



## ΠΡΑΞΗ

«Γαλάζια Ανάπτυξη με Καινοτομία και εφαρμογή στις  
Ελληνικές Θάλασσες - ΓΛΑΥΚΗ»  
κωδικός ΟΠΣ (MIS) 5002438

### Υποέργο 2

*«Ανάπτυξη της Βάσης Δεδομένων και Γεωχωρικών  
Πληροφοριών του ΥΣ Ρόδου/ΕΛΚΕΘΕ για το Θαλάσσιο  
Χωροτακτικό Σχεδιασμό και την Ολοκληρωμένη Διαχείριση  
της Παράκτιας Ζώνης στη ν. Ρόδο»*

Πακέτο εργασίας 3 : Αποτύπωση και ταξινόμηση θαλάσσιων  
φαραγγιών στη Ν. Ρόδο

Υπεύθυνος Πακέτου Εργασίας: Γ.-Α. Χατήρης

*Παραδοτέο:*

Βαθυμετρικοί και γεωμορφολογικοί χάρτες υψηλής ανάλυσης.  
Χαρτογράφηση και ταξινόμηση υποθαλάσσιων φαραγγιών

Θέμα 2: Απεικόνιση του αιωρούμενου σωματιδιακού υλικού με  
ολογραφική κάμερα

Υλοποίηση :

Σπύρος Χαϊκάλης, Αριστομένης Καραγεώργης

Μάρτιος 2021

## 1. Εισαγωγή

Στο πλαίσιο της πράξης “Γαλάζια Ανάπτυξη με Καινοτομία και εφαρμογή στις Ελληνικές Θάλασσες Γλαύκη”, υποέργου 2 “Ανάπτυξη της Βάσης Δεδομένων και Γεωχωρικών Πληροφοριών του ΥΣ Ρόδου/ΕΛΚΕΘΕ για το Θαλάσσιο Χωροτακτικό Σχεδιασμό και την Ολοκληρωμένη Διαχείριση της Παράκτιας Ζώνης στη ν. Ρόδο”, ΠΕ 3: Αποτύπωση και ταξινόμηση υποθαλάσσιων φαράγγιων στη νήσο Ρόδο προκύπτει το παρόν παραδοτέο για το οποίο το Ελληνικό Κέντρο Θαλασσιών Ερευνών προχώρησε σε επί τόπου μέτρηση της συγκέντρωσης όγκο κατ' όγκο, του αριθμού αλλά και της εικόνας των αιωρούμενων σωματιδίων με ολογραφική κάμερα (LISST-HOLO2) στο υποθαλάσσιο φαράγγι της Λάρδου. Σκοπός της παρούσας μέτρησης είναι η μελέτη των αιωρούμενων σωματιδίων που ενδεχόμενα μεταφέρονται κατά μήκος του φαράγγιου προς τη θάλασσα. Ο ωκεανογραφικός πλόας πραγματοποιήθηκε το διάστημα 30 Σεπτεμβρίου με 4 Οκτωβρίου 2020 με το ωκεανογραφικό πλοίο Αιγαίο.

Τα υποθαλάσσια φαράγγια συνήθως διακρίνονται από περίπλοκα τοπογραφικά χαρακτηριστικά. Λαμβάνουν χώρα σε ηπειρωτικά περιθώρια του παγκόσμιου ωκεανού, ενώ εν γένει ενισχύουν την ανταλλαγή νερού και υλικών, έτσι αναγνωρίζονται ως σημαντικός δρόμος μεταφοράς ιζημάτων από την ηπειρωτική χώρα στη βαθιά θάλασσα (Harris and Whiteway, 2011; Huang et al., 2014). Επιπλέον, τα υποβρύχια φαράγγια έχουν συσχετιστεί με υψηλότερη πρωτογενή παραγωγικότητα και βενθική βιομάζα (π.χ. Huvenne and Davies, 2014). Κατά συνέπεια, μελέτες της δυναμικής σωματιδίων και η ροή ύλης σε συστήματα φαράγγιων έχουν τύχει μεγάλης προσοχής τις τελευταίες δεκαετίες, προκειμένου να αποκτήσουμε καλύτερη κατανόηση των διεργασιών μεταφοράς οργανικής και ανόργανης ύλης σε τέτοια περιβάλλοντα. Παρόμοιες μελέτες πραγματοποιήθηκαν αρχικά στις Ηνωμένες Πολιτείες και ιδιαίτερα στο φαράγγι Quinault (Baker and Hickey, 1986; Carson et al., 1986; Hickey et al., 1986), το φαράγγι της Βαλτιμόρης (Gardner, 1989), και πιο πρόσφατα στο φαράγγι του Eel (Mullenbach & Nittrouer, 2000; Puig et al.,

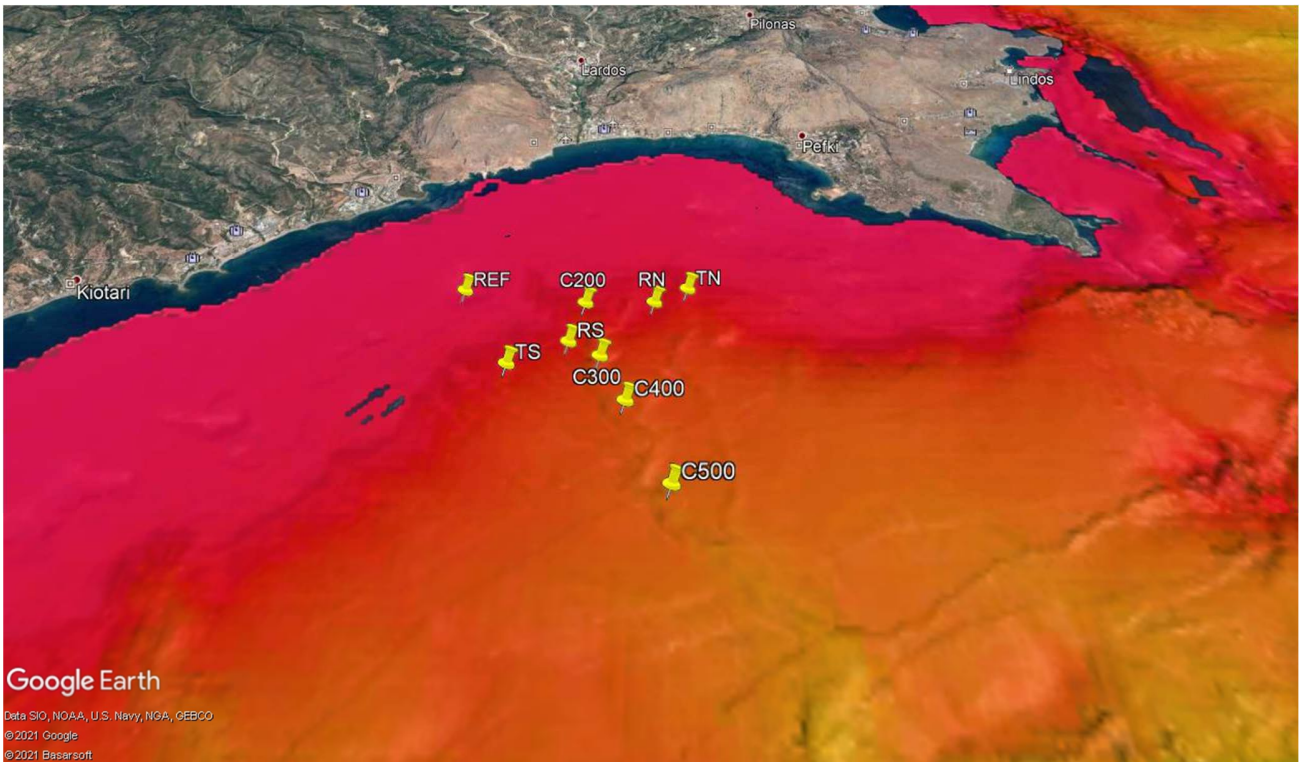
2003) και το φαράγγι Monterey στην Καλιφόρνια (Paull et al., 2003). Στην Ευρώπη, παρόμοια πειράματα διεξήχθησαν στο ηπειρωτικό περιθώριο του Ατλαντικού στο φαράγγι των Nazaré (Allin et al., 2016), το φαράγγι Avilés (Rumín-Caparrós et al., 2016), τα φαράγγια Lisbon-Setúbal και Cascais (De Stigter et al., 2011) και το φαράγγι Cap Ferret (Ruch et al., 1993). Στη ΒΔ Μεσόγειο, το φαράγγι Foix (Puig et al., 2000), το φαράγγι Cap de Creus (Lastras et al., 2007), το φαράγγι Palamós (Palanques et al., 2005), το φαράγγι Blanes (Zúñiga et al., 2009), καθώς και τα φαράγγια στην Κορσική και τη Σαρδηνία (Kenyon et al., 2002; Skliris και Djenidi, 2006), έχουν επιλεγεί ως κατάλληλα σημεία για τη μελέτη των υδροδυναμικών και βιογεωχημικών διεργασιών και χαρακτηριστικών σε υποθαλάσσια φαράγγια. Αντιθέτως, υπάρχει προφανής έλλειψη γνώσης σχετικά με την έρευνα φαραγγίων στην Ανατολική Μεσόγειο Θάλασσα, αφού αυτός ο τομέας της λεκάνης έχει μελετηθεί ελάχιστα καθόλου, εν συγκρίσει με άλλα φαράγγια παγκοσμίως (Würtz, 2012), με εξαίρεση το φαράγγι της Σαμαριάς στη νότια Κρήτη (Karageorgis et al., 2018).

