

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΚΗ ΣΥΜΒΑΣΗ  
ΓΙΑ ΤΗΝ ΥΛΟΠΟΙΗΣΗ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ

**«ΕΛΕΓΧΟΣ ΚΑΙ ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗ ΤΗΣ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΤΗΣ ΘΑΛΑΣΣΑΣ  
ΣΤΟΝ ΟΡΜΟ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ»**

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΚΗ ΠΕΡΙΟΔΟΣ 2019-2020

**ΕΚΘΕΣΗ ΓΙΑ ΤΑ ΘΑΛΑΣΣΙΑ ΕΠΙΠΛΕΟΝΤΑ ΑΠΟΡΡΙΜΜΑΤΑ**



ΦΟΡΕΑΣ ΑΝΑΘΕΣΗΣ: ΔΗΜΟΣ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ  
ΤΜΗΜΑ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΩΝ ΔΡΑΣΕΩΝ

ΦΟΡΕΑΣ ΕΚΤΕΛΕΣΗΣ: ΜΟΥΣΕΙΟ ΓΟΥΛΑΝΔΡΗ ΦΥΣΙΚΗΣ ΙΣΤΟΡΙΑΣ  
ΕΛΛΗΝΙΚΟ ΚΕΝΤΡΟ ΒΙΟΤΟΠΩΝ - ΥΓΡΟΤΟΠΩΝ



ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ 2020

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1. Εισαγωγή .....	3
2. Περιοχή μελέτης.....	4
3. Μέθοδοι και τεχνικές παρακολούθησης επιπλέοντων απορριμμάτων .....	6
3.1. Οπτική παρατήρηση με πλωτό μέσο .....	7
3.2. Αυτόματη φωτογραφία από μη επανδρωμένα ιπτάμενα οχήματα (UAV) .....	9
4. Αποτελέσματα - Συζήτηση .....	14
4.1. Ποιοτική καταγραφή επιπλέοντων απορριμμάτων.....	14
4.2. Ποσοτική καταγραφή επιπλέοντων απορριμμάτων - χαρτογράφηση .....	16
5. Βιβλιογραφία .....	21

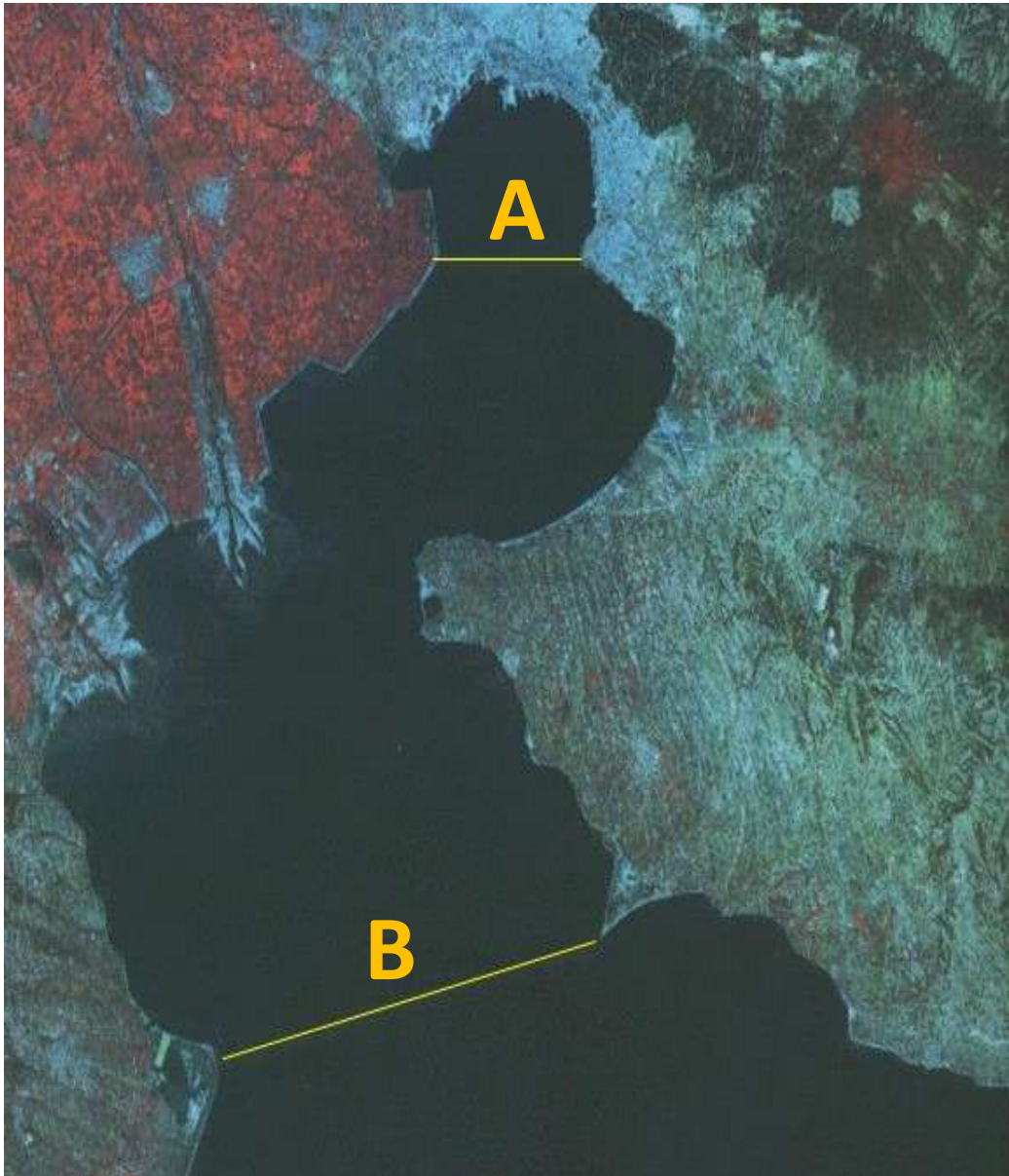
## 1. Εισαγωγή

Το παρόν αποτελεί αναφορά αποτελεσμάτων των εργασιών για την καταγραφή επιπλέοντων απορριμμάτων που πραγματοποιήθηκαν στο πλαίσιο της Προγραμματικής Σύμβασης με Αρ. 270636/27.12.2019, η οποία αφορά στη συνεργασία μεταξύ του Τμήματος Περιβαλλοντικών Δράσεων του Δήμου Θεσσαλονίκης και του Μουσείου Γουλανδρή Φυσικής Ιστορίας / Ελληνικό Κέντρο Βιοτόπων - Υγροτόπων (ΕΚΒΥ) για την υλοποίηση του Έργου «Έλεγχος και Παρακολούθηση της ποιότητας της θάλασσας στον Όρμο της Θεσσαλονίκης» (περίοδος παρακολούθησης - έτος 2020).

Η συχνή και διαρκής παρακολούθηση της ποιότητας των υδάτων, ιδιαίτερα σε επιβαρυσμένα συστήματα, θεωρείται απαραίτητη για τη λήψη μέτρων και αποφάσεων σε τοπικό επίπεδο. Το Έργο «Έλεγχος και Παρακολούθηση της ποιότητας της θάλασσας στον Όρμο της Θεσσαλονίκης» στοχεύει στη διασφάλιση της διαχρονικής παρακολούθησης της ποιότητας των υδάτων του Όρμου της Θεσσαλονίκης, με τη δημιουργία και διατήρηση βάσης δεδομένων φυσικοχημικών παραμέτρων και δεικτών ποιότητας θαλασσινού νερού (περιλαμβανομένων των δεικτών ευτροφισμού) ώστε να προτείνονται, από τον Δήμο Θεσσαλονίκης σε συνεργασία με τους αρμόδιους φορείς, μέτρα για τη βελτίωση της κατάστασης της αστικής θαλάσσιας περιοχής. Η βάση δεδομένων είναι διαθέσιμη προς κάθε φορέα που διενεργεί μελέτες ή έρευνα στην περιοχή. Περαιτέρω, το Έργο έχει στόχο τη συνεργασία, τη μεταφορά τεχνογνωσίας και την εκπαίδευση των στελεχών του Τμήματος Περιβαλλοντικών Δράσεων του Δήμου Θεσσαλονίκης ώστε το εργαστήριο που βρίσκεται στην αρμοδιότητα του Τμήματος να λειτουργεί αξιόπιστα και αποτελεσματικά. Το έτος 2020, για πρώτη φορά, η Προγραμματική Σύμβαση περιλάμβανε καταγραφές επιπλέοντων ρύπων, τόσο στην πελαγική όσο και στην παράκτια ζώνη του Όρμου της Θεσσαλονίκης, με έναν συνδυασμό μέσων.

