

ΙΖΗΜΑΤΟΛΟΓΙΚΟΙ ΧΑΡΑΚΤΗΡΕΣ ΚΑΙ ΚΑΘΟΡΙΣΜΟΣ ΤΗΣ ΔΙΕΥΘΥΝΣΗΣ ΤΗΣ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ ΤΩΝ ΙΖΗΜΑΤΩΝ ΚΑΤΑ ΜΗΚΟΣ ΤΗΣ ΑΚΤΗΣ ΣΤΟΥΣ ΦΡΑΓΜΟΥΣ ΓΙΑΛΟΒΑΣ ΚΑΙ ΚΟΤΥΧΙΟΥ ΤΗΣ Δ/ΚΗΣ ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΥ*

ΜΠΟΥΖΟΣ Δ.¹ & ΚΟΝΤΟΠΟΥΛΟΣ Ν.²

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Τα αμμόδη φραγματικά νησιά της Γιάλοβας και του Κοτυχίου, αποτελούν ιδιαίτερες γεωμορφές στην παράκτια ζώνη του κόλπου του Ναβαρίνου και του Κυλληνιακού κόλπου αντίστοιχα.

Οι παράκτιοι άμμοι του νησιωτικού φραγμού του Κοτυχίου είναι αδρομερέστεροι, καλλίτερα ταξιθετημένοι και έχουν καλλίτερη ταξιθέτηση στο κεντρικό τμήμα της κοκκομετρικής κατανομής των, σε σχέση με τις άμμους του νησιωτικού φραγμού της Γιάλοβας. Οι διαφορές αυτές οφείλονται επειδή ο φραγμός του Κοτυχίου έχει ένα καθεστώς υψηλότερης ενέργειας και εκτίθεται για περισσότερο χρόνο στην κυματική δράση, απ' ό,τι ο προστατευόμενος φραγμός της Γιάλοβας. Οι παράκτιοι άμμοι των δύο φραγμών είναι όμοιες στην ασυμμετρία τους, υποδηλώνοντας όμοιες μοναδιαίες πηγές τροφοδοσίας. Στη θέση του διαύλου του Κοτυχίου σημειώνεται μια ζώνη απόκλισης των επιμήκων ρευμάτων, ενώ για το φραγμό της Γιάλοβας έχουμε μια ζώνη απόκλισης περίπου στο κέντρο του και δύο ζώνες σύγκλισης, μια στο αριστερό άκρο του και μια πλησίον των δέλτα των χειμάρρων που εκβάλλουν στο δεξιό άκρο του.

ABSTRACT

The Gialova and Kotihi sandy barrier islands occur as particular geomorphic units on the coastal zone of the Navarino bay and Killiniakos gulf respectively. The bay of Navarino lies in the SW corner of the Peloponnese and the Killiniakos gulf on the NW side of Peloponnese. The purpose of the present study is two-fold. First, to investigate the grain-size distribution in sands collected from the coastal zone of these barrier islands and to determine their grain-size parameters. Second, to establish the direction of the longshore currents along the coast of Gialova and Kotihi barrier islands on the basis of the "McLaren & Bowles" method.

The study of the textural parameters of the sands, reveals that:

(1) Five textural classes were identified, sand, slightly gravelly sand, gravelly sand, sandy gravel and gravel in Gialova sediments; and the class of sand in Kotihi sediments. The fine-sand fraction is predominant in the Gialova samples. In contrast the medium-sand fraction is more abundant in the Kotihi samples. This differentiation is explained by the fact that the wave energy is greater in the Kotihi coastline than in the Gialova one. The Gialova barrier coast is sheltered. The Gialova gravelly sediments are derived mostly from the river mouth pebbles of the two ephemeral streams at the eastern end of the barrier. So, these sediments aren't attributed to the high energy regime.

(2) In both barrier islands, the lithological sand type shows from "very well" to "well sorted" character. However, the Kotihi samples, as a whole, are better sorted than those of the Gialova one. This deference between them is attributed to the prolonged action of waves of a high energy in the Kotihi coast.

* SEDIMENTOLOGICAL CHARACTERISTICS AND DEFINITION OF THE DIRECTION OF SEDIMENT TRANSPORT ALONG THE GIALOVA AND KOTIHI BARRIER COAST OF WESTERN PELOPONNESE.

¹ Υποψήφιος διδάκτορας, Πανεπιστήμιο Πατρών, Τμήμα Γεωλογίας, 26110 Ρίο-Πάτρα

² Αναπληρωτής Καθηγητής, Πανεπιστήμιο Πατρών, Τμήμα Γεωλογίας, 26110 Ρίο-Πάτρα

(3) In both barrier islands, the lithological sand type shows near-symmetrical character in skewness. This suggests a single-source area for the sands. However, some Gialova samples show negative and positive skewness. These skewness values were observed in the gravely sediments which have more than one source area.

(4) Kurtosis data reveal that the Kotihi sediments show a better sorting in the central part of the grain-size distribution than those of the Gialoba barrier. This difference between them suggests the Kotihi coast is more exposed than the Gialoba one.

(5) There is one cell littoral drift circulation system with a divergence at the mouth of the Kotihi inlet. There are three cell littoral drift circulation system, with a divergence nearly at the center of the barrier island and two convergence's, one in the western end of the barrier and the second closed to the stream mouths (eastern).

ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ: Λιμνοθάλασσα, Ωκεανογραφία, Ιζηματολογία, Θαλάσσια Γεωλογία, Περιβάλλοντική Γεωλογία, ΝΔ/κή Πελοπόννησος, Ιστολογικοί παράμετροι, Ολόκαινο, Παράστατα στερεομεταφορά.

KEY WORDS: Lagoon, Oceanography, Sedimentology, Marine Geology, Environmental Geology, SW Peloponnesus, Textural Parameters, Holocene, Littoral drift.

