



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΙΓΑΙΟΥ
ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΓΡΑΦΙΑΣ

ΠΡΑΚΤΙΚΑ 7^{ου} ΠΑΝΕΛΛΗΝΙΟΥ
ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΟΥ ΣΥΝΕΔΡΙΟΥ
ΤΗΣ ΕΛΛΗΝΙΚΗΣ ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΗΣ ΕΤΑΙΡΕΙΑΣ

ISSN:1109-6111X

Στην παρούσα έκδοση περιλαμβάνονται τριτόμοδες επιστημονικές ανακοινώσεις που υποβλήθηκαν για κρίση στην Επιστημονική Επιτροπή του Συνεδρίου, και μετά τη διαδικασία κρίσης κατατέθηκαν διορθωμένο από τους συγγραφείς για δημοσίευση.

ISBN: 960-7475-29-1 (SET)
960-7475-30-5 (Α' ΤΟΜΟΣ) [ΕΠΙΜ. Κανόγυλου Παύλος]

Επιμέλεια Έκδοσης
Ζούγος Νικόλαος, Επίκ. Καθηγητής, Τμήμα Γεωγραφίας, Πανεπιστήμιο Αιγαίου
Δαφνής Στρατινής

Εκτύπωση
ΑΙΘΟΥΣΑ ΦΙΛΙΑ
Αντωνιάδης – Θ. Ψαρρός Ο.Ε
Νέα Ραιδεστός
Τηλ.: 2310-466776 – fax: 2310-466 699



UNIVERSITY OF THE AEGEAN
DEPARTMENT OF GEOGRAPHY

7TH PANHELLENIC GEOGRAPHICAL
CONFERENCE
OF THE HELLENIC GEOGRAPHICAL SOCIETY



PROCEEDINGS
VOLUME I

PHYSICAL GEOGRAPHY AND THE ENVIRONMENT
SUSTAINABLE DEVELOPMENT AND PLANNING

MYTILENE
14-17 OCTOBER 2004

Η ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΩΝ ΚΥΜΑΤΩΝ ΚΑΙ ΠΑΡΑΚΤΙΩΝ ΡΕΥΜΑΤΩΝ ΣΤΗΝ ΙΖΗΜΑΤΟΛΟΓΙΑ ΤΟΥ ΒΥΘΟΥ ΤΗΣ ΝΗΣΟΥ ΓΑΥΔΟΥ (ΠΕΡΙΟΧΗ ΛΙΜΕΝΑ ΚΑΡΑΒΕ)

Πάνος Γ. Δρακόπουλος¹, Σεραφείμ Ε. Πούλος², Andy Banks¹, Γιώργος Αλεξανδράκης², Κώστας Χριστοδούλου¹, Φώτης Πανταζόγλου³

1. Τ.Ε.Ι. Αθήνας, Τμήμα Οπτικής, Εργαστήριο Οπτικών Οργάνων, Αγ. Σπυρίδωνος, 12210 Αθήνα, 210-5385747, pdrak@teiath.gr
2. Πανεπιστήμιο Αθηνών, Τμήμα Γεωλογίας, Τομέας Γεωγραφίας και Κλιματολογίας, Πανεπιστημιούπολη Ζωγράφου, 15784 Αθήνα
3. ΕΛΚΕΘΕ Κρήτης, ΤΘ 2214, 71003, Ηράκλειο Κρήτη

