

ΚΑΘΟΡΙΣΜΟΣ ΤΩΝ ΔΙΕΥΘΥΝΣΕΩΝ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ ΤΩΝ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΚΩΝ ΙΖΗΜΑΤΩΝ ΤΟΥ ΠΑΤΡΑΪΚΟΥ ΚΑΙ ΑΜΒΡΑΚΙΚΟΥ ΚΟΛΠΟΥ ΜΕ ΤΗ ΜΕΘΟΔΟ "McLAREN" *

Γ. ΠΑΠΑΘΕΟΔΩΡΟΥ¹, & Ν. ΚΟΝΤΟΠΟΥΛΟΣ²

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η μέθοδος του "McLaren", η οποία καθορίζει τη διεύθυνση μεταφοράς των ιζημάτων από τις σχετικές μεταβολές των κοκκομετρικών τους καμπυλών, εφαρμόστηκε με επιτυχία σε κοκκομετρικά δεδομένα επιφανειακών ιζημάτων του Πατραϊκού και Αμβρακικού κόλπου. Μια κυκλωνική διεύθυνση μεταφοράς ιζημάτων διαπιστώθηκε στο μεγαλύτερο τμήμα του Πατραϊκού κόλπου, η οποία είναι σύμφωνη με τη γενική κυκλοφορία των υδάτων του. Στον Αμβρακικό κόλπο, διαπιστώθηκε μια Δ.ΝΔ-ική διεύθυνση μεταφοράς στο βόρειο τμήμα του κόλπου και μια ασθενής τάση Α.ΝΑ-ικής διεύθυνσης μεταφοράς στο νότιο τμήμα του.

ABSTRACT

The "McLaren" method (McLaren and Bowles, 1984) was applied on 200 and 102 grab samples from Patras and Amvrakikos Gulfs, respectively. The method determines the sediment transport direction from relative changes of grain-size distributions. The determination of the transport direction is made by examining all the possible pairs of samples, of a -n- sample sequence, using a simple statistical technique.

A -n- sample sequence (sample line) is usually parallel to isobaths and/or to coastline. For such a sequence there are $(n^2-n)/2$ directionally oriented pairs that may exhibit a trend suggesting transport in one direction, and an equal number of pairs suggesting transport in the opposite direction. When any two samples are compared with respect to the mean size, sorting and skewness of their grain distributions, eight (8) possible trends exist. A sediment sample compared to the other in the directionally oriented pair, may be: (1) Finer (F), Better sorted (B) and more negatively skewed (-), (2) Coarse (C), more poorly sorted (P) and more positively skewed (+), (3) C,B,(-), (4) F,P,(-), (5) C,P,(-), (6) F,B,(+), (7) C,B,(+) and (8) F,P,(+). Only the Cases (1) and (7) are indicative of transport. These cases have a 1/8 ($p=0.125$) probability of occurring at random. In order to determine if the number of occurrences of a particular case exceeds the random probability of 0.125, the following two hypotheses must be tested:

H_0 : $p \leq 0.125$ there is no preferred direction, and

H_1 : $p > 0.125$ transport is occurring in a preferred direction.

Using the Z-score in a one-tailed test, H_1 is accepted if

$$Z = \frac{x - Np}{\sqrt{Npq}} > 1.645 \text{ (0.05 level of significance) or } > 2.33 \text{ (0.01 level of significance),}$$

where, x = observed number of pairs representing a particular case in one of the two opposing direction, $N = (n^2 - n)/2$, $p = 0.125$ and $q = 1 - p = 0.875$.

* DETERMINATION OF SEDIMENT TRANSPORT DIRECTIONS USING THE "MCLAREN" METHOD. EXAMPLES FROM THE PATRAS AND AMVRAKIKOS GULFS. GREECE.

¹ Εργαστήριο Θαλάσσιας Γεωλογίας & Φυσικής Ωκεανογραφίας (Ε.Θ.Α.Γ.Ε.ΦΩ), Τμήμα Γεωλογίας, Παν/μιο Πατρών.

² Καθηγητής, Τομέας Γενικής Θαλάσσιας Γεωλογίας & Γεωδυναμικής, Τμήμα Γεωλογίας, Παν/μιο Πατρών.

The 200 sediment samples of the Gulf of Patras, provide ten sequences of samples (sample lines). Five of these samples lines were selected to illustrate the sediment transportation at the southern part of the Gulf and the rest of them to illustrate the sediment transportation at the northern part.

At the southern part of the Gulf (five sample lines), of the possible cases indicative of a transport direction, only Case (1) (F.B.-) in an NE-direction is significant ($Z=2.87-10.11$).

The analysis of the sample lines, from the northern part of the Gulf, show: (i) a clear and strong Case 1 (F.B.-) trend ($N^{\circ} 7$) in an NW-direction, (ii) a Case 7 (C.B.+) trend ($N^{\circ} 8$) in a NE-direction due to the existence of the Evinos river outflow and (iii) no significance trend ($N^{\circ} 6$ and 9).

The derived sediment transport pattern in the Gulf of Patras, according to above mentioned trends, is a cyclonic one and agree well with the known current patterns.

Ten sample lines were analyzed for sediment transport direction in the Amvrakikos Gulf. The examination of grain-size trends among these sample lines suggests the following:

- The sample lines ($N^{\circ} 1$ and 2), at the entrance of the Gulf, produced a strong Case 1 trend ($Z=8.82-10.14$), suggesting a net transport from Ionian Sea to the Amvrakikos Gulf.
- Two sample lines ($N^{\circ} 7$ and 8), from the northern part of the Gulf, show a clear Case 1 trend ($Z=5.91-10.29$) in the W.SW direction and this trend agree well with the one of Line 6, indicating that sediments transport is occurring westward.
- The sample lines ($N^{\circ} 3, 4$ and 5), along the southern coastlines, do not seem to produce a clear case trend (i.e Case 1 in west direction and Case 7 in east direction). This is probably due to the existence of cohesive fine-grained sediments that dominate in this region.

In conclusion, the method demonstrates the existence of a W.SW sediment transport direction in the northern half of the Amvrakikos Gulf and a weak E.SE direction in the southern one.

KEY WORDS: McLaren method, grain-size statistical parameters, sediment transport, geostatistics, Gulf of Patras, Amvrakikos Gulf.

ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ: "McLaren" μέθοδος, κοκκομετρικές στατιστικές παράμετροι, μεταφορά ιζημάτων, γεωστατιστική, Πατραϊκός κόλπος, Αμβρακικός κόλπος.

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Ο καθορισμός των διεργασιών μεταφοράς και απόθεσης των ιζημάτων σε συγκεκριμένα ιζηματολογικά περιβάλλοντα, από τα χαρακτηριστικά των κοκκομετρικών καμπυλών τους, απετέλεσε αντικείμενο έρευνας πολλών ερευνητών από τις αρχές του αιώνα (Udden 1914) έως σήμερα (Visher 1969, McLaren 1981, McLaren and Bowles 1985).

Οι προσπάθειες αυτές βασίσθηκαν αφενός μεν στην επεξεργασία των κοκκομετρικών δεδομένων με τις τυπικές στατιστικές παραμέτρους που εκφράζουν τις κοκκομετρικές καμπύλες των ιζημάτων και αφετέρου σε μεθόδους πολυμεταβλητής στατιστικής ανάλυσης όπως αυτή της παραγοντικής ανάλυσης (Factor-vector analysis).