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

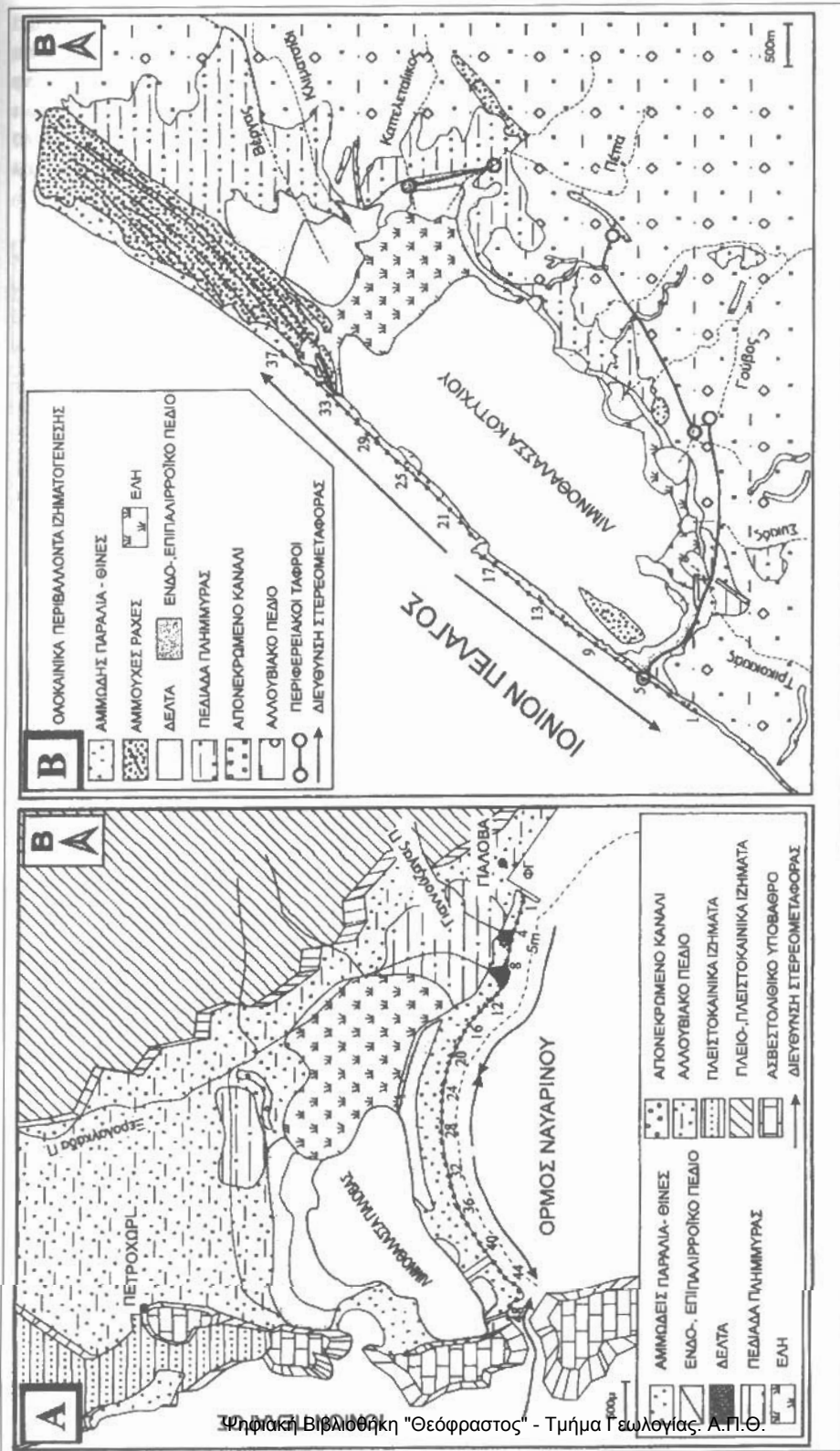
Η Δ/κή ακτή της Πελοπόννησος χαρακτηρίζεται από μια σειρά λιμνοθάλασσών συστημάτων κάθε ένα από τα οποία περιορίζεται από το θαλάσσιο σώμα νερού με έναν αμμώδη νησιωτικό φραγμό (sandy barrier island). Επειδή οι λιμνοθάλασσες αυτές έχουν ιδιαίτερη οικονομική και οικιστική αξία και αποτελούν σήμερα πόλο έλξης για την ανθρώπινη δραστηριότητα (ιχθυοκαλλιέργειες και γεωργικές καλλιέργειες, κατασκευή κατοικιών και ξενοδοχειακών μονάδων, φυσικοί αποδέκτες αποβλήτων κτλ.), αλλά συγχρόνως είναι ευαίσθητα οικοσυστήματα, χρίζουν ιδιαίτερης προσοχής. Έτσι, είναι απαραίτητο για κάθε μελλοντικό σχεδιασμό δραστηριοτήτων, η λεπτομερής και συστηματική, ποιοτική και ποσοτική ιζηματογενή μελέτη αυτών. Αυτή η μελέτη θα περιλαμβάνει οίγωνα και τους νησιωτικούς φραγμούς, που αποτελούν το κλειδί για τη διατήρηση μιας λιμνοθάλασσας.

Μελέτες για τους προαναφερθέντες νησιωτικούς φραγμούς είναι ελάχιστες και η εργασία αυτή έχει ως στόχο να συμβάλει στην ιζηματολογική μελέτη των αμμωδών αυτών σωμάτων και συγκεκριμένα των αμμωδών νησιωτικών φραγμών των λιμνοθαλασσών της Γιάλοβας και του Κοτυχίου.

2. ΦΥΣΙΟΓΕΩΓΡΑΦΙΚΑ ΚΑΙ ΓΕΩΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

Η λιμνοθάλασσα της Γιάλοβας αναπτύσσεται στη ΝΔ/κό άκρο της Πελοπόννησος, βόρεια του κόλπου του Ναυαρίνου (Σχ.1Α). Τα χειμαρρώδη συστήματα που βρίσκονται Βόρεια και Α/κά της λιμνοθάλασσας (Αμμουδερός, Ξερολάγκαδο και Γιαννούζαγας), αποστραγγίζουν ένα σύγχρονο χαμηλό παράκτιο πεδίο με Ολοκαινικά ιζήματα, καθώς και ένα υψηλότερα τοπογραφικά ενρικό πεδίο χερσαίων και θαλάσσιων αποθέσεων Πλειο-Πλειστοκαινικής ηλικίας με λεπτόκοκκα (άμμοι, πηλοί, άργιλοι) και χονδρόκοκκα ιζήματα (κροκαλοπαγή). Επιπλέον οι χειμαρροί Ξερολάγκαδος και Γιαννούζαγας σχηματίζουν δύο μικρά δέλτα στο Α/κό άκρο ενός αμμώδους νησιωτικού φραγμού μήκους περίπου 3Κm και μέσου πλάτους 400m, ο οποίος περιορίζει την λιμνοθάλασσα από τον κόλπο του Ναυαρίνου. Ο φραγμός αυτός φέρει μια σειρά αμμωδών ράχων, παράλληλων προς την ακτογραμμή που διακόπτονται από έναν κύριο διάυλο επικοινωνίας της λιμνοθαλασσας με τον κόλπο, στο μέσο του φραγμού και από ένα δευτερεύοντα διάυλο που βρίσκεται στο Δ/κό άκρο του φραγμού. Το σύστημα αυτό των παράλληλων αμμωδών ράχων αποτυπώνουν τον προελαίνοντα χαρακτήρα του φραγμού προς τη θάλασσα και φαίνεται ότι σχηματίστηκαν από την στερεομεταφορά των ιζημάτων των δύο δελταϊκών συστημάτων Α/κά της λιμνοθάλασσας (Γιαννούζαγα, Ξηριά)(Σχ.1Α), μέσω των επιμήκων ρευμάτων που κατευθύνονται κατά γενική θέωση προς τα Δ/κά (Kraft J.C. at al., 1980). Ο φραγμός αυτός φαίνεται να έχει τουλάχιστον ηλικία 2.300 ετών (Kraft J.C. at al., 1980).