## 2. Περιοχή μελέτης

Ο Όρμος της Θεσσαλονίκης, σύμφωνα με χάρτες της Υδρογραφικής Υπηρεσίας του Πολεμικού Ναυτικού, ορίζεται από τη νοητή γραμμή που ενώνει το ακρωτήριο της Παλιομάνας στα δυτικά, με το ακρωτήριο Μικρό Έμβολο ανατολικά (Εικ. 1, όριο A) και αποτελεί ουσιαστικά το τμήμα εσωτερικά του Θερμαϊκού Κόλπου, ο οποίος έχει ως βόρειο όριο την ανωτέρω νοητή γραμμή και ως νότιο όριο τη νοητή γραμμή από το ακρωτήριο Βαρδάρης (εκβολές του ποταμού Αξιού στα δυτικά) έως το ακρωτήριο Μεγάλο Έμβολο, ανατολικά (Εικ. 1, όριο B).



**Εικόνα 1.** Θερμαϊκός Κόλπος. A: όριο Όρμου Θεσσαλονίκης, B: όριο Θερμαϊκού Κόλπου. Με κόκκινο χρώμα σημειώνονται οι καλλιεργούμενες εκτάσεις.

*Πηγή: NASA 2003*

Στο θαλάσσιο τμήμα της παράκτιας ζώνης του Θερμαϊκού οι επιπτώσεις των ανθρώπινων δραστηριοτήτων αφορούν κυρίως τη ρύπανση, τον ευτροφισμό, τη φυσική διαταραχή αλλά και την οπτική ρύπανση. Η τελευταία συνδέεται κυρίως με την αύξηση του βαθμού αστικοποίησης και την άσκηση δραστηριοτήτων στην περιοχή όπως ο τουρισμός και η αναψυχή, αλλά και τις υδατοκαλλιέργειες που απαντούν στην ευρύτερη περιοχή του Θερμαϊκού κόλπου (Πιν. 1). Τα φυσικά γνωρίσματα του κόλπου (μικρό άνοιγμα, μικρό βάθος, κίνηση του νερού κ.λπ.) επιδεινώνουν συχνά την κατάσταση της θάλασσας σε σχέση με τα επιπλέοντα απορρίμματα.

Όμοια, στη Μεσόγειο θάλασσα, οι κύριες πηγές παράκτιων απορριμμάτων είναι οι τουριστική δραστηριότητα, τα παράκτια αστικά κέντρα, οι απορροές ποταμών (MAP / UNEP 2001, UNEP 2015), αλλά και δραστηριότητες όπως η ναυτιλία και η αλιεία (Coe & Rogers 1997, Carié & Mackelworth 2014).

**Πίνακας 1.** Σχέση μεταξύ ανθρώπινων δραστηριοτήτων και επιπτώσεων στην παράκτια ζώνη.

Δραστηριότητες	Παράγοντες	Επιπτώσεις
Αστικοποίηση Μετακινήσεις	Αλλαγές χρήσης γης, οδική, σιδηροδρομική και αεροπορική κυκλοφοριακή συμφόρηση, εκβάθυνση και απόρριψη ιζήματος λιμένων, κηλίδες στη θάλασσα, απόρριψη λυμάτων και <b>απορριμμάτων</b>	Ευτροφισμός, μείωση κάλυψης τύπων οικοτόπων και βιοποικιλότητας, <b>οπτική ρύπανση</b> , μείωση και υφαλμύρωση του υδροφόρου ορίζοντα, ρύπανση νερού, κίνδυνος ασθενειών
Γεωργικές δραστηριότητες	Ανάκτηση γης, χρήση λιπασμάτων και ζιζανιοκτόνων, αύξηση κοπαδιών, αφαίρεση νερού, απόρριψη λυμάτων και <b>απορριμμάτων</b>	Ευτροφισμός, μείωση κάλυψης τύπων οικοτόπων και βιοποικιλότητας, ρύπανση νερού, μείωση ποσότητας εσωτερικών υδάτων στην παράκτια ζώνη
Τουρισμός Αναψυχή	Αλλαγές χρήσης γης, οδική, σιδηροδρομική και αεροπορική κυκλοφοριακή συμφόρηση, λιμενοβραχίονες, αφαίρεση νερού, λύματα και <b>απορρίμματα</b>	Ευτροφισμός, <b>οπτική ρύπανση</b> , μείωση του υδροφόρου ορίζοντα, είσοδος αλμυρού νερού στους αποθέματα νερού, ρύπανση νερού, κίνδυνος ασθενειών, μείωση κάλυψης τύπων οικοτόπων και βιοποικιλότητας
Υδατοκαλλιέργειες	Κατασκευή λιμένων, επεξεργασία ιχθύων, <b>αλιευτικός εξοπλισμός</b> , απόβλητα ιχθυοκαλλιεργειών	Υπεραλίευση, επίδραση σε μη αλιευόμενα είδη, ρύποι και κηλίδες πετρελαίων στις ακτές, ανάδευση ιζήματος, ρύπανση νερού, ευτροφισμός
Βιομηχανία Μετατροπή ενέργειας	Αλλαγές χρήσης γης, σταθμοί ενέργειας, εκμετάλλευση φυσικών πόρων, επεξεργασία αποβλήτων, νερό ψύξης, ανεμόμυλοι, αποξήρανση ποταμών, αντιπαλιρροιακά εμπόδια	Ρύπανση νερού, μείωση εισόδου γλυκού νερού και ιζήματος στην παράκτια ζώνη, θερμική ρύπανση, ευτροφισμός, <b>οπτική ρύπανση</b> , απώλεια τύπων οικοτόπων και βιοποικιλότητας, διάβρωση παράκτιας ζώνης

### 3. Μέθοδοι και τεχνικές παρακολούθησης επιπλεόντων απορριμμάτων

Η καταγραφή των επιπλεόντων απορριμμάτων πραγματοποιήθηκε στην πελαγική ζώνη και στην παράκτια ζώνη του Όρμου της Θεσσαλονίκης, με συνδυασμό χρήσης πλωτού μέσου (μικρού σκάφους) και Συστήματος μη Επανδρωμένου Αεροσκάφους (ΣμΕΑ) - Drone. Οι μέθοδοι και τεχνικές παρακολούθησης και καταγραφής ήταν σύμφωνες με το πρωτόκολλο του έργου MEDSEALITTER<sup>1</sup>.

Πραγματοποιήθηκαν συνολικά 12 καταγραφές με τη χρήση πλωτού μέσου και 4 (εποχικές) καταγραφές με τη χρήση ΣμΕΑ, σε προκαθορισμένα σημεία μέτρησης, από την επιστημονική ομάδα του ΕΚΒΥ σε συνεργασία με στελέχη του Τμήματος Περιβαλλοντικών Δράσεων. Και στους δύο ανωτέρω τύπους καταγραφών, ο αέρας δεν ξεπερνούσε τα 1-2 Beaufort, απαραίτητη προϋπόθεση ώστε να είναι ορατά και τα μικρότερα απορρίμματα στην επιφάνεια της θάλασσας.

Οι εργασίες πραγματοποιήθηκαν κανονικά, με μοναδική εξαίρεση τη μία εποχική (εαρινή) καταγραφή απορριμμάτων στην παράκτια ζώνη του Όρμου, με τη χρήση ΣμΕΑ, η οποία δεν πραγματοποιήθηκε λόγω προσωρινής αναστολής εργασιών πεδίου λόγω Covid-19 (μέσα Μαρτίου έως μέσα Μαΐου 2020) αλλά και επικράτησης αντίξοων καιρικών συνθηκών κατά το εναπομείνον χρονικό διάστημα της άνοιξης 2020. Προκειμένου να καλυφθεί ο συνολικός αριθμός εποχικών καταγραφών εντός της χρονικής περιόδου της Προγραμματικής Σύμβασης, αποφασίστηκε η αντικατάσταση της εαρινής καταγραφής με μία επιπλέον φθινοπωρινή καταγραφή, τον μήνα Νοέμβριο 2020.

