



**ΕΛΛΗΝΙΚΟ ΚΕΝΤΡΟ  
ΘΑΛΑΣΣΙΩΝ ΕΡΕΥΝΩΝ**



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΚΡΗΤΗΣ  
ΤΜΗΜΑ ΒΙΟΛΟΓΙΑΣ**

**ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ  
ΣΠΟΥΔΩΝ: ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗ ΒΙΟΛΟΓΙΑ**

**ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ**

**ΤΙΤΛΟΣ**

**ΕΞΕΛΙΞΗ ΠΑΡΑΚΤΙΟΥ ΜΕΣΟΓΕΙΑΚΟΥ ΜΕΤΑΒΑΤΙΚΟΥ  
ΟΙΚΟΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ( ΛΙΜΝΟΘΑΛΑΣΣΑ ΤΗΣ ΓΙΑΛΟΒΑΣ)**

**Γιώργος Χατζηγεωργίου**

**Υπεύθυνός Ερευνητής ΕΛ.ΚΕ.ΘΕ: Δρ. Κώστας Ντούνας**

**Υπεύθυνος Καθηγητής Π.Κ.Τ.Β: Δρ. Μιχάλης Παυλίδης**

**Ηράκλειο 2005**



**NATIONAL CENTER OF  
MARINE RESEARCH**



**UNIVERSITY OF CRETE  
BIOLOGY DEPARTMENT**

**MASTER PROGRAMM  
ENVIRONMENTAL BIOLOGY**

**MASTER THESIS**

**EVOLUTION STUDY OF COASTAL MEDITERRANEAN  
ECOSYSTEM ( GIALOVA LAGOON)**

**George Chatzigeorgiou**

**Corresponding Researcher: Dr Dounas Kostas  
Corresponding Professor: Dr Paulidis Michalis**

**Heraklion 2005**

## Περιεχόμενα

<b>ΠΕΡΙΛΗΨΗ</b> .....	σελ. 7
<b>ΕΙΣΑΓΩΓΗ</b> .....	σελ. 8
<b>ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ</b> .....	σελ. 11
2.1 Σετ Δεδομένων.....	σελ. 11
2.2 Στατιστική ανάλυση δεδομένων.....	σελ. 14
2.2.1 Δείκτες Ταξινομικής Διακριτότητας ( $\Delta^+$ , $\Lambda^+$ ).....	σελ. 14
2.2.2 Διαγράμματα Πολυδιάστατης Κλιμάκωσης.....	σελ. 19
2.2.3 Διαγράμματα Πολυδιάστατης Κλιμάκωσης Δευτέρου επιπέδου .....	σελ. 22
2.2.4 Χωνιά Κατανομής.....	σελ. 23
2.2.5 Ανάλυση Ομοιότητας (SIMPER).....	σελ. 24
2.2.6 Ανάλυση BIO-ENV, ANOSIM.....	σελ. 24
<b>ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ</b> .....	σελ. 26
3.1 Ανάλυση Περιβαλλοντικών Παραμέτρων.....	σελ. 26
3.2 Εποχικά διαγράμματα Περιβαλλοντικών Παραμέτρων.....	σελ. 27
3.3 Ραβδογράμματα Περιβαλλοντικών Παραμέτρων .....	σελ. 31
3.4 Εφαρμογή των Δεικτών Ποικιλότητας ( $\Delta^+$ , $\Lambda^+$ ).....	σελ. 39
3.5 Χωνιά κατανομής με βάση το δείκτη της Μέσης Ταξινομικής Διακριτότητας .....	σελ. 40
3.6 Χωνιά κατανομής με βάση το δείκτη της Μεταβλητότητας της Ταξινομικής Διακριτότητας .....	σελ. 60
3.7 Διαγράμματα Πολυδιάστατης Κλιμάκωσης (non metric MDS) .....	σελ. 80
3.8 Διαγράμματα Πολυδιάστατης Κλιμάκωσης Δευτέρου Επιπέδου (2 <sup>nd</sup> Stage MDS) .....	σελ. 102
3.9 Ανάλυση SIMPER .....	σελ. 111
3.10 Ανάλυση BIO-ENV .....	σελ. 121
<b>ΣΥΖΗΤΗΣΗ</b> .....	σελ. 124
<b>ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ</b> .....	σελ. 129
<b>ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ</b> .....	σελ. 133

Η Εργασία αυτή θα πρέπει στο εξής να αναφέρεται ως:

Χατζηγεωργίου Γ. 2005 Μελέτη παράκτιου Μεσογειακού μεταβλητού Οικοσυστήματος (λιμνοθάλασσα της Γιάλοβας). Μεταπτυχιακή Εργασία, Τμήμα Βιολογίας, Πανεπιστήμιο Κρήτης, Ηράκλειο 160 σελ.

This work has to be referred as:

Chatzigeorgiou G. 2005. Evolution Study of Coastal Mediterranean Ecosystem (Gialova Lagoon). Master Thesis, Biology Department, University of Crete, Heraklion 160 p.

Η εργασία αυτή δεν θα είχε πραγματοποιηθεί χωρίς τη συμβολή κάποιων προσώπων...

Αρχικώς θα ήθελα να ευχαριστήσω τον Δρ. Κώστα Ντούνα για τις χρήσιμες συμβουλές του αλλά και για τις αρκετές μας συζητήσεις, οι οποίες με βοήθησαν να αποφασίσω για το θέμα με το οποίο θα ήθελα να ασχοληθώ στη Μεταπτυχιακή μου Εργασία.

Τον Δρ. Μιχάλη Παυλίδη για την βοήθειά του στην ολοκλήρωση της μεταπτυχιακής εργασίας και για τις κρίσιμες παρατηρήσεις του.

Ευχαριστώ το Παναγιώτη, τη Νίτσα, τη Ζωή, τη Σοφία, την Ιφιγένεια και τη Γιολάντα για τις ωραίες στιγμές που μου έχουν προσφέρει έως σήμερα, αλλά και για αυτές που θα μου προσφέρουν στο μέλλον.

Ευχαριστώ τον Παναγιώτη Φ. ο οποίος αν και πολλές φορές διαφωνούσε με τον τρόπο που αντιμετώπιζα τα πράγματα, πίστεψε σε μένα και με βοήθησε να πάρω σημαντικές αποφάσεις.

Τέλος θα ήθελα να ευχαριστήσω τον Δρ. Χρήστο Αρβανιτίδη ο οποίος υπήρξε ο ουσιαστικός εμπνευστής αλλά και καθοδηγητής αυτής της εργασίας, που χωρίς την βοήθειά του η εργασία αυτή δεν θα έπαιρνε σάρκα και οστά... αλλά το γραφειοκρατικό σύστημα των Ανώτατων Εκπαιδευτικών Ιδρυμάτων στην Ελλάδα του απαγορεύει να είναι υπεύθυνος πανεπιστημιακών εργασιών.

*Στις αδελφές μου Ακριβή και Λένα....*

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στη λιμνοθάλασσα της Γιάλοβας, που βρίσκεται στο ΝΔ τμήμα της Πελοποννήσου, πραγματοποιήθηκαν δύο δειγματοληπτικές προσπάθειες το 1995 και το 1999. Μετά το πέρας της πρώτης δειγματοληπτικής προσπάθειας ανοίχτηκαν κανάλια παροχής γλυκού νερού έτσι ώστε να υπάρξει φυσικός εμπλουτισμός του συστήματος με γλυκά νερά. Η ανάλυση του συστήματος πραγματοποιήθηκε τόσο σε χωρική όσο και σε χρονική κλίμακα. Η σύγκριση των αβιοτικών παραμέτρων μεταξύ των δύο δειγματοληπτικών προσπαθειών έδειξε ότι υπάρχουν σημαντικές διαφορές τόσο στη κατανομή όσο και στο εύρος διακύμανσης αυτών τόσο στο χώρο όσο και στο χρόνο. Σημαντικές διαφορές παρατηρούνται και στη βιοκοινωνική σύνθεση των σταθμών δειγματοληψίας μεταξύ των δύο δειγματοληπτικών προσπαθειών, χαρακτηριστικό αυτού είναι η απόκλιση από την κυκλική διάταξη των εποχικών σταθμών που προέρχονται από τη δεύτερη δειγματοληπτική προσπάθεια.