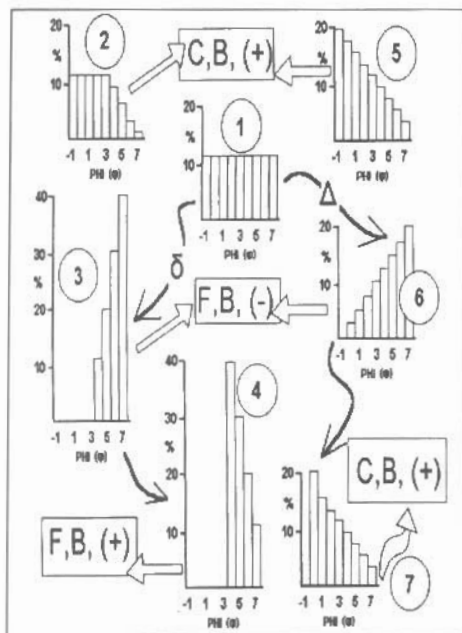
Από τις προσπάθειες που βασίσθηκαν αποκλειστικά στις στατιστικές παραμέτρους, τα προτεινόμενα μοντέλα από τους McLaren (1981) και McLaren and Bowles (1984) είναι αυτά που παρουσιάζονται ιδιαίτερα αποτελεσματικά.

Ο McLaren (1981) διατύπωσε την άποψη ότι το μέσο μέγεθος των κόκκων (mean size), η σταθερά απόκλιση (standard deviation) και η λοξότητα (skewness) ακολουθούν τάσεις ενδεικτικές της διεύθυνσης μεταφοράς του ιζήματος. Οι McLaren and Bowles (1985) εξέλιξαν το μοντέλο του McLaren (1981) εισάγοντας στατιστικό κριτήριο για τον καθορισμό της κυρίαρχης διεύθυνσης ενώ διερεύνησαν σε βάθος τις πιθανές τάσεις που δηλώνουν μεταφορά ιζήματος.

Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι η παρουσίαση των αποτελεσμάτων της εφαρμογής της μεθόδου των McLaren and Bowles (1985) σε κοκκομετρικά δεδομένα επιφανειακών ιζημάτων δύο ημίκλειστων κόλπων της Δυτικής Ελλάδος, του Πατραϊκού και του Αμβρακικού, με ιδιαίτερο ενδιαφέρον στην κυλινδρική βιβλιοθήκη "Θεόφραστος", Τμήμα Γεωλογίας, Α.Π.Θ.

2. ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ ΤΩΝ ΙΖΗΜΑΤΩΝ ΣΤΗΝ ΚΟΚΚΟΜΕΤΡΙΚΗ ΚΑΜΠΥΛΗ ΤΟΥΣ : ΜΙΑ ΘΕΩΡΗΤΙΚΗ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ.

Ο McLaren (1981) εισήγαγε την άποψη ότι οι μεταβολές των τριών πρώτων στατιστικών παραμέτρων είναι ενδεικτικές της διεύθυνσης μεταφοράς του ιζήματος. Ένα υποθετικό μητρικό-ιζήμα με ίσα ποσοστά συμμετοχής κάθε τάξης μεγέθους, χρησιμοποιήθηκε από τον McLaren (1981) για το διαχωρισμό των αποθέσεων που προκύπτουν από συγκεκριμένες διεργασίες μεταφοράς και απόθεσης (Εικ. 1). Ο μηχανισμός διάβρωσης του μητρικού ιζήματος είναι δυνατόν να είναι είτε χαμηλής ενέργειας έτσι ώστε να μην διαβρώνει τάξεις μεγέθους κόκκων αδρομερέστερες του μέσου μεγέθους είτε υψηλής ενέργειας ώστε να διαβρώνει και να θέτει σε μεταφορά ποσοστά από όλες τις τάξεις μεγέθους. Το μέρος του μητρικού ιζήματος που παραμένει μετά τη δράση του μηχανισμού διάβρωσης είναι αδρομερέστερο, καλλίτερα διαβαθμισμένο και με θετικότερη λοξότητα από ότι το μητρικό και ανεξαρτήτως του επιπέδου ενέργειας του δρώντος μηχανισμού (Εικ.1). Το ιζήμα που προκύπτει ως ολική απόθεση του μεταφερόμενου ιζήματος είναι πάντα λεπτομερέστερο, με βελτιωμένη διαβάθμιση και αρνητικότερη λοξότητα. Το επίπεδο ενέργειας του μηχανισμού διάβρωσης διαφοροποιεί τη μορφή και συνεπώς τις στατιστικές παραμέτρους των αποθέσεων μόνον όταν αυτές προέρχονται από σταδιακή μείωση της ενέργειας του μηχανισμού μεταφοράς με αποτέλεσμα να αναπτύσσεται υδραυλική διαβάθμιση του αποτιθέμενου ιζήματος. Έτσι, ασθενής διεργασία διάβρωσης προκαλεί αποθέσεις λεπτομερέστερες, καλλίτερα διαβαθμισμένες και με θετικότερη λοξότητα από ότι το μητρικό ιζήμα, ενώ η έντονη διάβρωση προκαλεί αδρομερέστερες αποθέσεις και ομοίως καλλίτερα διαβαθμισμένες και με θετικότερη λοξότητα (Εικ. 1).



Εικ. 1: Ιστογράμματα τα οποία αποδίδουν τις αλλαγές στις κοκκομετρικές καμπύλες όταν ένα υποθετικό ιζήμα (1) διαβρώνεται, μεταφέρεται (3,6) και αποτίθεται (4,7), ενώ ένα τμήμα του παραμένει στην αρχική του θέση (2,5) (A: διεργασία διάβρωσης ικανή να διαβρώσει αδρομερέστερες του μέσου μεγέθους τάξεις, δ: διεργασία μη ικανή να διαβρώσει αδρομερέστερες του μέσου μεγέθους τάξεις, F: λεπτομερέστερο, C: αδρομερέστερο, B: καλλίτερα διαβαθμισμένο, (-): αρνητικότερη λοξότητα, (+): θετικότερη λοξότητα).

Fig. 1: Histograms showing the changes in grain size distributions when a hypothetical source sediment (1) is eroded, transported (3,6), deposited (4,7). A part of sediment (2,5) remaining after erosion. (A: process capable of eroding coarser than mean size, δ: process not capable of eroding coarser than mean size, F: finer, C: coarser, B: better sorted, (-): more negative skewness, (+): more positive skewness).