Σκοπός των εργασιών παρακολούθησης των επιπλεόντων (μάκρο-)απορριμμάτων στον Όρμο της Θεσσαλονίκης, στο πλαίσιο της παρούσας Προγραμματικής Σύμβασης, είναι η ποιοτική και ποσοτική καταγραφή των απορριμμάτων, και η αποτύπωση της χρονικής και χωρικής κατανομής αυτών στην περιοχή. Σύμφωνα με το πρωτόκολλο του MEDSEALITTER, οι πληροφορίες που συλλέγονται έχουν να κάνουν με την αφθονία, το υλικό, τον τύπο των απορριμμάτων αλλά και τις πιθανές πηγές αυτών, τον εντοπισμό των περισσότερων επιβαρυσμένων σημείων (όπου συγκεντρώνονται τα απορρίμματα λόγω ρευμάτων κ.ά.) και της εποχικής διακύμανσης των απορριμμάτων.

Τα αποτελέσματα είναι δυνατόν να συμβάλλουν στην εκτίμηση κινδύνου για τους θαλάσσιους οργανισμούς, από τα απορρίμματα που μπορεί να προσλαμβάνουν ως τροφή, καθώς και στον σχεδιασμό και την υλοποίηση στοχευμένων προγραμμάτων περιβαλλοντικής εκπαίδευσης και ευαισθητοποίησης των πολιτών, των τουριστών και των επαγγελματιών (αλιείς, επαγγελματίες εστίασης κ.ά.), με απώτερο στόχο τη μείωση των απορριμμάτων που καταλήγουν στη θάλασσα.

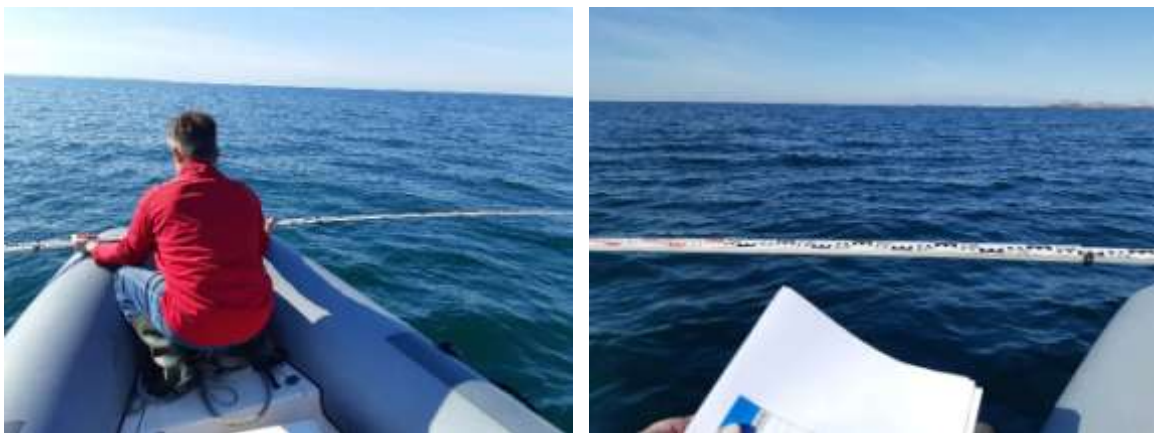
---

<sup>1</sup> Το έργο MEDSEALITTER αποσκοπούσε στην ανάπτυξη και υιοθέτηση κοινών πρωτοκόλλων για την παρακολούθηση των θαλάσσιων απορριμμάτων και των δυνητικών επιπτώσεών τους σε σημαντικά είδη βιοποικιλότητας στη Μεσόγειο. Το έργο υλοποιήθηκε στο πλαίσιο του διακρατικού προγράμματος [INTERREG MED](https://medsealitter.interreg-med.eu/) 2014-2020 και ολοκληρώθηκε τον Ιούλιο 2019. Για την υλοποίησή του συνεργάστηκαν 10 φορείς από 4 χώρες (Ισπανία, Γαλλία, Ιταλία και Ελλάδα) (<https://medsealitter.interreg-med.eu/>). Ο Δήμος Θεσσαλονίκης υιοθέτησε το πρωτόκολλο του MEDSEALITTER κατά το έτος 2019, με την υπ' αριθμ. 1256 ΑΔΣ.

### 3.1. Οπτική παρατήρηση με πλωτό μέσο

Η οπτική παρατήρηση των επιπλεόντων απορριμμάτων στον Όρμο της Θεσσαλονίκης έγινε από μικρού μεγέθους σκάφος (8 m μήκος, ~1 m ύψος από την επιφάνεια της θάλασσας), με τη χρήση βαθμονομημένης σταδίας (3 m εκατέρωθεν της πλώρης του σκάφους) με τη συμμετοχή δύο παρατηρητών (δεξιά και αριστερά του σκάφους) και ενός καταγραφέα (Εικ. 2). Επίσης, χρησιμοποιήθηκαν ένα GPS με ρολόι και το πρωτόκολλο καταγραφής απορριμμάτων του έργου MEDSEALITTER (μαζί με την απαραίτητη γραφική ύλη).

Η δειγματοληψία-καταγραφή πραγματοποιούνταν πάντα σε κατάλληλες καιρικές συνθήκες που ευνοούσαν την ορατότητα και ανιχνευσιμότητα των απορριμμάτων, δηλαδή όταν οι άνεμοι δεν ξεπερνούσαν τα 2 Beaufort.





**Εικόνα 2.** Καταγραφή επιπλεόντων απορριμμάτων μέσω οπτικής παρατήρησης από πλωτό μέσο (μικρό σκάφος), στον Όρμο της Θεσσαλονίκης για το έτος 2020.

Κατά τη δειγματοληψία-καταγραφή, καταγράφονταν κάθε φορά βασικές πληροφορίες όπως η ημερομηνία διεξαγωγής, τα ονόματα των παρατηρητών, ο χρόνος αρχής και τέλους της καταγραφής, η ταχύτητα του σκάφους, οι συντεταγμένες αρχής και τέλους της καταγραφής, η ταχύτητα και η κατεύθυνση του ανέμου, η κατάσταση του ουρανού και της θάλασσας. Καταγράφονταν όλα τα επιπλέοντα θαλάσσια απορρίμματα μεγέθους  $>2,5$  cm που παρατηρούνταν εντός του πλαισίου που δημιουργούσε η βαθμονομημένη σταδία (3 m εκατέρωθεν της πλώρης του σκάφους) και σημειώνονταν ο τύπος και το μέγεθος αυτών, σύμφωνα με το πρωτόκολλο καταγραφής απορριμμάτων του έργου MEDSEALITTER.

Στο γραφείο, με βάση την καταγραφή της πορείας από το GPS, υπολογιζόταν κάθε φορά το μήκος και το εμβαδόν της διαδρομής.

Πραγματοποιήθηκαν συνολικά 12 καταγραφές κατά τη διάρκεια του έτους 2020.

 <b>Ταυτότητα δειγματοληψίας επιπλεόντων απορριμμάτων</b>			
Περιοχή	Όρμος Θερμαϊκού		Ημ/νία
Κωδ. Δείγματος			Παρατηρητές
Χρόνος αρχής			
Χρόνος τέλους			
Ταχύτητα σκάφους			
Συντεταγμένες		LAT	LON
	Αρχή		
	Τέλος		
Άνεμος	Ταχύτ.		Κατεύθυνση
Κατάσταση Θάλασσας			Κατάσταση ουρανού
Μήκος διαδρομής			
Εμβαδόν διαδρομής			