Περίληψη

Η περιοχή μελέτης βρίσκεται στο ΒΑ τμήμα της Νήσου Γαύδου απέναντι από τις νότιες ακτές της Κρήτης, όπου το υδροδυναμικό της καθεστώς, με δεδομένο το μικρό ύψος της παλίρροιας, επηρεάζεται κύρια από τα θαλάσσια κύματα (ανεμογενούς πρωτίστως προέλευσης) και τα προκαλούμενα από αυτά παράκτια ρεύματα (επιμήκη ή κάθετα της ακτογραμμής). Η κυματική δράση είναι σημαντική με προσερχόμενα κύματα με ύψη >4 m (ετήσιο ποσοστό >2,5%) ενώ οι συχνότερα πνέοντες άνεμοι είναι οι βόρειοι, οι βορειοδυτικοί και οι δυτικοί. Τα παράκτια ιζήματα (μέχρι βάθους ~20 m) ανοικτά του φυσικού λιμανιού της Ν. Γαύδου (Καραβέ) είναι γενικά αμμώδους σύστασης με το 70-80% να είναι χερσογενή και το υπόλοιπο 20-30% βιογενή. Τα υδροδυναμικά δεδομένα (ταχύτητα και διεύθυνση ρευματος, ύψος και περίοδος κύματος,) προέρχονται από μετρήσεις κοντά στον πυθμένα (~0,5 m) έδειξαν ότι τα συχνότερα εμφανιζόμενα ρεύματα και κύματα είναι ασθενή και ανίκανα να διαβρώσουν τα ιζήματα του πυθμένα, τα οποία όμως θέτονται σε αιώρηση κάτω από ακραίες τιμές ύψους κύματα (>6 m), οι οποίες, ως εκ τούτου δύνανται να αλλάξουν και τη μορφολογία του πυθμένα.

THE INFLUENCE OF WAVES AND COASTAL CURRENTS ON THE SEDIMENTATION PROCESSES AT THE ISLAND OF GAVDOS SEABED (KARAVE PORT AREA)

P.G. Drakopoulos¹, S.E. Poulos², A. Banks³, G. Alexandrakis², K. Christodoulou¹ & F. Pantazoglou³

¹Technological Education Institute (TEI) of Athens, Department of Optics, Laboratory of Optical Instrumentation, Agios Spyridonos 12210 Athens

²University of Athens, Faculty of Geology & Geoenvironment, Department of Geography & Climatology, Panepistimioupolis, Zografou, 157 84, Athens.

³HCMR Department of Oceanography, PO Box 2214, 71003 Iraklio

Abstract

The study area is located at the North-East part of the Island of Gavdos, south of Crete. The hydrodynamic regime, due to insignificant tides, is influenced mainly by wind waves and the resulting coastal currents. The wave action is important with heights exceeding 4 m (over 2.5 % in an annual basis) and the most frequent winds are blowing from north, northwest and west directions. The coastal sediments off Karave Port (up to a depth of 20 m), are of sandy texture (70-80% terrigenous and 20-30% biogenic) with the granule size decreasing with increasing depths. The hydrodynamic data (current speed and direction, significant wave height and period) collected near the seabed (~0.5 m) show that for ordinary conditions current and waves only slightly affect the bed sediment. The latter do come in resuspension under extreme wave conditions. Therefore, seabed morphology is expected to be changed only under severe weather conditions.

Λέξεις κλειδιά: Γαύδος, κύματα, θαλάσσια ρεύματα, ιζήματα
Key words: Gaudos, waves, currents, sediment

1. Εισαγωγή

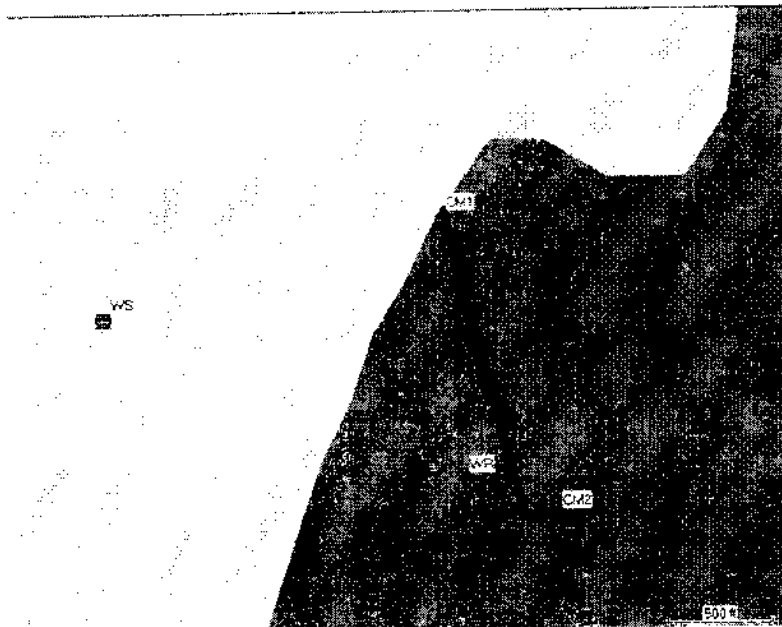
Η νήσος Γαύδος ευρίσκεται 20 ναυτικά μίλια νοτίως της Χώρας Σφακίων στη νοτιο-δυτική Κρήτη. Στα πλαίσια της δέσμης επιχειρησιακών προγραμμάτων της Ευρωπαϊκής Ένωσης αλλά και αντιστοίχων προγραμμάτων της NASA, χρηματοδοτήθηκε και υλοποιείται η δημιουργία ενός επίγειου σταθμού βαθμονόμησης των δορυφόρων αλτιμετρίας TOPEX – POSEIDON, Jason-1 και ENVISAT (Mertikas et al. 2003 a,b). Η συγκεκριμένη θέση προσφέρεται για πολλούς λόγους:

1. Το νησί βρίσκεται μακριά από μεγάλη στεριά μέσα στη θάλασσα της Λεβαντίνης και έχει χαμηλή τοπογραφία, απλή παράκτια κυκλοφορία και ασήμαντες παλίρροιες
2. Το γεοίδες στην περιοχή είναι γνωστό από προηγούμενα πειράματα
3. Η βαθμονόμηση μπορεί να γίνει από τη στεριά δύο φορές για κάθε κύκλο επειδή μία ανοδική και μία καθοδική τροχιά διασταυρώνονται πάνω από το νησί
4. Η πληροφορία στη διασταύρωση μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να εντοπισθούν πιθανές αποκλίσεις που εξαρτώνται από τη διεύθυνση διάβασης του δορυφόρου.

Για τη διαδικασία της βαθμονόμησης εκτελέστηκαν διάφορες ωκεανογραφικές μελέτες στην περιβάλλουσα τη νήσο θαλάσσια περιοχή (Drakopoulos et al. 2003).

Στη παρούσα εργασία παρουσιάζεται μία συνιστώσα των μελετών αυτών. Αποτελεί την προκαταρκτική διερεύνηση της ιζηματολογίας πλησίον του όρμου Καραβέ και ανταποκρίνεται στις ανάγκες της καλύτερης κατανόησης της διαμόρφωσης της τοπικής παράκτιας γεωμορφολογίας και ιζηματολογίας αλλά και στη διερεύνηση της μεταβλητότητας της βαθμετρίας πέριξ του τοπικού λιμένα, η οποία σχετίζεται και με την ασφαλή πόντιση (παραμονή) για μακρό χρονικό διάστημα των οργάνων μέτρησης.

2. Συλλογή δεδομένων – Μεθοδολογία



Σχήμα 1: Θέση των διαφόρων περιβαλλοντικών παρατηρήσεων

Τα δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν στα πλαίσια αυτής της εργασίας περιλαμβάνουν ρευματομετρήσεις στον Λιμένα Καραβέ (θέση CM1 στο Σχήμα 1), σημαντικό ύψος κύματος και μέση περίοδος σε απόσταση 0,25 ναυτικών μιλίων ανοιχτά του λιμένα και σε βάθος 10 μέτρων (θέση WR), ρευματομετρήσεις σε απόσταση 0,3 ναυτικών μιλίων και βάθος 20 μέτρων (CM2 στο σχήμα). Τέλος έγινε χρήση και

μετεωρολογικών δεδομένων από τον σταθμό που έχει εγκατασταθεί στη θέση Θεόφιλος (θέση WS στο Σχήμα 1).

Τα επιφανειακά δείγματα ιζήματος του πυθμένα συλλέχθηκαν μεταξύ των βαθών 2 και 20 μ ανά 2 μ βάθους με τη βοήθεια δύτε. Η επιμέρους κοκκομετρική ανάλυση του κάθε δείγματος έγινε σύμφωνα με τη μεθοδολογία Folk(1980), όπως και ο προσδιορισμός του βιογενούς υλικού μέσω της χημικής διάλυσης του CaCO₃.