Οι McLaren and Bowles (1985) βελτίωσαν το προτεινόμενο μοντέλο του McLaren (1981) απορρίπτοντας συγκεκριμένες τάσεις μεταβολής στατιστικών παραμέτρων, στηριζόμενοι και σε πειραματικά δεδομένα, ενώ εισήγαγαν την εφαρμογή αξιόπιστης στατιστικής δοκιμής (Z-test) για τον καθορισμό των κυρίαρχων διευθνήσεων και διεργασιών μεταφοράς. Σύμφωνα με τους ίδιους ερευνητές ένα ιζήμα που έχει διαβρωθεί και τεθεί σε μεταφορά έχει μια κοκκομετρική κατανομή $[r_{(s)}]$ η οποία προκύπτει από την κατανομή του μητρικού ιζήματος $[g_{(s)}]$, σύμφωνα με μια συνάρτηση μεταφοράς $[t_{(s)}]$ (sediment transfer function) Ψηφιακή Βιβλιοθήκη "Θεόφραστος" - Τμήμα Γεωλογίας, Α.Π.Θ.

$$r(s_i) = k \cdot g(s_i) \cdot t(s_i) \quad (1)$$

όπου: $K =$ συντελεστής κανονικοποίησης της $[r(s_i)]$

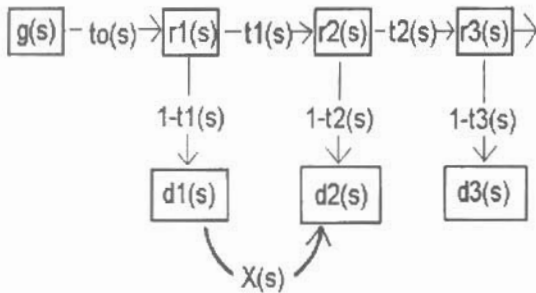
Με την απομάκρυνση του $[r(s_i)]$ από το μητρικό ιζημα $[g(s_i)]$ το εναπομένον μέρος του ιζήματος έχει μια κοκκομετρική καμπύλη $[d(s_i)]$, όπου:

$$d(s_i) = k' \cdot g(s_i) \cdot (1 - t(s_i)) \quad (2)$$

ή με άλλη μορφή:

$$t'(s_i) = d(s_i) / k' \cdot g(s_i) \quad \text{όπου: } t'(s_i) = 1 - t(s_i)$$

Η συνάρτηση $[t(s_i)]$ μπορεί να αποδοθεί με τον ίδιο ακριβώς τρόπο που αποδίδεται μια κοκκομετρική καμπύλη. Ως $[t(s_i)]$ μπορεί να θεωρηθεί το ποσοστό της συγκεκριμένης τάξης μεγέθους $[s_i]$ το οποίο μεταβαίνει από το μητρικό ιζημα $[g(s_i)]$ σε κατάσταση μεταφοράς $[r(s_i)]$, και υπολογίζεται κάθε φορά ως $[r(s_i) / k \cdot g(s_i)]$. Αν θεωρηθεί ότι ένα μέρος του μητρικού ιζήματος $[g(s_i)]$ τίθεται σε μεταφορά, τότε ένα τμήμα του $[r1(s_i)]$, πρόκειται να αποτεθεί στη συνέχεια ως $[d1(s_i)]$, ενώ πλέον το μεταφερόμενο ιζημα θα έχει κατανομή $[r2(s_i)]$, η οποία θα διαφέρει από την $[r1(s_i)]$ λόγω της δράσης της συνάρτησης μεταφοράς $[t1(s_i)]$ (Εικ. 2). Παρόμοια, η απόθεση $[d1(s_i)]$ σχετίζεται με την κατανομή του μεταφερόμενου ιζήματος $[r1(s_i)]$ με τη συνάρτηση μεταφοράς $[1 - t1(s_i)]$ (Εικ. 2).



Εικ. 2: Απλοποιημένη διαγραμματική απεικόνιση του μοντέλου των McLaren & Bowles (1985) για τον καθορισμό της διεύθυνσης μεταφοράς ιζημάτων (βλέπε κείμενο για επεξήγηση των όρων).

Fig. 2: Simplified diagrammatic representation of the sediment-transport model of McLaren & Bowles (1985) (see text for definition of terms).

Στην πραγματικότητα, οι κοκκομετρικές κατανομές που μπορούν να διαπιστωθούν και συλλεχθούν στο ύπαιθρο είναι οι διαδοχικές αποθέσεις $[d1(s)]$, $[d2(s)]$,... $[dn(s)]$. Συνεπώς το ζητούμενο είναι οι μεταβολές στη μορφή (και στις στατιστικές παραμέτρους) των κατανομών των $[d(s)]$, οι οποίες μπορεί να εκφραστούν με μία νέα συνάρτηση $[X(s)]$ η οποία συσχετίζει δύο διαδοχικές αποθέσεις:

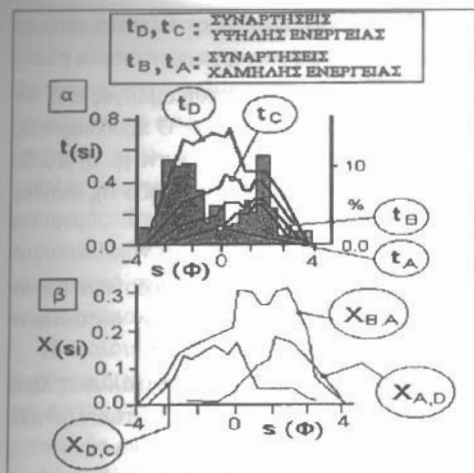
$$X(s) = d2(s) / k \cdot d1(s) \quad (3)$$

ή αν αποδοθεί σε σχέση με την $[t(s)]$:

$$X(s) = \frac{t1(s)[1 - t2(s)]}{1 - t1(s)} \quad (4)$$

Οι McLaren and Bowles (1985) για να ξεπεράσουν το πρόβλημα του υπολογισμού της $[X(s)]$ αποκλειστικά από αυθαίρετες θεωρητικές τιμές χρησιμοποίησαν πειραματικά δεδομένα (Day 1980). Στην πειραματική διάταξη του Day (1980) μετρήθηκαν, σε κανάλι, τα ποσοστά των διαφόρων τάξεων μεγέθους κόκκων που βρίσκονται σε μεταφορά $[r(s)]$ κάτω από την δράση ρευμάτων διαφόρων ταχυτήτων, ενώ ήταν γνωστή η κοκκομετρική σύσταση του μητρικού ιζήματος $[g(s)]$ που κάλυπτε την κοίτη του καναλιού. Συνεπώς είναι δυνατός ο υπολογισμός των συναρτήσεων $[t(s)]$ (σχέση 1) για κάθε ρεύμα διαφορετικής ταχύτητας (Εικ. 3α). Οι καμπύλες $[t(s)]$ που προέρχονται από σχετικά χαμηλές ταχύτητες ροής του ρεύματος ($< 0.61 \text{ cm/sec}^2$) παρουσιάζουν ασηνική λοξότητα και καλούνται "συναρτήσεις χαμηλής ενέργειας" (Εικ. 3α), ενώ οι καμπύλες $[t(s)]$ που είναι αποτέλεσμα της δράσης ισχυρών ρευμάτων ($0.61 - 0.74 \text{ cm/sec}^2$) παρουσιάζουν σχεδόν συμμετρική μορφή και χαρακτηρίζονται ως "συναρτήσεις υψηλής ενέργειας" (Εικ. 3α).

Η μορφή της συνάρτησης $[X(s)]$, όπως αυτή εκφράζεται από τη σχέση (4), και η οποία περιέχει πληροφορίες για τη μεταβολή των στατιστικών παραμέτρων δύο διαδοχικών αποθέσεων ιζήματος, είναι αποτέλεσμα των επιρροών των μεταφορών (McLaren and Bowles, 1985):



Εικ. 3: (α) Ιστόγραμμα της κοκκομετρικής κατανομής του μητρικού ιζήματος και των "συναρτήσεων μεταφοράς ιζήματων" $t_{(s)}$ για διάφορες ταχύτητες ροώντων ρευμάτων (δεδομένα από Day, 1980) (β) Κατανομές της συνάρτησης $X_{(s)}$ για διάφορους συνδυασμούς συναρτήσεων μεταφοράς t_1 και t_2 .