Η λιμνοθάλασσα του Κοτυχίου αναπτύσσεται στη Δ/κή Πελοπόννησο, μεταξύ των ακρωτηρίων Κουνουπέλι και Κυλλήνης (Σχ.1Β). Στη λιμνοθάλασσα αυτή εκβάλλει μια σειρά από χειμαρρους οι



Ψηφιακή Βιβλιοθήκη "Θεόφραστος" - Τμήμα Γεωλογίας, Α.Π.Θ.

Σχήμα 1: Γεωλογικός χάρτης των περιοχών γύρω από τις λιμνοθάλασσες Α) της Γιάλοβας Β) του Κοριθίου και οι αντίστοιχες θέσεις δειγματοληψίας επί των νησιωτικών φερσιών. Με τα βέλη δείχνεται η διεύθυνση στερεομεταφοράς.

Fig. 1: Geological map of the area around the lagoons of Α) Gialova Β) Koriethi and the sample locations on the barrier islands. The arrows show littoral drift circulation.

οποίοι αποστραγγίζουν ένα σύγχρονο χαμηλό παράκτιο πεδίο με Ολοκαινικά ιζήματα, καθώς και μια υψηλότερα τοπογραφικά ευρισκόμενη θαλάσσια αναβαθμίδα του Τυρρηνίου με λεπτόκοκκα ιζήματα (άμμοι, πηλοί, άργιλοι). Η ίδια περιορίζεται από το Ιόνιο Πέλαγος (Κυλληνιακός κόλπος), μ' ένα αμμώδη νησιωτικό φραγμό μήκους περίπου 5Km και μέσου πλάτους 50m . Ο φραγμός αυτός φέρει προς την πλευρά της λιμνοθάλασσας μία μόνο σειρά αμμόλοφων και διακόπτεται από έναν διάπυλο επικοινωνίας της λιμνοθάλασσας με το ανοιχτό πέλαγος. Ο φραγμός αυτός φαίνεται να έχει τουλάχιστον ηλικία 2.300 ετών (Raphael, 1978).

3. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

Στα πλαίσια της ιζηματολογικής αναγνώρισης των αμμωδών νησιωτικών φραγμών των λιμνοθαλασσών Γιάλοβας και Κοτυχίου, πραγματοποιήθηκε επιφανειακή δειγματοληψία 49 και 36 περίπου δειγμάτων αντίστοιχα, κατά τη γραμμή της κυματογής των φραγμών αυτών. Η συλλογή των δειγμάτων έγινε ανά 70m και 100m αντίστοιχα, οι δε θέσεις τους προσδιορίστηκαν μέσω φορητού GPS (Γεωγραφικό σύστημα προσδιορισμού θέσης), με μεγάλη ακρίβεια (ώ 5 m).

Τα δείγματα που συλλέχθηκαν μεταφέρθηκαν στο εργαστήριο όπου αφού τους έγινε έκπλυση και ξήρανση, ακολούθησε η κοκκομετρική τους ανάλυση (κόσκινα). Ο υπολογισμός των στατιστικών παραμέτρων έγινε σύμφωνα με τους Folk & Ward (1957). Υπολογίστηκε επίσης η διεύθυνση της στρεομεταφοράς των επιμήκων ρευμάτων με τη μέθοδο McLaren and Bowles (1985).

4. ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΟΙ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΤΟΥ ΚΟΚΚΟΜΕΤΡΙΚΟΥ ΜΕΓΕΘΟΥΣ ΤΩΝ ΠΑΡΑΚΤΙΩΝ ΙΖΗΜΑΤΩΝ ΤΩΝ ΑΜΜΩΔΩΝ ΦΡΑΓΜΩΝ

4.1 *Διάμεσος, Μέσο Μέγεθος και Τύπος*. Οι τιμές της διαμέσου (Md) των άμμων της παραλίας του φραγματικού νησιού της Γιάλοβας κυμαίνονται μεταξύ -6,88φ και 2,88φ και του γραφικού μέσου (Mz) μεταξύ -6,01φ και 2,94φ (πίνακας 1). Στο 50% των αναλυθέντων δειγμάτων και στα οποία ο πληθυσμός των χαλίκων (gravel, >-1φ) απουσιάζει, το κλάσμα της λεπτόκοκκης άμμου (2φ - 3φ) είναι γενικώς το πλέον άφθονο σε σχέση προς τα άλλα κλάσματα της άμμου. Σε δείγματα που η παρουσία των χαλίκων είναι έντονη (λιθολογικός τύπος χάλικες (X) πίνακας 1) [κυρίως η κλάση των λεπτόκοκκων κροκαλιών (fine pebble, -2φ έως -4φ) και δευτερευόντως η κλάση της ψηφίδας (granule, -1φ έως -2φ)], η λεπτόκοκκη άμμος είναι ελάχιστη ή απουσιάζει και αντικαθίστανται κυρίως από την κλάση της πολύ χονδρόκοκκης άμμου (very coarse sand, -1φ έως 0φ) και δευτερευόντως από την κλάση της χονδρόκοκκης άμμου (coarse sand, 0φ έως 1φ). Τα δείγματα αυτά απαντούν στην παραλία των δύο μικρών δέλτα στις εκβολές των χειμάρρων Γιαννουζίερα και Ξερολάγκαδου (Σχ.2, δειγμ. ΦΓ3-9). Σε δείγματα που η συμμετοχή των χαλίκων είναι μεταξύ 10% έως 30% (Σχ.2Α, δειγμ. ΦΓ16-20) (λιθολογικός τύπος χαλικώδεις άμμοι (χα) πίνακας 1), άλλοτε επικρατεί η μεσόκοκκη άμμος (1φ έως 2φ) και η λεπτόκοκκη άμμος έχει δευτερεύουσα παρουσία και άλλοτε συμβαίνει το αντίθετο. Σε δείγματα που η συμμετοχή των χαλίκων (ψηφίδων) δεν ξεπερνά το 3% (λιθολογικός τύπος ελαφρώς χαλικώδης άμμος [(χα) πίνακας 1), άλλοτε επικρατεί η μεσόκοκκη άμμος και άλλοτε η χονδρόκοκκη άμμος (Σχ.2Α, δειγμ. ΦΓ10-15) ή επικρατεί σχεδόν πλήρως η λεπτόκοκκη άμμος (Σχ.2Α, δειγμ. ΦΓ24-30). Έτσι, με βάση τα παραπάνω, είναι προφανές και δικαιολογείται το μεγάλο φάσμα τιμών της διαμέσου και του γραφικού μέσου. Επιπλέον είναι σαφές ότι στο 70% τουλάχιστον των αναλυθέντων δειγμάτων, στη λιθολογία της άμμου κυριαρχεί το κλάσμα της λεπτόκοκκης άμμου.

Η πλειονότητα των ιζημάτων (το 85% των αναλυθέντων δειγμάτων) της παραλίας του φραγματικού νησιού της Γιάλοβας είναι ενός τύπου (unimodal distribution). Ιζήματα δύο τύπων (το 15% των αναλυθέντων δειγμάτων) [Σχ.2Α, δειγμ. ΦΓ16-20, ΦΓ28, ΦΓιαλ, λιθολογικός τύπος χαλικώδης άμμος (χα)] έχουν τον κύριο τύπο στην μεσόκοκκη, αλλά και στη λεπτόκοκκη άμμο και τον δευτερεύοντα τύπο στη ψηφίδα (granule).