## 2. Μεθοδολογία

### 2.1. Περιοχή μελέτης

Για τους σκοπούς της παρούσας μελέτης κρίθηκε σκόπιμο να ακολουθηθεί η εξής μεθοδολογία μέτρησης για τη βέλτιστη καταγραφή των αιωρούμενων σωματιδίων που ενδεχόμενα φέρονται διά μέσου του υποθαλάσσιου φαραγγιού με κατεύθυνση από ξηράς προς θάλασσα. Αρχικά υπήρξε μία μέτρηση εκτός του συγκεκριμένου φαραγγιού σε σταθμός αναφοράς και ο οποίος φαίνεται στην Εικόνα 1. Ακολούθως πραγματοποιήθηκε δειγματοληψία κατά μήκος του υποθαλάσσιου φαραγγιού σε τέσσερα σημεία του φαραγγιού σε απόσταση τέτοια που η διαφορά στο από την επιφάνεια μέχρι τον πυθμένα να μεταβάλλεται κατά 100 μέτρα από σημείο σε σημείο και αποτυπώνονται στην Εικόνα 1. Πρακτικά επιχειρήθηκε να πραγματοποιηθεί δειγματοληψία στο φαράγγι εντός των ισοβαθών του ανά 100 μέτρα. Τέλος υπήρξε και μία κάθετη προς το φαράγγι τομή η οποία αποτυπώνεται στην Εικόνα 1, για να υπάρχει μια πληρέστερη εικόνα σε σχέση με το

αιωρούμενο υλικό εντός και εκτός φαραγγιού. Πιο συγκεκριμένα τα όρια του φαραγγιού ορίζονται από τους σταθμούς TS και TN αντίστοιχα.



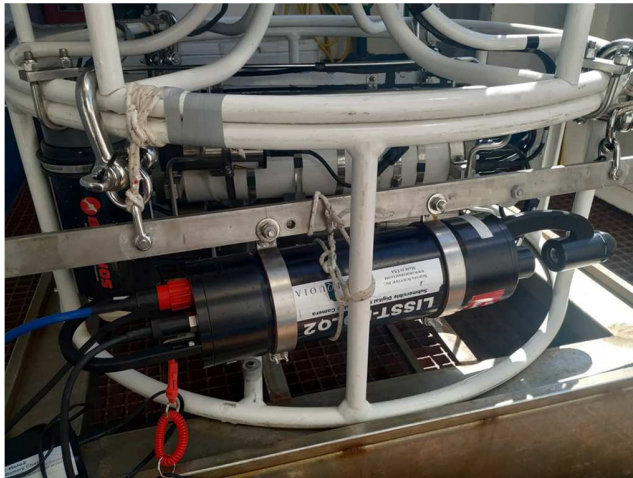
Εικόνα 1: Βαθυμετρική απεικόνιση του υποθαλάσσιου φαραγγιού στη Λάρδο, ΝΑ Ρόδος. Με κίτρινες πινέζες παρουσιάζονται οι σταθμοί δειγματοληψίας. Οι σταθμοί C200, C300, C400 και C500 είναι εντός του υποθαλάσσιου φαραγγιού. Οι σταθμοί TS, RS, RN, TN είναι κάθετα στην είσοδο του υποθαλάσσιου φαραγγιού. Ο σταθμός REF είναι εκτός του φαραγγιού και είναι σταθμός αναφοράς.

## 2.2. Δειγματοληψία και επεξεργασία δεδομένων.

Η δειγματοληψία πραγματοποιήθηκε με το όργανο LISST-Holo 2. Το LISST-Holo 2 είναι όργανο ολογραφικής κάμερας το οποίο κατασκευάζεται από την εταιρία Sequoia Sci. Η ποιοτική διαφορά μια ολογραφικής κάμερας από τις συμβατικές είναι πως λειτουργεί με την αρχή της σκέδασης δέσμης φωτός για να αποτυπώσει μια εικόνα. Για αυτό άλλωστε ανήκει και στην ευρύτερη οικογένεια των LISST (Laser In Situ Scattering Transmissometer)

οργάνων. Το εύρος των σωματιδίων που καταγράφεται με την παρούσα ολογραφική κάμερα εκτείνεται σε εύρος σωματιδίων από περίπου 25  $\mu\text{m}$  έως 2500  $\mu\text{m}$ . Στη παρούσα μελέτη χρησιμοποιήθηκε ως συχνότητα δειγματοληψίας ορίστηκαν τα 4 Hz, δηλαδή λαμβάναμε 4 μετρήσεις το δευτερόλεπτο. Αυτή η συχνότητα σε συνδυασμό με το γεγονός ότι η ταχύτητα πόντισης του οργάνου ήταν  $\sim 0.7 \text{ m s}^{-1}$  μας έδινε τη δυνατότητα να έχουμε περίπου 5 μετρήσεις ανά μέτρο πόντισης του οργάνου. Συχνότητα που θεωρείται εξαιρετικά επαρκής για τους σκοπούς της παρούσας μελέτης. Τέλος παρά το γεγονός ότι το παρόν όργανο μας παρέχει τη δυνατότητα να πραγματοποιούμε σειρά ποντίσεων και οι εικόνες να παραμένουν αποθηκευμένες στη μνήμη του. Θεωρήθηκε ασφαλέστερο η εξαγωγή των εικόνων και η διπλή αποθήκευσή τους σε ηλεκτρονικό υπολογιστή και εξωτερικό σκληρό μετά από κάθε πόντιση οργάνου με σκοπό την ασφαλέστερη αλλά και ταχύτερη συλλογή δεδομένων.