Fig. 3: (a) Weight percentage of sediment distribution of bed material and the resultant transfer functions $t_{(s)}$ under different flow regimes (from data in Day, 1980). (b) Distributions of $X_{(s)}$ -functions calculated from various combinations of t_1 and t_2 .

(α) $t_1 < t_2$: που σημαίνει αύξηση της ενέργειας κατά τη διεύθυνση μεταφοράς. Η μορφή της

καμπύλης $[X_{(s)}]$ εάν τοποθετηθεί ως $t_1 = (\text{συνάρτηση χαμηλής ενέργειας}) = t_A$ και $t_2 = (\text{συνάρτηση υψηλής ενέργειας}) = t_D$, παρουσιάζει αρνητική λοξότητα. Η αρνητική λοξότητα της $[X_{(s)}]$ έχει ως αποτέλεσμα η απόθεση $[d1_{(s)}]$ να είναι λεπτομερέστερη, καλλίτερα διαβαθμισμένη και με αρνητικότερη λοξότητα από την απόθεση $[d2_{(s)}]$ [Τάση : **F,B,-**] (Εικ. 3β).

(β) $t_1 > t_2$ ($t_1 = \text{συνάρτηση χαμηλής ενέργειας}$): που σημαίνει μείωση της ενέργειας κατά τη διεύθυνση μεταφοράς. Η καμπύλη $[X_{(s)}]$ εάν τοποθετηθεί ως $t_1 = t_B$ και $t_2 = t_A$, παρουσιάζει και πάλι αρνητική λοξότητα και συνεπώς η απόθεση $[d2_{(s)}]$ σε σχέση με την $[d1_{(s)}]$, παρουσιάζει τάση [**F,B,-**] (Εικ. 3β).

(γ) $t_1 > t_2$ ($t_1 = \text{συνάρτηση υψηλής ενέργειας}$ και η $t_2 = \text{συνάρτηση υψηλής ή χαμηλής ενέργειας}$): που σημαίνει μείωση της ενέργειας κατά τη διεύθυνση μεταφοράς. Η προκύπτουσα καμπύλη $X_{(s)}$, εάν τοποθετηθεί $t_1 = t_D$ και $t_2 = t_C$, παρουσιάζει θετική λοξότητα με αποτέλεσμα η απόθεση $d2_{(s)}$ να είναι αδρομερέστερη, καλλίτερα διαβαθμισμένη και περισσότερο θετικά λοξομένη από την απόθεση $d1_{(s)}$ [Τάση: **C,B,+**] (Εικ. 3β).

Συνεπώς σύμφωνα με το προτεινόμενο μοντέλο τάσεων των McLaren & Bowles (1985), δύο είναι οι κυρίαρχες τάσεις των στατιστικών παραμέτρων που δηλώνουν μεταφορά ιζήματος (α) F, B, (-) και (β) C, B, (+). Αυτό το μοντέλο των τάσεων απορρίπτει την προτεινόμενη από το McLaren (1981) τάση κατά την οποία η απόθεση είναι δυνατόν να είναι λεπτομερέστερη, καλλίτερα διαβαθμισμένη και με θετικότερη λοξότητα από το μητρικό ιζήμα [Τάση F, B, (+)]. Επιπλέον πρέπει να τονισθεί ότι αν και η βελτίωση της διαβάθμισης είναι μια σχέση που προβλέπεται από όλες τις τάσεις, δεν πρέπει να θεωρείται ατίθιμη η χειροτέρευση της διαβάθμισης ιδιαίτερα στα τελευταία στάδια της απόθεσης.

Δύο σημεία προς διερεύνηση, τα οποία προκύπτουν από το προτεινόμενο μοντέλο τάσεων των McLaren & Bowles (1985) είναι :

(α) το οξύμωρο σχήμα της παρουσίας συνεχώς λεπτομερέστερων αποθέσεων με σύγχρονη αύξηση της ενέργειας της διεργασίας μεταφοράς, όπως προτείνει η τάση $t_1 < t_2$, και

(β) η συνεχή απόθεση όλο και αδρομερέστερων αποθέσεων όπως προτείνει η τάση $t_1 > t_2$ ($t_1 = \text{συνάρτηση υψηλής ενέργειας}$).

Η παρουσία συνεχώς λεπτομερέστερων αποθέσεων με σύγχρονη αύξηση της ενέργειας κατά τη διεύθυνση μεταφοράς είναι μία συνθήκη που είναι δύσκολο να διαπιστωθεί στην ύπαιθρο. Τέτοιον τύπον λεπτόκοκκας αποθέσεις σε καθεστώς υψηλής ενέργειας είναι δυνατόν να διατηρηθούν λόγω μεγάλης τροφοδοσίας ιζήματων ή εξαιτίας της συνοχής που παρουσιάζουν τα λεπτόκοκκα ιζήματα.

Η απόθεση συνεχώς αδρομερέστερων αποθέσεων δεν είναι δυνατόν να συμβαίνει διαρκώς, διότι η συνάρτηση μεταφοράς $t_{(s)}$ μεταβαίνει σταδιακά σε συνάρτηση χαμηλής ενέργειας και συνεπώς λαμβάνει χώρα απόθεση λεπτοκοκκικού ιζήματος.

3. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

(i) Εργασίες υπαίθρου και εργαστηριακές αναλύσεις

Συνολικά, 200 και 102 επιφανειακά δείγματα ιζηματος συλλέχθηκαν με χρήση αρπάγης από τον Πατραϊκό και τον Αμβρακικό κόλπο, αντίστοιχα, από τους Piper et al (1982,1988). Ο προσδιορισμός του σκάφους έγινε με εξάντα. Η κοκκομετρική ανάλυση των δειγμάτων ιζηματος έγινε με τη μέθοδο του ξηρού κοσκινίσματος για το αδρομερές μέρος των ιζημάτων (<4Φ) και με τη μέθοδο της πιπέτας για το λεπτομερέστερο μέρος (>4Φ) και σύμφωνα με τη μεθοδολογία του Folk (1974).

(ii) Στατιστική επεξεργασία κοκκομετρικών δεδομένων.

Οι στατιστικές παράμετροι των δειγμάτων ιζηματος υπολογίσθηκαν με τη μέθοδο των ροπών (moments), η οποία υπολογίζει με καλλίτερη ακρίβεια τις τιμές των τριών πρώτων στατιστικών παραμέτρων (μέσο μέγεθος - σταθερά απόκλιση - λοξότητα) από ότι η γραφική μέθοδος.

Σε κάθε περιοχή έρευνας επιλέχθηκαν ακολουθίες δειγμάτων ιζηματος, συνήθως παράλληλες προς τις ισοβαθείς ή/και τις ακτογραμμές. Για κάθε ακολουθία n-δειγμάτων ιζηματος προκύπτουν $(n^2-n)/2$ πιθανά ζεύγη δειγμάτων κατά μια διεύθυνση και ομοίως $(n^2-n)/2$ κατά την αντίθετη διεύθυνση.

