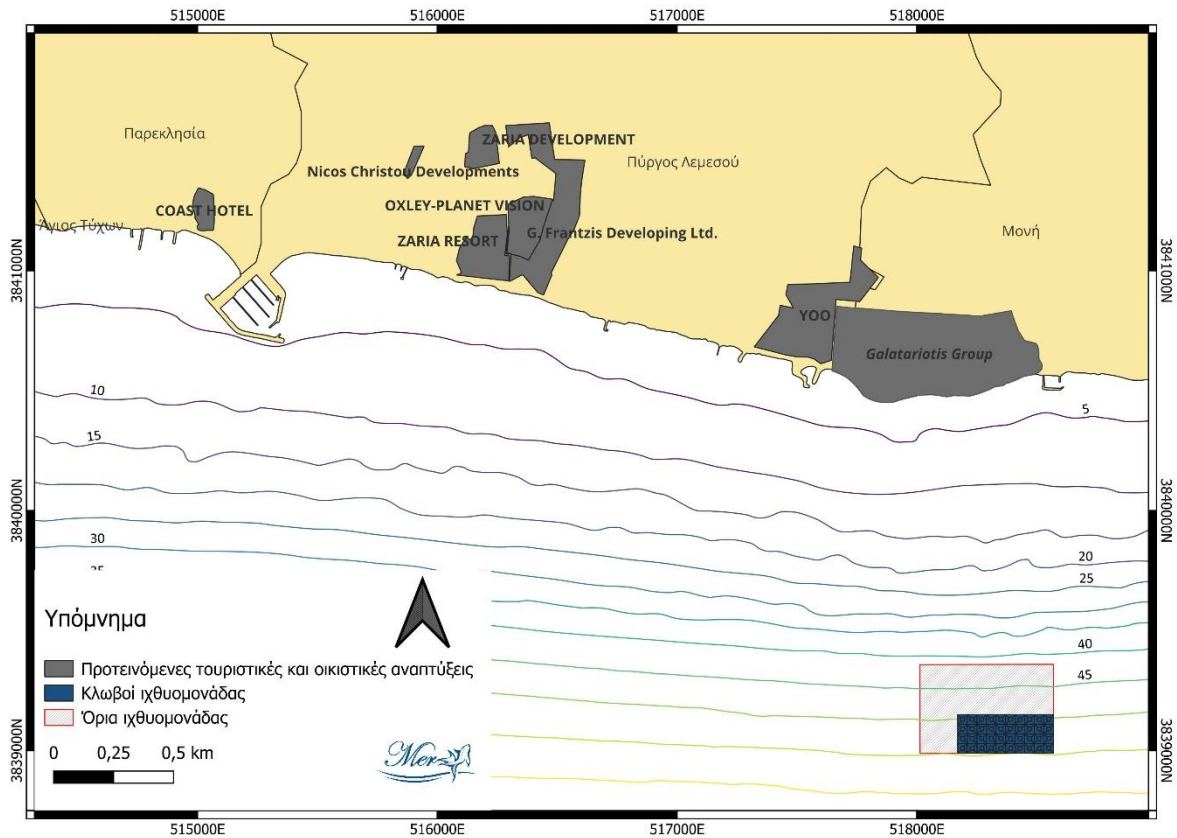
Οι υφιστάμενες και υπό ανέγερση τοπικές επιχειρήσεις που δραστηριοποιούνται στην παρακείμενη παράκτια / χερσαία περιοχή της Μονής και γειτνιαζόντων κοινοτήτων είναι κυρίως τουριστικές/οικιστικές και βιομηχανικές (Πίνακας 1, Χάρτης 4 - 6).

**Πίνακας 1.** Απόσταση υφιστάμενων τουριστικών, βιομηχανικών και οικιστικών αναπτύξεων εντός της ακτίνας ενδιαφέροντος Μελέτης 4 km από το προτεινόμενο έργο ΙΧΘΥΣ.

Είδος αναπτύξεων	Ονομασία Ανάπτυξης	Τοποθεσία	Απόσταση από το προτεινόμενο έργο (m)
Τουριστικές ή Οικιστικές	St Raphael Resort and Marina	Πύργος Λεμεσού και Παρεκκλησιά	3500
	Parklane, Resort & Spa, Limassol	Πύργος Λεμεσού	2900
	GrandResort by Leonardo Hotels	Παρεκκλησιά	4000
	Elias Beach Hotel	Παρεκκλησιά	4000
	Agios Georgios Alamanou Fish Tavern	Μοναγρούλλι	3300
	Nammos Limassol	Πύργος Λεμεσού	3000
	Malindi Beach Bar & Restaurant «Chill beach front residences» της Εταιρείας Larinto Company Ltd.	Παρεκκλησιά Πύργος Λεμεσού	3600 3600
Προτεινόμενες / αδειοδοτημένες τουριστικές ή οικιστικές	Ξενοδοχειακή μονάδα «COAST HOTEL»	Παρεκκλησιά	3700
	Ξενοδοχειακή μονάδα «ZARIA RESORT - GRAND HYATT LIMASSOL» G. Frantzis Developing Ltd.	Πύργος Λεμεσού Πύργος Λεμεσού	2600
	Nicos Christou Developments Ltd.	Πύργος Λεμεσού	3200
	Πολυώροφες αναπτύξεις με την ονομασία «ZARIA DEVELOPMENT»	Πύργος Λεμεσού	2900
	Πολυώροφες αναπτύξεις και κατοικίες με ονομασία «ΥΟΟ»	Πύργος Λεμεσού	1500
	Μικτή ανάπτυξη CCC Real Estate Company Ltd. (Galatariotis Group) Μικτή τουριστική ανάπτυξη με την ονομασία «OXLEY-PLANET VISION»	Πύργος Λεμεσού και Μονή Πύργος Λεμεσού	1400 2500
Βιομηχανικές	Κέντρο ανακύκλωσης της εταιρείας Barracuda Intertrade Ltd.	Μονή	1400
	Μονάδα επεξεργασίας Λυμάτων Σ.Α.Λ.Α	Μονή	2100
	Ηλεκτροπαραγωγικός Σταθμός Μονής (εφεδρικός σταθμός)	Μονή	2300
	Τσιμεντοποιείο Μονής (μη ενεργό)	Μονή	1700
	Ζώνη Αφαλάτωσης (πιθανή μελλοντική λειτουργία)	Μονή	660