## 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Τα Υφάλμυρα Οικοσυστήματα είναι ένας τύπος θαλασσίων οικοσυστημάτων που συναντάται σε λιγότερο ή περισσότερο κλειστές παράκτιες περιοχές όπου γλυκό νερό χερσογενούς προέλευσης (ποτάμια, χείμαρροι) έρχεται σε επαφή με αλμυρό θαλασσινό νερό. Σαν γενικός κανόνας θα μπορούσε να αναφερθεί ότι τα Υφάλμυρα Οικοσυστήματα συναντώνται κυρίως κατά μήκος περιοχών με επίπεδες παράκτιες πεδιάδες και πλατιά ηπειρωτική υφαλοκρηπίδα που είναι γνωστές ως ‘ανενεργά κράσπεδα’ (Bornes, 1994). Αντίθετα σε περιοχές με απότομες ακτές και στενή υφαλοκρηπίδα που είναι γνωστές ως ‘ενεργά κράσπεδα’, οι στενές εκβολές ποταμών που διατρέχουν κατά μήκος τις απότομες ακτές αποτελούν εμπόδιο για την δημιουργία Υφάλμυρων Οικοσυστημάτων. Τα Υφάλμυρα Οικοσυστήματα διακρίνονται σε αρκετές κατηγορίες (π.χ. εκβολές, αλμυρά έλη, κ.α.), μια εκ των οποίων είναι οι λιμνοθάλασσες. Ως λιμνοθάλασσες (lagoons) χαρακτηρίζονται *‘οι μικρές ή μεγάλες αβαθείς παραθαλάσσιες εκτάσεις που αποτελούνται συνήθως από υφάλμυρα νερά που βρίσκονται σε άμεση επικοινωνία με την θάλασσα από την οποία χωρίζονται συνήθως από μία λωρίδα ξηράς’* (Kjerfve, 1994). Η δημιουργία των λιμνοθαλασσών, είναι αποτέλεσμα της συνδυασμένης δράσης μιας σειράς διαφορετικών παραγόντων (εκβολών ποταμών, κυματισμού της θάλασσας, παράκτιων ρευμάτων και παλίρροιας) πάνω στη φυσική μορφολογία της περιοχής.

Τα Λιμνοθάλασσα Οικοσυστήματα δέχονται όπως και άλλα θαλάσσια οικοσυστήματα τις επιπτώσεις από διάφορες ανθρωπογενείς δραστηριότητες. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να επηρεάζεται αρνητικά η φυσική λειτουργία των οικοσυστημάτων αυτών και η βιοποικιλότητα. Επιπρόσθετα τα οικοσυστήματα αυτά βρίσκονται σε καθεστώς ‘φυσικής διατάραξης’ (disturbance stress) γεγονός που επηρεάζει την δομή και την δυναμική των βιοκοινοτήτων που απαντώνται εδώ.

Η εκτίμηση της οικολογικής κατάστασης μιας περιοχής μέσα από την καταγραφή της βιοποικιλότητας είναι από τους βασικούς άξονες σε οποιαδήποτε προσπάθεια ορθολογικής διαχείρισης και αποκατάστασης των φυσικών ενδιαιτημάτων και των βιολογικών τους πόρων. Στις περιοχές που έχουν υποστεί ισχυρές διαταραχές, είτε εξαιτίας ‘φυσικής διατάραξης’ είτε εξαιτίας ανθρωπογενών δραστηριοτήτων, η ποικιλότητα αποτελείται από ένα μικρό αριθμό ειδών που συνήθως είναι συγγενικά μεταξύ τους. Για παράδειγμα, σε περιοχές που έχουν δεχτεί



τις επιπτώσεις οργανικής ρύπανσης εμφανίζονται με μεγάλη συχνότητα ευκαιριακά είδη που εφαρμόζουν την r – στρατηγική (r-selected species) (Pearson & Rosenberg , 1979). Τέτοια είδη, που πολλές φορές χρησιμοποιούνται και σαν ‘βιολογικοί ενδείκτες’ (δηλαδή σαν μέτρο για την εκτίμηση της βιοποικιλότητας με βάση μόνο ένα δεδομένο), είναι για παράδειγμα οι Πολύχαιτοι *Capitella capitata*, είδη του γένους *Ophryotrocha*, τα Κωπήποδα του γένους *Tisbe*, και οι Νηματώδεις του γένους *Pontonema*. Αντίθετα οι αδιατάραχτες περιοχές (undisturbed areas) χαρακτηρίζονται τόσο από μεγάλη γενετική ενδοειδική ποικιλομορφία όσο και από υψηλή ποικιλότητα ειδών (είδη που ανήκουν σε διαφορετικές ταξινομικές ομάδες) (Huston, 1979).

Οι παραδοσιακές τεχνικές εκτίμησης της βιοποικιλότητας βασίζονταν μέχρι πρόσφατα στην παρουσία και αφθονία των ειδών της υπό μελέτη περιοχής. Όμως, η τεχνική αυτή παρουσιάζει αρκετές δυσκολίες που εντοπίζονται κυρίως στην τεράστια προσπάθεια (χρόνος, κόστος) που πρέπει να καταβληθεί για την αποτίμηση των αλλαγών της βιοποικιλότητας σε περιοχές με μεγάλη έκταση και για ερευνητικές δραστηριότητες μεγάλης χρονικής διάρκειας, όπου υπάρχουν διαθέσιμες χρονοσειρές δεδομένων.

Πρόσφατα διατυπώθηκε η άποψη ότι εξαιτίας της πολυπλοκότητας των θαλασσιών οικοσυστημάτων, είναι αναγκαία η εύρεση μιας ενιαίας στρατηγικής και μεθοδολογίας ικανής να χρησιμοποιηθεί για την εκτίμηση της βιοποικιλότητας διαφορετικών περιοχών έτσι ώστε τα αποτελέσματα σε κάθε περίπτωση να είναι συγκρίσιμα (Warwick & Clarke, 2000). Η μεθοδολογία που προτάθηκε από τους παραπάνω ερευνητές είναι βασισμένη στο βαθμό φυλογενετικής (ταξινομικής) συγγένειας των ειδών υπερπηδώντας έτσι τα προβλήματα έντασης της δειγματοληψίας των προηγούμενων μεθοδολογιών. Η καινούρια αυτή μεθοδολογία αποτελείται από τους δείκτες της Ταξινομικής Διακριτότητας (Taxonomic Distinctness Indices) και συγκρίνει δεδομένα σχέσεων ειδών στις βιοκοινωνίες, αποτυπώνοντας τις μεταβολές μεταξύ των βιοκοινωνιών τόσο σε χωρική όσο και χρονική κλίμακα.

Η λιμνοθάλασσα της Γιάλοβας (ΝΔ Πελοπόννησος, Ιόνιο πέλαγος) αποτελεί μια από τις σημαντικότερες λιμνοθάλασσες στην Ελληνική επικράτεια (Ananiadis, 1984) από πλευράς αισθητικού και φυσικού κάλλους αλλά και από πλευράς βιολογικών πόρων. Η λιμνοθάλασσα αυτή αποτελεί ένα από τα καλύτερα μελετημένα παράκτια λιμνοθαλάσσια οικοσυστήματα στη χώρα μας καθώς υπήρξε αντικείμενο έντονης ερευνητικής δραστηριότητας. Επίσης υπάρχουν διαθέσιμες χρονοσειρές δεδομένων από το οικοσύστημα αυτό τόσο για τα αβιοτικά όσο και για τα βιοτικά

χαρακτηριστικά της (Arvanitidis et al., 1999, Dounas et al, 1998, McArthur et al, 1999, Koutsoubas et al., 2000). Η ανασκόπηση της σχετικής βιβλιογραφίας δείχνει ότι το συγκεκριμένο λιμνοθαλάσσιο οικοσύστημα χαρακτηρίζεται από μια πλούσια σε αριθμό ειδών βιοκοινότητα που εμφανίζει χωρικές και χρονικές διαφοροποιήσεις ανάλογες με αυτές που έχουν καταγραφεί και σε άλλα ευρείας κλίμακας λιμνοθαλάσσια οικοσυστήματα της Μεσογείου. Η απότομη μείωση τόσο του αριθμού των ειδών όσο και της πυκνότητας που έχει καταγραφεί στη λιμνοθάλασσα της Γιάλοβας κατά την περίοδο τέλος καλοκαιριού – αρχές φθινοπώρου αποδόθηκε στις ανοξικές συνθήκες που επικρατούν στο μεγαλύτερο τμήμα της εξαιτίας των ‘δυστροφικών κρίσεων’. Η συσχέτιση του προτύπου κατανομής της βενθικής ενότητας με διαφορετικούς αβιοτικούς παράγοντες (τόσο της στήλης του νερού όσο και του ιζήματος) δείχνει ότι στη διάρκεια του καλοκαιριού κυρίαρχο ρόλο διαδραματίζει ένας μικρός αριθμός αβιοτικών παραγόντων (θερμοκρασία και συγκεντρώσεις νιτρικών αλάτων), ενώ στη διάρκεια του φθινοπώρου ο αριθμός των αβιοτικών παραγόντων που είναι υπεύθυνοι για την κατανομή των οργανισμών στη λιμνοθάλασσα είναι πολύ μεγαλύτερος, απ’ το αποτέλεσμα της συνέργειας πολλών παραγόντων.