Η διερεύνηση της ικανότητας των ρευμάτων και κυμάτων για την επαναιώρηση των επιφανειακών ιζημάτων του πυθμένα έγινε μέσω του υπολογισμού της τάσης τριβής (shear stress, τ₀), που ασκείται από το ρευστό στον πυθμένα μέσα στο οριακό στρώμα του πυθμένα και που δίνεται για τα θαλάσσια ρεύματα από τη σχέση:

$$\tau_0 = \rho C_D(z) u_0^2(z) \quad (1)$$

όπου, (τ₀): η τάση τριβής στον πυθμένα, (ρ): η πυκνότητα του θαλασσινού νερού (-1025 kg/m³) και (C_D(z): ο συντελεστής σύρσης που δίνεται από την σχέση:

$$C_D(z) = \left[\kappa / \ln(z/z_0) \right]^2 \quad (2)$$

όπου, (κ): η σταθερά του von Karman (≅ 0.41) και (z₀): το μήκος (εύρος) της υδραυλικής ανωμαλίας, που συνδέεται με την πρακτική τραχύτητα του πυθμένα (k_s) με την σχέση z₀=k_s/30 (Wright 1989).

Στην περίπτωση της διατμητικής τάσης που εξασκούν τα κύματα δια της ταλάντωσης των στον πυθμένα, αυτή για ένα πλήρη κυματικό κύκλο δίνεται από την σχέση:

$$\tau = \frac{1}{2} \rho \cdot f_w \cdot U_s^2 \quad (3)$$

όπου, (U_s): η ταχύτητα της ροής ακριβώς από το οριακό στρώμα του πυθμένα και (f_w) ο συντελεστής τριβών, που δίνονται από τις σχέσεις

$$U_s = \left(\frac{\pi \cdot H}{T \cdot \sinh(kh)} \right) \quad (4)$$

όπου, k=2π/L και h το αντίστοιχο βάθος διάδοσης του κύματος

$$f_w = \exp \left(5.2 \left(\frac{\Xi}{k_s} \right)^{-0.914} - 6 \right) \quad (5)$$

όπου (Ξ): το πλάτος τροχιάς των μορίων του νερού ακριβώς πάνω από το οριακό στρώμα του πυθμένα και που δίνεται από την σχέση:

$$\Xi = U_s \frac{T}{2\pi} \quad (6)$$

Ακόμη, η τάση τριβής εκφράζεται και ως ταχύτητα τριβής (u_{*}, shear velocity) που έχει μονάδες ταχύτητας και ισούται με:

$$u_* = \sqrt{\tau_0 / \rho} \quad (7)$$

Με βάση τις τιμές της ταχύτητας τριβής (u_{*}) από εργαστηριακές μετρήσεις και μετρήσεις πεδίου διερευνάται η δυνατότητα επαναιώρησης των επιφανειακών ιζημάτων του πυθμένα για τα διάφορα κοκκομετρικά μεγέθη (Petthick, 1984).

Η δε τελική ταχύτητα καθίζησης (w_s) φυσικών (όχι σφαιρικών) σωματιδίων ιζήματος για τις επιμέρους τάξεις μεγέθους (δ) δίνεται από τις εξισώσεις (Rijn, 1992):

$$w_s = \frac{1}{18} \frac{\sigma - \rho}{\rho} g \frac{D^2}{\nu} \quad 1 < D \leq 100 \mu\text{m} \quad (8)$$

$$w_s = \frac{10\nu}{D} \left[\left(1 + \frac{\sigma - \rho}{\rho} \frac{0.01 g D^3}{\nu^2} \right)^{0.5} - 1 \right] \quad 100 < D < 1000 \mu\text{m} \quad (9)$$

$$w_s = 1.1 \left(\frac{\sigma - \rho}{\rho} g D \right)^{0.5} \quad D \geq 1000 \mu\text{m} \quad (10)$$

όπου (σ): το ειδικό βάρος των κόκκων, (ρ): η πυκνότητα του θαλασσινού νερού, (g): η επιτάχυνση της βαρύτητας ($9,81 \text{ m/s}^2$), (D): η διάμετρος των κόκκων (μm), (ν): το κινηματικό ιξώδες του θαλασσινού νερού ($\sim 1 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$).