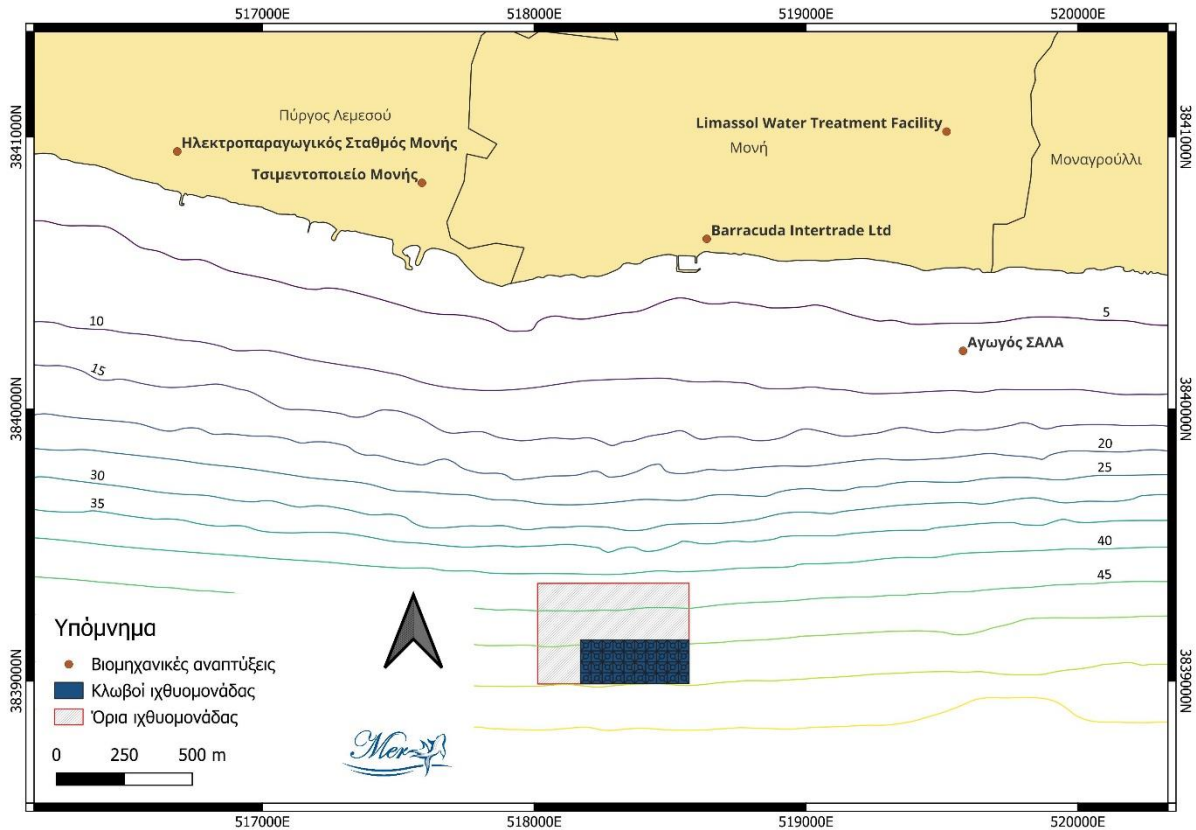


**Χάρτης 4.** Υφιστάμενες τουριστικές / οικιστικές αναπτύξεις στην παράκτια περιοχή του προτεινόμενου έργου ΙΧΘΥΣ.



**Χάρτης 5.** Υπό ανέγερση τουριστικές / οικιστικές αναπτύξεις στην παράκτια περιοχή του προτεινόμενου έργου ΙΧΘΥΣ.





**Χάρτης 6.** Υφιστάμενες βιομηχανίες στην παράκτια περιοχή του προτεινόμενου έργου ΙΧΘΥΣ.

Η υδατοκαλλιέργεια αναμένεται να γίνει η κύρια πηγή πρωτεΐνης στο μέλλον (Duarte *et al.*, 2009). Ωστόσο, η υδατοκαλλιέργεια συνεπάγεται με αρνητικές περιβαλλοντικές επιπτώσεις κυρίως λόγω των αποβλήτων που απελευθερώνονται στο θαλάσσιο περιβάλλον οι οποίες αναλύονται στη ΜΕΕΠ που υποβλήθηκε. Συνοψίζοντας η προσθήκη θρεπτικών συστατικών από τα ιχθυοτροφεία μπορεί να επηρεάσει την οικολογική ισορροπία των γειτονικών περιοχών (Sara 2007), ενώ η περίσσεια τροφή και τα απόβλητα ψαριών καθίζονται και επηρεάζουν τον πυθμένα (Kalantzi and Karakassis, 2006), τα βενθικά είδη συμπεριλαμβανομένου και τα τοπικά λιβάδια του φανερόγαμου της Ποσειδωνίας *Posidonia oceanica* (Holmer *et al.*, 2008). Επιπλέον, περιβαλλοντικές ανησυχίες περιλαμβάνουν την επίδραση μετάλλων και φαρμακευτικών ουσιών, όπως τα αντιβιοτικά (Justino *et al.*, 2016; Kalantzi *et al.*, 2021), καθώς και τις αλληλεπιδράσεις των διαφυγόντων εκτρεφόμενων ψαριών με τα άγρια ψάρια, οδηγώντας σε μετάδοση ασθενειών και γενετικές αλλαγές (Youngson *et al.*, 2001).

Οι επιπτώσεις από την υδατοκαλλιέργεια είναι κυρίως τοπικές. Υπό διάφορες περιβαλλοντικές συνθήκες τα απόβλητα από τα ιχθυοτροφεία επηρεάζουν το περιβάλλον σε αποστάσεις έως και 1 km από τους ιχθυοκλωβούς (Sarà *et al.*, 2006; Keeley *et al.*, 2019). Εφόσον οι παράκτιες τουριστικές / οικιστικές και βιομηχανικές δραστηριότητες που κάνουν χρήση του θαλασσινού νερού βρίσκονται σε μεγαλύτερες αποστάσεις από το 1 km εκτιμούμε ότι είναι δύσκολο να αλληλοεπηρεαστούν από το προτεινόμενο έργο. Υπάρχει το ενδεχόμενο της οπτικής ενόχλησης για κάποιους κατοίκους / χρήστες



στα παράκτια, υπάρχουν όμως και θετικές επιπτώσεις όπου τα ιχθυοτροφεία προσφέρουν ευκαιρίες ψυχαγωγίας και οικοτουρισμού (Massa *et al.*, 2017).

Όσον αφορά το ερώτημα κατά πόσο μπορούν να υπάρξουν συσσωρευτικές περιβαλλοντικές επιπτώσεις από τις παράκτιες αναπτύξεις και το προτεινόμενο έργο, αυτό είναι κάτι που χρειάζεται περαιτέρω έρευνα για να διαπιστωθεί με σαφήνεια. Κάποιες εκτιμήσεις μπορούν να γίνουν με βάση την εμπειρογνωμοσύνη των μελετητών όμως με αρκετό βαθμό αβεβαιότητας.

Όλες οι ανθρωπογενείς δραστηριότητες στο παράκτιο μέτωπο και τα ιχθυοτροφεία είναι πηγές ρύπανσης και μπορούν να έχουν συσσωρευτική επίδραση στο περιβάλλον. Για παράδειγμα ο θαλάσσιος χώρος μελέτης θα έχει αυξημένη ανθρώπινη παρουσία που μπορεί να ενοχλεί κάποια ντροπαλά είδη πανίδας. Αναμένονται επίσης αυξημένα επίπεδα ήχου καθώς και τεχνητού φωτισμού των οποίων οι επιπτώσεις στο θαλάσσιο οικοσύστημα δεν έχουν ακόμη αξιολογηθεί σε αρκετό βαθμό.

Όλες οι **τουριστικές / οικιστικές** εγκαταστάσεις και ο χώρος αποθήκευσης ανακυκλώσιμων υλικών Barracuda Intertrade Ltd. αποτελούν πηγές ρύπανσης κυρίως στερεών αποβλήτων που μπορούν να συμβάλουν συνεργιστικά με σκουπίδια που συσσωρεύονται γύρω από τα ιχθυοτροφεία τα οποία πηγάζουν από απώλειες εξοπλισμού και υλικών ιχθυοτροφείου και άλλα αναλώσιμα κυρίως από ερασιτέχνες αλιείς που συχνά συγκεντρώνονται περιμετρικά του ιχθυοτροφείου. Από την άλλη αυτό συνεπάγεται με κακές πρακτικές χρηστών και τρόπων αποθήκευσης και περισυλλογής σκουπιδιών κάτι που δεν ανταποκρίνεται απόλυτα με την πραγματικότητα καθώς τα ξενοδοχεία και κέντρα αναψυχής στην παραλία εφαρμόζουν συχνούς καθαρισμούς και δίνουν ιδιαίτερη έμφαση στην καθαριότητα του περιβάλλοντα χώρου και οι ιχθυοτρόφοι και αλιείς έχουν πλέον αυξημένο αίσθημα περιβαλλοντικής ευθύνης.