Στην λιμνοθάλασσα της Γιάλοβας πραγματοποιήθηκαν στο παρελθόν δύο δειγματοληπτικές προσπάθειες. Η πρώτη δειγματοληπτική προσπάθεια έγινε κατά την διάρκεια του έτους 1995 - 96. Μετά το τέλος της πρώτης δειγματοληπτικής περιόδου στην λιμνοθάλασσα πραγματοποιήθηκαν κάποια διαχειριστικά έργα που προτάθηκαν από την ερευνητική ομάδα του ΕΛ.ΚΕ.ΘΕ Κρήτης έτσι ώστε να βελτιωθεί η κατάσταση του οικοσυστήματος. Τα έργα αυτά περιελάμβαναν την διάνοιξη των περιφερειακών καναλιών της λιμνοθάλασσας, για να εμπλουτιστεί με φυσικό τρόπο το σύστημα με γλυκά ύδατα. Η δεύτερη δειγματοληπτική προσπάθεια πραγματοποιήθηκε τέσσερα χρόνια αργότερα. Από τα πρώτα πράγματα που παρατηρήθηκε ότι είχαν αλλάξει στο οικοσύστημα ήταν η χωρική και χρονική έκταση της δυστροφικής κρίσης. Η κεντρική ιδέα της εργασίας είναι κατά πόσο η παρατηρηθείσα επιμήκυνση της δυστροφικής κρίσης προκαλεί αλλαγές στην Μακροβενθική Πανίδα με την βοήθεια πολλαπλών μόνο- και πολυμεταβλητών προσεγγίσεων.

## 2. ΜΕΘΟΔΟΙ ΚΑΙ ΥΛΙΚΑ

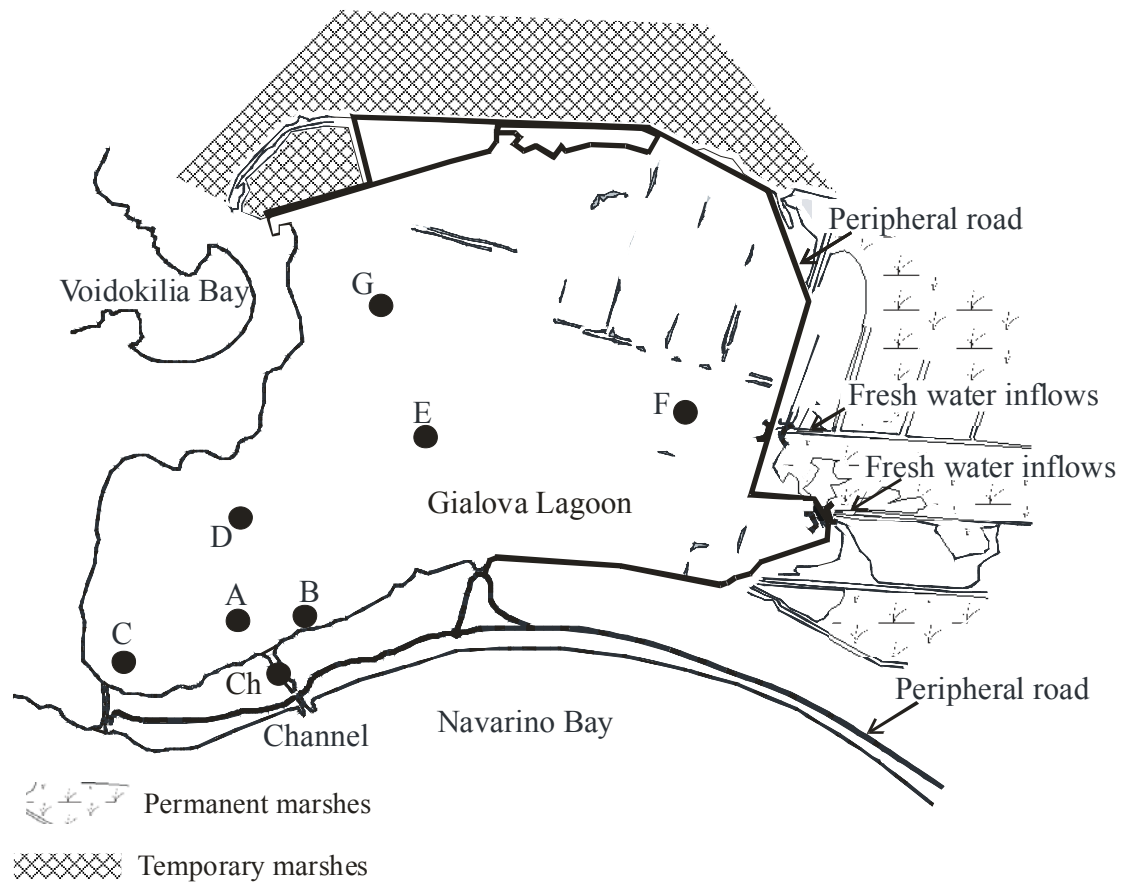
### 2.1 Σειρές Δεδομένων

Για τον υπολογισμό των δεικτών του Μέσου Όρου και Μεταβλητότητας της Ταξινομικής Διακριτότητας έπρεπε αρχικά να δημιουργηθούν αρχεία δεδομένων που να περιέχουν τα είδη των οργανισμών που προσδιορίστηκαν στην λιμνοθάλασσα στις δύο δειγματοληπτικές προσπάθειες τόσο σε επίπεδο εποχών (χρονικό επίπεδο) όσο και σε επίπεδο σταθμών (χωρικό επίπεδο).

Από τα δεδομένα που ήταν διαθέσιμα δημιουργήθηκε η λίστα ειδών. Η λίστα (aggregation list) αυτή περιελάμβανε όλα τα είδη που υπήρχαν στην λιμνοθάλασσα και στις δύο δειγματοληψίες με την πλήρη φυλογενετική/ταξινομική τους κατάταξη. Στην ταξινομική τους κατάταξη περιλαμβάνονταν οι εξής 6 κύριες **ταξινομικές κατηγορίες** του συστήματος της ζωολογικής ονομασίας του Λινναίου:

- Φύλο
- Κλάση
- Τάξη
- Οικογένεια
- Γένος
- Είδος

Εκτός από την συγκεντρωτική λίστα, δημιουργήθηκε και η λίστα ειδών στην οποία περιέχονταν οι σχετικές αφθονίες των ειδών τόσο σε εποχιακό επίπεδο όσο και σε χωρικό. Στην πρώτη δειγματοληπτική προσπάθεια πάρθηκαν δείγματα από τέσσερις εποχές (καλοκαίρι, φθινόπωρο, χειμώνα και άνοιξη) ενώ το δίκτυο των σταθμών περιελάμβανε επτά σταθμούς (Α έως Γ) από το στόμιο επικοινωνίας μέχρι το πιο εσωτερικό μέρος της λιμνοθάλασσας. Η δεύτερη δειγματοληπτική προσπάθεια περιελάμβανε πέντε εποχιακές δειγματοληψίες (καλοκαίρι 1, φθινόπωρο, χειμώνα, άνοιξη και καλοκαίρι 2) ενώ προστέθηκε και ένας ακόμα σταθμός στους ήδη υπάρχοντες επτά μέσα στο στόμιο επικοινωνίας της λιμνοθάλασσας με την θάλασσα (Ch).



Εικ 1: Σχηματικός χάρτης της λιμνοθάλασσας της Γιάλοβας, και των δειγματοληπτικών σταθμών

## ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΠΤΙΚΗ ΠΡΟΣΠΑΘΕΙΑ

Κατά τη διάρκεια των δύο δειγματοληπτικών προγραμμάτων πάρθηκαν τόσο βιοτικά όσο και αβιοτικά δείγματα. Οι περιοχές δειγματοληψίας αυτών ήταν τόσο μέσα στο λιμνοθαλάσσιο οικοσύστημα όσο και έξω από αυτό (reference point). Οι αβιοτικές παράμετροι που εξετάστηκαν αφορούσαν τόσο την στήλη του νερού όσο και το επιφανειακό ίζημα. Στην υδάτινη στήλη εξετάστηκαν οι αβιοτικές παράμετροι της θερμοκρασίας, του οξυγόνου και του pH με την χρήση φορητού οξυγονόμετρου OxyGuard Handy MkII. Η αλατότητα μετρήθηκε με την βοήθεια του ρεφρακτόμετρου Kruss S-10 και η αγωγιμότητα με YSI model 33.

Για την μελέτη αβιοτικών παραμέτρων στο ίζημα χρησιμοποιήθηκε πυρηνοδειγματολήπτης ιζήματος (Hydro Bios). Συνολικά πάρθηκαν 24 δείγματα ανά εποχή και στα δύο δειγματοληπτικά προγράμματα και εξετάστηκαν η κοκκομετρική σύσταση των δειγμάτων, τα βαρέα μέταλλα, ο οργανικός άνθρακας, οι υδρογονάνθρακες, η χλωροφύλλη –α και οι φαιοχρωστικές. Ακόμα μετρήθηκε η θερμοκρασία και το οξειδοαναγωγικό δυναμικό σε κάθε δείγμα.