Οι τιμές της διαμέσου (Md) των άμμων της παραλίας του φραγματικού νησιού του Κοτυχίου κυμαίνεται μεταξύ 2,34φ και 1,13φ και του γραφικού μέσου (Mz) μεταξύ 2,36φ και 1,21φ (πίνακας 1). Είναι προφανές ότι οι προαναφερθείσες τιμές αντιστοιχούν στο κλάσμα της μεσόκοκκης άμμου.

Πράγματι το κλάσμα της μεσόκοκκης άμμου είναι το πλέον άφθονο στο 72% των αναλυθέντων δειγμάτων ενώ μόνο στο 25% αφθονεί η λεπτόκοκκη άμμος και στο 3% η χονδροκοκκη άμμος. Είναι φανερό ότι τα ιζήματα της άμμου (Α) (ως λιθολογικός τύπος) του φραγματικού νησιού του Κοτυχίου είναι αδρομερέστερα (κυριαρχεί η κλάση της μεσόκοκκης άμμου) αυτών του φραγματικού νησιού της Γιάλοβας (κυριαρχεί η κλάση της λεπτόκοκκης άμμου). Όλα τα δείγματα της παραλίας του φραγματικού νησιού του Κοτυχίου είναι μόνον ενός τύπου. Ο τύπος αυτός εμπίπτει κυρίως στη μεσόκοκκη άμμο, αλλά και δευτερευόντως και στη λεπτόκοκκη άμμο.

ΔΕΙΓΜΑ	Md	Mz	$\sigma_1^{(1)}$	SK1 ⁽²⁾	KG ⁽³⁾	ΛΙΘ/ΓΙΑ	ΔΕΙΓΜΑ	Md	Mz	$\sigma_1^{(1)}$	SK1 ⁽²⁾	KG ⁽³⁾	ΛΙΘ/ΓΙΑ
ΦΓ1αλ.	2,31	0,9467	2,1	-0,79	0,51	χα	ΦΚο1	1,82	1,81	0,43	-0,08	1,13	(χ)Α
ΦΓ1	-0,3	0,2367	1,88	0,247	0,745	χα	ΦΚο2	1,60	1,60	0,33	0,06	1,12	Α
ΦΓ2	2,23	2,2	0,554	-0,14	1,403	Α	ΦΚο3	1,21	1,21	0,35	0,14	1,33	Α
ΦΓ3	-1,96	-1,89	0,936	-0,03	1,413	αχ	ΦΚο4	2,26	2,27	0,39	0,03	1,09	Α
ΦΓ4	2,34	2,2967	0,755	-0,32	2,746	Α	ΦΚο5	1,90	1,91	0,39	0,08	1,14	Α
ΦΓ5	-1,65	-1,36	1,268	0,234	1,09	χα	ΦΚο6	2,13	2,14	0,37	0,09	1,06	Α
ΦΓ6	-6,08	-6,01	2,249	0,138	0,974	Χ	ΦΚο7	2,04	1,99	0,53	-0,11	1,05	Α
ΦΓ7	-3,62	-3,473	0,827	0,279	0,769	Χ	ΦΚο9	1,98	1,98	0,49	0,01	0,93	Α
ΦΓ8	-5,19	-5,177	1,168	0,384	3,011	Χ	ΦΚο10	1,95	1,97	0,48	0,07	1,00	Α
ΦΓ9	0,4	0,4433	1,259	0,053	0,755	(χ)Α	ΦΚο11	1,67	1,70	0,48	0,11	0,99	Α
ΦΓ10	1,51	1,8833	0,951	0,518	0,922	Α	ΦΚο12	1,77	1,78	0,44	0,03	1,30	Α
ΦΓ11	2,49	2,4633	1,267	-0,27	1,466	(χ)Α	ΦΚο13	2,04	2,06	0,39	0,10	1,01	Α
ΦΓ12	1,26	1,35	0,851	0,199	1,264	(χ)Α	ΦΚο14	1,93	1,95	0,40	0,07	1,08	Α
ΦΓ13	0,71	0,8667	0,838	0,342	1,498	(χ)Α	ΦΚο15	1,49	1,53	0,50	0,20	0,70	Α
ΦΓ14	0,92	0,89	0,822	-0,06	1,549	(χ)Α	ΦΚο16	1,76	1,75	0,48	-0,06	0,94	Α
ΦΓ15	1,55	1,5067	0,821	-0,29	2,21	χα	ΦΚο17	1,73	1,74	0,43	0,03	0,98	Α
ΦΓ16	0,01	-0,153	1,088	-0,17	0,792	χα	ΦΚο18	1,13	1,25	0,62	0,29	0,96	Α
ΦΓ17	1,78	0,8033	1,722	-0,7	1,633	χα	ΦΚο19	1,57	1,63	0,48	0,22	1,05	Α
ΦΓ18	1,74	0,7467	2,015	-0,62	0,645	χα	ΦΚο20	1,90	1,93	0,35	0,11	1,06	Α
ΦΓ19	0,83	0,3633	1,618	-0,38	0,691	χα	ΦΚο21	1,89	1,86	0,57	-0,04	1,03	Α
ΦΓ20	1,98	1,88	1,057	-0,47	2,785	χα	ΦΚο22	1,24	1,25	0,75	0,03	0,95	Α
ΦΓ21	2,02	1,99	0,404	-0,16	1,127	(χ)Α	ΦΚο23	1,75	1,77	0,29	0,10	1,16	Α
ΦΓ22	2,1	2,0767	0,345	-0,06	1,066	Α	ΦΚο24	2,20	2,17	0,48	-0,10	1,02	Α
ΦΓ23	2,42	2,4233	0,394	0,007	1,093	Α	ΦΚο25	1,81	1,83	0,48	0,11	1,16	Α
ΦΓ24	2,65	2,65	0,457	0,044	1,131	(χ)Α	ΦΚο26	2,34	2,36	0,31	0,07	1,13	Α
ΦΓ25	2,71	2,7333	0,539	0,008	1,095	(χ)Α	ΦΚο27	1,99	2,02	0,36	0,14	0,98	Α
ΦΓ26	2,41	2,4233	0,582	0,058	1,03	Α	ΦΚο28	2,01	2,04	0,40	0,17	1,07	Α
ΦΓ27	0,24	0,32	1,025	0,084	1,107	(χ)Α	ΦΚο29	1,81	1,84	0,39	0,14	1,07	Α
ΦΓ28	1,55	1,0967	1,425	-0,44	0,895	χα	ΦΚο30	2,02	2,01	0,30	-0,06	1,04	Α
ΦΓ29	2,41	2,4267	0,392	0,02	1,131	(χ)Α	ΦΚο31	1,76	1,78	0,48	0,08	0,89	Α
ΦΓ30	0,65	0,75	0,78	0,166	1,073	(χ)Α	ΦΚο32	1,95	1,93	0,30	-0,10	0,96	Α
ΦΓ31	2	1,9833	0,497	-0,07	1,095	Α	ΦΚο33	1,86	1,84	0,54	-0,01	0,95	Α
ΦΓ32	2,43	2,4133	0,44	-0,06	1,079	Α	ΦΚο34	1,90	1,90	0,22	0,04	0,98	Α
ΦΓ33	2,43	2,44	0,351	0,043	1,153	Α	ΦΚο35	2,15	2,12	0,37	-0,11	1,12	Α
ΦΓ34	2,52	2,53	0,396	0,03	1,238	Α	ΦΚο36	1,66	1,64	0,42	-0,07	1,11	Α
ΦΓ35	2,64	2,6033	0,383	-0,16	1,084	Α	ΦΚο37	2,00	2,00	0,39	0,00	1,02	Α
ΦΓ36	2,44	2,45	0,321	0,033	1,054	Α							
ΦΓ37	2,08	2,0867	0,417	-0	1,025	Α							
ΦΓ38	2,47	2,4867	0,318	0,087	0,987	Α							
ΦΓ39	2,43	2,4533	0,291	0,133	1,004	Α							
ΦΓ40	2,43	2,4367	0,302	7E-04	0,925	Α							
ΦΓ41	2,32	2,3267	0,267	0,052	1,204	Α							
ΦΓ42	2,74	2,74	0,275	0,02	1,267	Α							
ΦΓ43	2,82	2,8267	0,283	0,087	1,375	Α							
ΦΓ44	2,67	2,9433	0,33	0,988	0,871	Α							
ΦΓ45	3,06	3,12	0,327	0,182	0,795	Α							
ΦΓ46	2,77	2,7767	0,315	0,026	1,208	Α							
ΦΓ47	2,88	2,9067	0,335	0,086	1,219	Α							
ΦΓ48	2,67	2,93	0,347	0,887	0,86	Α							