Τύποι Θαλάσσιων Απορριμμάτων 	Αριθμός	Αριθμός					
		2,5-5 cm	5-10 cm	10-20cm	20-30 cm	30-50 cm	>50 cm
Κωδικός TSG_ML	Τεχνητά πολυμερή υλικά						
G39	Γάντια						
G51	Δίχτυ Αλιείας						
G45	Δίχτυα Μυδοκαλλιέργειας/Όστρακοκαλλιέργειας						
G18	Καφέσσια, κβώτια, καλάθια						
G57	Κουτά Αλιείας- Πλαστικά						
G58	Κουτά Αλιείας- Φελιζόλ						
G6	Μπουκάλια						
G38	Περτυλίσματα Συσκευασιών						
G79	Πλαστικά Κομμάτια (2,5-50 cm)						
G80	Πλαστικά Κομμάτια >50cm						
G124	Πλαστικά/Φελιζόλ (άλλα διακριτά)						
G74	Πολυουρεθάνη (κ.α. αφρώδη μονωτικά)						
G2	Σακούλες						
G63	Σημαδούρες						
G48	Συνθετικό σκαόνι						
G94	Τραπεζομάντηλα						
G82	Φελιζόλ κομμάτια (2,5-50 cm)						
G83	Φελιζόλ κομμάτια >50cm						
G67	Φύλλο πλαστικό, βιομηχανικό (χοντρό)						
	<b>Τεχνητά πολυμερή υλικά Σύνολο</b>						
	<b>Καουτσούκ/Δαστικά</b>						
G126	Μπάλες						
G127	Γαλάτες						
G128	Λάσπη & Ζώνες						
G134	Άλλα λαστινένια κομμάτια						
	<b>Καουτσούκ Σύνολο</b>						

Τύποι Θαλάσσιων Απορριμμάτων 	Αριθμός	Αριθμός					
		2,5-5 cm	5-10 cm	10-20cm	20-30 cm	30-50 cm	>50 cm
Κωδικός TSG_ML	Τεχνητά πολυμερή υλικά						
	<b>Υφασμα</b>						
G135	Είδη ένδυσης (ρούχα, παπούτσια)						
G142	Σχοοί & δίχτυα						
G143	Πανά Ισοπλοίας						
G145	Άλλα υφασματα						
	<b>Υφασμα Σύνολο</b>						
	<b>Χαρτί</b>						
G148	Χαρτόνια (κουτά & κομμάτια)						
G149	Χάρτινες Συσκευασίες						
G154	Εφημερίδες & περιοδικά						
G158	άλλα χαρτίνα κομμάτια						
	<b>Χαρτί Σύνολο</b>						
	<b>Επεξεργασμένο Ξύλο</b>						
G160	Παλέτες						
G162	Κβώτια						
G168	Σανίδες						
G169	Beams / Duppage						
G173	Άλλα ξύλα						
	<b>Επεξεργασμένο ξύλο Σύνολο</b>						
	<b>Μέταλλο</b>						
G175	Μεταλλικά κουτιά αναψυκτικών κλπ.						
G182	Μεταλλικά είδη αλιείας						
G191	Σύρμα						
G192	Βαρύλια						
G197	Άλλα μέταλλα						
	<b>Μέταλλο Σύνολο</b>						
Άλλο	Διευκρινίστε						
	<b>Γενικό Σύνολο</b>						

Εικόνα 3. Πρωτόκολλο καταγραφής απορριμμάτων (έργο MEDSEALITTER).



### **3.2. Αυτόματη φωτογραφία από μη επανδρωμένα ιπτάμενα οχήματα (UAV)**

Ο εντοπισμός και η καταγραφή των επιπλεόντων απορριμμάτων για τους μήνες Αύγουστο, Οκτώβριο, Νοέμβριο και Δεκέμβριο 2020 πραγματοποιήθηκε, επιπλέον της καταγραφής με πλωτό μέσο, με τη χρήση Συστήματος μη Επανδρωμένου Αεροσκάφους (ΣμηΕΑ – Drone). Για τον εντοπισμό και την χαρτογράφηση των επιπλεόντων ρύπων, χρησιμοποιήθηκαν ως υπόβαθρα, ορθομωσαϊκά αεροφωτογραφιών (ένα σετ για κάθε μήνα), οι οποίες λαμβάνονταν κάθε φορά με τη χρήση επαγγελματικού Συστήματος μη Επανδρωμένου Αεροσκάφους (ΣμηΕΑ – Drone) που διαθέτει το ΜΓΦΙ-ΕΚΒΥ.

#### Τεχνικά χαρακτηριστικά ΣμηΕΑ

Το εν λόγω ΣμηΕΑ είναι μοντέλο Phantom 4 της εταιρίας DJI (Shenzhen, China), βάρους 1.380g, με εμβέλεια λειτουργίας έως 3,5 km και μέγιστο υψόμετρο πτήσης τα 6.000 m. Διαθέτει όλα τα απαραίτητα βοηθητικά συστήματα (σύστημα αποφυγής εμποδίων με υπέρηχους, εντοπισμός θέσης GPS/GLONASS και οπτικός εντοπισμός, σύστημα ασφαλείας επιστροφής, υποβοήθηση με σταθεροποιητή πτήσης, υψηλής απόδοσης κινητήρες και μπαταρίες) τα οποία επιτρέπουν στον χειριστή να επικεντρωθεί στη λήψη των απαραίτητων αεροφωτογραφιών υψηλής ανάλυσης. Η λήψη των μετρητικών αεροφωτογραφιών πραγματοποιήθηκε με την τηλεχειριζόμενη φωτογραφική μηχανή που φέρει το ΣμηΕΑ, με αισθητήρα 1/2,3” CMOS στα 12,4 Mp, η οποία έχει τη δυνατότητα να παράγει μετρητικές αεροφωτογραφίες με ανάλυση εικονοστοιχείου 0,65 cm στα 15 m ύψος πτήσης ή 4,31 cm στα 100 m ύψους πτήσης.

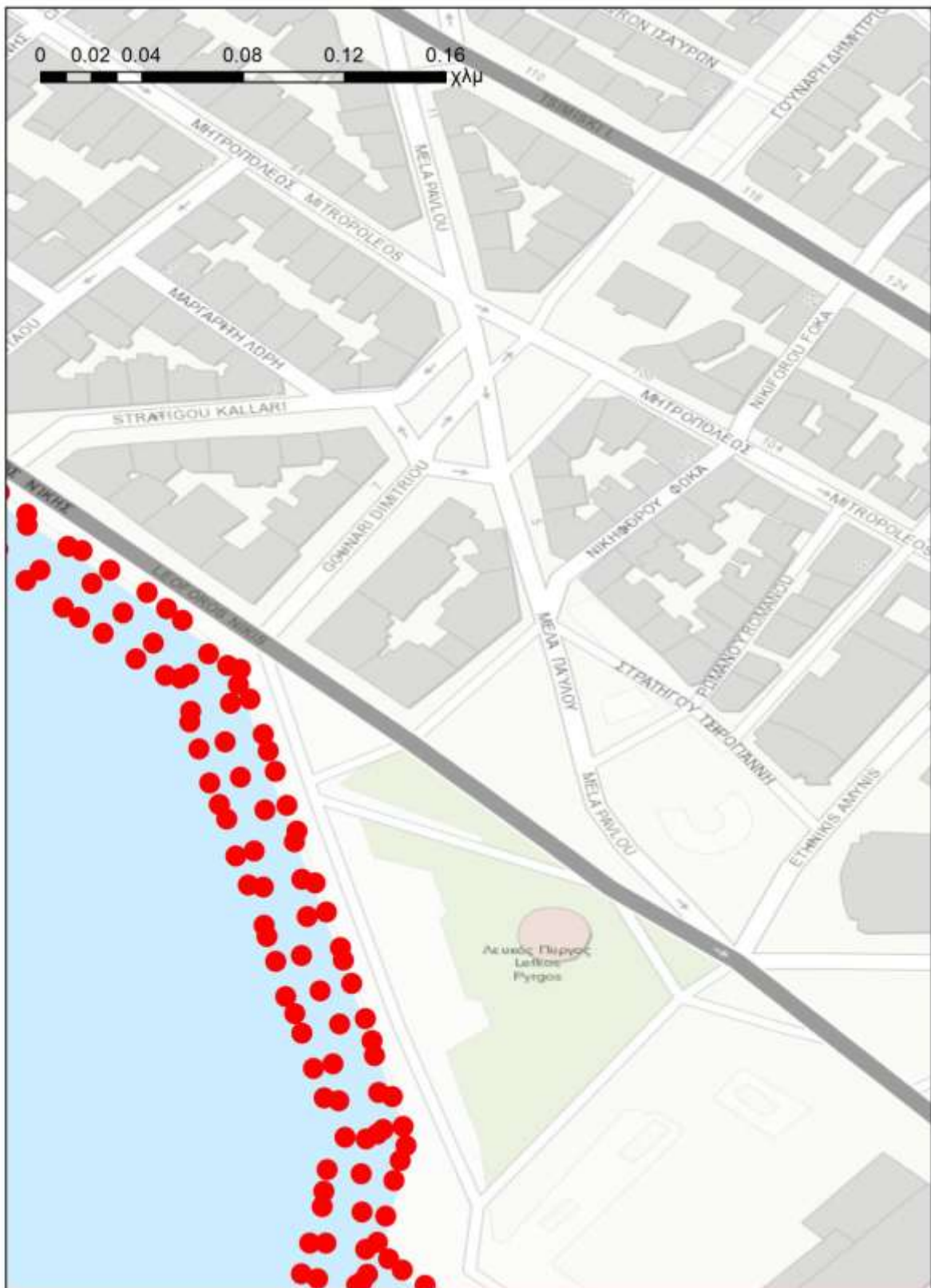
#### Μέθοδος καταγραφής – λήψης αεροφωτογραφιών