Πραγματοποιήθηκαν ακόμα δειγματοληψίες ιζήματος για την ανάλυση της βενθικής πανίδας με την χρήση του δειγματολήπτη ιζήματος van Veen (Larimore, 1970) όγκου  $0.1 \text{ cm}^3$ . Για το διαχωρισμό του ιζήματος – πανίδας τα δείγματα κοσκινίστηκαν σε κόσκινα με διάμετρο ανοιγμάτων  $500\mu\text{m}$ . Τα ζώα που παρέμεναν στο κόσκινο συγκεντρώνονταν και αποθηκεύονταν σε μαρκαρισμένα πλαστικά δοχεία που περιείχαν ρυθμιστικό διάλυμα φορμόλης 10% (buffered formalin).

Οι σταθμοί που πάρθηκαν τόσο τα αβιοτικά όσο και τα βιοτικά δεδομένα παρουσιάζονται στην εικόνα 1. Οι δειγματοληψίες πραγματοποιήθηκαν σε εποχικό επίπεδο (καλοκαίρι, φθινόπωρο, χειμώνα και άνοιξη).

## 2.2 ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

### 2.2.1 Οικολογικοί Δείκτες Μέσος Όρος Ταξινομικής Διακριτότητας και Μεταβλητότητας της Ταξινομικής Διακριτότητας

Οι Warwick & Clarke (1995), θεώρησαν ότι για να εκτιμηθεί η βιοποικιλότητα ενός οικοσυστήματος (είτε αυτό έχει υποστεί κάποιας μορφής διαταραχή είτε όχι) ήταν απαραίτητη η δημιουργία δεικτών που να είναι σε θέση να αντανakλούν με πιστότητα τόσο την αφθονία των ειδών όσο και την ομοιοκατανομή των ειδών στις ανώτερες ταξινομικές ομάδες. Οι δείκτες που πρότειναν οι συγγραφείς αυτοί σε μια σειρά μεταγενέστερων επιστημονικών εργασιών που να χρησιμοποιούνται για την εκτίμηση της βιοποικιλότητας παρατίθενται παρακάτω:

#### 2.2.1<sub>α</sub> Μέσος όρος Ταξινομικής Διακριτότητας (*Average Taxonomic Distinctness (AvTD)*)

Οι Warwick & Clarke (1997) εισήγαγαν ένα νέο δείκτη βιοποικιλότητας που προσδιορίζει τη μέση φυλογενετική απόσταση, οριζόμενη χωριστά για κάθε ζευγάρι ατόμων μέσα στο δείγμα, όπως εκτιμάται από το φυλογενετικό / ταξινομικό δέντρο το οποίο περιλαμβάνει όλα τα είδη που ανιχνεύονται σε μία συγκεκριμένη περιοχή. Τέτοιου είδους μέτρα δημιουργήθηκαν για να μπορεί ένας δείκτης να συμπεριλαμβάνει τόσο την αφθονία των ειδών όσο και την ομοιοκατανομή τους στις ανώτερες ταξινομικές κατηγορίες γεγονός που αποδείχτηκε ότι προσδίδει στα μέτρα αυτά μια επιθυμητή ιδιότητα: ανεξαρτησία από την δειγματοληπτική προσπάθεια.

Ένας τέτοιος δείκτης είναι ο μέσος όρος ταξινομικής διακριτότητας (AvTD) που εκφράζει την μέση φυλογενετική / ταξινομική απόσταση μεταξύ δύο τυχαίων ατόμων με την προϋπόθεση ότι αυτά ανήκουν σε διαφορετικά είδη.

Η μαθηματική έκφραση του δείκτη είναι η εξής:

$$\Delta^* = [\sum_{i < j} \omega_{ij} x_i x_j] / [\sum_{i < j} x_i x_j]$$

το  $\omega_{ij}$  είναι ο βαθμός διακριτικότητας (distinctness weight) και ορίζει την απόσταση που χωρίζει τα είδη  $i$  και  $j$  στο φυλογενετικό (ταξινομικό) δέντρο και  $x_i, x_j$  η αφθονία των ειδών  $i, j$  αντίστοιχα.

Στην ειδική περίπτωση που χρησιμοποιείται σαν δεδομένο η παρουσία / απουσία ειδών και ο δείκτης μετατρέπεται σε:

$$\Delta^+ = [\sum_{i < j} \omega_{ij}] / [s(s-1)/2]$$

όπου s είναι ο αριθμός των ειδών.

Οι μέσοι όροι των παραπάνω δεικτών εμφανίζονται ανεξάρτητοι από το μέγεθος του δείγματος, με την εξαίρεση των πολύ μικρών δειγμάτων. Η ιδιότητα αυτή (ανεξαρτησία από το μέγεθος του δείγματος) έχει σαν συνέπεια ο δείκτης  $\Delta^+$  να μπορεί να χρησιμοποιηθεί, κάτω από προϋποθέσεις, σαν συγκριτικό μέσο για διάφορες μελέτες με διαφορετικά μεγέθη δειγματοληπτικής προσπάθειας.

Επιπρόσθετα, με το δείκτη αυτό δίνεται η δυνατότητα σύγκρισης λιστών ειδών με ιστορικά δεδομένα περιοχών, των οποίων η σύγκριση της βιοποικιλότητας ήταν αδύνατη παλαιότερα.

Οι παραπάνω συγγραφείς θεωρούν ότι οι «αναμενόμενες τιμές» του  $\Delta^+$  μπορούν να παράγονται από μια μεγαλύτερη λίστα ειδών που απαντώνται στην ευρύτερη περιοχή, πολύ μεγαλύτερη από εκείνη στην οποία έχει επικεντρωθεί η δειγματοληπτική προσπάθεια. Η μηδενική υπόθεση είναι ότι τα είδη αυτά θα πρέπει θεωρητικά να είναι παρόντα σε κάθε περιοχή ή εποχή και συμπεριφέρονται σαν να ήταν οποιαδήποτε τυχαία είδη και συνεπώς οι τιμές του  $\Delta^+$  να προέρχονται αποκλειστικά από δεδομένη κατανομή: ο υπολογισμός του  $\Delta^+$  από υποομάδες διαφορετικών αριθμών ειδών της κύριας λίστας, είναι δυνατόν να χρησιμοποιηθεί για τη δημιουργία χωνιών κατανομής (distribution funnels) (βλέπε σχετικό κεφάλαιο παρακάτω) που χρησιμεύουν στον έλεγχο των τιμών των παραπάνω δεικτών της βιοποικιλότητας στους διάφορους σταθμούς / εποχές.

Για τον υπολογισμό των χωνιών αυτών είναι δυνατόν να δοθούν συντελεστές βαρύτητας στις διάφορες ταξινομικές κατηγορίες. Στις περισσότερες εργασίες έχουν δοθεί οι συντελεστές βαρύτητας με τον απλούστερο δυνατό τρόπο ( $\omega=1$  για τα άτομα του ίδιου γένους,  $\omega=2$  για τα άτομα της ίδιας οικογένειας, κοκ.)

Τέλος οι Warwick & Clarke (1997) διαπίστωσαν ότι οι δείκτες ταξινομικής διακριτότητας δεν επηρεάζονται από τα μειονεκτήματα της αφθονίας των ειδών. Η διαπίστωση αυτή έγινε μετά την μελέτη των Βιοκοινοτήτων των Νηματοδών (μια από τις κυριότερες ομάδες Μειοπανιδικών οργανισμών στα θαλάσσια βενθικά οικοσυστήματα) στη Βρετανία και τη Χιλή όπου αν και κάποιες περιοχές παρουσίαζαν χαμηλές τιμές ταξινομικής διακριτότητας από άλλες, οι τιμές του  $\Delta^+$  ήταν για όλες τις περιοχές μέσα στα αναμενόμενα όρια. Τα παραπάνω ευρήματα επιβεβαίωσαν ότι γενικά οι ταξο-κοινωνίες των ειδών που αναφέρονται παραπάνω

δίνουν τέτοιες τιμές του  $\Delta^+$  οι οποίες δεν εντοπίζονται έξω από το όριο του 95% των χωνιών κατανομής, αλλά συμπεριφέρονται σαν υπήρξε τυχαία επιλογή ειδών από την περιοχή. Αυτή ακριβώς η ιδιότητά τους είναι που μετριάζει το πρόβλημα με την αφθονία των ειδών, που κυρίως χρησιμοποιούνταν στις μέχρι τότε τεχνικές προσέγγισης (Shannon – Wiener, Pielou, Margalef κ.λ.π) και εκτίμησης της ποικιλότητας μια θαλάσσιας περιοχής: η ιδιότητα που εμφάνιζαν οι παραπάνω τεχνικές ήταν ότι επηρεάζονταν σημαντικά από τον τύπο της περιοχής και τις φυσικοχημικές συνθήκες που επικρατούν σε αυτή, κάνοντας ουσιαστικά αδύνατη την σύγκριση δεδομένων από περιοχές με διαφορετικά χαρακτηριστικά αβιοτικών παραμέτρων αλλά και βιοκοινωνιών.