$\sigma_1^{(1)}$: <0,35φ πολύ καλή ταξίθεση
0,35φ-0,50φ καλή ταξίθ. 0,50φ-0,71φ μετρια
καλή ταξίθ. 0,71φ-1,00φ μέτρια ταξίθ.
1,00φ-2,00φ πτωχή ταξίθ. 2,00φ-4,00φ πολύ
πτωχή ταξίθ. >4,00φ πάρα πολύ πτωχή ταξίθ.
SK1⁽²⁾: (+)1,00-(+)0,30 πολύ θετική ασυμμετρία
(+)0,30-(+)0,10 θετική ασυμ. (+)0,10-(-)0,10
σχεδόν κανονική ασυμ. (-)0,10-(-)0,30 αρνητική ασυμ.
(-)0,30-(-)1,00 πολύ αρνητική ασυμ.
KG⁽³⁾: <0,67 πολύ πλατύκορτη. 0,67-0,90 πλατύκορτη
0,90-1,11 μεσόκορτη. 1,11-1,50 λεπτόκορτη. 1,50-3,00
πολύ λεπτόκορτη >3,00 πάρα πολύ λεπτόκορτη

Πίνακας 1: Οι στατιστικοί παράμετροι του κοκκομετρικού μεγέθους και η λιθολογία των παρακτίων δειγμάτων των νησιωτικών φραγμών των λιμνοθαλάσσιων Γιάλοβας και Κοτυχίου.
Φηφιακή Βιβλιοθήκη "Γεώφρατος" - Τμήμα Γεωλογίας, Α.Π.Θ.
Table 1: Statistical grain-size parameters and texture of coastal samples of the Gialova and Kotyhi barrier islands.

Από την άποψη του τύπου, τα ιζημάτα των δύο φραγματιζών νησιών είναι όμοια. Βεβαίως υπάρχει μια ζώνη με χαλικώδη άμμο (χΑ) δύο τύπων στο φραγματικό νησί της Γιάλοβας. Η παρουσία των δύο αυτών τύπων, μπορεί να ερμηνευτεί μόνο ως παλιά δέλταϊκή υπολειμματική απόθεση αμμωδών χαλικών (αΧ) των χειμάρρων της περιοχής. Επειδή μεταξύ της απόθεσης αυτής και των ενός τύπου ιζημάτων χάλικος (Χ) των δύο δέλτα επικρατούν μόνο ελαφρώς χαλικώδη ιζημάτα [(χ)Α], επίσης ενός τύπου. Το γεγονός αυτό σε συνδυασμό ότι το παράκτιο ρεύμα στη θέση αυτή ακολουθεί κυκλωνική κίνηση, η θέση απόθεσης της χαλικώδη άμμου (χΑ) (δειγμ. ΦΓ16-20) δεν μπορεί να τροφοδοτείται από τα δέλτα. Αν συνέβαινε αυτό θα έπρεπε στις θέσεις της χαλικώδη άμμο (χΑ) να αποτίθεται η ελαφρώς χαλικώδης άμμος [(χ)Α] και δίπλα από το δέλτα και στις θέσεις της ελαφρώς χαλικώδη άμμο [(χ)Α], η χαλικώδης άμμος (χΑ). Η παλιά αυτή υπολειμματική απόθεση αμμωδών χάλικα (αΧ), τροποποιείται και τρέπεται σε δύο τύπους, με την προσθήκη άμμου (Α) που προσφέρει το παράκτιο ρεύμα. Η άμμος (Α) αυτή εγκαταλείπει τα δέλτα των δύο χειμάρρων και έτσι παράγονται τα ιζημάτα χαλικών του ενός τύπου στα δέλτα αυτά. Με δεδομένο ότι οι πηγές τροφοδοσίας των ακτών του κόλπου του Ναυαρίνου και του Κυλληνιακού κόλπου είναι όμοιας σύστασης, τα αδρμερέστερα ιζημάτα, της άμμου, της παραλίας του Κοτυχίου θα οφείλονται στο υψηλής ενέργειας κυματικό καθεστώς που επικρατεί εκεί σε σχέση με την παραλία της Γιάλοβας η οποία ανήκει σ' ένα προστατευόμενο όρμο (King, 1972).

4.2 Σταθερά απόκλιση. Η σταθερά απόκλιση των ιζημάτων του νησιωτικού φραγμού της Γιάλοβας παρουσιάζει ένα ευρύ φάσμα τιμών (0,27-2,25φ). Εντούτοις τα ιζημάτα με "μετρίως καλή ταξιθέτηση" (moderate well sorting) και με "φτωχή ταξιθέτηση" (poor sorting) είναι ελάχιστα. Η συχνότητα εμφάνισης των άλλων βαθμίδων της ταξιθέτησης είναι περίπου ίδια, πλην της βαθμίδας "υπερβολικά φτωχή ταξιθέτηση" (extremely poor sorting), η οποία απουσιάζει. Οι βαθμίδες "πολύ καλή" (very well sorting) και "καλή ταξιθέτηση" (well sorting), συνδέονται με την αφθονία της λεπτόκοκκης άμμου. Αντίθετα οι βαθμίδες της ταξιθέτησης, "μέτρια" (moderate) και "φτωχή" (poor), συνδέονται με την παρουσία των χάλικων και της χονδρόκοκκης άμμου, έως πολύ χονδρόκοκκης άμμου (Σχ.3Α). Η αρνητική γραμμική συσχέτιση μεταξύ του γραφικού μέσου και της σταθεράς απόκλισης ($r=0.8$) των δειγμάτων του φραγμού της Γιάλοβας (εξαιρούνται τα δείγματα των χάλικων), είναι σύμφωνη με την άποψη του Folk (1974) (Σχ.3Α).