Το όργανο LISST–Holo 2 προσαρμόστηκε στη βάση της ροζέτας κατάλληλα τοποθετημένο σε παράλληλη θέση ως προς τη βάση (Εικόνα 2α). Αφού πρώτα είχε προσαρμοστεί κατάλληλα σε ανοξειδωτή μεταλλική ράβδο όπως επίσης φαίνεται στην Εικόνα 2α. Η παροχή ενέργειας πραγματοποιήθηκε από εσωτερική μπαταρία αλλά και από εξωτερική μπαταρία (Εικόνα 2β) που έχει προμηθευτεί το Ελληνικό Κέντρο Θαλασσιών Ερευνών από τη κατασκευάστρια εταιρία του οργάνου. Η εξωτερική μπαταρία επίσης είχε προσαρμοστεί σε μεταλλική ράβδο και είχε προσαρμοστεί κατάλληλα κάθετα ως προς τη βάση. Η φόρτιση των μπαταριών, οι οποίες λειτουργούν παράλληλα γινόταν στο ενδιάμεσο μετά και πριν από κάθε πόντιση.



(α)



(β)

Εικόνα 2: (α) LISST-Holo 2 τοποθετημένο στη βάση της ροζέτας, (β) Εξωτερική μπαταρία τροφοδοσίας του LISST-Holo 2 τοποθετημένη στη ροζέτα.

Ακολούθως η επεξεργασία των δεδομένων πραγματοποιήθηκε με χρήση των λογισμικού επεξεργασίας που παρέχει η κατασκευάστρια εταιρία και τα οποία είναι τα εξής δύο : α) Holo-Batch και β) Holo-Detail. Το Holo-Batch επεξεργάζεται μια επιλεγμένη ομάδα ολογραφημάτων, ενώ το Holo-Detail επιτρέπει τη λεπτομερή χειροκίνητη μελέτη μεμονωμένων ολογραφημάτων. Τα επεξεργασμένα ολογράμματα παράγουν ευκρινείς εικόνες σε εστίαση σε ένα επίπεδο.

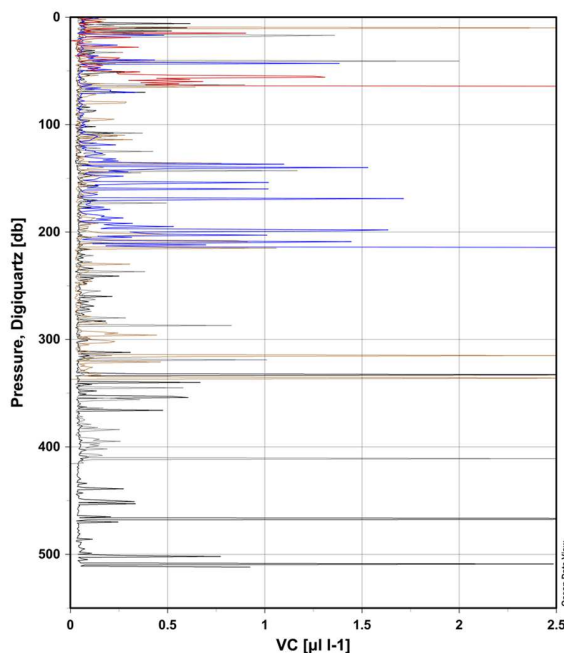
Έτσι από το Holo-Batch επεξεργαστήκαμε το σύνολο των παραγόμενων εικόνων και εκτιμήθηκε από το εν λόγω λογισμικό η συγκέντρωση όγκο κατ' όγκο των αιωρούμενων σωματιδίων όπως επίσης και ο αριθμός των σωματιδίων. Από την άλλη υπήρξε μια επιλογή μελέτης εικόνων ενδεικτικά ανά σταθμός μελέτης με σκοπό να υπάρξει και πιο ασφαλής εξαγωγή συμπερασμάτων για την ποιότητα των αιωρούμενων σωματιδίων που μετρήθηκαν και τα ποιοτικά χαρακτηριστικά αυτών. Στη παρούσα μελέτη θα παρουσιαστούν ενδεικτικά ορισμένες ενδιαφέρουσες εικόνες και όχι το σύνολο αυτών, γεγονός που θα υπερέβαινε κατά πολύ τόσο τον όγκο όσο και τους σκοπούς της παρούσας

έρευνας. Από την άλλη θα υπάρξει αναλυτική περιγραφή των γενικών χαρακτηριστικών όπως η συγκέντρωση όγκο κατ' όγκο και ο αριθμός των σωματιδίων.

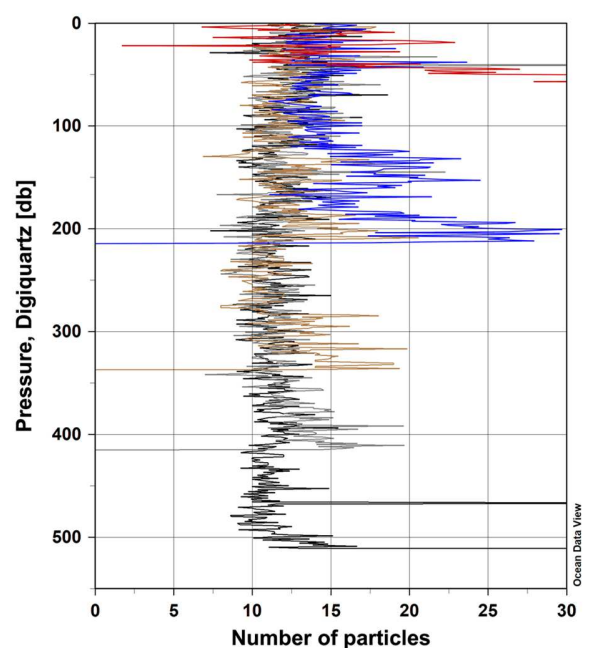
### 3. Αποτελέσματα

#### 3.1. Αποτελέσματα συγκέντρωσης όγκο κατ' όγκο και αριθμού σωματιδίων

Αρχικά θεωρήθηκε σκόπιμο να μελετηθεί η συσχέτιση της συγκέντρωσης όγκο κατ' όγκο και του αριθμού σωματιδίων των σταθμών που βρίσκονται εντός του φαραγγιού με τον σταθμό αναφοράς. Όπως γίνεται σαφές από την Εικόνα 3 και ειδικά την Εικόνα 3β αυτό που κανείς θα ανέμενε να δει ήταν ο αριθμός σωματιδίων εντός του φαραγγιού να είναι μεγαλύτερος σε σχέση με το σταθμό αναφοράς. Κάτι τέτοιο όμως δεν προκύπτει. Σημειώνεται ότι με κόκκινο χρώμα είναι ο σταθμός αναφοράς.