Η μέθοδος καταγραφής βασίστηκε στο σχετικό πρωτόκολλο που αναπτύχθηκε στο πλαίσιο του έργου MEDSEALITTER, προσαρμοσμένο στις ιδιαίτερες τοπογραφικές συνθήκες του όρμου της Θεσσαλονίκης. Έπειτα από δοκιμές που πραγματοποιήθηκαν *in situ* και με γνώμονα την επίτευξη της υψηλότερης δυνατής ανάλυσης εικονοστοιχείου, επιλέχθηκαν τα 10 m ως το σταθερό υψόμετρο λήψης αεροφωτογραφιών. Κάθε αεροφωτογραφία κάλυπτε επιφάνεια περίπου 16x20 m. Με βάση τα ανωτέρω και την ανάγκη να: α) καλυφθούν τουλάχιστον 30 m θαλάσσιας επιφάνειας από την ακτογραμμή, β) υπάρχουν αλληλεπικαλύψεις τουλάχιστον 50% μεταξύ γειτονικών αεροφωτογραφιών και γ) καλύπτουν σημαντικό ποσοστό ξηράς ώστε να γίνει σωστή και ευκολότερη η γεωαναφορά τους, προέκυψαν τα κατάλληλα σχέδια πτήσης και η κατάλληλη πυκνότητα λήψης των αεροφωτογραφιών.

Η εφαρμογή των σχεδίων πτήσης είχε σαν αποτέλεσμα την παραγωγή 764 αεροφωτογραφιών για τον Αύγουστο 2020 και για τα 4.850 m ακτογραμμής της περιοχής μελέτης που καλύφθηκε (Λιμάνι έως Μέγαρο Μουσικής). Στις επόμενες τρεις πτήσεις (Οκτώβριος, Νοέμβριος και Δεκέμβριος 2020) και στην προσπάθεια να επιτευχθεί ακόμη καλύτερο αποτέλεσμα στο παραγόμενο ορθομωσαϊκό, σχεδόν διπλασιάστηκε ο αριθμός των αντίστοιχων αεροφωτογραφιών, πυκνώνοντας τη συχνότητα λήψης τους. Με αυτόν τον τρόπο, τον Οκτώβριο 2020 ελήφθησαν 1537 αεροφωτογραφίες, τον Νοέμβριο 1572 και τον Δεκέμβριο 1539 (σύνολο 5412 φωτογραφίες για τις τέσσερις εποχές καταγραφής) (Εικ. 4 και 5).



**Εικόνα 4.** Η παράκτια περιοχή μελέτης στον όρμο της Θεσσαλονίκης. Στην κόκκινη περιοχή ελήφθησαν 153 αεροφωτογραφίες τον Οκτώβριο 2020.



**Εικόνα 5.** Λεπτομέρεια από την παράκτια περιοχή μελέτης, κοντά στον Λευκό Πύργο. Τα κόκκινα σημεία αντιστοιχούν σε κέντρα αντίστοιχων αεροφωτογραφιών (Οκτώβριος 2020).

## Επεξεργασία εικόνων - δημιουργία ορθομωσαϊκού

Στη συνέχεια έγινε γεωαναφορά, συρραφή και κατάλληλη χρωματική μίξη των αεροφωτογραφιών με σκοπό τη δημιουργία αντίστοιχου ορθομωσαϊκού. Η εργασία αυτή έγινε με τη χρήση αυτοματισμού από εξειδικευμένα λογισμικά που επεξεργάζονται τις αεροφωτογραφίες και παράγουν ορθομωσαϊκά με ελάχιστη ως καθόλου εμπλοκή του χρήστη. Ουσιαστικά, τα εν λόγω λογισμικά εντοπίζουν αυτόματα κοινά σημεία μεταξύ γειτονικών αεροφωτογραφιών και με τη βοήθεια επιπλέον στοιχείων καταγεγραμμένων στα αρχεία τους (exif data) γεωαναφέρουν και στη συνέχεια συνθέτουν το μωσαϊκό των αεροφωτογραφιών. Στη συγκεκριμένη εργασία χρησιμοποιήθηκαν:

- το πολύ διαδεδομένο λογισμικό pix4d,
- το OpenDroneMap (λογισμικό ανοιχτού κώδικα, αρκετά διαδεδομένο και με μεγάλη βάση χρηστών) και
- το ArcGIS PRO V.2.8. (εμπορικό λογισμικό GIS της ESRI το οποίο από την έκδοση 2.8 υποστηρίζει και την παραγωγή ορθομωσαϊκού από αεροφωτογραφίες).

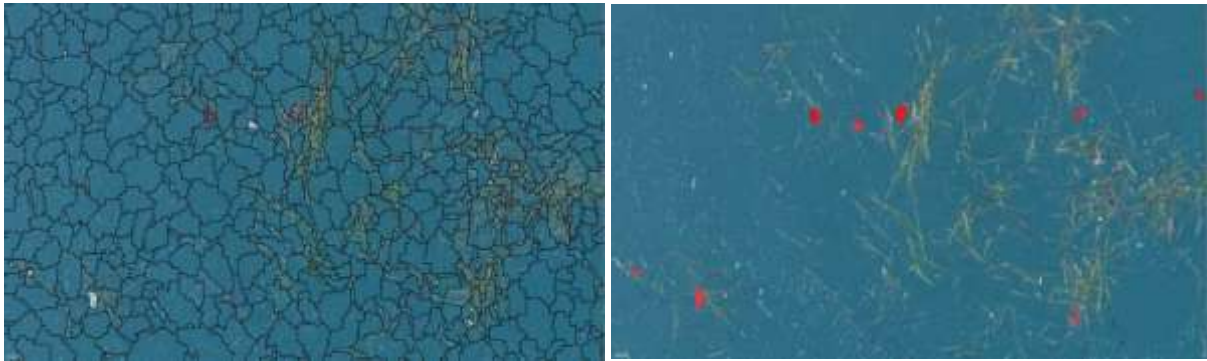
Συμπληρωματικά, όπου τα αποτελέσματα δεν ήταν τα αναμενόμενα (δηλαδή παρατηρήθηκε αδυναμία του λογισμικού να εντοπίσει κοινά σημεία στην σχετικά ομοιόμορφη υδάτινη επιφάνεια της περιοχής μελέτης), πραγματοποιήθηκε δοκιμαστική γεωαναφορά των αεροφωτογραφιών μία προς μία. Δεν χρησιμοποιήθηκαν δηλαδή κοινά σημεία μεταξύ γειτονικών φωτογραφιών, αλλά τα δεδομένα που είχαν καταγραφεί σε διάφορα exif πεδία κατά τη λήψη τους (exif data). Τα δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν για τον σκοπό αυτό είναι:

- οι συντεταγμένες του κέντρου κάθε φωτογραφίας,
- η γωνία του drone σε σχέση με τον βορά (αζιμούθιο),
- η ανάλυση σε εικονοστοιχεία,
- το υψόμετρο λήψης και
- οι γωνίες του άξονα του φακού της φωτογραφικής μηχανής ως προς τον βορρά και ως προς το οριζόντιο επίπεδο.