Η σταθερά απόκλιση στα ιζημάτα της παραλίας του νησιωτικού φραγμού του Κοτυχίου δείχνει ένα στενό φάσμα τιμών (0,22-0,75φ). Το πλείστον των αναλυθέντων δειγμάτων (86%), είναι "καλά" έως "πολύ καλά ταξιθετημένα", ενώ τα υπόλοιπα είναι "μετρίως καλά ταξιθετημένα". Σύμφωνα με τον Inman and Chamberlain (1955), η μεσόκοκκη και η λεπτόκοκκη άμμο δείχνουν την καλλίτερη ταξιθέτηση η οποία τείνει να χειροτερεύσει αν η άμμος γίνει λεπτομερέστερη ή αδρμερέστερη. Την άποψη αυτή που την υποστηρίζει ένας μεγάλος αριθμός και άλλων ερευνητών βρίσκει ανταπόκριση στα υπό μελέτη ιζημάτα, τόσο του φραγμού της Γιάλοβας όσο και του Κοτυχίου. Όμως είναι σαφές ότι τα αμμώδη ιζημάτα του νησιωτικού φραγμού του Κοτυχίου, έχουν την τάση για καλλίτερη ταξιθέτηση από αυτά του φραγμού της Γιάλοβας. Το γεγονός αυτό οφείλεται στο ότι τα ιζημάτα της παραλίας του Κοτυχίου υφίστανται για μεγαλύτερο χρόνο τη δράση ενός κυματικού καθεστώτος υψηλής ενέργειας σε σχέση με τα ιζημάτα της προστατευόμενης Γιάλοβας.

4.3 Ασυμμετρία. Περίπου το 46% των δειγμάτων της παραλίας του νησιωτικού φραγμού της Γιάλοβας, δείχνουν την βαθμίδα "σχεδόν συμμετρική" (near symmetrical), ενώ οι άλλες βαθμίδες της ασυμμετρίας έχουν περίπου την ίδια συχνότητα εμφάνισης (πίνακας 1). Όμως το 27% ανήκει στη "λεπτή" (fine skewed) και "πολύ λεπτή" (very fine skewed) ασυμμετρία, δηλαδή στη θετική ασυμμετρία, την οποία και εκφράζουν κυρίως τα χονδρόκοκκα ιζημάτα [λιθολογικός τύπος χάλικα (Χ)] της παραλίας του φραγμού της Γιάλοβας (πίνακας 1). Ανάλογα συμπεράσματα έχουν δοθεί από τους Friedman (1961) και Sonu (1968), σ' ότι αφορά την ασυμμετρία χονδρόκοκκων ιζημάτων παραλιών

Ψηφιακή Βιβλιοθήκη "Θεόφραστος" - Τμήμα Γεωλογίας, Α.Π.Θ.

Στα ιζήματα της παραλίας του φραγματικού νησιού του Κοτυχίου το 75% περίπου των αναλυθέντων δειγμάτων χαρακτηρίζονται από "σχεδόν συμμετρικές" κατανομές και τα υπόλοιπα από αυτά δείχνουν "λεπτή θετική ασυμμετρία", ενώ συγχρόνως είναι και κατά κανόνα και αδρομερή (πίνακας 1). Είναι φανερό ότι ως προς την ιδιότητα της ασυμμετρίας η συμπεριφορά των άμμων της παραλίας των δύο φραγμών, είναι όμοια, εφόσον περιοριστούμε στο λιθολογικό τύπο της άμμου (Α), επικρατούν δηλαδή, η "σχεδόν συμμετρικές" κατανομές, πράγμα που δείχνει ότι η πηγή τροφοδοσίας των άμμων αυτών είναι μοναδική (Folk, 1974). Όμως, στο σύνολο των αναλυθέντων δειγμάτων η αρνητική ασυμμετρία (negative skewness), ως έντονη αρνητική λοξότητα (coarse skewed) και πολύ έντονη αρνητική λοξότητα (very coarse), έχει μια πολύ σημαντική παρουσία (27% των αναλυθέντων δειγμάτων) στα ιζήματα του φραγμού της Γιάλοβας, ενώ πρακτικά η αρνητική ασυμμετρία απουσιάζει από τα ιζήματα του φραγμού του Κοτυχίου (μόνο δύο δείγματα). Η αρνητική αυτή ασυμμετρία των ιζημάτων του φραγμού της Γιάλοβας, αφορά τα χονδρόκοκκα σχετικά ιζήματα [λιθολογικός τύπος χαλικώδης άμμος (χα)], όπως ακριβώς το ίδιο συμβαίνει και για τη θετική ασυμμετρία που αφορά τα χονδρόκοκκα ιζήματα του λιθολογικού τύπου χάλικα (Χ), όπως έχει κιόλας αναφερθεί παραπάνω (Σχ.3Β).

Σύμφωνα με τα όσα έχουν ειπωθεί για τον τρόπο σχηματισμού της χαλικώδη άμμου (χα), είναι σαφές ότι την παράγουν δύο διαφορετικές πηγές τροφοδοσίας (μια πηγή "απολιθωμένων" χαλικίων και μια σύγχρονη πηγή άμμου), με αποτέλεσμα να σχηματίζονται κατανομές με υψηλή αρνητική ασυμμετρία (επικρατεί το λεπτό υλικό)(Folk, 1974). Όπως σημειώνουν ο Folk & Ward (1957), αρκεί μια συμμετοχή 7% έως 20% των χαλικίων για να έχει κανείς υψηλή αρνητική ασυμμετρία. Αντίθετα θετική ασυμμετρία των χαλικίων (επικρατεί ο αδρομερέστερος τύπος), οφείλεται στην απομάκρυνση της άμμου στη θέση των δύο δέλτα.