Τα $(n^2-n)/2$ ζεύγη δειγμάτων σύμφωνα με τις τιμές του μέσου μεγέθους, της σταθερής απόκλισης και της λοξότητας, είναι δυνατόν να παρουσιάζουν οκτώ πιθανές τάσεις. Συγκεκριμένα, οι αποθέσεις $d_{1(6)}$ και $d_{2(5)}$, εάν συγκριθούν βάση των τιμών των τριών παραμέτρων τότε προκύπτει: (1) F.B.[-], (2) C.P.[+], (3) C.B.[-], (4) F.P.[-], (5) C.P.[-], (6) F.B.[+], (7) C.B.[+] και (8) F.P.[+]. Από τις προαναφερθείσες τάσεις μόνο οι F.B.[-] και C.B.[+], όπως έχει ήδη αναφερθεί, δηλώνουν μεταφορά ιζηματος. Κάθε μια από τις οκτώ τάσεις παρουσιάζουν 1/8 της πιθανότητας ($p=0.125$) να παρουσιασθούν τυχαία μεταξύ δύο διαδοχικών δειγμάτων. Συνεπώς για να διαπιστωθεί εάν μια τάση υπερβαίνει την τυχαία εμφάνιση (>0.125) πρέπει να ελεγχθεί η πιο κάτω υπόθεση:

H_0 : $p < 0.125$ δεν υπάρχει καμία κυρίαρχη διεύθυνση,

H_1 : $p > 0.125$ η μεταφορά εμφανίζεται σε συγκεκριμένη διεύθυνση.

Για τον έλεγχο της πιο πάνω πιθανότητας εφαρμόστηκε η στατιστική δοκιμή -Z- (Z-score), σύμφωνα με την οποία η πιθανότητα (H_1) είναι αποδεκτή όταν:

$$Z = \frac{x - Np}{\sqrt{Npq}} \geq 1.645$$

(επίπεδο αξιοπιστίας 0.05), ή $Z \geq 2.33$ (επίπεδο αξιοπιστίας 0.01),

όπου: X: αριθμός ζευγών που ικανοποιούν μία από τις τάσεις των στατιστικών παραμέτρων σε μια από τις δύο διευθύνσεις της ακολουθίας των ιζημάτων, $N=(n^2-n)/2$, $p=0.125$, $q=0.875$.

4. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ - ΣΥΖΗΤΗΣΗ

(α) Πατραϊκός κόλπος

Συνολικά δέκα ακολουθίες δειγμάτων ιζηματος αναλύθηκαν σύμφωνα με τη μέθοδο των McLaren & Bowles (1985), στον Πατραϊκό κόλπο. Στον Πίνακα 1 παρουσιάζονται οι τιμές -Z- για κάθε πιθανή διεύθυνση και τάση μεταφοράς των δέκα ακολουθιών, ενώ στην Εικ. 4 έχουν αποτυπωθεί οι κυρίαρχες διευθύνσεις των ακολουθιών. Από τη μελέτη των τιμών -Z- διαπιστώνεται ότι στις οκτώ από τις δέκα ακολουθίες αναδεικνύεται στατιστικά μια και μόνη κυρίαρχη τάση στατιστικών παραμέτρων και διεύθυνση μεταφοράς. Αντίθετα, στην ακολουθία N^o6 δεν προκύπτει κυρίαρχη διεύθυνση και στην ακολουθία N^o9 κυρίαρχη τάση στατιστικών παραμέτρων (Πιν.1).

Στο δυτικό τμήμα του κόλπου, στην έξοδο του προς το Ιόνιο πέλαγος, διαπιστώνεται μια σαφής τάση μεταφοράς (F.B.[-]) με διεύθυνση από τα δυτικά προς τα ανατολικά (N^o1), η οποία παρουσιάζει ιδιαίτερα υψηλή τιμή -Z- (Πιν.1).

Κατά μήκος των ΝΑ-ικών ακτών του κόλπου, μια ομάδα τεσσάρων ακολουθιών (N^o 2,3,4 και 5) παράλληλων προς την ακτογραμμή παρουσιάζουν μια σαφή μεταφορά ιζημάτων προς τα ΒΑ-ικά (Εικ. 4). Η κυρίαρχη τάση των ακολουθιών αυτών είναι η σταδιακή μείωση του μέσου μεγέθους, η βελτίωση της διαβάθμισης και η μετατόπιση της λοξότητας προς τις αραιότερες τιμές (F.B.[-]). Ενδιαφέρον

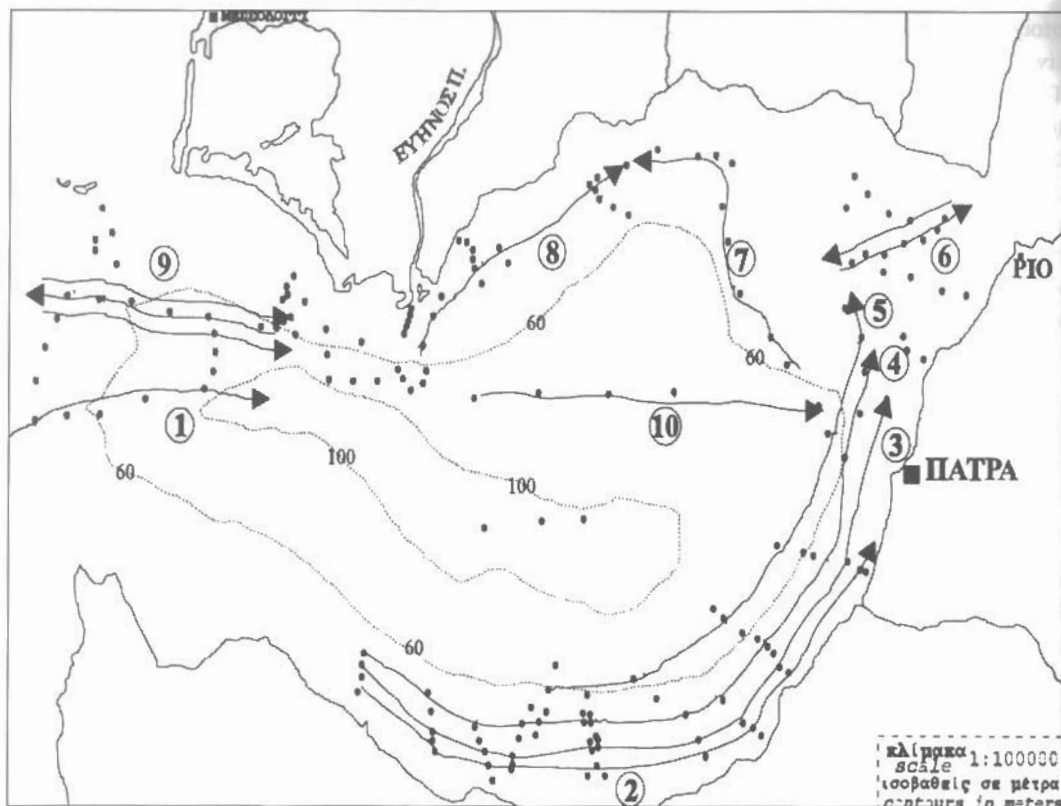
στοιχείο αποτελεί το γεγονός ότι η υψηλότερη τιμή -Z- διαπιστώνεται στην ακολουθία Νο2 η οποία είναι η πλησιέστερη στην ακτή, ενώ οι τιμές του -Z- μειώνονται σε διεύθυνση απομάκρυνσης από αυτή. Το γεγονός αυτό δηλώνει την εξασθένηση του μηχανισμού μεταφοράς των ιζημάτων σε διεύθυνση απομάκρυνσης από την ακτή. Επιπλέον, η τάση (F.B.[-]) που παρουσιάζουν οι τέσσερις ακολουθίες δειγμάτων είναι πιθανόν να είναι αποτέλεσμα της ενεργειακής κατάστασης $t_1 > t_2$ (t_1 =συνάρτηση χαμηλής ενέργειας), δηλαδή μείωση της ενέργειας της διεργασίας μεταφοράς κατά τη διεύθυνση της μεταφοράς. Το πιο πάνω συμπέρασμα ενισχύεται από τις σχετικά μικρές εντάσεις ρευμάτων που διαπιστώθηκαν από τους Φερεντίνο κ.α (1993) στο Ν.Α-ικό τμήμα του κόλπου. Συγκεκριμένα, στο επιφανειακό στρώμα (0-10m) της υδάτινης στήλης μετρήθηκαν εντάσεις ρευμάτων 7cm/sec ενώ στο υποεπιφανειακό 4.5cm/sec.