#### 2.2.1β *Μεταβλητότητα Ταξινομικής Διακριτότητας (Variation in taxonomic distinctness (VarTD))*

Ένας ακόμη δείκτης βιοποικιλότητας που σχετίζεται με τη φυλογενετική (ταξινομική) συγγένεια των ειδών που συμμετέχουν σε μια βιοκοινότητα αναπτύχθηκε από τους Warwick & Clarke (2001) και επικεντρώνεται στην ομοιομορφία της κατανομής των τάξεων στο φυλογενετικό / ταξινομικό δέντρο. Η θεώρηση αυτή προήλθε από την παρατήρηση ότι κατά την σύγκριση της βιοποικιλότητας με βάση τις τιμές του δείκτη  $\Delta^+$  διαφορετικών περιοχών, κάποια τάξα (π.χ. Μαλάκια, Πολύχαιτοι) φαινόταν να είναι υπέρ – αντιπροσωπευμένα και κάποια άλλα (π.χ. Καρκινοειδή, Εχινόδερμα) υπό – αντιπροσωπευμένα. Αυτό συνέβαινε κυρίως σε περιοχές που παρουσίαζαν διαφορετικό βαθμό περιβαλλοντικής υποβάθμισης (επιβάρυνσης) λόγω ανθρωπογενών δραστηριοτήτων, εξαιτίας της ανομοιογένειας των διαφόρων περιοχών, αφού ορισμένες ταξινομικές ομάδες είναι περισσότερο ευαίσθητες από κάποιες άλλες και γρήγορα εξαφανίζονται από μια περιοχή που υφίσταται κάποιας μορφής πίεσης (Pearson & Rosenberg, 1978).

Έτσι οι Warwick & Clarke (2001) υπέθεσαν ότι σε περιοχές που υφίστανται ανθρωπογενείς πιέσεις, τα είδη που θα εξαφανιστούν πρώτα είναι αυτά που χαρακτηρίζονται σαν είδη με μικρή αφθονία (σπάνια είδη), ενώ οι υπόλοιπες ομάδες ειδών που υπάρχουν στο σύστημα είναι αυτά που χαρακτηρίζονται σαν είδη με μεγάλη αφθονία (δηλαδή είδη που απαντώνται με μεγάλους πληθυσμούς στην περιοχή) αλλά έχουν την τάση να είναι συγγενικά μεταξύ τους: ανήκουν στο ίδιο γένος ή στην ίδια οικογένεια κ.τ.λ. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα την μείωση στις τιμές



του μέσου όρου της ταξινομικής διακριτότητας. Ενώ λοιπόν ο μέσος όρος της ταξινομικής διακριτότητας (AvTD) είναι αποτελεσματικός για τη σύγκριση περιοχών με μειωμένο αριθμό ειδών ή ανώτερων ταξινομικών κατηγοριών, σε περιπτώσεις που ο αριθμός των ειδών είναι ο ίδιος αλλά η κατανομή των ειδών αυτών στις ανώτερες ταξινομικές κατηγορίες είναι ανομοιογενής, ο δείκτης αυτός θα δώσει τα ίδια αποτελέσματα, χάνοντας έτσι ένα μεγάλο μέρος πληροφορίας της βιοποικιλότητας των περιοχών αυτών.

Η παρουσία πολλών ειδών στα γένη έχει την τάση να μειώσει την τιμή του AvTD αλλά αυτή η μείωση μπορεί να αντισταθμιστεί από την παρουσία οικογενειών που αντιπροσωπεύονται από ένα μόνο ή λίγα είδη (ολιγο- η μονοτυπικές οικογένειες).

Με βάση τα παραπάνω οι διαφορές στην δομή των οικοσυστημάτων αντικατροπτίζονται πολύ καλύτερα από ένα νέο δείκτη βιοποικιλότητας που πρότειναν οι προαναφερθέντες συγγραφείς και συγκεκριμένα τη μεταβλητότητα της ταξινομικής διακριτότητας.

Η Μεταβλητότητα της Ταξινομικής Διακριτότητας (Variation in taxonomic distinctness, VarTD) ορίζεται ως:

$$\Lambda^+ = [\sum_{i < j} (\omega_{ij} - \omega_{\mu})^2] / [s(s-1)/2]$$

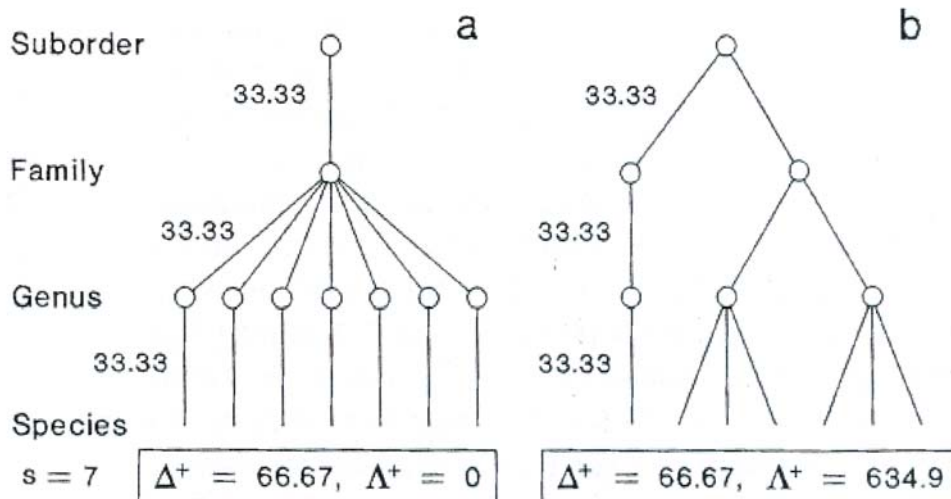
$$= [\{\sum_{i < j} \omega_{ij}^2\} / \{s(s-1)/2\}] - \omega_{\mu}^2$$

όπου

$$\omega_{\mu} = [\{\sum_{i < j} \omega_{ij}\} / \{s(s-1)/2\}] \equiv \Delta^+$$

Οι Warwick & Clarke απέδειξαν ότι και ο δείκτης της Μεταβλητότητας της Ταξινομικής Διακριτότητας  $\Lambda^+$  έχει την ίδια ιδιότητα με τον  $\Delta^+$ , δηλαδή ανεξαρτησία από το μέγεθος του δείγματος.

Οι μελέτες μετά από αρκετά πειράματα έδειξαν ότι οι δύο αυτοί δείκτες ( $\Delta^+$ ,  $\Lambda^+$ ) μπορούν να υπολογίσουν αποτελεσματικά τα χαρακτηριστικά της βιοποικιλότητας των βιοκοινωνιών, με βάση την αρχιτεκτονική των φυλογενετικών (ταξινομικών) δέντρων τα οποία περιβάλλουν τα είδη που συμμετέχουν. Με άλλα λόγια ο συνδυασμός των  $\Delta^+$  και  $\Lambda^+$  χαρακτηρίζεται ως στατιστική περίληψη της ταξινομικής / φυλογενετικής συγγένειας ειδών μέσα στις βιοκοινότητες. Επιπλέον, έχει δειχθεί ότι στις περισσότερες περιπτώσεις οι τιμές των  $\Delta^+$  και  $\Lambda^+$  δεν είναι αλληλοσχετιζόμενες και επομένως θεωρείται ότι δίνουν συμπληρωματική πληροφορία. (Εικ. 2).



Εικ. 2: Στο δένδρογραμμα (a) η μέση ταξινομική διακρίσιμότητα είναι η ίδια για κάθε είδος ενώ στο (b) δένδρογραμμα η τιμή της Μεταβλητότητας της ταξινομικής διακρίσιμότητας είναι σημαντική, διότι αντικατροπτίζει την ανομοιότητα στην δομή του δέντρου σε αντίθεση με την ομοιότητα που εμφανίζει το δέντρο (a). Η ομοιότητα αυτή είναι συνέπεια της ανισοκατανομής των ειδών στις ανώτερες ταξινομικές ομάδες στη δεύτερη περίπτωση. Πρέπει να σημειωθεί ότι η βαρύτητα που έχει δοθεί σε κάθε τάξη είναι τέτοια ώστε το άθροισμα των ταξινομικών κατηγοριών να είναι 100.

### 2.2.2 Διαγράμματα εφαρμογής Μη μετρικής Πολυδιάστατης Κλιμάκωσης (Non metric -Multi Dimensional Scaling, nMDS )

Ο σκοπός της στατιστικής Πολυδιάστατης Κλιμάκωσης (nMDS) είναι η δημιουργία ενός χάρτη με καθορισμένο αριθμό διαστάσεων στον οποίο τοποθετούνται τα δείγματα κατά τέτοιο τρόπο ώστε να ικανοποιούνται κατά τον καλύτερο τρόπο οι μεταξύ τους σχέσεις συγγένειας.