3. Συζήτηση αποτελεσμάτων

Τα επιφανειακά δείγματα ιζημάτων χαρακτηρίζονται γενικά ως αδρομερή (άμμος με παρουσία ψιφιδών) με το ποσοστό υλός +αργίλου να είναι $<1\%$. Το υλικό των δειγμάτων σε ποσοστό 70-80% είναι χερσογενούς προέλευσης και το υπόλοιπο βιογενούς (Θραύσματα κελυφών και σκελετών). Το κοκκομετρικό τους μέγεθος κυμαίνεται μεταξύ 0,2 και 1,2 mm, ενώ η διαβάθμιση των είναι γενικά μέτρια με εξαίρεση τα δείγματα από βάθη $>14 \mu$ που είναι κακή. Μάλιστα τα δείγματα αυτά παρουσιάζουν και πολύ αρνητική ασυμμετρία, δηλαδή η επικράτηση των σχετικά χονδρόκοκκων κλασμάτων. Με βάση τα κοκκομετρικά χαρακτηριστικά τους εξάγουμε το συμπέρασμα ότι για βάθη μέχρι 14 μ το υδροδυναμικό καθεστώς έχει ενεργό ρόλο στη κοκκομετρική σύνθεση των ιζημάτων ενώ στα μεγαλύτερα βάθη φαίνεται να επικρατεί μια ιζηματογένεση ποικίλης κοκκομετρίας με μικρή επιρροή των κυμάτων και θαλάσσιων ρευμάτων.

Πίνακας 1. Ιζηματολογικά χαρακτηριστικά των επιφανειακών δειγμάτων κατά Folk (1980).

| Όν | I+A (%) | X (%) | B (%) | $M_{\text{π(mm)}}$ | σ_i | Sk_i | Διαβάθμιση | Αι υμμετρία | |
|---------|---------|-------|-------|--------------------|------------|--------|------------|----------------------|----------------------|
| | | | | | | | Μέτρια | Σ_2 δόν συμμ. | |
| Γ1(2m) | S | 0,005 | 72,1 | 27,9 | 0,259 | 0,65 | 0,03 | Μέτρια | Σ_2 δόν συμμ. |
| Γ2(4m) | S | 0,011 | 71,9 | 28,1 | 0,241 | 0,68 | 0,08 | Μέτρια | Σ_2 δόν συμμ. |
| Γ3(6m) | S | 0,032 | 68,1 | 31,9 | 0,209 | 0,63 | 0,10 | Μέτρια | Θετική ασυμμ. |
| Γ4(8m) | S | 0,059 | 66,3 | 33,7 | 0,204 | 0,62 | 0,01 | Μέτρια | Σ_2 δόν συμμ. |
| Γ5(12m) | (g)S | 0,011 | 85,3 | 14,7 | 1,162 | 0,73 | 0,02 | Μέτρια | Σ_2 δόν συμμ. |
| Γ6(14m) | (g)S | 0,138 | 74,5 | 25,5 | 0,826 | 0,96 | 0,09 | Μέτρια | Σ_2 δόν συμμ. |
| Γ7(16m) | gS | 0,735 | 80,0 | 20,0 | 0,390 | 1,84 | 0,49 | Κακή | Πολύ αρν. Ασυμμ. |
| Γ8(18m) | (g)S | 0,329 | 69,2 | 30,8 | 0,697 | 1,75 | 0,40 | Κακή | Πολύ θετ. ασυμμ. |
| Γ9(20m) | gS | 0,553 | 67,9 | 32,1 | 0,711 | 1,78 | 0,37 | Κακή | Πολύ θετ. ασυμμ. |

Όν: Χαρακτηρισμός δείγματος (S: άμμος, (g)S: ελαφρά κροκαλούχος άμμος, gS: κροκαλούχος άμμος).

I: υλός, A: αργίλος, X: χερσογενές υλικό, B: βιογενές (CaCO_3), M_i : γραφική μέση διάμετρος, σ_i : γραφική σταθερά απόκλισης, Sk_i : σταθερά ασυμμετρίας

Για να διερευνηθεί το κατά πόσον τα ρεύματα και τα κύματα μπορούν να επαναιωρήσουν τα ιζήματα του πυθμένα υπολογίστηκαν οι ταχύτητες τριβής κοντά στον πυθμένα για τα διάφορα κοκκομετρικά κλάσματα (διάμετροι χρησιμοποιηθέντων κόσκινων) και ακολούθως συγκρίθηκαν με τις κριτικές τιμές (u_{*c}) που δίνονται από τον Pethick (1984) (βλέπε Πίνακα 2)