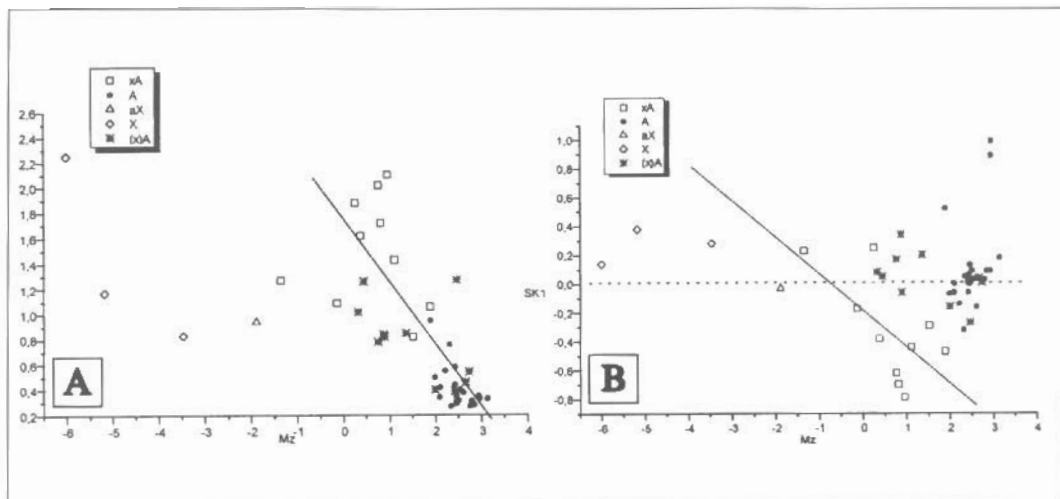
4.4 Κύρτωση. Το 65% των μελετηθέντων ιζημάτων της παραλίας του φραγμού της Γιάλοβας, χαρακτηρίζεται από μεσόκυρτες (mesokurtic, 34%) και λεπτόκυρτες (leptokurtic, 31%) κατανομές. Το 15% των δειγμάτων συνιστούν πολύ λεπτόκυρτες (very leptokurtic) και υπερβολικά λεπτόκυρτες (extremely leptokurtic) κατανομές, ενώ το 20% των δειγμάτων δείχνουν πλατύκυρτες (platykurtic) και πολύ πλατύκυρτες (very platykurtic) κατανομές. Είναι σαφές ότι η πλειονότητα των ιζημάτων της παραλίας του νησιωτικού φραγμού της Γιάλοβας δείχνει ότι ο βαθμός ταξιθέτησης στο κεντρικό τμήμα της καμπύλης είναι αξιοσημείωτα βελτιωμένος. Το 96% των μελετηθέντων δειγμάτων της παραλίας του φραγμού του Κοτυχίου χαρακτηρίζεται από μεσόκυρτες (72%) και λεπτόκυρτες (22%) κατανομές ενώ το 6% από πλατύκυρτες κατανομές.

Είναι σαφές ότι τα ιζήματα του φραγμού του Κοτυχίου δείχνουν ότι ο βαθμός ταξιθέτησης στο κεντρικό τμήμα της κατανομής είναι πάντα αξιοσημείωτα βελτιωμένος σε σχέση με τα ιζήματα του φραγμού της Γιάλοβας. Το γεγονός αυτό, οφείλεται επειδή η παραλία του φραγμού του Κοτυχίου είναι πολύ περισσότερο εκτιθέμενη στη κυματική δράση απ' ότι η προφυλαγμένη παραλία του φραγμού της Γιάλοβας (Koldijk, 1968).

5. ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ ΤΗΣ ΙΖΗΜΑΤΟΓΕΝΟΥΣ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ ΜΕ ΤΑ ΕΠΙΜΗΚΗ ΡΕΥΜΑΤΑ ΤΩΝ ΦΡΑΓΜΩΝ

Σύμφωνα με τους πίνακες 2(Α,Β), στη θέση του διαύλου του φραγμού του Κοτυχίου σημειώνεται μια ζώνη απόκλισης των επιμήκων ρευμάτων του φραγμού (Σχ.1Α).

Σύμφωνα με τους πίνακες 3(Α,Β,Γ), η κυκλοφορία των επιμήκων ρευμάτων, στο νησιωτικό φραγμό της Γιάλοβας, συγκροτεί μια ζώνη απόκλισης περί το κέντρο του φραγμού και δύο ζώνες σύγκλισης. Η μία ζώνη σύγκλισης απαντά στο Δ/κό άκρο του φραγμού και οδηγεί σε συνεχή μεγένθυση ενός "beach cusp" (θέση Χρυσή Ακτή), με αποτέλεσμα στο μέλλον να κλείσει ο Δ/κός διάυλος επικοινωνίας του κόλπου του Ναυαρίνου με το Ιόνιο Πέλαγος. Η άλλη ζώνη σύγκλισης είναι στη θέση της χαλικώδη άμμου (χα) (Σχ. 1Α). Θα πρέπει να σημειωθεί ότι ο ένας κλάδος της απόκλισης προς την πλευρά του Δ/κού άκρου του φραγμού και η ζώνη σύγκλισης στο άκρο αυτό, συγκροτούνται μόνο από τον



Σχ. 3 (A,B): Διάγραμμα κατανομής στατιστικών παραμέτρων του κοκκομετρικού μεγέθους A) γραφικού μέσου (Mz) έναντι της αποκλειστικής γραφικής σταθεράς απόκλισης (σI) και B) γραφικού μέσου (Mz) έναντι της αποκλειστικής γραφικής ασυμμετρίας (SK1)

Fig. 3 (A,B): Scatter diagrams of statistical grain-size parameters A) mean grain size (Mz) with inclusive graphic standard deviation (σI) and B) mean grain size (Mz) with inclusive graphic skewness (SK1).

Πίνακας 2(A,B). Σύνολο του αριθμού των ζευγών των δειγμάτων της παραλίας του φραγμού του Κοτυχίου που παράγουν τάσεις στη μεταφορά

Samples	Case A	N	X	Z	Trend	Samples	Case B	N	X	Z	Trend
18	C	136	24	1,82	ΝΔ/κά	19	C	171	16	-1,24	BA/κα
1	B		38	5,40	ΝΔ/κά	37	B		46	5,69	BA/κά
1	C	136	21	1,04	BA/κά	37	C	171	21	-0,09	ΝΔ/κά
18	B		6	-2,85	BA/κά	19	B		14	-1,71	ΝΔ/κα

Επίπεδο εμπιστοσύνης στο επίπεδο 0.01. Το C=CB+ και B=FB-

Πίνακας 3(A,B). Σύνολο του αριθμού των ζευγών των δειγμάτων της παραλίας του φραγμού της Γιάλοβας που παράγουν τάσεις στη μεταφορά

Samples	Case A	N	X	Z	Trend	Samples	Case B	N	X	Z	Trend
1	C	171	12	-2,17	ΒΔ/κή	29	C	36	2	-1,3	Α/κά
19	B		39	4,08	ΒΔ/κή	20	B		9	2,36	Α/κά
19	C	171	30	1,99	ΝΑ/κή	20	C	36	1	-0,52	Δ/κά
1	B		26	1,07	ΝΑ/κή	29	B		0	-2,36	Δ/κά

Επίπεδο εμπιστοσύνης στο επίπεδο 0.01. Το C=CB+ και B=FB

Πίνακας 3Γ. Σύνολο του αριθμού των ζευγών των δειγμάτων της παραλίας του φραγμού της Γιάλοβας που παράγουν τάσεις στη μεταφορά

Samples	Case Γ	N	X	Z	Trend
30	C	136	16	-0,26	ΝΔ/κή
46	B		27	2,59	ΝΔ/κή
46	C	136	3	-3,63	ΒΑ/κή
30	B		2	-3,89	ΒΑ/κή

Επίπεδο εμπιστοσύνης στο επίπεδο 0.01. Το C=CB+ και B=FB

λιθολογικό τύπο της άμμου (Α). Αντίθετα ο άλλος κλάδος της απόκλισης και γενικώς η ζώνη σύγκλισης (Α/κή), αποτελούνται από τους λιθολογικούς τύπους χαλικιώδης άμμος (χΑ), ελαφρώς χαλικιώδης άμμος [(χ)Α] και χάλικα (Χ).