Ιδιαίτερης σημασίας είναι το παράνομα χτισμένο εστιατόριο στον Άγιο Γεώργιο Αλαμάνου. Το εστιατόριο είναι χτισμένο σε γεωργική γη και δεν διαθέτει εγκατεστημένο σύστημα αποχέτευσης. Αυτό είναι προβληματικό, καθώς προκύπτουν ερωτήματα σχετικά με τη διαχείριση των αποβλήτων και την ποσοτικοποίηση των επιπτώσεων στη γύρω περιοχή. Ωστόσο, βρίσκεται >3 km ανατολικά από την περιοχή της ιχθυοκαλλιέργειας ΙΧΘΥΣ, και σε αυτή την απόσταση δεν αναμένονται συσσωρευτικές επιπτώσεις.

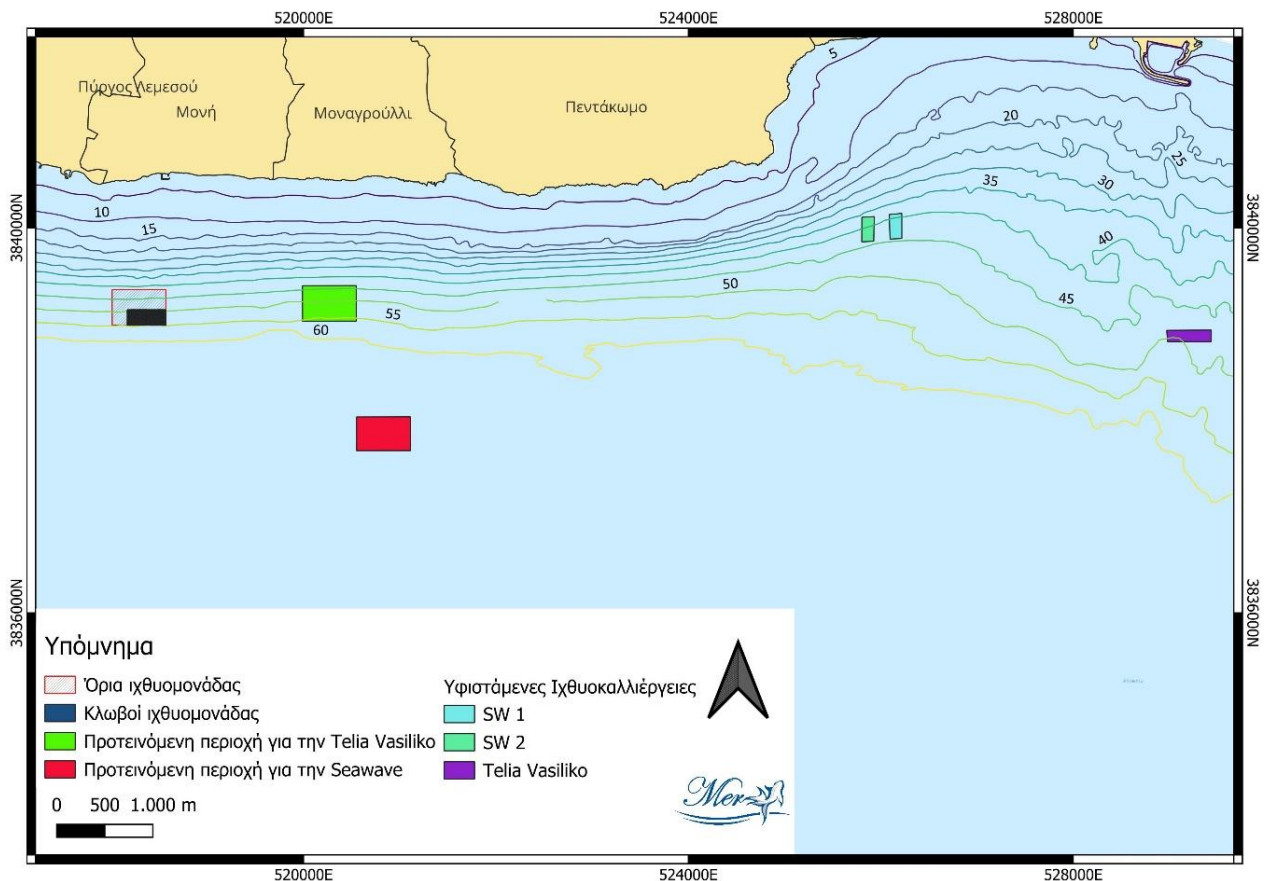
Όσον αφορά τις παρακείμενες **βιομηχανίες** που αποβάλλουν αιωρούμενα στερεά και διαλυμένα υγρά απόβλητα, δηλαδή τον εφεδρικό Ηλεκτροπαραγωγικό Σταθμό Μονής και το Σταθμό επεξεργασίας λυμάτων του Συμβουλίου Αποχετεύσεων Λεμεσού Αμαθούντας (ΣΑΛΑ), βρίσκονται σε

απόσταση 2.3 km βορειοδυτικά και 2.1 km βορειοανατολικά, αντίστοιχα, από το προτεινόμενο ιχθυοτροφείο. Συσσωρευτικές περιβαλλοντικές επιπτώσεις διαλυμένων και αιωρούμενων ρυπογόνων ουσιών που απορρίπτονται εκάστοτε εκτιμούμε ότι είναι δύσκολο να εντοπιστούν όμως δεν μπορούν να αποκλειστούν.

Ο σταθμός επεξεργασίας λυμάτων του ΣΑΛΑ, σύμφωνα με σχετικό όρο της Άδειας του Τμήματος Αναπτύξεως Υδάτων, σε περίπτωση που τα επεξεργασμένα λύματα δεν είναι δυνατόν να διατεθούν για άρδευση κατά τους χειμερινούς μήνες (Δεκέμβριο - Φεβρουάριο), επιτρέπεται η απόρριψή τους στη θάλασσα μέσω υποθαλάσσιου αγωγού που βρίσκεται στα 5 m βάθος. Η απόρριψη επιτρέπεται υπό διάφορες προϋποθέσεις, όπως το ότι τα επεξεργασμένα λύματα πρέπει να πληρούν συγκεκριμένα ποιοτικά όρια, τα οποία έχουν καθοριστεί ειδικά για την περίπτωση της απόρριψης στη θάλασσα. Η ποσότητα των επεξεργασμένων λυμάτων που απορρίφθηκε στη θάλασσα τα έτη 2013-2018 είναι περίπου 1 εκ. m<sup>3</sup> ανά έτος και από ελέγχους που γίνονται στα πλαίσια παρακολούθησης έχουν καταγραφεί υπερβάσεις ανώτατων ορίων σε διάφορους παραμέτρους σε κάθε έτος (Antoniades *et al.*, 2020). Αιωρούμενα σωματίδια, ολικό φώσφορο και άζωτο και βαρέα μέταλλα που απορρέουν στη θάλασσα από τον αγωγό ΣΑΛΑ τους χειμερινούς μήνες μπορούν να προκαλέσουν συσσωρευτικές περιβαλλοντικές επιπτώσεις με απόβλητα ιχθυομονάδων. Παρόλα αυτά, η μεγάλη απόσταση από το προτεινόμενο ιχθυοτροφείο και το γεγονός ότι οι απορρίψεις γίνονται κάποιες ημέρες της χειμερινής περιόδου που επικρατούν έντονες υδροδυναμικές συνθήκες με καλύτερη ανακύκλωση νερού, και η ιχθυομονάδα έχει μειωμένες τροφοδοσίες και ως εκ τούτου λιγότερα απόβλητα, θεωρούμε ότι οι πιθανότητες να εντοπιστούν συσσωρευτικές επιπτώσεις είναι χαμηλές. Παρόλα αυτά συστήνεται στοχευμένη παρακολούθηση των πιθανών περιβαλλοντικών παραμέτρων που μπορούν να έχουν συσσωρευτική επίδραση.