Οι ανωτέρω πληροφορίες συγκεντρώθηκαν για κάθε μια φωτογραφία και χρησιμοποιήθηκαν σε συνδυασμό με κατάλληλα εργαλεία που παρέχει το λογισμικό ArcGIS PRO 2.8, ώστε να γεωαναφέρουν κάθε αεροφωτογραφία και να τη συνδυάσουν με γειτονικές ώστε να παράγουν το ορθομωσαϊκό. Η μέθοδος δοκιμάστηκε σε τρία σετ των πέντε φωτογραφιών από διάφορα σημεία της περιοχής μελέτης και για δύο χρονικά παράθυρα (Οκτώβριο, Νοέμβριο 2020). Τα αποτελέσματα συγκρίθηκαν με δύο αντίστοιχα επίπεδα αναφοράς (ορθοφωτοχάρτες Εθνικού Κτηματολογίου και Google Earth) και κρίθηκαν κατάλληλα για τις ανάγκες του έργου. Τα σφάλματα μετατόπισης ήταν μικρότερα από εκείνα των επιπέδων αναφοράς και η ανάλυση εικονοστοιχείου διατηρήθηκε σε πολύ καλά επίπεδα (~ 9 mm). Με βάση τα ανωτέρω και για την αυτοματοποίηση της όλης διαδικασίας, αναπτύχθηκαν τρία scripts αυτοματισμού της όλης διαδικασίας σε γλώσσα Python που υποστηρίζεται από το ArcGIS PRO. Στη συνέχεια, έγινε μετατροπή των ορθομωσαϊκών σε εικόνες .tiff ώστε να καθίσταται δυνατή η επεξεργασία τους από το λογισμικό αντικειμενοστραφούς επεξεργασίας και ανάλυσης εικόνας (ecognition).

### Εντοπισμός – ανίχνευση επιπλεόντων θαλάσσιων απορριμμάτων

Για τον εντοπισμό των επιπλεόντων απορριμμάτων στα τέσσερα ορθομωσαϊκά που παρήχθησαν εφαρμόστηκε αντικειμενοστραφή ανάλυση του μωσαϊκού (υπόβαθρο), προκειμένου να διερευνηθεί η δυνατότητα εντοπισμού και καταγραφής των ρύπων με την ανάπτυξη μοντέλου ταξινόμησης. Η ανάλυση αυτή πραγματοποιήθηκε στο περιβάλλον του εμπορικού λογισμικού Definiens eCognition 9.4. Το πρώτο στάδιο της ανωτέρω μεθόδου αφορά την κατάτμηση του υποβάθρου, κατά την οποία το υπόβαθρο χωρίζεται σε αντικείμενα με τη χρήση κριτηρίων βαρύτητας, όπως οι διαφορετικές τιμές ανάκλασης και η κλίμακα των επιθυμητών αντικειμένων (Εικ. 6α). Αποτελεί κρίσιμη διαδικασία, καθώς τα αντικείμενα που παράγονται επηρεάζουν το τελικό αποτέλεσμα της ταξινόμησης. Το δεύτερο στάδιο της μεθόδου είναι η ταξινόμηση των αντικειμένων. Κατά το στάδιο αυτό αναπτύχθηκε μοντέλο σειράς εντολών ταξινόμησης, ώστε τα αντικείμενα ενδιαφέροντος (επιπλέοντα απορρίμματα) να ταξινομηθούν στην αντίστοιχη κλάση (Εικ. 6β).



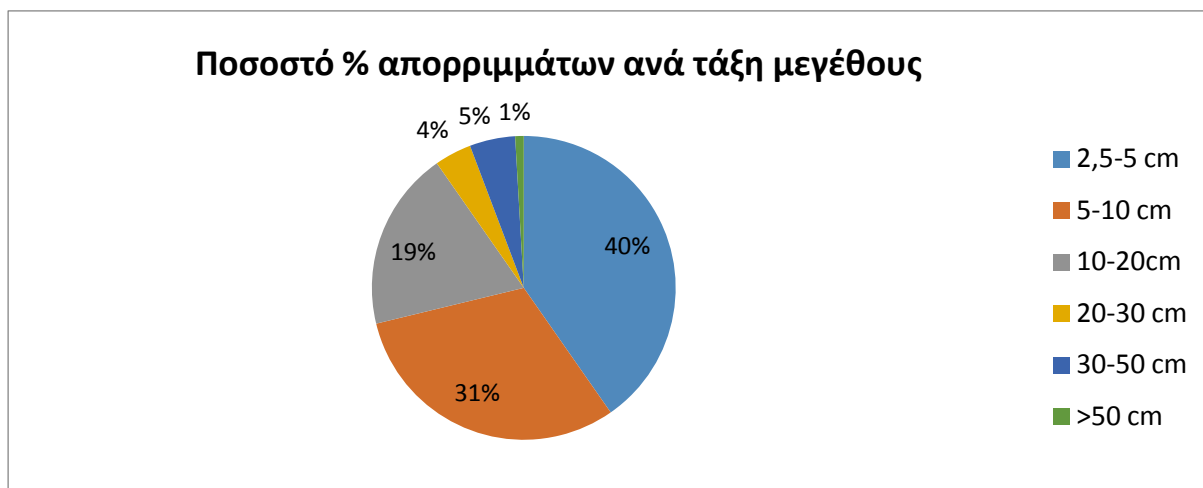
**Εικόνα 3.** α) Τα αντικείμενα όπως προέκυψαν από την κατάτμηση του υποβάθρου, β) τα αντικείμενα των απορριμμάτων όπως ταξινομήθηκαν (με κόκκινο χρώμα).

Διαπιστώθηκε πως η αντικειμενοστραφής ανάλυση μπορεί να εντοπίσει και να χωρίσει τα αντικείμενα με μεγάλη ακρίβεια κατά την κατάτμηση, ωστόσο η ταξινόμηση αυτών στην επιθυμητή κλάση (απορρίμματα) θεωρήθηκε επισφαλής σε κάποιες περιοχές εξαιτίας «ανωμαλιών» στα αντικείμενα, όπως αποτύπωση κυματισμού ή φυσαλίδων στη θαλάσσια επιφάνεια, αλλά και λόγω της μεγάλης ποικιλομορφίας των κατηγοριών των απορριμμάτων. Για τον λόγο αυτόν, στις «προβληματικές» αυτές περιοχές – αντικείμενα, έγινε συμπληρωματικός έλεγχος και διόρθωση των αποτελεσμάτων των ταξινομήσεων, μέσω φωτοερμηνείας και ψηφιοποίησης στο περιβάλλον του ArcGIS 10.8, και με την απασχόληση έμπειρου φωτοερμηνευτή. Τέλος, έπειτα και από τις διορθώσεις, παρήχθησαν οι τελικοί χάρτες για κάθε μία από τις τέσσερις εποχές.

## 4. Αποτελέσματα - Συζήτηση

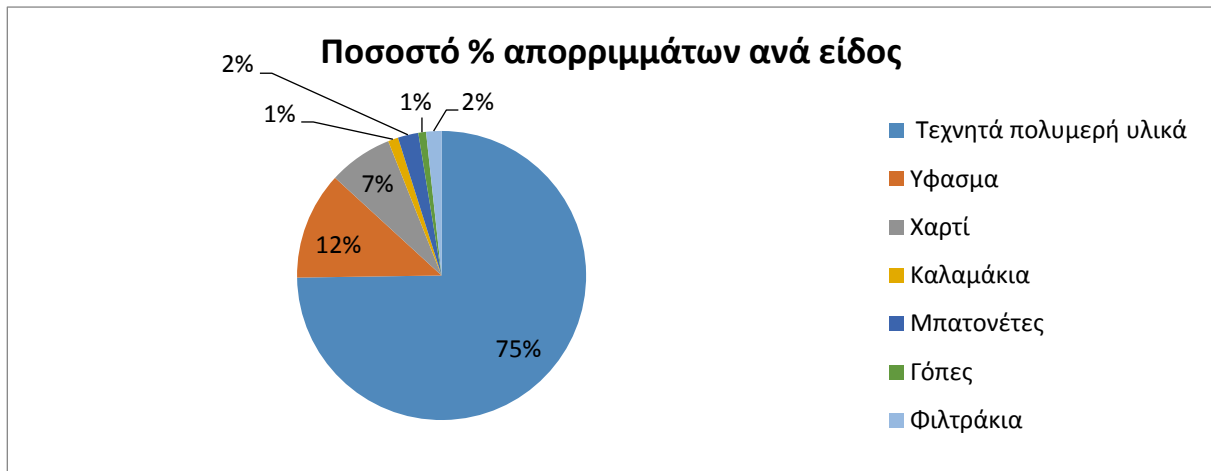
### 4.1. Ποιοτική καταγραφή επιπλεόντων απορριμμάτων

Τα αποτελέσματα των δειγματοληψιών-καταγραφών των επιπλεόντων απορριμμάτων μέσω οπτικής παρατήρησης στον Όρμο της Θεσσαλονίκης, για το έτος 2020, έδειξαν πως τα μικρού μεγέθους απορρίμματα (2,5 – 5 cm) είναι η πολυπληθέστερη κλάση με 40% στο σύνολο των απορριμμάτων που καταγράφηκαν. Ακολουθεί η αμέσως μεγαλύτερη κλάση (5 – 10 cm) με 31% και η επόμενη (10 – 20 cm) με 19% (Εικ. 4).