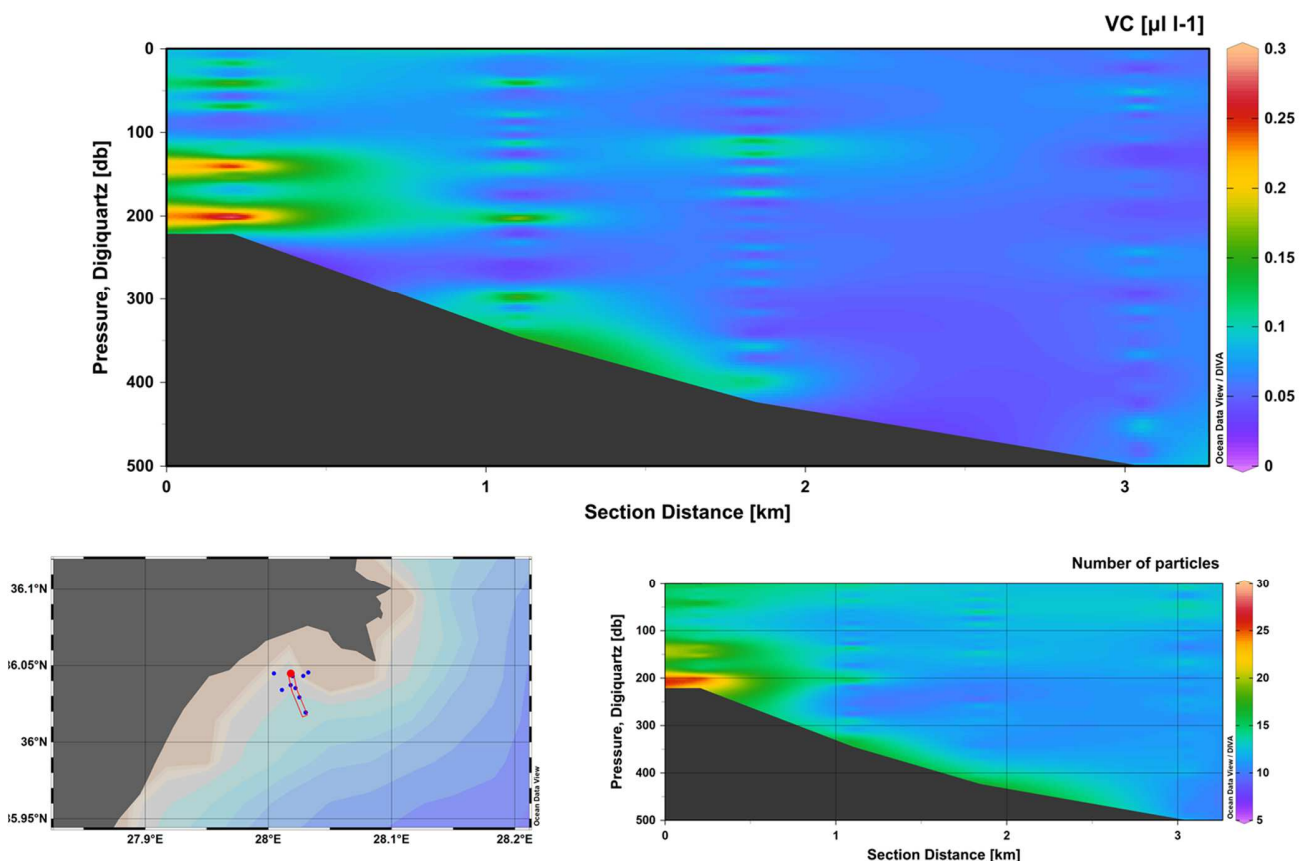
(α)



(β)

Εικόνα 3: (α) Εκτίμηση συγκέντρωσης όγκο κατ' όγκο , (β) Εκτίμηση αριθμού σωματιδίων.  
Κόκκινο : REF, Μπλε: C200, κίτρινο: C300, γκρι: C400, Μαύρο: C500.

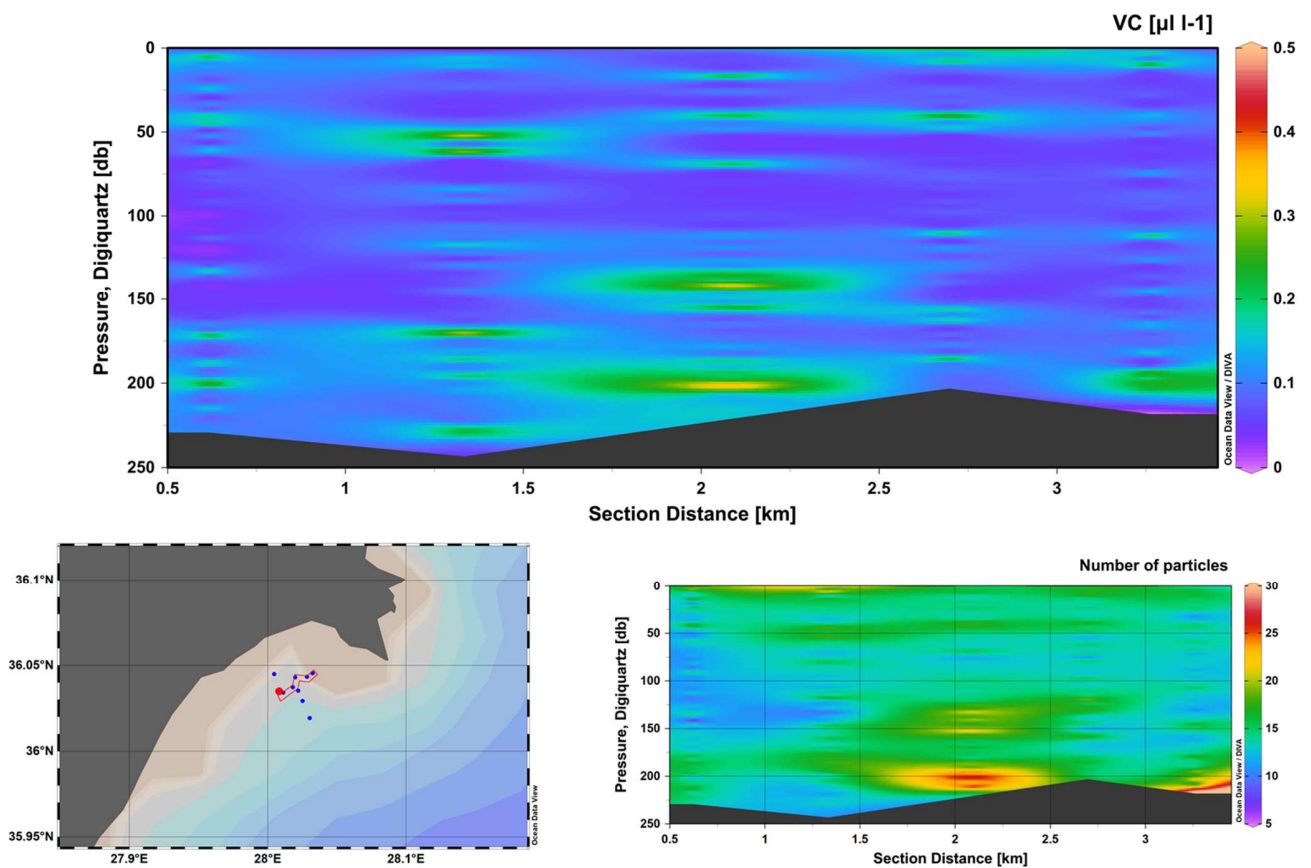
Από την άλλη μεριά ο σταθμός C200 (μπλε γραμμή), όπως φαίνεται παρουσιάζει και στα δύο διαγράμματα μια αύξηση τόσο του αριθμού όσο και της συγκέντρωσης των αιρούμενων σωματιδίων στο πυθμένα του (bottom nepheloid layer – BNL). Αντίστοιχη εικόνα παρουσιάζεται και στους λοιπούς σταθμούς εντός του υποθαλάσσιου φαραγγιού αλλά με χαμηλότερη ένταση σε σχέση με τον C200. Συνεπώς πιθανότατα εντοπίζεται μια μεταφορά αιωρούμενου υλικού στην αρχή του φαραγγιού η οποία συνεχίζεται με χαμηλότερη ένταση κατά μήκος του υπόλοιπου φαραγγιού. Αυτή η εκτίμηση γίνεται ακόμα πιο έντονη αν παρατηρήσει κανείς τις αντίστοιχες παραμέτρους σε τομή από τον σταθμό C200 μέχρι τον σταθμό C500, όπως αυτή εμφανίζεται στην Εικόνα 4.