Ο σταθμός παραγωγής ενέργειας της Μονής είναι εφεδρικός και παράγει λιγότερο από 1% της συνολικής ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται από Ηλεκτροπαραγωγούς Σταθμούς της Αρχής στην Κύπρο (Antoniades *et al.*, 2020). Όταν είναι ενεργός, χρησιμοποιείται θαλάσσιο νερό για ψύχρανση του συστήματος και που έχει ως αποτέλεσμα την απελευθέρωση ζεστού νερού στη θάλασσα. Η επίδραση αυτής της θερμικής ρύπανσης και διασποράς έχει μελετηθεί και εκτιμάτε ότι οι επιπτώσεις είναι τοπικές (Roornima *et al.*, 2005). Τα νερό που απορρίπτεται εμπεριέχει και ρυπογόνες ουσίες όπως τα βαρέα μέταλλα Hg, As, Pb (EPA, 2013). Ωστόσο, λόγω της μεγάλης απόστασης από το ιχθυοτροφείο και της περιορισμένης χρήσης του ηλεκτροπαραγωγού σταθμού οι συσσωρευτικές επιπτώσεις με βαρέα μέταλλα που πηγάζουν με το ιχθυοτροφείο που δεν αποτελούν σημαντική πηγή ρύπανσης βαρέων μετάλλων, αναμένονται να είναι αμελητέες.

Όσον αφορά τη **μεταφορά ιχθυομονάδων** Seawave Fisheries (με αδειοδοτημένη παραγωγή 1500 τόνων ανά έτος) και Telia Vasiliko (με αδειοδοτημένη παραγωγή 500 τόνων ανά έτος) από τον κόλπο Βασιλικού στα 2500 m και 1400 m από την προτεινόμενη ιχθυομονάδα ΙΧΘΥΣ (**Χάρτης 7**), μπορεί να οδηγήσει σε συσσωρευτικές τοπικές αρνητικές επιπτώσεις στο γύρω περιβάλλον, κυρίως μέσω της απόθεσης και διασποράς αποβλήτων. Θεωρούμε ότι θα είναι δύσκολο να εντοπιστούν οι πιθανές συσσωρευτικές επιπτώσεις των αποβλήτων αυτών αλλά εκτιμάτε ότι θα μπορούν να προκαλέσουν έξαρση ευκαιριακών μακροφυκών στα παράκτια θαλάσσια οικοσυστήματα ή/και αύξηση μεδουσών γύρω από τα ιχθυοτροφεία ή/και αύξηση επίφυτων στα φύλλα Ποσειδωνίας. Αυτά τα φαινόμενα ευτροφισμού δεν συμπεριλαμβάνονται στο πρόγραμμα παρακολούθησης και είναι δύσκολο να καταλογιστούν στις συσσωρευτικές επιπτώσεις των ιχθυοτροφείων. Θεωρούμε ότι οι πιθανές συσσωρευτικές επιπτώσεις θα πρέπει να εξεταστούν στα πλαίσια των ΜΕΕΠ που θα γίνουν για τη μετακίνηση των ιχθυομονάδων Seawave Fisheries και Telia Vasiliko, καθώς και στα πλαίσια ενός βελτιωμένου προγράμματος παρακολούθησης.



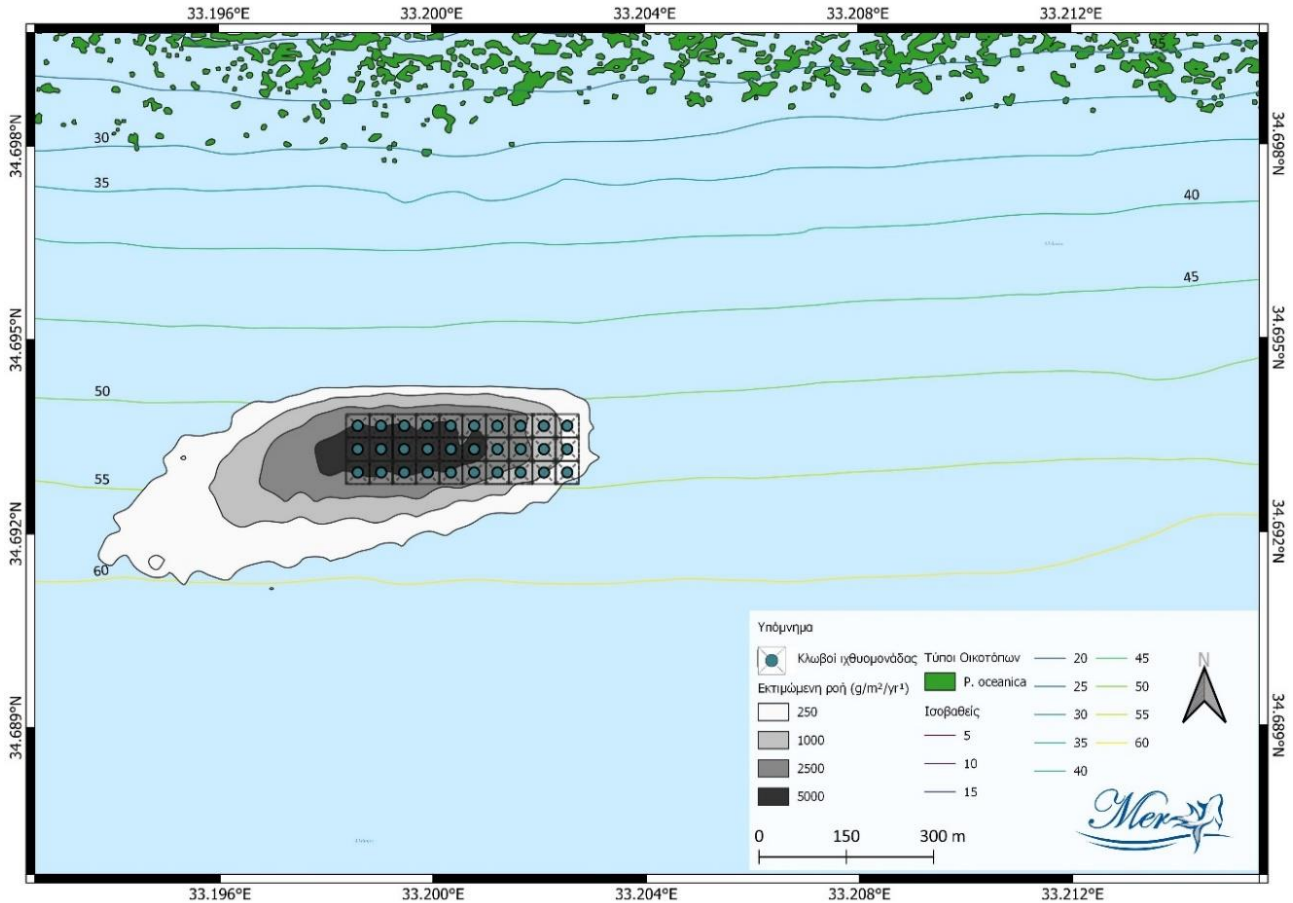
**Χάρτης 7.** Προτεινόμενη περιοχή για τους κλωβούς της ιχθυομονάδας ΙΧΘΥΣ και προτεινόμενες και υφιστάμενες θέσεις για τις ιχθυοκαλλιέργειες Seawave Fisheries και Telia Vasiliko.