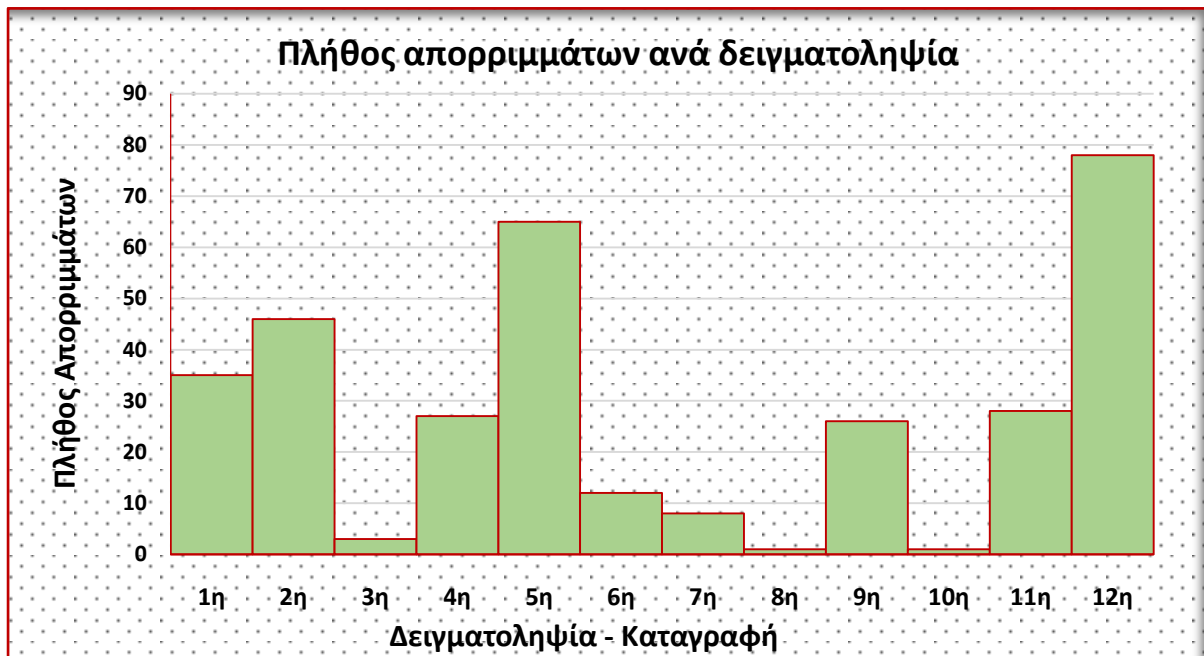
**Εικόνα 4.** Ποσοστό % επιπλεόντων απορριμμάτων ανά τάξη μεγέθους, στις καταγραφές του έτους 2020, στον Όρμο της Θεσσαλονίκης.

Σε ό,τι αφορά στο είδος των απορριμμάτων, τα αποτελέσματα των δειγματοληψιών-καταγραφών έδειξαν πως τα τεχνητά πολυμερή υλικά (όπως πλαστικά μπουκάλια ή κομμάτια πλαστικού, σακούλες, περιτυλίγματα συσκευασιών, φελιζόλ, συνθετικά σχοινιά, γάντια) ήταν με διαφορά η πολυπληθέστερη ομάδα επιπλεόντων απορριμμάτων, με ποσοστό 75%. Από τις υπόλοιπες ομάδες, δεύτερη ήταν η κατηγορία των απορριμμάτων από ύφασμα (π.χ. είδη ένδυσης ή κομμάτια αυτών, σχοινιά, δίχτυα) με ποσοστό 12% και ακολούθησαν τα απορρίμματα από χαρτί (π.χ. χαρτόνια, χάρτινες συσκευασίες) με ποσοστό 7%. Από τις υπόλοιπες κατηγορίες, σχετικά υψηλά ποσοστά συγκέντρωσαν οι μπατονέτες (περιλαμβανομένων και αυτών που χρησιμοποιούνται στα διαγνωστικά τεστ για την ανίχνευση του ιού Covid-19) (2%), τα καλαμάκια (1%), οι γόπες τσιγάρων (1%) και τα φιλτράκια (2%) (Εικ. 5).



**Εικόνα 5.** Ποσοστό % επιπλέοντων απορριμμάτων ανά είδος, στις καταγραφές του έτους 2020, στον Όρμο της Θεσσαλονίκης.

Τα περισσότερα απορρίμματα καταγράφηκαν κατά τη 12<sup>η</sup> και την 5<sup>η</sup> δειγματοληψία-καταγραφή, δηλαδή κατά τους μήνες Δεκέμβριο και Σεπτέμβριο 2020, αντίστοιχα. Η τρίτη στη σειρά μεγαλύτερη καταγραφή απορριμμάτων έγινε τον μήνα Μάρτιο 2020 (2<sup>η</sup> δειγματοληψία).



**Εικόνα 6.** Πλήθος επιπλέοντων απορριμμάτων ανά δειγματοληψία - καταγραφή, το έτος 2020, στον Όρμο της Θεσσαλονίκης.

#### 4.2. Ποσοτική καταγραφή επιπλεόντων απορριμμάτων - χαρτογράφηση

Τα αποτελέσματα της καταγραφής των επιπλεόντων απορριμμάτων με τη χρήση Συστήματος μη Επανδρωμένου Αεροσκάφους (ΣμηΕΑ – Drone) για τους μήνες Αύγουστο, Οκτώβριο, Νοέμβριο και Δεκέμβριο 2020, φαίνονται στον Πίνακα 2 και στις Εικόνες 7 έως 10 που ακολουθούν.

**Πίνακας 2.** Επιφάνεια και ποσοστό (%) επιπλεόντων απορριμμάτων επί της συνολικής έκτασης ορθομωσαϊκού στην παράκτια ζώνη του Όρμου της Θεσσαλονίκης (έτος 2020).

Καταγραφή / Μήνας	Επιφάνεια (m <sup>2</sup> )	Ποσοστό (%) απορριμμάτων επί έκτασης ορθομωσαϊκού
1 <sup>η</sup> – Αύγουστος 2020	33.187	0,033243
2 <sup>η</sup> – Οκτώβριος 2020	5.058	0,003510
3 <sup>η</sup> – Νοέμβριος 2020	6.231	0,003007
4 <sup>η</sup> – Δεκέμβριος 2020	11.917	0,005753

Όπως αναφέρθηκε στο κεφάλαιο 3.2 ανωτέρω, όπου περιγράφεται η μέθοδος καταγραφής μέσω ΣμηΕΑ, το ορθομωσαϊκό κάλυπτε ~30 m θαλάσσιας επιφάνειας από την ακτογραμμή, καθόλο το μήκος ακτογραμμής (4.850 m) της περιοχής μελέτης (Λιμάνι έως Μέγαρο Μουσικής). Συνεπώς, η συνολική επιφάνεια του ορθομωσαϊκού είναι περίπου 150.000 m<sup>2</sup>.

Το μεγαλύτερο ποσοστό κάλυψης από απορρίμματα στην παράκτια ζώνη του Όρμου της Θεσσαλονίκης παρατηρήθηκε τον Αύγουστο 2020 (και μάλιστα με μεγάλη διαφορά από τις τρεις επόμενες καταγραφές). Από τις υπόλοιπες καταγραφές, τα αποτελέσματα των οποίων κυμάνθηκαν περίπου στα ίδια επίπεδα, μεγαλύτερη κάλυψη από επιπλέοντα απορρίμματα παρατηρήθηκε τον Δεκέμβριο 2020 και ακολουθούν ο μήνας Οκτώβριος και στο τέλος ο Νοέμβριος, με μικρή διαφορά.