Η ακολουθία Νο6 η οποία έχει συλλεχθεί κοντά στο Στενό Ρίου-Αντιρίου δεν προτείνει κυρίαρχη διεύθυνση μεταφοράς εξαιτίας της μεταβαλλόμενης διεύθυνσης των ρευμάτων που επικρατούν στο στενό (Εικ. 4, Πιν.1). Η ακολουθία δειγμάτων Νο7 προτείνει μια τάση (F.B.[-]) και διεύθυνση μεταφοράς των ιζημάτων προς τα ΒΔ-ικά, και βρίσκεται σε πλήρη συμφωνία με τις τάσεις των ακολουθιών Νο 2,3,4 και 5 (Εικ. 4, Πιν.1).

Η ακολουθία Νο 8 η οποία εκκινεί περίπου από τις εκβολές του ποταμού Εύηνου, παρουσιάζει Α.ΒΑ-ική διεύθυνση μεταφοράς των ιζημάτων, δηλαδή σε διεύθυνση απομάκρυνσης από τις εκβολές, ενώ επιπλέον χαρακτηρίζεται από την τάση (C.B.[+]) μεταξύ των στατιστικών παραμέτρων (Εικ. 4, Πιν.1). Η τάση (C.B.[+]) δηλώνει την ενεργειακή κατάσταση $t_1 > t_2$ (t_1 =συνάρτηση υψηλής ενέργειας και t_2 =συνάρτηση υψηλής ή χαμηλής ενέργειας), δηλαδή μείωση της ενέργειας σε διεύθυνση απομάκρυνσης από τις εκβολές του ποταμού με καθεστώς υψηλής ενέργειας (t_1) στην περιοχή των εκβολών. Αντιθέτως, η ακολουθία 9 δεν παρουσιάζει κυρίαρχη τάση ή στατιστικά αξιοσημείωτη διεύθυνση, γεγονός που πιθανώς οφείλεται στη θέση της ακολουθίας στην οποία επιδρά τόσο η τροφοδοσία του Εύηνου ποταμού όσο και η κυκλοφορία των υδατινών μαζών μεταξύ Ιονίου και Πατραϊκού κόλπου.

ΠΙΝΑΚΑΣ 1

ΑΚΟΛΟΥΘΙΑ ΔΕΙΓΜΑΤΩΝ	ΤΑΣΗ	ΔΙΕΥΘ.	N	X	Z	ΑΚΟΛΟΥΘΙΑ ΔΕΙΓΜΑΤΩΝ	ΤΑΣΗ	ΔΙΕΥΘ.	N	X	Z
1	FB -	Δ-A	10	8	6.45	2	FB -	ΝΔ-ΒΑ	21	18	10.11
		A-Δ	10	0	-1.95			ΒΑ-ΝΔ	21	0	-1.73
	CB +	Δ-A	10	0	-1.95		CB +	ΝΔ-ΒΑ	21	0	-1.73
		A-Δ	10	0	-1.95			ΒΑ-ΝΔ	21	2	-0.41
3	FB -	ΝΔ-ΒΑ	28	12	4.86	4	FB -	ΝΔ-ΒΑ	45	12	2.87
		ΒΑ-ΝΔ	28	1	-1.43			ΒΑ-ΝΔ	45	2	-0.33
	CB +	ΝΔ-ΒΑ	28	0	-1.14		CB +	ΝΔ-ΒΑ	45	2	-0.33
		ΒΑ-ΝΔ	28	6	1.43			ΒΑ-ΝΔ	45	3	-0.12
5	FB -	ΝΔ-ΒΑ	21	10	4.86	6	FB -	Δ-A	28	0	-1.14
		ΒΑ-ΝΔ	21	0	-1.73			A-Δ	28	9	1.80
	CB +	ΝΔ-ΒΑ	21	0	-1.73		CB +	Δ-A	28	11	2.45
		ΒΑ-ΝΔ	21	0	-1.14			A-Δ	28	0	-1.14
7	FB -	ΝΑ-ΒΔ	36	15	5.30	8	FB -	ΒΑ-ΝΔ	45	9	1.52
		ΒΔ-ΝΑ	36	0	-2.27			ΝΔ-ΒΑ	45	0	-2.53
	CB +	ΝΑ-ΒΔ	36	0	-2.27		CB +	ΒΑ-ΝΔ	45	0	-2.53
		ΒΔ-ΝΑ	36	5	0.25			ΝΔ-ΒΑ	45	15	4.22
9	FB -	A-Δ	36	3	-0.76	10	FB -	A-Δ	10	0	-1.19
		Δ-A	36	7	1.26			Δ-A	10	3	1.67
	CB +	A-Δ	36	5	0.25		CB +	A-Δ	10	1	-0.24
		Δ-A	36	8	1.77			Δ-A	10	0	-1.19



Εικ.4: Διευθύνσεις μεταφοράς ιζημάτων στον Πατραϊκό κόλπο, όπως καθορίστηκαν από τη μέθοδο McLaren (Οι αριθμοί αναφέρονται σε ακολουθίες δειγμάτων).

Fig.4: Pattern of sediment transport (McLaren method) in the Gulf of Patras (The numbers correspond to sample lines).

Η αποτύπωση των διευθύνσεων μεταφοράς όλων των ακολουθιών δειγμάτων υποστηρίζει μια σαφή κυκλωνική μεταφορά των ιζημάτων στο μεγαλύτερο τουλάχιστον τμήμα του Πατραϊκού κόλπου (Εικ. 4). Το γενικό αυτό συμπέρασμα φαίνεται να επιβεβαιώνεται από τη γενική μετακίνηση των υδατινών μαζών του κόλπου όπως δίνεται από άλλους ερευνητές. Υδάτινες μάζες του Ιονίου εισέρχονται στον Πατραϊκό κόλπο και κινούνται κατά μήκος της νότιας ακτογραμμής του, ενώ υδάτινες μάζες του Κορινθιακού, δια μέσου του στενού του Ρίου-Αντίρριου επηρεάζουν κυρίως το Β.Α-ικό τμήμα του κόλπου (Παπαηλιού, 1982). Ο Παπαγεωργίου κ.α (1987) επιβεβαιώνουν αυτή την κυκλωνική κίνηση των υδάτων με ρευματομετρήσεις (περίοδος: Αυγ. 1980) στο υποεπιφανειακό στρώμα του κόλπου. Οι Φερεντίνος κ.ά (1993) δόμησαν ένα αριθμητικό ομοίωμα (μοντέλο) της κυκλοφορίας του κόλπου, το οποίο βασίζεται αφενός σε ανεμολογικά δεδομένα και αφετέρου στη M2 παλίρροια (δωρη), η οποία είναι η σημαντικότερη παλίρροιακή συνιστώσα του κόλπου, και έδειξαν ότι μια συνδυαστική δράση της M2 με συνεχή δράση ΝΔ-ικών ανέμων προκαλεί μόνιμη κυκλωνική ροή στο Ν. Πατραϊκό.