Άξιο αναφοράς είναι το γεγονός ότι στο παρών στάδιο το ιχθυοτροφείο Seawave Fisheries λειτουργεί εδώ και πολλά χρόνια σε λιγότερο από 1 km απόσταση από την Blue Island, τη μεγαλύτερη ιχθυομονάδα της Κύπρου με ετήσια αδειοδοτημένη παραγωγή 2200 τόνους ανά έτος. Συνολικά, 3700 τόνοι ανά έτος μπορούν να παραχθούν από τις δύο ιχθυοκαλλιέργειες σε κοντινή απόσταση και η Αρμόδια Αρχή δεν έχει εντοπίσει οποιεσδήποτε συσσωρευτικές αρνητικές επιπτώσεις από την εφαρμογή του Προγράμματος Παρακολούθησης που υλοποιείται σε εξαμηνιαία βάση από εξωτερικούς συμβούλους. Συγκρίνοντας, η απόσταση μεταξύ της προγραμματισμένης ιχθυομονάδας ΙΧΘΥΣ με τις μελλοντικές Seawave Fisheries και Telia Vasiliko είναι μεγαλύτερη, η συνολική παραγωγή και των τριών ιχθυοτροφείων είναι μικρότερη και τα βάθη μεγαλύτερα κάτι που συνιστά καλύτερη διασπορά αποβλήτων και μετριασμό των περιβαλλοντικών επιπτώσεων.

Λόγω περιορισμένου χρόνου δεν έγιναν προσομοιώσεις του μοντέλου διασποράς ιχθυοκαλλιεργητικών αποβλήτων MERAMOD για τις μονάδες που θα μετακινηθούν. Η συλλογή στοιχείων από τα ιχθυοτροφεία που προτείνονται να μετακινηθούν για να τροφοδοτήσουν το μοντέλο είναι χρονοβόρα διαδικασία. Συστήνεται να ζητηθεί από τους περιβαλλοντικούς συμβούλους των ΜΕΕΠ που θα γίνουν για τη μετακίνηση ιχθυοτροφείων όπως γίνει προσομοίωση του μοντέλου MERAMOD για όλα τα κοντινά ιχθυοτροφεία. Χρησιμοποιώντας μη-επιστημονική προσέγγιση με μεγάλο βαθμό αβεβαιότητας, επιλέξαμε το χειρότερο σενάριο προσομοίωσης MERAMOD που παρουσιάσαμε στη ΜΕΕΠ για την προτεινόμενη ιχθυομονάδα ΙΧΘΥΣ (**Χάρτης 8**) και τοποθετήσαμε το ίδιο πολύγωνο διασποράς αποβλήτων πάνω από τα προτεινόμενα σημεία μετακίνησης των ιχθυομονάδων Seawave Fisheries και Telia Vasiliko (**Χάρτης 9**).

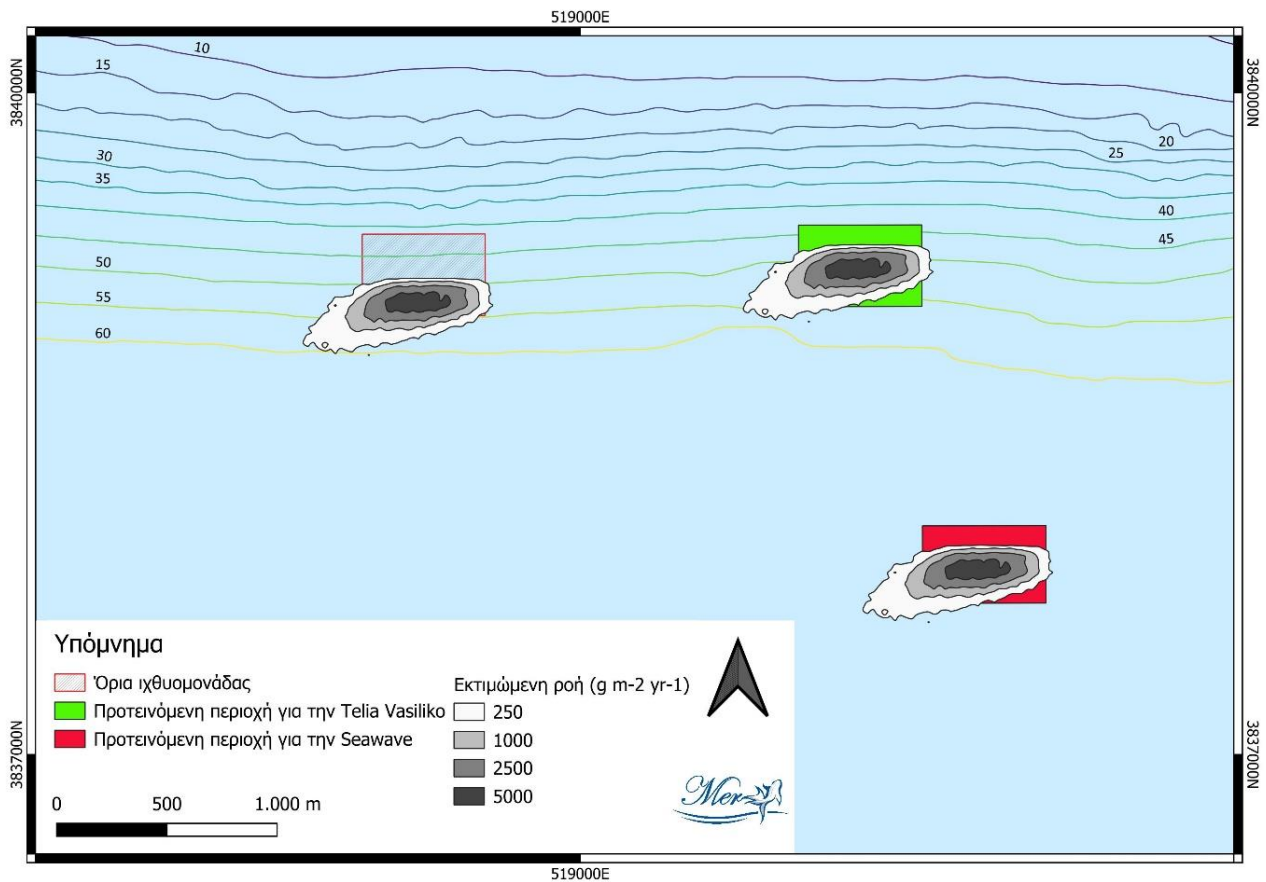
Σύμφωνα με την χωρική έκταση που προκύπτει από το χειρότερο σενάριο διασποράς, παρατηρούμε πως τα πολύγωνα των εκτάσεων δεν επικαλύπτουν το ένα το άλλο, αντιθέτως, η χωρική έκταση επιρροής για την προτεινόμενη περιοχή της Telia Vasiliko, απέχει 1100 m από την περιοχή επιρροής του ΙΧΘΥ, ενώ η χωρική έκταση επιρροής για την προτεινόμενη περιοχή της Seawave Fisheries απέχει 2200 m. Μελέτες που χρησιμοποιούν θεωρητικά μοντέλα έχουν δείξει παρόμοια αποτελέσματα όσον αφορά την απόσταση και τη διασπορά των αποβλήτων, βάση διάφορων δεδομένων ρευμάτων και κυμάτων ως προβλεπτικούς παράγοντες (Broch *et al.*, 2017; Tsiaras *et al.*, 2022). Σημαντικό είναι να αναφέρουμε ότι η εγκυρότητα του μοντέλου διασποράς MERAMOD εξαρτάται σε σημαντικό βαθμό από την εγκυρότητα των στοιχείων που τροφοδοτούν το μοντέλο όπως για παράδειγμα τα δεδομένα για τα θαλάσσια ρεύματα, τις βιομάζες και τις τροφοδοσίες. Επιπλέον το μοντέλο εκτιμά την καθίζηση στερεών οργανικών αποβλήτων και η μικρότερη κλίμακα είναι της τάξεως 250 g/m<sup>2</sup>/yr. Μικρότερου μεγέθους ιζηματοπόθεση μπορεί να επηρεάσει μεγαλύτερες αποστάσεις πυθμένα. Επίσης οι διαλυμένες ουσίες όπως τα θρεπτικά συστατικά και τα