Η διαδικασία της MDS περιλαμβάνει την δημιουργία τριγωνικού πίνακα από τις αρχικές μήτρες (πίνακες) δεδομένων με την εφαρμογή ενός συντελεστή ομοιότητας/ανομοιότητας (π.χ. Steinhaus / Bray – Curtis). Στην συνέχεια, ακολουθεί η διαδικασία της προσομοίωσης, η οποία καταλήγει στη δημιουργία διαγράμματος (MDS plot).

Για να δημιουργηθεί όμως το τελικό διάγραμμα ακολουθούνται τα παρακάτω έξι βήματα:

1. Καθορίζεται ο αριθμός των διαστάσεων του τελικού χάρτη
2. Δημιουργείται μια πρώτη διευθέτηση των δειγμάτων
3. Ορίζονται οι αποστάσεις μεταξύ των δειγμάτων με βάση το ποσοστό ομοιογένειας/ανομοιογένειας αυτών με την μέθοδο της παλινδρόμησης.

4. Υπολογίζεται η επιτυχία της εφαρμογής της παλινδρόμησης με τον υπολογισμό κατάλληλου μέτρου συνάφειας (stress)
5. Ελέγχεται κατά πόσο επηρεάζονται τα αποτελέσματα αν μειωθεί ο βαθμός συνάφειας
6. Επαναλαμβάνονται τα βήματα 3 – 5 ώστε να βρεθεί ο δυνατόν καλύτερος συνδυασμός.

Τα πλεονεκτήματα της εφαρμογής της Πολυδιάστατης Κλιμάκωσης (MDS) είναι:

1. *Η MDS είναι εύκολη στην κατανόηση.* Παρότι ο αλγόριθμος είναι αδιαμφισβήτητος περίπλοκος, είναι πάντα σαφές το τι επιζητά να επιτύχει η MDS: την κατασκευή ενός χάρτη δειγμάτων του οποίου οι διασημειακές αποστάσεις έχουν την ίδια σειρά κατάταξης με τις αντίστοιχες ανομοιότητες μεταξύ των δειγμάτων.
2. *Βασίζεται στην κατάλληλη πληροφορία.* Η MDS δουλεύει με δείγματα από τον πίνακα ανομοιοτήτων που προέρχεται από τον πίνακα με τα αρχικά δεδομένα, οπότε είναι απολύτως ελεύθερη η επιλογή του προσδιορισμού ομοιότητας της σύστασης της κοινωνίας, σε οποιοδήποτε βιολογικό επίπεδο έχει νόημα.
3. *Η διαγραφή ειδών δεν είναι απαραίτητη.* Ένα ακόμα πλεονέκτημα της εκκίνησης από τον πίνακα ανομοιοτήτων, είναι ότι ο αριθμός των ειδών στον οποίο βασίζεται, είναι άσχετος με τον υπολογισμό που απαιτείται να γίνει. Φυσικά, εάν ο αρχικός πίνακας περιέχει μεγάλο αριθμό ειδών και η προηγούμενη μετατροπή (ή η επιλογή συντελεστή ομοιότητας) υποδεικνύουν ότι πρέπει να δοθεί ιδιαίτερο βάρος σε όλα τα είδη, τότε η κατασκευή των δειγμάτων ανομοιότητας παρουσιάζει δυσκολίες στην απεικόνιση σε λίγες διαστάσεις. Πιο συχνά, η μέτρηση ομοιότητας, αυτόματα, τείνει να αγνοεί τη συνεισφορά των πιο σπάνιων ειδών (και επομένως των περισσότερο πιθανών να οδηγήσουν σε τυχαίες και μη μεταφράσιμες σχέσεις). Δεν υπάρχει συνεπώς ανάγκη να διαγραφούν είδη, είτε για να διατηρηθεί η ρεαλιστική, χαμηλών διαστάσεων, κατανομή, είτε για να γίνουν οι απαραίτητοι υπολογισμοί. Η υπολογιστική κλίμακα καθορίζεται εξολοκλήρου από τον αριθμό των δειγμάτων.
4. *Η MDS είναι γενικά εφαρμόσιμη.* Η MDS μπορεί να εφαρμοστεί, με εγκυρότητα, σ' ένα ευρύ φάσμα περιπτώσεων. Με τη χρήση της, γίνονται λιγότερες υποθέσεις για τη φύση και την ποιότητα των δεδομένων, από οποιαδήποτε άλλη μέθοδο. Είναι δύσκολο να επινοηθεί μια πιο φειδωλή θέση από το να βασίζεται κανείς μόνο στη σειρά κατάταξης των ομοιοτήτων (παρότι, φυσικά, αυτό βασίζεται

στην επιλογή τρόπου μετατροπής καθώς και του συντελεστή ομοιότητας). Το βήμα, να λαμβάνεται δηλαδή υπόψη μόνο η σειρά κατάταξης των ομοιοτήτων από ότι κάποια άλλη τιμή, δεν είναι ενδεχομένως τόσο επαρκές όσο αρχικά φαίνεται, σε περιπτώσεις που βασιζόμαστε κυρίως στις ακριβείς τιμές. Ένα απλό παράδειγμα είναι η ανακατασκευή των χαρτών.

5. *Μπορεί να δοθεί διαφορετική βαρύτητα στις ομοιότητες.* Αν κάποια δείγματα είναι εξαρχής λιγότερο αξιόπιστα από κάποια άλλα, επειδή βασίζονται σε μικρότερη ποσότητα υλικού, τότε οι ομοιοτήτες τους επηρεάζουν λιγότερο την κατασκευή της κατά MDS απεικόνιση. Είναι επίσης αληθές, αν και μικρής σημασίας εδώ, το γεγονός ότι ο αλγόριθμος είναι αξιοπρόσεχτα εύστοχος, όταν ο πίνακας ομοιότητας υπόκειται σε μια συγκεκριμένη ποσότητα, απόντων, δεδομένων.

Τα μειονεκτήματα της εφαρμογής της Πολυδιάστατης Κλιμάκωσης (MDS) είναι:

1. *Η MDS είναι απαιτητική υπολογιστικά.* Η δημιουργία μιας και μόνης απεικόνισης με μέσους ή μεγάλους αριθμούς δειγμάτων, παίρνει κάποια ώρα σε έναν σύγχρονο ηλεκτρονικό υπολογιστή, παρότι η ταχύτητα αποτελεί, τα τελευταία χρόνια, όλο και μικρότερο πρόβλημα. Ωστόσο, η χρήση της MDS ακόμη και σε παραπάνω από 100 δείγματα, δεν απαιτεί εντατικούς υπολογισμούς. Επίσης, η αύξηση του μεγέθους των δειγμάτων γενικά αυξάνει και την πολυπλοκότητα στις σχέσεις μεταξύ τους και επομένως, μια δισδιάστατη αναπαράσταση είναι απίθανο να επαρκεί (φυσικά, το τελευταίο ισχύει, ίσως και περισσότερο, και για άλλες μεθόδους).

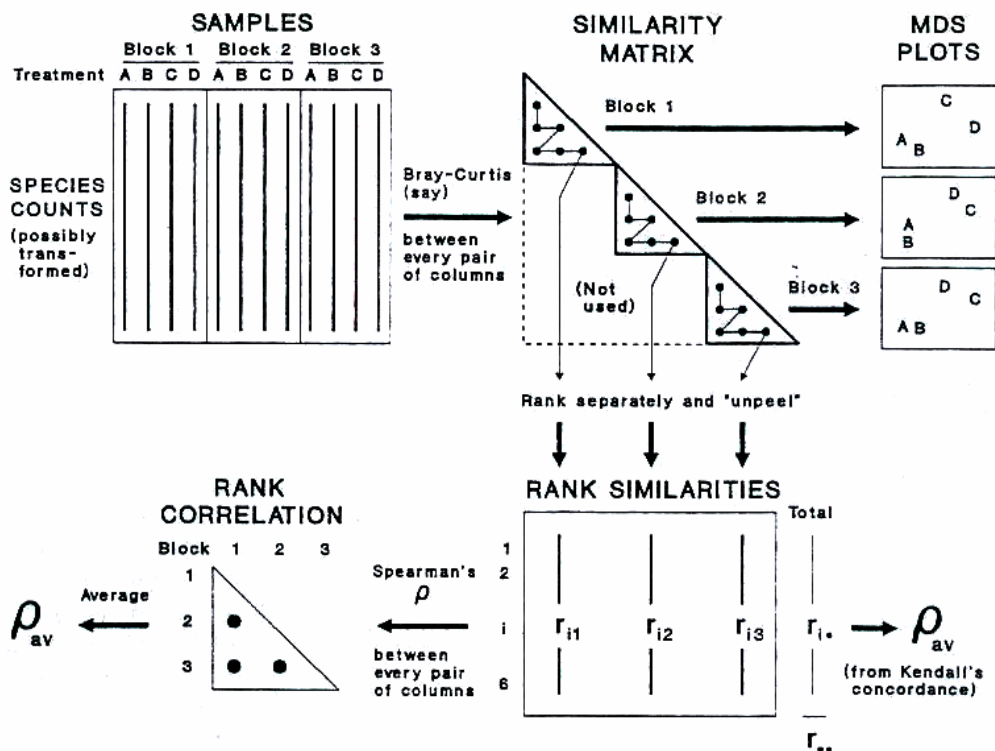
2. *Δεν υπάρχει εγγύηση για την σύγκληση στο ολικό ελάχιστο του stress.* Όπως έχει διαφανεί, η επαναληπτική φύση του αλγορίθμου της MDS, καθιστά αναγκαία την αναπαραγωγή κάθε ανάλυσης αρκετές φορές, ξεκινώντας από διαφορετικές απεικονίσεις κάθε φορά, έτσι ώστε να είναι σίγουρο ότι η λύση που επανεμφανίζεται (με το λιγότερο παρατηρούμενο stress), είναι πραγματικά το ολικό ελάχιστο της συνάρτησης του stress. Γενικά, υψηλές τιμές του stress, είναι πιθανό να ενεργοποιήσουν ακατάλληλες λύσεις οπότε και την απαίτηση μεγαλύτερου αριθμού επαναλήψεων. Αυτό, όμως, με τη σειρά του επιβαρύνει, όπως είναι φυσικό την υπολογιστική διαδικασία.