(β) Αμβρακικός κόλπος

Στον Αμβρακικό κόλπο αναλύθηκαν σύμφωνα με τη μέθοδο των McLaren & Bowles (1985), συνολικά δέκα ακολουθίες δειγμάτων. Στον Πίνακα 2 παρουσιάζονται οι τιμές -Z- για κάθε πιθανή διεύθυνση και τάση μεταφοράς των δέκα ακολουθιών, ενώ στην Εικ. 5 έχουν αποτυπωθεί οι κυρίαρχες διευθύνσεις των ακολουθιών. Από τη μελέτη των τιμών -Z- διαπιστώνεται ότι έξι ακολουθίες δειγμάτων παρουσιάζουν με στατιστικά σιγίπλιστο τρόπο κυρίαρχη διεύθυνση μεταφοράς ενώ ένας σημαντικός αριθμός (4) ακολουθιών δεν αναδεικνύουν μια μόνο διεύθυνση (Πιν.2). Η απουσία

κυρίαρχης διεύθυνσης μεταφοράς σε αυτές τις ακολουθίες είναι πιθανώς αποτέλεσμα της έλλειψης καθεστώτος ισχυρών ρευμάτων σταθερής διεύθυνσης σε συνδυασμό με την αυξημένη τροφοδοσία του κόλπου σε ιζημάτα.

Οι ακολουθίες Νο^ο 1 και 2 παρουσιάζουν μια ιδιαίτερα ισχυρή διεύθυνση μεταφοράς ιζημάτων προς το εσωτερικό του κόλπου (Εικ. 5) με σαφή τάση (F,B,-), ενώ οι αντίστοιχες τιμές -Z- είναι οι υψηλότερες στον κόλπο (Πιν.2). Τα αποτελέσματα της ανάλυσης των ακολουθιών Νο^ο 1 και 2 βρίσκονται σε πλήρη συμφωνία με μετρήσεις ρευμάτων στο Στενό της Πρέβεζας (Φερεντίνος και Αχιλλεόπουλος 1990). Συγκεκριμένα, διαπιστώθηκε είσοδος πικνών υποεπιφανειακών υδατινών μαζών από το Ιόνιο προς τον Αμβρακικό κόλπο με σύγχρονη έξοδο επιφανειακών μαζών του.

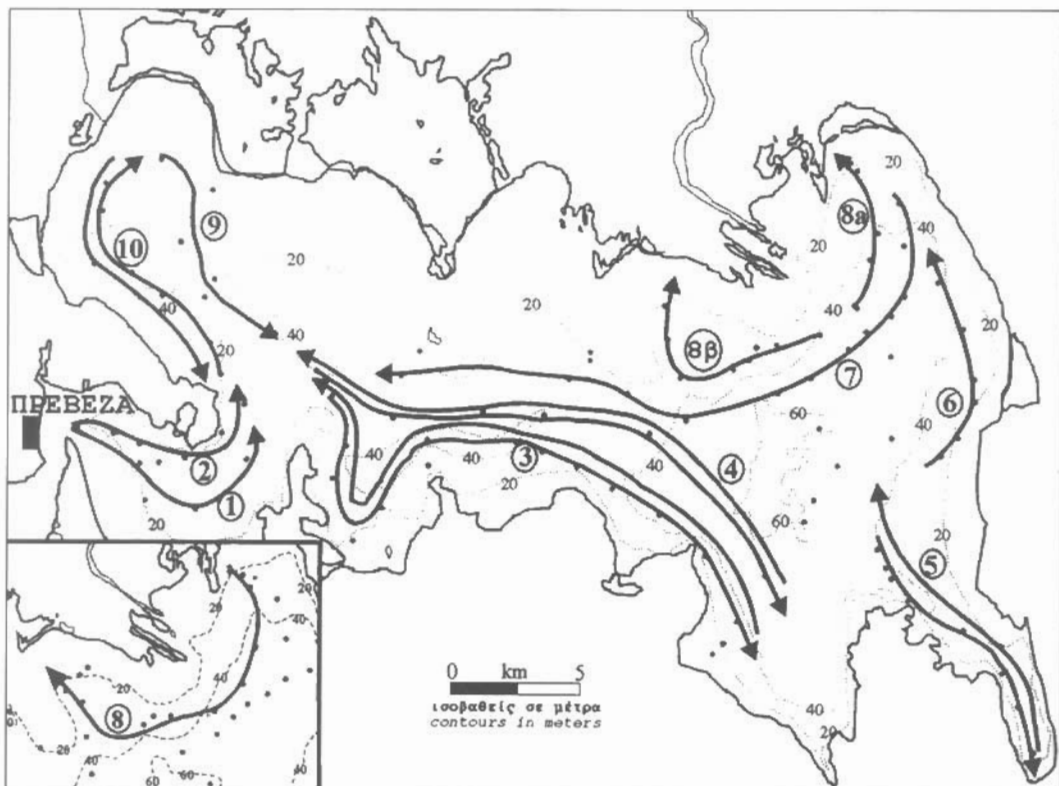
ΠΙΝΑΚΑΣ 1

ΑΚΟΛΟΥΘΙΑ ΔΕΙΓΜΑΤΩΝ	ΤΑΣΗ	ΔΙΕΥΘ.	N	X	Z	ΑΚΟΛΟΥΘΙΑ ΔΕΙΓΜΑΤΩΝ	ΤΑΣΗ	ΔΙΕΥΘ.	N	X	Z
1	FB -	Δ-A	21	16	8.82	2	FB -	Δ-A	21	18	10.14
		A-Δ	21	0	-1.73			A-Δ	21	0	-1.73
	CB +	Δ-A	21	0	-1.73		CB +	Δ-A	21	0	-1.73
		A-Δ	21	0	-1.73			A-Δ	21	0	-1.73
3	FB -	Δ-A	78	8	-0.6	4	FB -	Δ-A	15	1	-0.68
		A-Δ	78	21	3.85			A-Δ	15	5	2.44
	CB +	Δ-A	78	23	4.54		CB +	Δ-A	15	4	1.66
		A-Δ	78	4	-1.97			A-Δ	15	0	-1.47
5	FB -	ΒΔ-ΝΑ	36	14	4.79	6	FB -	N-B	28	14	6.00
		ΝΑ-ΒΔ	36	6	0.76			B-N	28	3	-0.29
	CB +	ΒΔ-ΝΑ	36	0	-2.27		CB +	N-B	28	4	0.29
		ΝΑ-ΒΔ	36	8	1.76			B-N	28	1	-1.43
7	FB -	ΑΒΑ-ΔΝΔ	78	27	5.91	8	FB -	ΒΑ-ΝΔ	105	48	10.29
		ΔΝΔ-ΑΒΑ	78	0	-3.34			ΝΔ-ΒΑ	105	19	1.62
	CB +	ΑΒΑ-ΔΝΔ	78	1	-2.99		CB +	ΒΑ-ΝΔ	105	3	-3.10
		ΔΝΔ-ΑΒΑ	78	14	1.46			ΝΔ-ΒΑ	105	5	-2.51
8 ^α	FB -	ΒΑ-ΝΔ	15	0	-1.46	8 ^β	FB -	ΒΑ-ΝΔ	36	19	7.31
		ΝΔ-ΒΑ	15	12	7.90			ΝΔ-ΒΑ	36	1	-1.76
	CB +	ΒΑ-ΝΔ	15	0	-1.46		CB +	ΒΑ-ΝΔ	36	0	-2.27
		ΝΔ-ΒΑ	15	0	-1.46			ΝΔ-ΒΑ	36	3	-0.76
9	FB -	ΝΑ-ΒΔ	15	1	-0.68	10	FB -	ΒΔ-ΝΑ	28	9	3.64
		ΒΔ-ΝΑ	15	10	6.34			ΝΑ-ΒΔ	28	13	5.93
	CB +	ΝΑ-ΒΔ	15	2	0.10		CB +	ΒΔ-ΝΑ	28	0	-1.14
		ΒΔ-ΝΑ	15	0	-1.46			ΝΑ-ΒΔ	28	0	-1.14