βαρέα μέταλλα μπορούν να διαχυθούν σε ακόμη μεγαλύτερες αποστάσεις. Έτσι δεν μπορούμε να συμπεράνουμε με ασφάλεια ότι επειδή δεν υπάρχει αλληλοκάλυψη των πολύγωνων ότι δεν θα υπάρξουν συσσωρευτικές επιπτώσεις των ιχθυοτροφείων. Είναι κάτι που θα διαφανεί μόνο μέσα από την εφαρμογή ενός ολιστικού προγράμματος παρακολούθησης και περαιτέρω έρευνας.



**Χάρτης 8.** Αποτελέσματα διασποράς και εναπόθεσης ιχθυοκαλλιεργητικών αποβλήτων (gm<sup>-2</sup> ανά έτος) για το σενάριο με διάταξη κλωβών 3 X 10 – Αύγουστος.





**Χάρτης 9.** Χωρική έκταση που προκύπτει από το χειρότερο σενάριο διασποράς (Αύγουστος – διάταξη κλωβών: 3 X 10) για το ΠΕ και τις δύο επιπρόσθετες ιχθυοκαλλιέργειες πλησίον του έργου.

## Βιβλιογραφία

- Αντωνιάδης Κ., Ρούσου Μ., Μάρκου Μ., Σταύρου, Π., Βασιλείου Ε., Βασιλειάδης Λ., Ιωσηφίδης Μ., Παπαδόπουλος Β., Αργυρού Μ. (2020). Έκθεση αναθεώρησης – επικαιροποίησης παράκτιων υδάτων σύμφωνα με το άρθρο 5 της Οδηγίας Πλαίσιο για τα Ύδατα (ΟΠΥ) 2000/60/ΕΚ για την χρονική περίοδο 2013-2019. Τμήμα Αλιείας και Θαλασσίων Ερευνών, Κύπρος.
- Broch, O.J., Daae, R.L., Ellingsen, I.H., Nepstad, R., Bendiksen, E.Å., Reed, J.L. and Senneset, G. (2017). Spatiotemporal Dispersal and Deposition of Fish Farm Wastes: A Model Study from Central Norway. *Frontiers in Marine Science*, 4. doi:<https://doi.org/10.3389/fmars.2017.00199>.
- Duarte, C.M., Holmer, M., Olsen, Y., Soto, D., Marb`a, N., Guiu, J., Black, K., Karakassis, I., 2009. Will the oceans help feed humanity? *Bioscience* 59, 967–976. [doi.org/10.1525/bio.2009.59.11.8](https://doi.org/10.1525/bio.2009.59.11.8).
- Holmer, M., Argyrou, M., Dalsgaard, T., Danovaro, R., Diaz-Almela, E., Duarte, C. M., ... & Tsapakis, M. (2008). Effects of fish farm waste on *Posidonia oceanica* meadows: synthesis and provision of monitoring and management tools. *Marine Pollution Bulletin*, 56(9), 1618-1629.
- Justino, C.I.L., Duarte, K.R., Freitas, A.C., Panteleitchouk, T.S.L., Duarte, A.C., Rocha-santos, T.A.P., 2016. Contaminants in aquaculture: overview of analytical techniques for their determination. *Trends Anal. Chem.* 80, 293–310. [doi.org/10.1016/j.trac.2015.07.014](https://doi.org/10.1016/j.trac.2015.07.014).
- Kalantzi, I., Karakassis, I., 2006. Benthic impacts of fish farming: meta-analysis of community and geochemical data. *Mar. Pollut. Bull.* 52, 484–493.
- Kalantzi, I., Rico, A., Mylona, K., Pergantis, S.A., Tsapakis, M., 2021. Fish farming, metals and antibiotics in the eastern Mediterranean Sea: is there a threat to sediment wildlife? *Sci. Total Environ* 764. [doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.142843](https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.142843)

- Keeley, N., Valdemarsen, T., Woodcock, S., Holmer, M., Husa, V., & Bannister, R. (2019). Resilience of dynamic coastal benthic ecosystems in response to large-scale finfish farming. *Aquaculture Environment Interactions*, 11, 161-179.
- Massa, F., Onofri, L., & Fezzardi, D. (2017). Aquaculture in the Mediterranean and the Black Sea: a Blue Growth perspective. In Handbook on the economics and management of sustainable oceans (pp. 93-123). Edward Elgar Publishing.
- Poornima, E.H., Rajadurai, M., Rao, T.S., Anupkumar, B., Rajamohan, R., Narasimhan, S.V., Rao, V.N.R. and Venugopalan, V.P. (2005). Impact of thermal discharge from a tropical coastal power plant on phytoplankton. *Journal of Thermal Biology*, 30(4), pp.307–316. doi.org/10.1016/j.jtherbio.2005.01.004.
- Sarà, G., Scilipoti, D., Milazzo, M. and Modica, A. (2006). Use of stable isotopes to investigate dispersal of waste from fish farms as a function of hydrodynamics. *Marine Ecology Progress Series*, 313, pp.261–270. doi.org/10.3354/meps313261.
- Sarà, G. (2007). A meta-analysis on the ecological effects of aquaculture on the water column: dissolved nutrients. *Marine Environmental Research*, 63(4), 390-408.
- Tsiaras, K., Tsapakis, M., Gkanassos, A., Kalantzi, I., Petihakis, G. and Triantafyllou, G. (2022). Modelling the impact of finfish aquaculture waste on the environmental status in an Eastern Mediterranean Allocated Zone for Aquaculture. *Continental Shelf Research*, 234, p.104647. doi.org/10.1016/j.csr.2022.104647.
- Youngson, Dosdat, Saroglia, & Jordan. (2001). Genetic interactions between marine finfish species in European aquaculture and wild conspecifics. *Journal of Applied Ichthyology*, 17(4), 153-162.

γ) Να προταθεί μια δέσμη μέτρων μετριασμού των περιβαλλοντικών επιπτώσεων από τη λειτουργία της προτεινόμενης ιχθυομονάδας στους πληθυσμούς των θαλασσοπουλιών.