Εικόνα 4: Τομή κατά μήκος του φαραγγιού (από σταθμό C200 έως σταθμό C500) , όπως αυτή αποτυπώνεται για τις παραμέτρους συγκέντρωσης όγκου κατ' όγκο (VC,  $\mu\text{l l}^{-1}$ ) και αριθμού σωματιδίων.



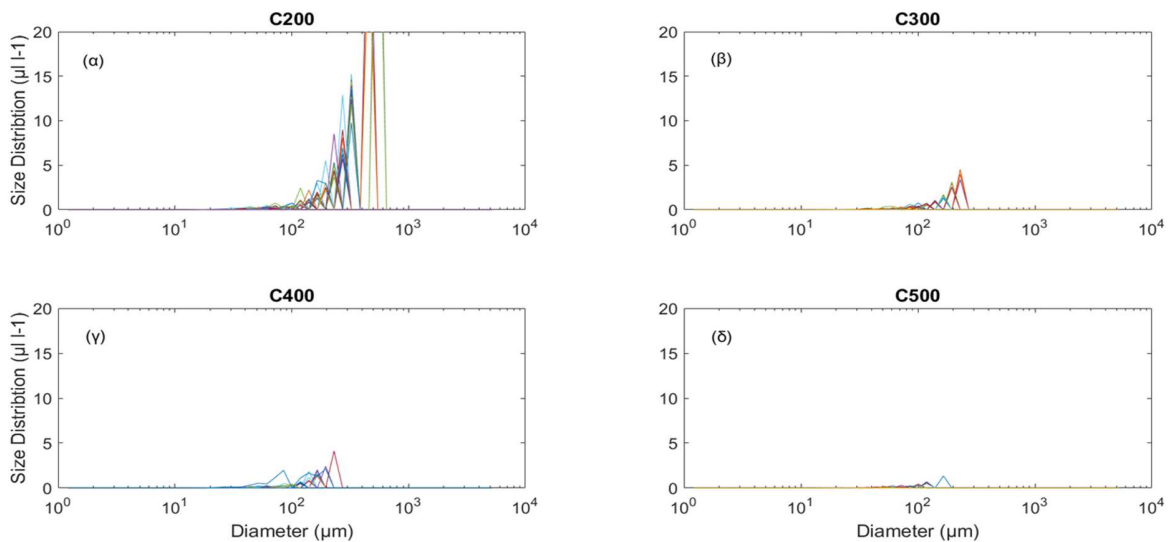
Αντίστοιχα στη τομή κάθετα στη ροή του υποθαλάσσιου φαραγγιού από τον σταθμό TS έως τον σταθμό TN συμπεριλαμβανομένου του σταθμού C200 φαίνεται πως η βασική ροή αιωρούμενου υλικού γίνεται στο κέντρο του φαραγγιού (σταθμός C200) και λιγότερο στα όρια αυτού, όπως αυτή παρουσιάζεται στην Εικόνα 5. Υπάρχει σχετικά έντονη ροή στο πυθμένα του βόρειου ορίου (σταθμός TN) στον οποίο επίσης έχουμε εμφάνιση *bottom nepheloid layer*, συνεπώς προκύπτει ότι τουλάχιστον στην αρχή του φαραγγιού υπάρχει στο πυθμένα φέρον αιωρούμενο υλικό το οποίο όμως στη παρούσα μελέτη δεν μπορεί να ερμηνευτεί περαιτέρω. Αντίθετα στο νότιο όριο του φαραγγιού δεν εμφανίζεται κάποια έντονη μεταφορά αιωρούμενου υλικού. Απαιτείται επανάληψη της συγκεκριμένης δειγματοληψίας σε διάφορες εποχικές περιόδους και κατά μήκος του φαραγγιού στα όρια για να τεκμηριωθεί πληρέστερα η διαφορά που εντοπίζεται στα όρια βόρειο και νότιο και κατά πόσο αυτή η εικόνα ακολουθείται και κατά μήκος του υπόλοιπου φαραγγιού.



Εικόνα 5: Τομή κατά μήκος του φαραγγιού (από σταθμό TS στο σταθμό TN) , όπως αυτή αποτυπώνεται για τις παραμέτρους συγκέντρωσης όγκου κατ' όγκο (VC,  $\mu\text{l l}^{-1}$ ) και αριθμού σωματιδίων.

Στην Εικόνα 6 παρουσιάζεται η κατανομή της συγκέντρωσης όγκου κατ' όγκο ανά μέγεθος σωματιδίου (Size Distribution,  $\mu\text{l l}^{-1}$ ) όπως αυτή προκύπτει από την επεξεργασία των ολογραφικών εικόνων της κάμερας μέσω του λογισμικού HOLO-BATCH της κατασκευάστριας εταιρείας. Σε αυτή την ανάλυση προκύπτει ισχυρή ένδειξη συγκέντρωσης αιωρούμενων σωματιδίων καθ' όλο το εύρος μεγέθους σωματιδίων στον αρχικό σταθμό εντός του υποθαλάσσιου φαραγγιού (σταθμός C200), ενώ αυτή η ένδειξη μειώνεται κατά μήκος του φαραγγιού στους υπόλοιπους σταθμούς για να εξασθενήσει σχεδόν πλήρως στο τελευταίο σταθμό μέτρησης εντός του υποθαλάσσιου φαραγγιού

(σταθμός C500). Τα επικρατούντα σωματίδια εμφανίζουν διαμέτρους από ~90  $\mu\text{m}$  έως ~600  $\mu\text{m}$ . Η αφθονία των αιωρούμενων σωματιδίων είναι μεγαλύτερη στον πιο ρηχό σταθμό C200 (200 m βάθος) και ακολουθεί σταδιακή μείωση προς τα βαθύτερα σημεία του φαραγγιού, δηλαδή στα 300, 400 και 500 μ. βάθος.