3. *Ο αλγόριθμος επικεντρώνεται στις μεγάλες αποστάσεις.* Ένα κοινό χαρακτηριστικό των περισσότερων μεθόδων κατανομής (συμπεριλαμβανομένης και της MDS), είναι ότι δίνεται περισσότερη προσοχή στη σωστή απεικόνιση της συνολικής διάθρωσης των δειγμάτων, παρά σε τοπικό επίπεδο. Είναι προφανές ότι, για την MDS, η μεγαλύτερη συνεισφορά στο stress προέρχεται από λανθασμένη τοποθέτηση

δειγμάτων που απέχουν πολύ μεταξύ τους. Όπου οι αποστάσεις είναι μικρές, το άθροισμα των τετραγώνων, διαφορετικών όρων, θα είναι επίσης σχετικά μικρό και η διαδικασία ελαχιστοποίησης δεν θα είναι τόσο ευαίσθητη σε σχέση με την εσφαλμένη τοποθέτηση. Αυτό αποτελεί έναν ακόμα λόγο που επαναλαμβάνεται η κατανομή μέσα σε κάθε μεγάλη ομάδα: θα οδηγήσει σε μια πιο έγκυρη απεικόνιση της τελικής κατασκευής.

### 2.2.3 Διαγράμματα εφαρμογής Δευτέρου Επιπέδου Πολυδιάστατης Κλιμάκωσης

Η Δευτέρου - επιπέδου διάταξη (second stage - MDS) προχωράει ένα παραπάνω βήμα από την απλή MDS. Οι τιμές ομοιότητας των δειγμάτων που βρίσκονται στους αρχικούς τριγωνικούς πίνακες που συγκρίνονται ανά δύο μέσω ενός αλγορίθμου που έχει σαν αποτέλεσμα τη δημιουργία ενός τριγωνικού πίνακα τέτοιων διαστάσεων όσος και ο αριθμός των αρχικών τριγωνικών πινάκων. Από τον τελικό τριγωνικό πίνακα δημιουργείται και το διάγραμμα της MDS- second stage (Εικ. 3). Συνεπώς αυτό που κατορθώνεται με την προσέγγιση αυτή είναι η σύγκριση πολλαπλών αρχικών σειρών δεδομένων μέσα από ένα διάγραμμα το οποίο διαφορετικά θα απαιτούσε την εξαντλητική ανά ζεύγη σύγκρισή τους.



Εικ. 3 : Στην παραπάνω εικόνα περιγράφεται σχηματικά διαδικασία της MDS- Second stage.

#### 2.2.4 Χωνιά κατανομής (Probability Funnels) των δεικτών βιοποικιλότητας

Τα χωνιά κατανομής αποτελούν ένα στατιστικό εργαλείο που σαν σκοπό έχει την τοποθέτηση των σταθμών δειγματοληψίας μέσα σε συγκεκριμένα όρια.

Τα βασικά τους στοιχεία είναι ο θεωρητικός μέσος όρος και τα 95% όρια κατανομής. Ο θεωρητικός μέσος δημιουργείται με βάση το σύνολο των ειδών που εξετάζονται και σαν σκοπό έχει να δείξει τη βέλτιστη τιμή (θέση) που θα έπρεπε να είχε κάθε περιοχή/ δείγμα για συγκεκριμένο αριθμό ειδών.

Τα όρια του χωνιού κατανομής σαν σκοπό έχουν να ορίσουν την μέγιστη αναμενόμενη απόσταση από τον θεωρητικό μέσο. Δηλαδή αν οι περιοχές που ελέγχονται βρίσκονται μέσα στα όρια του χωνιού τότε βρίσκονται μέσα στο 95% της κατανομής, ενώ αν βρίσκονται απέξω τότε δεν ανήκουν στο 95% της κατανομής των περιοχών με βάση τον δείκτη του Μέσου όρου της Ταξινομικής Διακρητότητας ή τον δείκτη της Μεταβλητότητας της Ταξινομικής Διακρητότητας. Για να δημιουργηθούν τα χωνιά κατανομής χρειάζονται δύο είδη αρχείων: (α) μία συναθροιστική λίστα (aggregation file) ειδών, που περιέχει το σύνολο των ειδών που εμφανίζονται σε περιοχές πολύ ευρύτερες από την υπό μελέτη περιοχή (λιμνοθάλασσες), αλλά και την κατάταξή τους στις ανώτερες ταξινομικές κατηγορίες και (β) ένας πίνακας ειδών (species list) στον οποίο περιέχονται οι περιοχές ή δείγματα και τα είδη που εμφανίζονται σε κάθε περιοχή. Με 0 απεικονίζεται η απουσία του είδους ενώ με 1 η παρουσία του είδους.

Για να προκύψει αυτό το αποτέλεσμα της προσομοίωσης πραγματοποιείται μεγάλος αριθμός τυχαίων δειγματοληψιών ειδών (π.χ. 1000 ή και περισσότερες από τα είδη της συναθροιστικής λίστας). Έτσι οι σταθμοί δειγματοληψίας που περιείχαν αντιπροσωπευτικά είδη, δηλαδή είδη που εμφανίζονται σε όλες τις περιοχές θα βρίσκονται κοντά στο θεωρητικό μέσο ενώ σταθμοί οι οποίοι εμφανίζουν λίγα σπάνια είδη ή εμφανίζουν πολλά είδη τα οποία απέχουν (ταξινομικά) σημαντικά από τα είδη των άλλων σταθμών, τότε αυτές οι περιοχές εμφανίζονται μακριά από τον θεωρητικό μέσο. Όσες περιοχές βρίσκονται έξω από τα όρια του μοντέλου προσομοίωσης τότε είτε η περιοχή χαρακτηρίζεται από μία μεγάλη βιοποικιλότητα (μεγαλύτερη από την βιοποικιλότητα των υπολοίπων περιοχών) όταν βρίσκονται πάνω από πάνω όριο της κατανομής είτε η περιοχή χαρακτηρίζεται από μειωμένη βιοποικιλότητα όταν η περιοχή εντοπίζεται κάτω από το κάτω όριο της κατανομής. Η δεύτερη περίπτωση είναι πολύ σημαντική διότι επιτρέπει να εξαχθούν σημαντικά συμπεράσματα για το

βαθμό ρύπανσης ή ακόμα και το βαθμό διατάραξης της περιοχής η οποία εμφανίζει τιμές κάτω από το αναμενόμενο κατώτατο όριο του χωνιού κατανομής.

### **2.2.5 Ανάλυση ποσοστιαίας ομοιότητας των δειγμάτων με βάση την συμπεριφορά των αφθονότερων ειδών του οικοσυστήματος (Simpser analysis).**

Υπάρχουν περιπτώσεις όπου σε διάφορα οικολογικά συστήματα εμφανίζεται ένας σημαντικά υψηλός αριθμός ειδών. Στις περιπτώσεις όπου τα συστήματα αυτά δεν υφίσταται κάποιας μορφής πίεσης (είτε φυσική είτε ανθρωπογενής) οι μεταβολές στον αριθμό των ειδών αλλά και στις τιμές της αφθονίας αυτών αναμένονται να είναι σχετικά σταθερές. Σε τέτοιες περιπτώσεις δεν παρατηρούνται πληθυσμιακές εξάρσεις ειδών αφού η οικοθέση τους είναι αρκετά περιορισμένος αλλά και οι συνθήκες ανταγωνισμού σημαντικά υψηλές. Όμως στις περιπτώσεις των οικοσυστημάτων που λόγω της θέσης τους είτε λόγω της χρήσης τους παρατηρείται σημαντική μεταβολή των αβιοτικών παραμέτρων τους, οι κοινωνία των ειδών του συστήματος μεταβάλλεται συνήθως τόσο χωρικά όσο και χρονικά. Σ' αυτές τις περιπτώσεις παρατηρούνται υψηλές τιμές αφθονίας ορισμένων ειδών τα οποία αποικίζουν το οικοσύστημα γρηγορότερα από τα υπόλοιπα, και ο βαθμός ανταγωνισμού μεταξύ των ειδών είναι αρκετά χαμηλός. Σ' αυτά λοιπόν τα συστήματα μια σημαντική πληροφορία περιέχεται στο ποσοστό με το οποίο συμβάλλουν τα είδη αυτά στο σύνολο της κοινωνίας των ειδών του συστήματος. Γι' αυτόν ακριβώς το σκοπό χρησιμοποιήθηκε Simper analysis έτσι ώστε να βρεθούν όχι μόνο τα πιο άφθονα είδη της λιμνοθάλασσας αλλά και το ποσοστό με το οποίο αυτά συμβάλλουν στην Μακροβενθική κοινωνία της λιμνοθάλασσας.