Ο υπολογισμός της ταχύτητας τριβής στη περίπτωση των ρευμάτων έγινε για τη μέση μέση ($0,153 \text{ cm/s}$) και τη μέγιστη ($0,33 \text{ cm/s}$) παρατηρούμενη τιμή ρεύματος και για τραχύτητα πυθμένα ($k_s=2 \text{ cm}$), λόγω των αμμορυτίδων που υπάρχουν στον πυθμένα, όπως φαίνεται και από τις φωτογραφίες ???. Για τους υπολογισμούς η πυκνότητα του νερού πάρθηκε ίση με $1028,6 \text{ kg/m}^3$ όπως προέκυψε από επιτόπιες μετρήσεις θερμοκρασίας και αλατότητας στα πλαίσια του προγράμματος και η πυκνότητα του ιζήματος μετρήσεις θερμοκρασίας και αλατότητας στα πλαίσια του προγράμματος και η πυκνότητα του χαλαζία (2650) ενώ το 2600 kg/m^3 θεωρώντας ότι το χερσογενές υλικό έχει περίπου τη πυκνότητα του χαλαζία (2650) ενώ το βιογενές αυτή του CaCO_3 που κυμαίνεται μεταξύ 2500 και 2650 . Όσο δε αφορά τη ταχύτητα τριβής λόγω της κυματικής δράσης αυτή υπολογίστηκε για τα διάφορα βάθη για τα ζευγάρια τιμών ύψους (H) και περιόδου (T) συνήθων ($0,15 \text{ m}$, $4,9 \text{ sec}$), μεγίστων ($1,7 \text{ m}$, $8,9 \text{ sec}$) παρατηρουμένων όπως και αυτών σε συνθήκες θυέλλης ($>6 \text{ m}$, $>13 \text{ sec}$).

Πίνακας 2. Κριτικές ταχύτητες τριβής (u_*) και ποσοστά ιζήματος (%) ανά κοκκομετρική τάξη μεγέθους (D) των επιφανειακών δειγμάτων ιζήματος.

| D (mm) | u_* (cm/s) | Βάθη (m) | | | | | | | | |
|--------|--------------|----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | | 2 | 4 | 6 | 8 | 12 | 14 | 16 | 18 | 20 |
| 4 | >0,35 | 0,00 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 1,34 | 2,44 | 6,92 | 4,69 | 7,46 |
| 3,15 | >0,3 | 0,00 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 1,41 | 0,66 | 1,78 | 1,99 | 1,88 |
| 2 | >0,2 | 0,07 | 0,14 | 0,11 | 1,32 | 24,07 | 7,79 | 7,43 | 18,42 | 15,73 |
| 1,4 | >0,15 | 0,13 | 0,18 | 1,30 | 0,09 | 28,60 | 18,49 | 6,91 | 18,68 | 25,42 |
| 1 | >0,12 | 0,48 | 0,36 | 0,10 | 0,10 | 14,47 | 18,99 | 4,64 | 8,25 | 9,65 |
| 0,8 | >0,1 | 4,37 | 4,71 | 1,67 | 1,49 | 17,85 | 34,49 | 8,21 | 7,63 | 6,30 |
| 0,5 | >0,07 | 7,38 | 7,22 | 3,59 | 2,74 | 2,19 | 3,20 | 1,99 | 0,93 | 0,79 |
| 0,4 | >0,06 | 16,83 | 15,28 | 9,30 | 7,97 | 0,55 | 0,85 | 1,64 | 0,64 | 0,67 |
| 0,315 | >0,05 | 48,65 | 43,49 | 43,45 | 43,44 | 0,18 | 1,79 | 8,69 | 2,47 | 2,41 |
| 0,2 | >0,04 | 20,51 | 28,35 | 39,68 | 42,09 | 0,15 | 7,39 | 41,19 | 22,06 | 18,10 |
| 0,1 | >0,025 | 0,16 | 0,23 | 0,48 | 0,47 | 0,03 | 0,43 | 2,33 | 2,51 | 2,50 |
| 0,08 | >0,020 | 0,01 | 0,01 | 0,27 | 0,22 | 0,01 | 0,27 | 1,14 | 0,74 | 1,26 |
| 0,0625 | >0,018 | 0,01 | 0,01 | 0,03 | 0,06 | 0,01 | 0,14 | 0,73 | 0,33 | 0,55 |