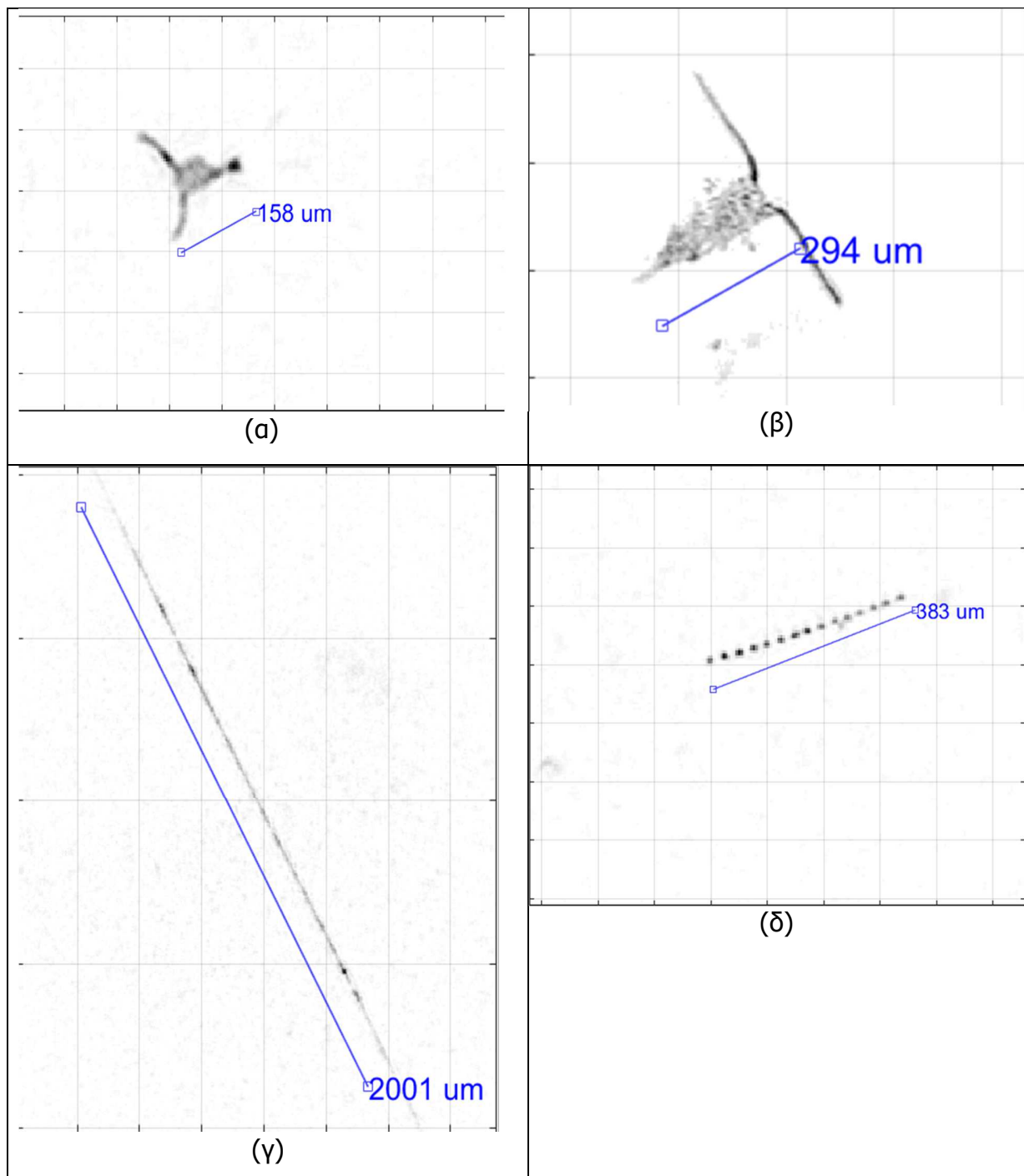
Εικόνα 6: Συγκέντρωση όγκου κατ' όγκο ανά μέγεθος σωματιδίου: (α) στο σταθμό C200, (β) στο σταθμό C300, (γ) στο σταθμό C400, (δ) στο σταθμό C500

### 3.2. Ενδεικτικές εικόνες αιωρούμενου υλικού

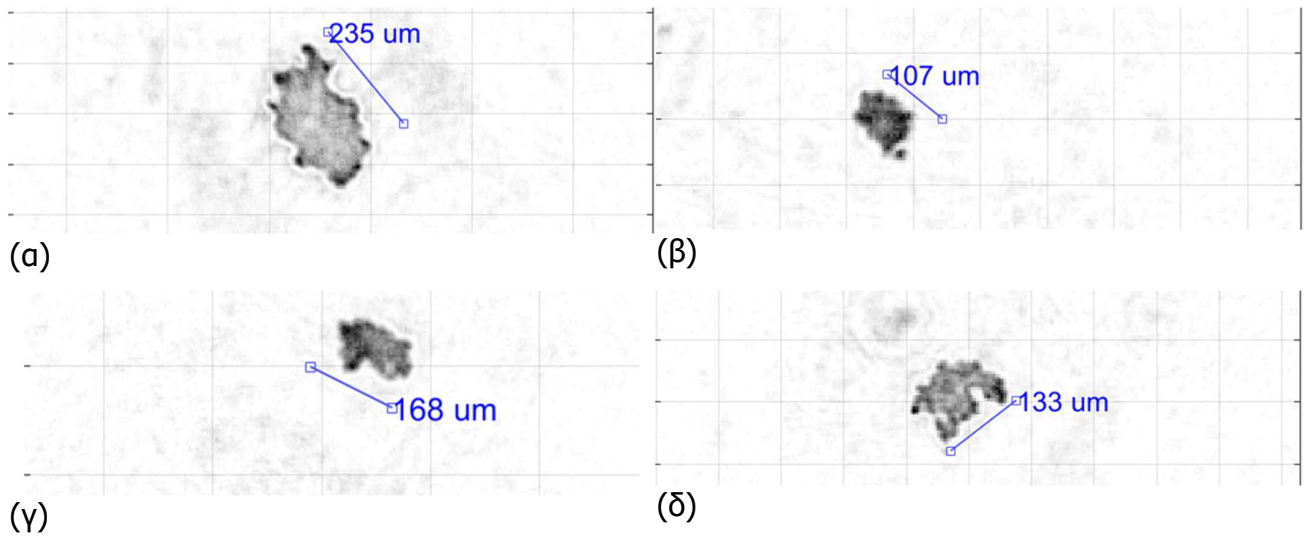
Στη παρούσα παράγραφο δεν θα προβούμε σε μια λεπτομερή ανάλυση όλων των εικόνων που πάρθηκαν κατά τη διάρκεια του συγκεκριμένου πλόα. Όπως γίνεται αντιληπτό από τον όγκο των δεδομένων (περισσότερες από εκατό χιλιάδες εικόνες) κάτι τέτοιο θα ξεπερνούσε κατά πολύ τους σκοπούς της παρούσας μελέτης. Εντούτοις θα εστιάσουμε σε δύο βασικά μοτίβα τα οποία έχουν την αξία τους για τα ποιοτικά χαρακτηριστικά των αιωρούμενων σωματιδίων. Στα επιφανειακά νερά (έως 70 μέτρα) κατά βάση το αιωρούμενο υλικό έχει βιογενή προέλευση, είτε φυτοπλαγκτόν, είτε ζωοπλαγκτόν είτε πρωτόζωα. Χαρακτηριστικά ξεχωρίζουμε κάποιες εικόνες οι οποίες παρουσιάζονται στην