Οι ακολουθίες Νο^ο 3,4 και 5, οι οποίες είναι παράλληλες στις νότιες ακτές του Αμβρακικού, παρότι δεν εκφράζουν μια συγκεκριμένη διεύθυνση μεταφοράς, μπορεί να υποστηριχθεί ότι παρουσιάζουν μια ελαφρά κυριαρχία της Α.ΝΑ-ικής διεύθυνσης όπως διαπιστώνεται από τις τιμές -Z-(Εικ. 5, Πιν.2). Αντιθέτως, οι ακολουθίες Νο^ο 7 και 8 του Β. Αμβρακικού κόλπου παρουσιάζουν μια σαφή Δ.ΝΔ-ική διεύθυνση μεταφοράς των ιζημάτων και συνδυάζονται απόλυτα με την τάση (F,B,-) και τη διεύθυνση μεταφοράς (B.ΒΔ-ική) της ακολουθίας Νο^ο 6 (Εικ. 5). Ενδιαφέρον παρουσιάζει το γεγονός ότι ο διαχωρισμός της ακολουθίας Νο^ο 8 σε δύο επιμέρους ακολουθίες δειγμάτων (Νο^ο 8α,8β) εκατέρωθεν των εκβολών του Άραχθου ποταμού, οδηγεί στον καθορισμό διευθύνσεων απόκλισης (Εικ. 5).

Η αποτύπωση των διευθύνσεων μεταφοράς όλων των ακολουθιών των δειγμάτων στον Αμβρακικό

κόλπο δείχνει μια διαφοροποίηση στις διευθύνσεις μεταφοράς μεταξύ βόρειου και νότιου τμήματος του κόλπου (Εικ. 5). Συγκεκριμένα, στο Ν. Αμβρακικό κυριαρχεί ελαφρά μια ΑΝΑ-ική διεύθυνση μεταφοράς, στο Β. Αμβρακικό μια ΔΝΔ-ική διεύθυνση, ενώ στην είσοδο του κόλπου διαπιστώνεται μια εξαιρετικά ισχυρή διεύθυνση εισόδου (Α-ική)(Εικ. 5). Πρέπει όμως να τονισθεί ότι μεταβολές των στατιστικών παραμέτρων ως αποτέλεσμα μεταφοράς ιζημάτων, είναι δύσκολο να "αποτυπωθούν" στις εξαιρετικά λεπτόκοκκες (μέσο μέγεθος: 7-9Φ) αποθέσεις του Αμβρακικού κόλπου, εξαιτίας φαινομένων σινοχής που αναπτύσσουν αυτές στην διαβρωτική δράση των ρευμάτων. Το γεγονός αυτό είναι ένα στοιχείο που αιτιολογεί τη φτωχή έκφραση των διευθύνσεων μεταφοράς των ιζημάτων, ιδιαίτερος, στο νότιο τμήμα του κόλπου.



Εικ.5: Διευθύνσεις μεταφοράς ιζημάτων στον Αμβρακικό κόλπο, όπως καθορίστηκαν από τη μέθοδο McLaren (Οι αριθμοί αναφέρονται σε ακολουθίες δειγμάτων).

Fig.5: Pattern of sediment transport (McLaren method) in the Amvrakikos Gulf (The numbers correspond to sample lines).

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- DAY T.J. (1980): "A study of the transport of graded sediments" *Report N° IT 190, Hydraulics Research station, Wallingford, England*, p. 11.
- FOLK R.L. (1974): "Petrology of sedimentary rocks" Hemphill Publishing Co. Texas
- MCLAREN P. & BOWLES D. (1985): "The effects of sediment transport on grain-size distributions" *Journal Of Sedimentary Petrology*, Vol. 55, N° 4, p. 457-470.
- MCLAREN P. (1981): "An interpretation of trends in grain size measures" *Journal Of Sedimentary Petrology*, Vol. 51, N° 2, p. 611-624.
- ΠΑΠΑΓΕΩΡΓΙΟΥ Ε. Π. (1992): "Ψηφιακή Βιβλιοθήκη "Γεωφόρος" - Τμήμα Γεωλογίας, Α.Π.Θ. (1987): "Παρατηρήσεις

θαλασσιών ρευμάτων στο Ανατολικό Ιόνιο πέλαγος: Πατραϊκός κόλπος". Β' Πανελλήνιο Συνέδριο Ωκεανογραφίας & Αλιείας. Αθήνα 11-15 Μαΐου 1987, σελ. 242-253.

ΠΑΠΑΗΛΙΟΥ Δ. (1982): "Ωκεανογραφική μελέτη Πατραϊκού κόλπου" Τεχνική Έκθεση ΕΤΒΑ

ΦΕΡΕΝΤΙΝΟΣ Γ. & ΑΧΙΛΛΕΟΠΟΥΛΟΣ (1990): "Ωκεανογραφική μελέτη Διαύλου Λευκάδας" Τεχνική Έκθεση ΥΠΕΧΩΔΕ.

PIPER D.J., PANAGOS A.G. & KONTOPOULOS N. (1982): "Some observations on surficial sediments and physical oceanography of the Gulf of Amvrakia" *Thalassographica* vol. 5, p.63-80.

PIPER D.J., KONTOPOULOS N. & PANAGOS A.G. (1989): "Deltaic sedimentation and stratigraphic sequences in post-orogenic basins, Western Greece" *Sedimentary Geology*, vol. 55, p. 283-294.

ΦΕΡΕΝΤΙΝΟΣ Γ., ΚΑΣΤΑΝΟΣ Ν. & ΖΑΧΑΡΙΑΣ Ι. (1993): "Ωκεανογραφικές έρευνες για την τοποθέτηση του υποθαλάσσιου αγωγού λυμάτων της Πάτρας" Τεχνική Έκθεση ΔΕΥΑΠ.

UDDEN J.A. (1914): "Mechanical composition of clastic sediments" *Geological Society of America Bulletin*, Vol. 25, p. 655-744.

VISHER G.S. (1969): "Grain size distributions and depositional processes" *Journal Of Sedimentary Petrology*, Vol. 39, p. 1074-1106.