Για τα πλέον επικρατέστερα ασθενή ρεύματα η ταχύτητα τριβής έχει τιμές της τάξης 10^{-3} που τα καθιστά ανίκανα να προκαλέσουν επαναιώρηση στα ιζήματα του πυθμένα. Όμως για τις μέγιστες παρατηρηθείσες ταχύτητες (0,33 m/s) η ταχύτητα τριβής έχει τιμή 0,021 cm/s που σημαίνει ότι είναι ικανά να θέσουν σε αιώρηση τις κοκκομετρικές τάξεις <0,09 mm (Πίνακας 2). Μάλιστα το ποσοστό του ιζήματος για κάθε δείγμα που δύναται να τεθεί σε αιώρηση δίνεται στο Πίνακα 3, όπου βλέπουμε ότι είναι πολύ περιορισμένο από 0,1 μέχρι και 3,5%.

Στη περίπτωση των κυμάτων για τα επικρατέστερα κύματα με ύψος 0,15 m οι ταχύτητες τριβής είναι μικρότερες των κριτικών ταχυτήτων τριβής (<0,018 cm/s) γεγονός που τα καθιστά αδύναμα να επαναιωρήσουν τα ιζήματα του πυθμένα. Όμως τα μεγαλύτερα καταγραφέντα κύματα (H=1,7 m) ασκώντας ταχύτητες τριβής μεγαλύτερες των κριτικών (Πίνακας 3) τουλάχιστον για βάθη μέχρι 16 m θέτουν σε αιώρηση σημαντικό για μεν τους ρηχούς σταθμούς σχεδόν το σύνολο του ιζήματος (>90%) για δε τους βαθύτερους (<10%). Τέλος τα κύματα θύελλας (H>6 m) δύναται να επαναιωρήσουν το σύνολο των ιζημάτων μέχρι βάθους 8 m και για βάθη από 10 μέχρι 18 m το ποσοστό κυμαίνεται από 50-80%.

Πίνακας 3. Ταχύτητες τριβής (u_*) και ποσοστό (R) επαναιωρούμενου ιζήματος.

| | ΚΥΜΑΤΑ | | | | ΡΕΥΜΑΤΑ | | | |
|----|-------------------|----------|------------------|----------|-----------------|----------|---------------------|----------|
| | u_* [0,15 m] | R (%) | u_* [1,7 m] | R (%) | u_* [>6 m] | R (%) | u_* [0,33 m/s] | R (%) |
| 2 | 0,012 | 0,000 | 0,209 | 98,93 | 1,236 | 100,00 | 0,021 | 0,18 |
| 4 | 0,006 | 0,000 | 0,104 | 97,58 | 0,618 | 100,00 | | 0,25 |
| 6 | 0,005 | 0,000 | 0,069 | 93,82 | 0,412 | 100,00 | | 0,76 |
| 8 | 0,004 | 0,000 | 0,052 | 90,39 | 0,309 | 100,00 | | 0,72 |
| 12 | 0,004 | 0,000 | 0,034 | 0,19 | 0,205 | 82,68 | | 0,05 |
| 14 | 0,004 | 0,000 | 0,028 | 7,53 | 0,175 | 85,92 | | 0,77 |
| 16 | 0,003 | 0,000 | 0,024 | 3,61 | 0,153 | 66,46 | | 3,67 |
| 18 | 0,002 | 0,000 | 0,021 | 0,00 | 0,136 | 56,46 | | 3,19 |
| 20 | 0,002 | | 0,019 | 0,00 | 0,122 | 55,22 | | 3,59 |

Τέλος στο Πίνακα 4, δίνονται οι τιμές της τελικής ταχύτητας καθίζησης των διαφόρων κοκκομετρικών τάξεων των ιζημάτων, από όπου διαπιστώνεται ότι στη περίπτωση των ασθενών ρευμάτων <0,15 cm/sec οι κοκκομετρικές τάξεις <1,4 mm μπορούν να καθιζάνουν ενώ στη περίπτωση των ισχυρών ρευμάτων (>0,30 m/s) τα ιζήματα που βρίσκονται ήδη σε αιώρηση δεν μπορούν να αποτεθούν αλλά μεταφέρονται στη κατεύθυνση των ρευμάτων.