Είναι γνωστό πως οι ιχθυομονάδες προσελκύουν ψαροφάγα πουλιά (**Εικόνα 1**), καθώς έλκονται από (α) τις μεγάλες συγκεντρώσεις ψαριών, (β) νεκρά ψάρια και (γ) ιχθυοτροφές (Barrett *et al.*, 2019; Bath *et al.*, 2023). Αυτό αποτελεί μεγάλο πρόβλημα για τους ιχθυοτρόφους καθώς τα πτηνά τρέφονται κυρίως με αριθμό μικρών ψαριών και μπορούν να προκαλέσουν μεγάλες οικονομικές ζημιές στον παραγωγό. Η πιο κοινή πρακτική αντιμετώπισης αυτών των θηρευτών είναι το αντιαρπακτικό δίκτυο (**Εικόνα 2**), το οποίο όμως αν έχει τρύπες ή δεν είναι σωστά τοποθετημένο παγιδεύει τα πουλιά που εισχωρούν και δυστυχώς αυτό συχνά οδηγεί στο θάνατο τους (Beveridge, 2001; Machias *et al.*, 2005; Aguado-Gimenez *et al.*, 2018).



**Εικόνα 1.** Μεγάλο κοπάδι κορμοράνων *Phalacrocorax carbo*, Βασιλικό, Δεκέμβριος 2020 ©MER



**Εικόνα 2.** Αντιαρπακτικό δίκτυο που χρησιμοποιείται στην καλλιέργεια σολομού. Πηγή: AKVA GROUP <https://www.akvagroup.com/sea-based/marine-infrastructure/special-nets/birdnet>



Στην Κύπρο γνωρίζουμε ότι τα μεγαλύτερα προβλήματα σε ιχθυοτρόφους προκαλούν οι κορμοράνοι και διάφορα είδη ερωδιών της οικογένειας Ardeidae. Προσέξαμε ότι τα πουλιά συγκεντρώνονται στα ιχθυοτροφεία ιδιαίτερα τους φθινοπωρινούς μήνες μέχρι και την άνοιξη. Έχουμε συχνά εντοπίσει παγιδευμένα και νεκρά πτηνά σε ιχθυοτροφεία της Κύπρου (**Εικόνα 3-4**). Τα περισσότερα που μπαίνουν στον κλωβό καταφέρνουν να βρουν την έξοδο, όμως κάποια εξαντλούνται στην προσπάθεια τους να βγουν και πανικοβάλλονται ή μπλέκονται στα δίχτυα με αποτέλεσμα να εκλείψουν. Από επικοινωνίες με ιχθυοτρόφους που είχαμε στο παρελθόν μας έχουν αναφέρει ότι ανά μέσο όρο περίπου 1-2 πτηνά παγιδεύονται και πεθαίνουν κάθε εβδομάδα σε κάθε ιχθυομονάδα.



**Εικόνα 3.** Διάφορα είδη ερωδιών της οικογένειας Ardeidae στο εσωτερικό του κλωβού, Λεμεσός, Σεπτέμβριος 2022 ©MER



**Εικόνα 4.** Κορμοράνοι παγιδευμένοι στον κλωβό, κόλπος Βασιλικού, Δεκέμβριος 2020 ©MER

Διαπιστώσαμε ότι τα ψαροφάγα πτηνά εισχωρούν σε κλωβούς όταν το δίχτυ έχει σκιστεί (π.χ. **Εικόνα 3**) ή όταν δεν είναι σωστά τοποθετημένο (π.χ. **Εικόνα 4**), βυθίζεται και υπάρχουν κενά από τα οποία μπορούν τα πουλιά να εισχωρήσουν. Συνήθως τα κενά που χρησιμοποιούν τα πτηνά, αφού τα έχουμε

προσέξει να διαφεύγουν από εκεί κατόπιν προσέγγισης μας με σκάφος, είναι μεταξύ της κουπαστής (κίτρινη πλαστική σωλήνα στην **Εικόνα 4**) και του βυθισμένου δίχτυου που αποτελεί τον ιχθυοκλωβό. Στην ουσία το αντιαρπακτικό δίχτυ πρέπει να είναι στημένο με ορθοστάτη και τεντωμένο χωρίς να αγγίζει την επιφάνεια του νερού ή να βυθίζεται. Οι τρύπες θα πρέπει να επιδιορθώνονται άμεσα και το κενό μεταξύ της κουπαστής και του ιχθυοκλωβού θα πρέπει να καλύπτεται επίσης από δίχτυ. Τα δίχτυα πρέπει να είναι καλά στερεωμένα και να συντηρούνται τακτικά για να διασφαλίζεται η αποτελεσματικότητά τους.

Θα πρέπει να γίνεται καθημερινή επιθεώρηση του αντιαρπακτικού δίχτυου ιδιαίτερα τους μήνες που διαχειμάζουν τα πτηνά. Εισήγηση είναι να δημιουργηθεί κάποιος μηχανισμός για τους ιχθυοτρόφους όπου θα μπορούν να αναφέρουν ζημιές από πτηνά, να αναφέρουν αριθμό παγιδευμένων/νεκρών πτηνών, το είδος να αναγνωρίζεται από φωτογραφία, κλπ.

Στη βιβλιογραφία αναφέρονται ορισμένα αποτρεπτικά και διαχειριστικά μέτρα (Gorenzel *et al.*, 1994; Callier *et al.*, 2018). Η εφαρμογή ενός συνδυασμού αυτών των μέτρων μπορεί να μειώσει σημαντικά τη θνησιμότητα των θαλάσσιων πτηνών σε θαλάσσια ιχθυοτροφεία, προωθώντας μια πιο βιώσιμη βιομηχανία υδατοκαλλιέργειας (Carss, 1994).

### Αποτρεπτικά Μέσα

- **Δίχτυ και καλύμματα:** Η χρήση δίχτυων ή καλυμμάτων πάνω από τους ιχθυοκλωβούς μπορεί να αποτρέψει φυσικά τα πουλιά από την πρόσβαση στα ψάρια. Το αντιαρπακτικό δίχτυ είναι η πιο συχνά χρησιμοποιούμενη μέθοδος σε κλουβιά ανοιχτής θαλάσσης (Quick *et al.*, 2004). Ωστόσο, η τοποθέτηση του δίχτυου δεν αρκεί, καθώς τα ιχθυοφάγα πτηνά συχνά βρίσκουν κενά και εισχωρούν στον κλωβό προκαλώντας σοβαρές ζημιές στους παραγωγούς (Beveridge, 1987; 2001). Τα δίχτυα πρέπει να είναι καλά στερεωμένα και να συντηρούνται τακτικά για να διασφαλίζεται η αποτελεσματικότητά τους.
- **Τρομακτικά πουλιών:** Συσκευές όπως σκιάχτρα, αντανάκλαστικές ταινίες και οπτικά αποτρεπτικά μέσα μπορούν να αποθαρρύνουν τα πουλιά να πλησιάσουν τις ιχθυομονάδες. Η αποτελεσματικότητα αυτών των μεθόδων μπορεί να διαφέρει και τα πουλιά μπορεί να συνηθίσουν με τον καιρό, οπότε είναι σοφό περιστασιακά να αλλάζονται οι τακτικές αποτροπής που χρησιμοποιούνται.
- **Ακουστικά αποτρεπτικά:** Οι συσκευές υπερήχων ή άλλες συσκευές παραγωγής θορύβου μπορούν να βοηθήσουν στην απομάκρυνση των πτηνών από τα ιχθυοτροφεία.
- **Τεχνολογία λέιζερ:** Τα λέιζερ μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να αποτρέψουν τα πουλιά χωρίς να τους προκαλέσουν βλάβη.