εικόνα 7. Αντίθετα όσο αναλύουμε τις εικόνες σε μεγαλύτερα βάρη το αιωρούμενο υλικό είναι κατά βάση χερσογενές σε διάφορα μεγέθη. Παρουσιάζονται χαρακτηριστικές εικόνες στην εικόνα 8. Πιο συγκεκριμένα στην Εικόνα 6 παρατίθενται δύο κωπήποδα (Εικόνα 7α και 7β) που εντοπίστηκαν στα 10 m και 25 m των σταθμών C200 και C500 αντίστοιχα. Ενώ στις Εικόνες 7γ και 7δ παρουσιάζεται φυτοπλαγκτόν που εντοπίστηκε στα 15m και 30m των σταθμών C300 και C400 αντίστοιχα. Από την άλλη στις Εικόνες 8 (α-δ) παρουσιάζεται χερσογενές υλικό που εντοπίστηκε κοντά στο πυθμένα των σταθμών C200 (α), C300 (β) και C400 (γ και δ).

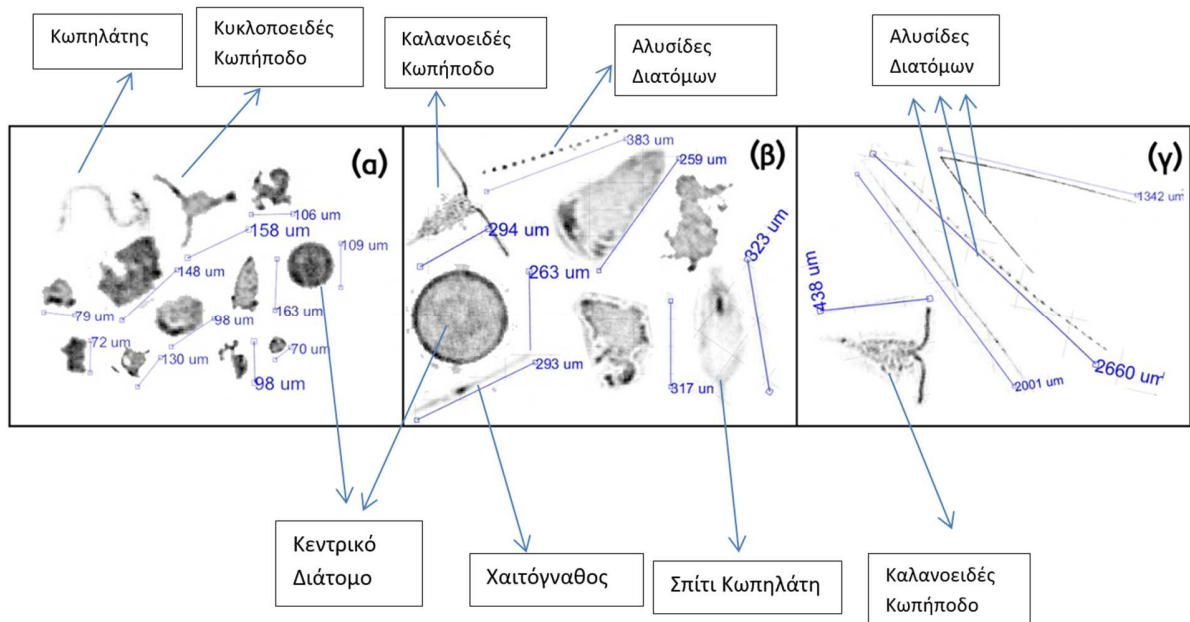
Τέλος στην Εικόνα 9 παρουσιάζονται ενδεικτικά μια σειρά εικόνων από αιωρούμενα σωματίδια με βάση το μέγεθος του σωματιδίου. Στην Εικόνα 9 (α) ομαδοποιήθηκαν ενδεικτικά εικόνες σωματιδίων μικρότερα από τα 200 μm, στην Εικόνα 9 (β) σωματίδια με εύρος μεγέθους από 201 μm έως 400 μm ενώ στην Εικόνα 9 (γ) σωματίδια μεγαλύτερα από 400 μm.



Εικόνα 7: (α) Κωπήποδο μήκους  $\sim 158 \mu\text{m}$  στο σταθμό C200 σε βάθος 10 m, (β) Κωπήποδο μήκους  $\sim 294 \mu\text{m}$  στο σταθμό C500 στα 25 m, (γ) Φυτοπλαγκτόν μήκους  $> 2000 \mu\text{m}$  στο σταθμό C300 σε βάθος 15 m, (δ) Φυτοπλαγκτόν μήκους 383  $\mu\text{m}$  στο σταθμό C400 σε βάθος 30 m.



Εικόνα 8: (α) Χερσογενές αιωρούμενο υλικό μήκους  $\sim 235 \mu\text{m}$  που εντοπίστηκε στο σταθμό C200 σε βάθος 195 m, (β) Χερσογενές αιωρούμενο υλικό μήκους  $\sim 107 \mu\text{m}$  που εντοπίστηκε στο σταθμό C300 σε βάθος 320 m., (γ) Χερσογενές αιωρούμενο υλικό μήκους  $\sim 168 \mu\text{m}$  που εντοπίστηκε στο σταθμό C400 στα 345 m, (δ) Χερσογενές αιωρούμενο υλικό μήκους  $\sim 133 \mu\text{m}$  που εντοπίστηκε στο σταθμό C400 στα 355 m.



Εικόνα 9: (α) Σωματίδια μικρότερα από 200 μm, (β) Σωματίδια με μέγεθος από 201 – 400 μm, (γ) Σωματίδια μεγαλύτερα από 400 μm.

#### 4. Συμπεράσματα

- Μεταφορά αιωρούμενου υλικού κατά μήκος του υποθαλάσσιου φαραγγιού κοντά στον πυθμένα.
- Κύρια μεταφορά αιρούμενου υλικού στο κέντρο του φαραγγιού αλλά και κάποια μεταφορά στο πυθμένα του βόρειου ορίου του.
- Στα επιφανειακά νερά κατά κανόνα εντοπίζεται βιογενές υλικό, ενώ στον πυθμένα χερσογενές.
- Εμφανίζεται μεγαλύτερη ποσότητα αιωρούμενων σωματιδίων στο σταθμό αναφοράς γεγονός που δεν μπορεί εύκολα να ερμηνευτεί
- Απαιτείται επανάληψη της παρούσας δειγματοληψίας για εξαγωγή ασφαλέστερων συμπερασμάτων.
- Αντίστοιχη δειγματοληψία σε αυτό και σε άλλα υποθαλάσσια φαράγγια πέριξ της

νήσου Ρόδου συνιστάται να γίνει σε περίοδο βροχών, όπου η ροή σωματιδιακού υλικού από τη θάλασσα θα είναι εντονότερη.