Οι Kraft J.C. et al. (1980) δείχνουν υπό μορφή σακαριφήματος την κίνηση των επιμήκων ρευμάτων η οποία συμφωνεί με το προτεινόμενο από εμάς μοντέλο κυκλοφορίας των επιμήκων ρευμάτων, χωρίς να ορίζουν επακριβώς τις ζώνες σύγκλισης και απόκλισης.

6. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η μελέτη των στατιστικών κοκκομετρικών παραμέτρων των παράκτιων ιζημάτων των νησιωτικών φραγμών της Γιάλοβας και του Κοτυχίου έδειξε ό,τι:

1. Τα ιζήματα του νησιωτικού φραγμού της Γιάλοβας ανήκουν στους λιθολογικούς τύπους της άμμου (Α), της ελαφρώς χαλικιώδη άμμου [(χ)Α], της χαλικιώδη άμμου (χΑ), των αμμωδών χαλικίων (αΧ) και των χαλικίων (Χ). Τα αδρομερή ιζήματα κατέχουν το δεξιο ήμισυ περίπου του φραγμού, ενώ η άμμος το αριστερό του ήμισυ. Αντίθετα στο νησιωτικό φραγμό του Κοτυχίου απαντά μόνο ο λιθολογικός τύπος της άμμου. Στην άμμο του φραγμού της Γιάλοβας, απαντά κυρίως η κλάση της λεπτόκοκκης άμμου, ενώ στην άμμο του φραγμού του Κοτυχίου απαντά κυρίως η κλάση της μεσόκοκκης άμμου. Η διαφορά αυτή οφείλεται επειδή η ακτή του Κοτυχίου χαρακτηρίζεται από ένα υψηλής ενέργειας κυματικό καθεστώς, ενώ η ακτή της Γιάλοβας είναι προφυλασσόμενη. Τα αδρομερή ιζήματα της Γιάλοβας προκύπτουν από την παρουσία εκβολών χαλικιωδών χεμάρρων και όχι από καθεστώς υψηλής ενέργειας.

2. Τα ιζήματα του λιθολογικού τύπου της άμμου (Α) και στους δύο φραγμούς έχουν σχεδόν όμοιο βαθμό ταξίθεσης, ο οποίος είναι από "πολύ καλός" έως "καλός". Όμως συνολικά τα αμμώδη ιζήματα του νησιωτικού φραγμού του Κοτυχίου έχουν την τάση για καλλίτερη ταξίθεση, από τα αντίστοιχα ιζήματα του νησιωτικού φραγμού της Γιάλοβας, επειδή υφίστανται για μεγαλύτερο χρόνο τη δράση ενός κυματικού καθεστώτος υψηλής ενέργειας σε σχέση με τα ιζήματα της προστατευόμενης Γιάλοβας.

3. Τα ιζήματα του λιθολογικού τύπου της άμμου και στους δύο φραγμούς δείχνουν "σχεδόν συμμετρικές" κατανομές πράγμα που δείχνει ότι η πηγή τροφοδοσίας των άμμων αυτών είναι όμοια σε σύσταση και μοναδική. Όμως, στο σύνολό του, τα ιζήματα του νησιωτικού φραγμού της Γιάλοβας, δείχνουν επίσης και αρνητική και θετική ασυμμετρία. Η ασυμμετρίες αυτές οφείλονται στην ύπαρξη δύο διαφορετικών πηγών τροφοδοσίας και στη δράση των επιμήκων ρευμάτων.

4. Οι κατανομές των ιζημάτων του νησιωτικού φραγμού του Κοτυχίου δείχνει ό,τι ο βαθμός ταξίθεσής τους στο κεντρικό τους τμήμα είναι αξιοσημείωτα βελτιωμένος σε σχέση με τα ιζήματα του νησιωτικού φραγμού της Γιάλοβας, επειδή η παραλία του φραγμού του Κοτυχίου είναι πολύ περισσότερο εκτιθέμενη στην κυματική δράση απ' ό,τι η προφυλαγμένη παραλία του φραγμού της Γιάλοβας.

5. Στη θέση του διαύλου του Κοτυχίου σημειώνεται μια ζώνη απόκλισης των επιμήκων ρευμάτων. Η κίνηση των επιμήκων ρευμάτων είναι πλέον σύνθετη στο φραγμό της Γιάλοβας, με μια ζώνη απόκλισης περίπου στο κέντρο του φραγμού και δύο ζώνες σύγκλισης, μία στο αριστερό άκρο του και μία πλησίον των δέλτα των χεμάρρων που εκβάλλουν (Α/κά) στην ακτή του.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- FOLK R.L. 1974. Petrology of Sedimentary Rocks, 182 pp. Hemphill, Austin Texas.
- FOLK R.L. AND WARD W.S., 1957. Brazos river bar: a study in the significance of grain size parameters. Jour. Sedim. Petr., 27(1), 3-26.
- FRIEDMAN G.M. 1961. Distinction between dune, beach and river sands from their textural characteristics. Jour. Sedim. Petr., 31, 514-529.
- INMAN D.I. AND CHAMBERLAIN T.K., 1955. Particle size distribution in nearshore sediments. "Finding Ancient Shorelines". Soc. Econ. Paleon. Mineralogy, Spec. Publ., No 3, 106-127.

- KING C.A.M. 1972. *Beaches and Coasts*, 570 pp. (2nd Ed. Edward Arnold, London).
- KOLDIJK W.C., 1934. On environmet-sensitive grain-size parameters. *Sedimentology*, 10, 57-69.
- KRAFT J.C., RAPP G.R., JR AND ASCHENBRENNER S.E. 1980. Late Holocene Palaeogemorphic Reconstruction in the Area of the Bay of Navarino: Sandy Pylos. *Jour. Of Archaeological Science*, 7, 187-210.
- MCLAREN P. AND BOWLES D. 1985. The effects of sediment transport on grain-size distributions. *Jour. Sedim. Petr.*, 55(4), 457-470.
- RAPHAEL N.C. 1978. The erosional History of the plain of Elis in the Peloponnese. In: *The Environmental Histiry of the Near and Middle East since the Last Ice Age*. W.C. Brice ed., Academic Press, London, 51-65.
- SONU C.J. 1972. Dynamic behavior of subaerial beach sediment in the Outer Banks, North Carolina (abs.). *Coastal Studies Bull.*, 2, 40.