Τον Αύγουστο 2020, η μεγαλύτερη συγκέντρωση επιπλεόντων απορριμμάτων καταγράφηκε στα σημεία (όλα πολύ κοντά στην όχθη): Λιμάνι-Αριστοτέλους, Λευκός Πύργος-Βασιλικό Θέατρο, εκατέρωθεν του Μακεδονία Παλλάς και πίσω (προς το Μέγαρο Μουσικής, δηλαδή) από τον Ναυτικό Όμιλο Θεσσαλονίκης. Γενικότερα, και στις υπόλοιπες τρεις καταγραφές παρατηρήθηκε συγκέντρωση στα ίδια περίπου σημεία, με κυρίαρχα τα: Λιμάνι-Αριστοτέλους (και παραπέρα), Λευκός Πύργος προς Μακεδονία Παλλάς και Ναυτικός Όμιλος Θεσσαλονίκης. Μόνο τον Δεκέμβριο 2020 καταγράφηκαν απορρίμματα σε υψηλή σχετικά συγκέντρωση και προς το Μέγαρο Μουσικής.





**Εικόνα 7.** Καταγραφή επιπλεόντων απορριμμάτων μέσω ΣμηΕΑ στην παράκτια ζώνη του Όρμου της Θεσσαλονίκης (Αύγουστος 2020).



**Προγραμματική Σύμβαση 2020 "Έλεγχος και παρακολούθηση της ποιότητας της θάλασσας στον Όρμο της Θεσσαλονίκης"**

**Καταγραφή επιπλεόντων ρύπων με Σύστημα Μη Επανδρωμένου Αεροσκάφους (Drone) στην παράκτια ζώνη του Όρμου Θεσσαλονίκης**

**Φορείς Υλοποίησης:**

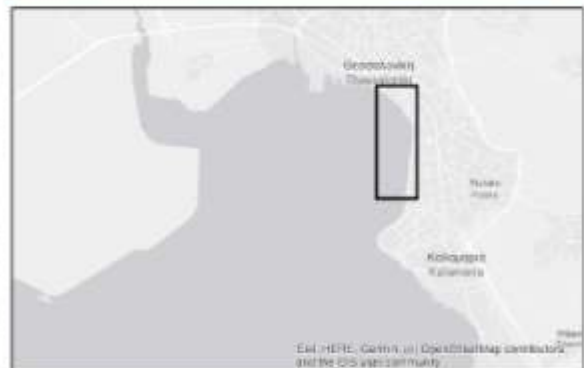
Δήμος Θεσσαλονίκης/ Δ/ση Διαχείρισης Περιβάλλοντος & Πρασίνου/ Τμήμα Περιβάλλοντος & Προσαρμογής στην Κλιματική Αλλαγή

Μουσείο Γουλανδρή Φυσικής Ιστορίας - Ελληνικό Κέντρο Βιοτόπων Υγροτόπων

Καταγραφή επιπλεόντων ρύπων - Οκτώβριος 2020

Ποσοστό εμφάνισης ρύπων επί της έκτασης ορθογωνοσφαικού: 0,0035%

Πραβολικό Σύστημα Συντεταγμένων: ΕΓΣΑ '89



**Εικόνα 8.** Καταγραφή επιπλεόντων απορριμμάτων μέσω ΣμηΕΑ στην παράκτια ζώνη του Όρμου της Θεσσαλονίκης (Οκτώβριος 2020).



**Προγραμματική Σύμβαση 2020 "Έλεγχος και παρακολούθηση της ποιότητας της θάλασσας στον Όρμο της Θεσσαλονίκης"**

**Καταγραφή επιπλεόντων ρύπων με Σύστημα Μη Επανδρωμένου Αεροσκάφους (Drone) στην παράκτια ζώνη του Όρμου Θεσσαλονίκης**

**Φορείς Υλοποίησης:**

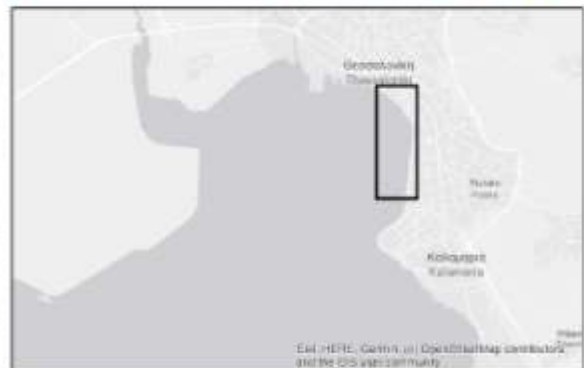
Δήμος Θεσσαλονίκης/ Δ/ση Διαχείρισης Περιβάλλοντος & Πρασίνου/ Τμήμα Περιβάλλοντος & Προσαρμογής στην Κλιματική Αλλαγή

Μουσείο Γουλανδρή Φυσικής Ιστορίας - Ελληνικό Κέντρο Βιοτόπων Υγροτόπων

Καταγραφή επιπλεόντων ρύπων - Νοέμβριος 2020

Ποσοστό εμφάνισης ρύπων επί της έκτασης ορθογωνοσaiκού: 0,0030%

Πραβολικό Σύστημα Συντεταγμένων: ΕΓΣΑ '89



**Εικόνα 9.** Καταγραφή επιπλεόντων απορριμμάτων μέσω ΣμηΕΑ στην παράκτια ζώνη του Όρμου της Θεσσαλονίκης (Νοέμβριος 2020).



**Προγραμματική Σύμβαση 2020 "Έλεγχος και παρακολούθηση της ποιότητας της θάλασσας στον Όρμο της Θεσσαλονίκης"**

**Καταγραφή επιπλεόντων ρύπων με Σύστημα Μη Επανδρωμένου Αεροσκάφους (Drone) στην παράκτια ζώνη του Όρμου Θεσσαλονίκης**

**Φορείς Υλοποίησης:**

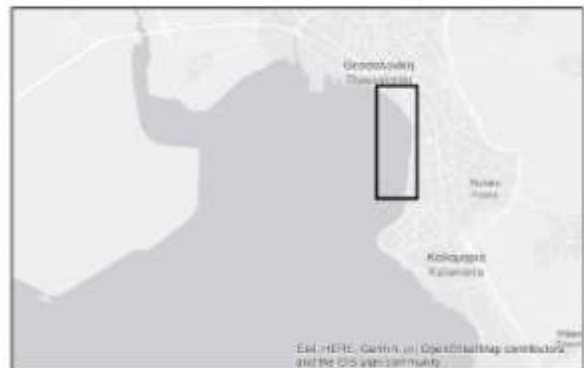
Δήμος Θεσσαλονίκης/ Δ/ση Διαχείρισης Περιβάλλοντος & Πρασίνου/ Τμήμα Περιβάλλοντος & Προσαρμογής στην Κλιματική Αλλαγή

Μουσείο Γουλανδρή Φυσικής Ιστορίας - Ελληνικό Κέντρο Βιοτόπων Υδροτόπων

Καταγραφή επιπλεόντων ρύπων - Δεκέμβριος 2020

Ποσοστό εμφάνισης ρύπων επί της έκτασης ορθογωνοσaiκού: 0,0057%

Πραβολικό Σύστημα Συντεταγμένων: ΕΓΣΑ '89



**Εικόνα 10.** Καταγραφή επιπλεόντων απορριμμάτων μέσω ΣμηΕΑ στην παράκτια ζώνη του Όρμου της Θεσσαλονίκης (Δεκέμβριος 2020).

## **5. Βιβλιογραφία**

Caric, H. & Mackelworth, P. 2014. Cruise tourism environmental impacts – The perspective from the Adriatic Sea. *Ocean & Coastal Management* 102, 350-363.

Coe, J.M. & Rogers, D.B. (eds) 1997. *Marine debris: sources, impacts, and solutions*. New York, NY: Springer-Verlag.

MAP/UNEP 2001. *Litter Management in coastal zones of the Mediterranean Basin - Analysis of the questionnaire and proposals for guidelines*. Document UNEP(DEC)/MED WG.183/4.

UNEP 2015. *Marine Litter Assessment in the Mediterranean*. UNEP/MAP Athens, 45 pp.