## 5. Βιβλιογραφία

- Allin, J.R., Hunt, J.E., Talling, P.J., Clare, M.A., Pope, E., Masson, D.G., 2016. Different frequencies and triggers of canyon filling and flushing events in Nazaré Canyon, offshore Portugal. *Mar. Geol.* 371, 89–105. <http://dx.doi.org/10.1016/j.margeo.2015.11.005>.
- Baker, E.T., Hickey, B.M., 1986. Contemporary sedimentation processes in and around an active west coast submarine canyon. *Mar. Geol.* 71, 15–34.
- Carson, B., Baker, E.T., Hickey, B.M., Nittrouer, C.A., DeMaster, D.J., Thorbjarnarson, K.W., Snyder, G.W., 1986. Modern sediment dispersal and accumulation in Quinault submarine canyon. *Mar. Geol.* 71, 1–13.
- DeStigter, H.C., Jesus, C.C., Boer, W., Richter, T.O., Costa, A., van Weering, T.C.E., 2011. Recent sediment transport and deposition in the Lisbon-Setúbal and Cascais sub-marine canyons, Portuguese continental margin. *Deep-Sea Res. Part II: Top. Stud. Oceanogr.* 58, 2321–2344. <http://dx.doi.org/10.1016/j.dsr2.2011.04.001>.
- Gardner, W.D., 1989. Baltimore Canyon as a modern conduit of sediment to the deep sea. *Deep-Sea Res.* 36 (3), 323–358.
- Harris, P.T., Whiteway, T., 2011. Global distribution of large submarine canyons: Geomorphic differences between active and passive continental margins. *Mar. Geol.* 285, 69–86. <http://dx.doi.org/10.1016/j.margeo.2011.05.008>.
- Hickey, B., Baker, E., Kachel, N., 1986. Suspended particle movement in and around Quinault submarine canyon. *Mar. Geol.* 71, 35–83.
- Huang, Z., Nichol, S.L., Harris, P.T., Caley, M.J., 2014. Classification of submarine canyons of the Australian continental margin. *Mar. Geol.* 357, 362–383. <http://dx.doi.org/10.1016/j.margeo.2014.07.007>.
- Huvenne, V.A.I., Davies, J.S., 2014. Introduction. Towards a new and integrated approach to submarine canyon research. *Deep Sea Res. Part II* 104, 1–5.
- Karageorgis, A.P., Kontoyiannis, H., Stavrakakis, S., Krasakopoulou, E., Gogou, A., Papadopoulos, A., Kanellopoulos, Th.D., Rousakis, G., Malinverno, E., Triantaphyllou, M.V., Lykousis, V., 2018. Particle dynamics and fluxes in canyons and open slopes of the southern Cretan margin (Eastern Mediterranean). *Progress in Oceanography*, 169, 33-47. <https://doi.org/10.1016/j.pocean.2017.12.009>
- Kenyon, N.H., Klaucke, I., Millington, J., Ivanov, M.K., 2002. Sandy submarine canyon-mouth lobes on the western margin of Corsica and Sardinia, Mediterranean Sea. *Mar. Geol.* 184, 69–84.
- Lastras, G., Canals, M., Urgeles, R., Amblas, D., Ivanov, M., Droz, L., Dennielou, B., Fabres, J., Schoolmeester, T., Akhmetzhanov, A., Orange, D., Garcia-Garcia, A., 2007. A walk



- down the Cap de Creus canyon, Northwestern Mediterranean Sea: recent processes inferred from morphology and sediment bedforms. *Mar. Geol.* 246,176–192.
- Mullenbach, B.L., Nittrouer, C.A., 2000. Rapid deposition of fluvial sediment in the Eel Canyon, northern California. *Cont. Shelf Res.* 20, 2191–2212. [http://dx.doi.org/10.1016/S0278-4343\(00\)00067-4](http://dx.doi.org/10.1016/S0278-4343(00)00067-4).
- Palanques, A., Garcia-Ladona, E., Gomis, D., Martin, J., Marcos, M., Pascual, A., Puig, P., Gili, J.-M., Emelianov, M., Monserrat, S., Guillen, J., Tintore, J., Segura, M., Jordi, A., Ruiz, S., Basterretxea, G., Font, J., Blasco, D., Pages, F., 2005. General patterns of circulation, sediment fluxes and ecology of the Palamós (La Fonera) submarine canyon, northwestern Mediterranean. *Progr. Oceanogr.* 66, 89–119.
- Paull, C.K., Ussler, W., Greene, H.G., Keaten, R., Mitts, P., Barry, J., 2003. Caught in the act: the 20 December 2001 gravity flow event in Monterey Canyon. *Geo-Mar. Lett.* 22(4), 227–232.
- Puig, P., Palanques, A., Guillén, J., García-Ladona, E., 2000. Deep slope currents and suspended particle fluxes in and around the Foix submarine canyon (NW Mediterranean). *Deep-Sea Res. I* 47, 343–366.
- Puig, P., Ogston, A.S., Mullenbach, B.L., Nittrouer, C.A., Sternberg, R.W., 2003. Shelf-to-canyon sediment transport processes on the Eel continental margin (northern California). *Mar. Geol.* 193, 129–149.
- Ruch, P., Mirmand, M., Jouanneau, J.M., Latouche, C., 1993. Sediment budget and transfer of suspended sediment from the Gironde estuary to Cap Ferret Canyon. *Mar. Geol.* 111, 109–119.
- Rumín-Caparrós, A., Sanchez-Vidal, A., González-Pola, C., Lastras, G., Calafat, A., Canals, M., 2016. Particle fluxes and their drivers in the Avilés submarine canyon and adjacent slope, central Cantabrian margin, Bay of Biscay. *Prog. Oceanogr.* 144, 39–61.
- Skliris, N., Djenidi, S., 2006. Plankton dynamics controlled by hydrodynamic processes near a submarine canyon off NW Corsican coast: a numerical modelling study. *Cont. Shelf Res.* 26,1336–1358. <http://dx.doi.org/10.1016/j.csr.2006.05.004>
- Würtz, M., 2012. *Mediterranean Submarine Canyons: Ecology and Governance*. IUCN, Gland, Switzerland and Málaga, Spain 216 pages.
- Zúñiga, D., Flexas, M.M., Sanchez-Vidal, A., Coenjaerts, J., Calafat, A.M., Jordà, G., Garcia-Orellana, J., Puigdefàbregas, J., Canals, M., Espino, M., Sardà, F., Company, J.B., 2009. Particle fluxes dynamics in Blanes submarine canyon (Northwestern Mediterranean). *Progr. Oceanogr.* 82, 239–251.