Πίνακας 4. Τιμές τελικής ταχύτητας καθίζησης των ιζημάτων διάφορων κοκκομετρικών τάξεων.

| D (mm) | W (m/sec) |
|-----------|--------------|
| 4,0 | 0,270 |
| 3,15 | 0,239 |
| 2,0 | 0,191 |
| 1,4 | 0,159 |
| 1,0 | 0,135 |
| 0,8 | 0,098 |
| 0,5 | 0,069 |
| 0,4 | 0,056 |
| 0,315 | 0,044 |
| 0,2 | 0,024 |
| 0,1 | 0,008 |
| 0,08 | 0,005 |
| 0,0625 | 0,003 |

4. Συμπεράσματα

Τα επιφανειακά ιζήματα του πυθμένα στην περιοχή πόντισης των οργάνων (στο λιμάνι Καραβέ) τα οποία συνίστανται από χερσογενές υλικό σε ποσοστό 70-80% και με το υπόλοιπο 20-30% να είναι βιογενούς προέλευσης για τις συνθήκες υδροδυναμικές συνθήκες φαίνεται να μην επηρεάζονται ουσιαστικά. Όμως για κύματα ύψους >1,5 m τουλάχιστον τα ιζήματα μέχρι βάθους 10 m επαναιωρούνται ενώ σε ακραίες (πλην όμως σπάνιες) συνθήκες καταιγίδας όλα τα ιζήματα εισάγονται σε αιώρηση από τη κυματική δράση. Ακόμη, τα ήδη ευρισκόμενα σε αιώρηση ιζήματα μπορούν τελικά να καθιζήσουν μόνο κάτω από ασθενή ρεύματα και πολύ μικρού ύψους κύματα, υποδηλώνοντας την επικράτηση για εντονότερες υδροδυναμικές συνθήκες τη επικράτηση κάποιας ασθενούς έστω στερεομεταφοράς. Τέλος όσον αφορά τη μορφολογία του πυθμένα και κατ' επέκταση την ασφαλή πόντιση των οργάνων μέτρησης φαίνεται να μη υφίσταται ουσιαστικές μεταβολές (αμελητέες για βάθη >10 m), γεγονός που ανατρέπεται μόνο στη περίπτωση κυμάτων θύελλας.

Ευχαριστίες

Οι συγγραφείς θέλουν να ευχαριστήσουν το πρόγραμμα GAUDOS που χρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Ένωση και τη ΝΑΣΑ, καθώς και το πρόγραμμα ΠΥΘΑΓΟΡΑΣ του ΕΛΚΕ (Παν/μιο Αθηνών) για τις ανάγκες του οποίου έγινε συλλογή και επεξεργασία δειγμάτων ιζήματος.

Βιβλιογραφία

- Drakopoulos Panos, Andy Banks, Kostas Christodoulou, Fotis Pantazoglou, Nektarios Spyridakis: The GAUDOS operational project: Its oceanographic component and preliminary results, Abstr. 7th Hel. Symp. Oceanogr. & Fish.. (2003), p 269.
- Folk P.L., 1980. Petrology of Sedimentary Rocks. Hemphill Publishing Company, Austin, Texas, 183 pp.
- Mertikas SP, E.C. Pavlis, P.G. Drakopoulos, K. Palamartchouk, and E. Koutroulis, GAUDOS: A satellite radar altimeter calibration and sea-level monitoring site on the island of Gavdos, Crete. In "Building the European Capacity in Operational Oceanography", Elsevier Oceanography Series No 69. Elsevier BV. (2003), pp. 258-264
- Mertikas Stelios, Erricos Pavlis, Panos Drakopoulos, Kirill Palamartchouk, A European radar altimeter calibration and sea-level monitoring site for Jason-1 and ENVISAT at the island of Gavdos, Crete, Greece, Remote sensing of the ocean and sea ice 2002, ch.R. Bostater Jr., R. Santoleri Editors, Proceedings of SPIE (The International Society for Optical Engineering), 4880 (2003), 52-59
- Pethick J., 1984. An Introduction to Coastal Geomorphology, Edward Arnold, London.
- Rijn van L.C., 1992. Principles of sediment transport in rivers, estuaries and coastal seas. Delft Hydraulics, Aqua Publications