- **Συστήματα ραντάρ:** Τα συστήματα ραντάρ μπορούν να παρακολουθούν τις κινήσεις των πτηνών και να ενεργοποιούν αυτόματα αποτρεπτικές συσκευές.

#### Διοικητικές πρακτικές

- Η εφαρμογή **αποτελεσματικών στρατηγικών σίτισης** μπορεί να ελαχιστοποιήσει την ποσότητα τροφής που δεν καταναλώνεται και που μπορεί να προσελκύει τα θαλασσοπούλια (Díaz López 2017).
- **Τακτική επιθεώρηση** και έλεγχος των αντιαρπακτικών δικτύων και των κλωβών.
- **Άμεση επιδιόρθωση** και αντικατάσταση αντιαρπακτικών δικτύων όπου χρειάζεται.
- **Απομάκρυνση νεκρών ψαριών:** Άμεση απομάκρυνση/απόρριψη νεκρών ψαριών από εργάτες του ιχθυοτροφείου. Επίσης περισυλλογή άλλων νεκρών άλλων οργανισμών όπως πουλιών τα οποία παγιδεύονται στα δίχτυα, και αποτέφρωση τους σε εγκεκριμένους χώρους.
- **Απελευθέρωση ζωντανών παγιδευμένων πτηνών** χωρίς χρονοτριβή και με τρόπο που μειώνει το στρες στα πτηνά.
- **Η ανθρώπινη παρουσία** (φρουρού) ιδιαίτερα τις πρωινές και απογευματινές ώρες είναι μια αποτελεσματική τεχνική για την αποτροπή των κορμοράνων, ιδιαίτερα σε εγκαταστάσεις υδατοκαλλιέργειας.
- **Περιβαλλοντική παρακολούθηση:** Συστηματική εφαρμογή προγράμματος περιβαλλοντικής παρακολούθησης. Καταγραφή των παγιδευμένων και νεκρών πτηνών και ζημιών. Η συνεχής παρακολούθηση της δραστηριότητας των πτηνών γύρω από τα ιχθυοτροφεία βοηθά στον έγκαιρο εντοπισμό και την πρόληψη πιθανών προβλημάτων.

Η πρόληψη της θνησιμότητας των θαλάσσιων πτηνών σε θαλάσσια ιχθυοτροφεία είναι απαραίτητη για τη διατήρηση της βιοποικιλότητας και την προώθηση βιώσιμων πρακτικών υδατοκαλλιέργειας. Κατά τον σχεδιασμό μέτρων προστασίας πρέπει να λαμβάνονται υπόψη τα προστατευόμενα είδη της άγριας πανίδας (που συχνά διαφέρουν σε κάθε περιοχή ή εποχή), ενώ η εφαρμογή τους πρέπει να γίνεται μετά από έρευνα και τεκμηρίωση με βάση τις ιδιαιτερότητες και το εύρος του προβλήματος σε κάθε περιοχή. Θα πρέπει να προωθηθούν ερευνητικά προγράμματα/έργα που να αποσκοπούν στην επιστημονική καταγραφή των θαλασσοπουλιών στα ιχθυοτροφεία και του μεγέθους του προβλήματος. Η MER έχει ξεκινήσει προσπάθειες προς αυτή την κατεύθυνση με τη χρήση τεχνολογικών μέσων. Επιπλέον πρέπει να γίνει ενημέρωση/εκπαίδευση των εργατών ιχθυοτροφείων ως προς τη σημαντικότητα των πτηνών και τη σωστή εφαρμογή και συντήρηση του αντιαρπακτικού δικτύου και άλλων καλών πρακτικών όπως απελευθέρωση παγιδευμένων πτηνών. Η εκπαίδευση των ιχθυοκαλλιεργητών για τη σημασία της προστασίας των πουλιών και η κοινοποίηση των βέλτιστων πρακτικών μπορεί να βοηθήσει στην επίτευξη βιώσιμων αποτελεσμάτων. Η εμπλοκή τους μπορεί

επίσης να ενισχύσει μια συνεργατική προσέγγιση για την επίλυση του προβλήματος της παγίδευσης. Κάθε στρατηγική μπορεί να χρειαστεί να προσαρμοστεί στις συγκεκριμένες συνθήκες της εκάστοτε ιχθυοκαλλιέργειας και των ειδών πουλιών που επηρεάζονται. Ο συνδυασμός πολλών μεθόδων συχνά αποδίδει τα καλύτερα αποτελέσματα. Στις πλείστες περιπτώσεις το αντιαρπακτικό δίχτυ αποτελεί επαρκές αποτρεπτικό μέσο για τα πτηνά. Όμως αν τα πουλιά βρουν τρόπο να εισχωρήσουν, το αντιαρπακτικό δίχτυ μετατρέπεται από αποτρεπτικό μέσο σε πτηνοπαγίδα. Έτσι είναι σημαντικό να δίνεται απαραίτητη σημασία από τους ιχθυοτρόφους και τους διαχειριστές στη σωστή τοποθέτηση του αντιαρπακτικού δικτύου, στην τακτική του επιθεώρησης και άμεση επιδιόρθωση ή αντικατάσταση του όπου χρειάζεται.

### Βιβλιογραφία

- Aguado-Giménez, F., Eguía-Martínez, S., Cerezo-Valverde, J. and García-García, B., (2018). Spatio-temporal variability of ichthyophagous bird assemblage around western Mediterranean open-sea cage fish farms. *Marine environmental research*, 140, pp.126-134.
- Barrett, L. T., Swearer, S. E., & Dempster, T. (2019). Impacts of marine and freshwater aquaculture on wildlife: a global meta-analysis. *Reviews in Aquaculture*, 11(4), 1022-1044.
- Bath, G. E., Price, C. A., Riley, K. L., & Morris Jr, J. A. (2023). A global review of protected species interactions with marine aquaculture. *Reviews in Aquaculture*.
- Beveridge, M.C.M., (2001). Aquaculture and wildlife interactions. *Environmental impact assessment of Mediterranean aquaculture farms. Cahiers Options Méditerranéennes*, 5,57-66.
- Callier, M.D., Byron, C.J., Bengtson, D.A., Cranford, P.J., Cross, S.F., Focken, U., Jansen, H.M., Kamermans, P., Kiessling, A., Landry, T. and O'beirn, F., (2018). Attraction and repulsion of mobile wild organisms to finfish and shellfish aquaculture: a review. *Reviews in aquaculture*, 10(4), pp.924-949.
- Carss, D.N., (1994). Killing of piscivorous birds at Scottish fin fish farms, 1984–1987. *Biological Conservation*, 68(2), pp.181-188.
- Díaz López (2017). Temporal variability in predator presence around a fin fish farm in the Northwestern Mediterranean Sea, *Mar. Ecol.*, vol. 38 e12378, <https://doi.org/10.1111/maec.12378>
- Gorenzel, W.P., Conte, F.S. and Salmon, T.P., (1994). Bird damage at aquaculture facilities. University of Nebraska - Lincoln, available at: <https://digitalcommons.unl.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1055&context=icwdmhandbook>
- Machias, A., Karakassis, I., Giannoulaki, M., Papadopoulou, K.N., Smith, C.J. and Somarakis, S., (2005). Response of demersal fish communities to the presence of fish farms. *Marine Ecology Progress Series*, 288, pp.241-250.
- Quick, N.J. Middlemas, J.D. Armstrong (2004). A survey of antipredator controls at marine salmon farms in Scotland, *Aquaculture*, vol. 230, pp. 169-180, [https://doi.org/10.1016/S0044-8486\(03\)00428-9](https://doi.org/10.1016/S0044-8486(03)00428-9)