### **2.2.6 Συσχέτιση βιοκοινωνίας - περιβαλλοντικών παραμέτρων (BIOENV) και ανάλυση ομαδοποίησης ANOSIM analysis**

Εκτός από την ανάλυση της SIMPER εφαρμόστηκαν και δύο άλλες αναλύσεις. Η πρώτη εφαρμόστηκε με σκοπό να βρεθούν εκείνες οι περιβαλλοντικές παράμετροι που επηρεάζουν σε σημαντικό βαθμό την σύνθεση των βιοκοινωνιών στη λιμνοθάλασσα. Για το παραπάνω σκοπό χρησιμοποιήθηκε η BIO-ENV analysis Clarke & Ainsworth (1993). Η ανάλυση αυτή έχει την δυνατότητα να συγκρίνει βιοτικά και αβιοτικά δεδομένα, αλλά και να δώσει πληροφορίες για το ποσοστό επηρεασμού των βιοτικών δεδομένων από τα αβιοτικά.

Η δεύτερη στατιστική ανάλυση που εφαρμόστηκε ήταν η ANOSIM έτσι ώστε να διαπιστωθεί κατά πόσο οι ομαδοποιήσεις των σταθμών δειγματοληψίας είναι στατιστικά σημαντικές. Ουσιαστικά η ANOSIM ελέγχει αν οι αποστάσεις μεταξύ των σταθμών εντός της ομάδας είναι μικρότερες από εκείνες των σταθμών που βρίσκονται έξω από την ομάδα.



### 3 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

#### 3.1 ΑΝΑΛΥΣΗ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΩΝ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ

Οι περιβαλλοντικοί παράμετροι επηρεάζουν τη σύνθεση και την κατανομή των ειδών μέσα στη λιμνοθάλασσα τόσο σε χωρικό όσο και σε χρονικό επίπεδο. Για να διαπιστωθεί σε πιο βαθμό αλλά και ποιοι αβιοτικοί παράμετροι σε ποιους συνδυασμούς συσχετίζονται περισσότερο με τη βιοκοινωνία. Για να βρεθούν οι παράγοντες που επηρεάζουν περισσότερο τη σύνθεση των ειδών του συστήματος χρησιμοποιήθηκε η ανάλυση BIO-ENV. Προτού όμως, εφαρμοστεί αυτή η ανάλυση πραγματοποιήθηκε η ανάλυση συσχέτισης Spearman έτσι ώστε να διαπιστωθεί ποιες από το σύνολο των παραμέτρων είναι ανεξάρτητες μεταξύ τους. Όπως φαίνεται από τον παρακάτω πίνακα καμία παράμετρος δεν συσχετίζεται με καμία άλλη.

		Spearman	t(N-2)	p-value
temp	redox	-0,2291	-1,7926	0,0782
temp	no3	-0,0590	-0,4499	0,6545
temp	no2	-0,0968	-0,7408	0,4618
sal	redox	-0,1478	-1,1382	0,2597
sal	poc	-0,1531	-1,1795	0,2430
sal	phaeop	0,1865	1,4460	0,1536
sal	no3	0,0681	0,5197	0,6052
sal	po4	-0,2279	-1,7825	0,0799
diso2	redox	0,0560	0,4270	0,6710
diso2	poc	0,1642	1,2680	0,2099
diso2	no3	-0,0367	-0,2797	0,7807
diso2	po4	-0,2047	-1,5929	0,1166
ph	redox	-0,1641	-1,2666	0,2104
ph	chl-a	0,0308	0,2343	0,8156
ph	phaeop	0,0820	0,6267	0,5333
ph	no3	0,1758	1,3604	0,1790
ph	po4	0,1594	1,2298	0,2238
redox	poc	-0,1483	-1,1419	0,2582
redox	nh4	0,2205	1,7217	0,0905
redox	no2	0,0536	0,4088	0,6842
redox	po4	-0,1177	-0,9024	0,3706
poc	chl-a	0,0570	0,4351	0,6651
poc	no3	-0,0246	-0,1874	0,8520
poc	po4	-0,0769	-0,5874	0,5592
chl-a	nh4	-0,0270	-0,2053	0,8380
chl-a	no3	0,0791	0,6042	0,5481
chl-a	no2	0,0172	0,1309	0,8963
chl-a	po4	0,2040	1,5872	0,1179
phaeop	nh4	0,0176	0,1344	0,8936
phaeop	no3	-0,1324	-1,0174	0,3132
phaeop	no2	0,0718	0,5481	0,5858
phaeop	po4	0,1937	1,5039	0,1380

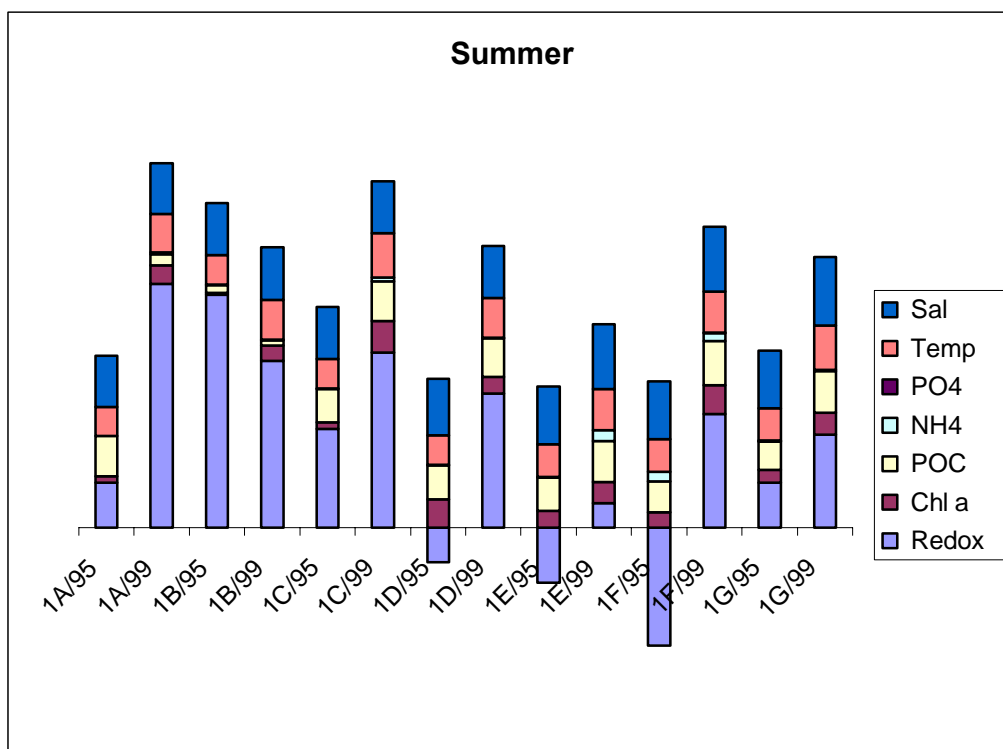
no4	po4	0,2089	1,6264	0,1093
no3	no2	-0,0965	-0,7382	0,4634
no3	po4	-0,0716	-0,5469	0,5866

Πιν 1: Στον παραπάνω πίνακα παρουσιάζονται οι τιμές συσχέτισης των αβιοτικών παραμέτρων της λιμνοθάλασσας όπως αυτές προκύπτουν από την ανάλυση Spearman. Θερμοκρασία (temp), αλατότητα (sal), διαλυμένο οξυγόνο (disO2), σωματιδιακός άνθρακας (POC), χλωροφύλλη (chl-a), φαιοχρωστικές (pheop), νιτρικά (NO3), νιτρώδη (NO2), αμμωνιακά (NH4), φωσφορικά (PO4), οξειδοαναγωγικό δυναμικό (redox) και (ph)

## 3.2 ΕΠΟΧΙΑΚΑ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΑ ΤΩΝ ΚΥΡΙΟΤΕΡΩΝ ΑΒΙΟΤΙΚΩΝ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ

### 3.2.1 Εποχικό διάγραμμα των κυριότερων αβιοτικών παραμέτρων – Καλοκαίρι

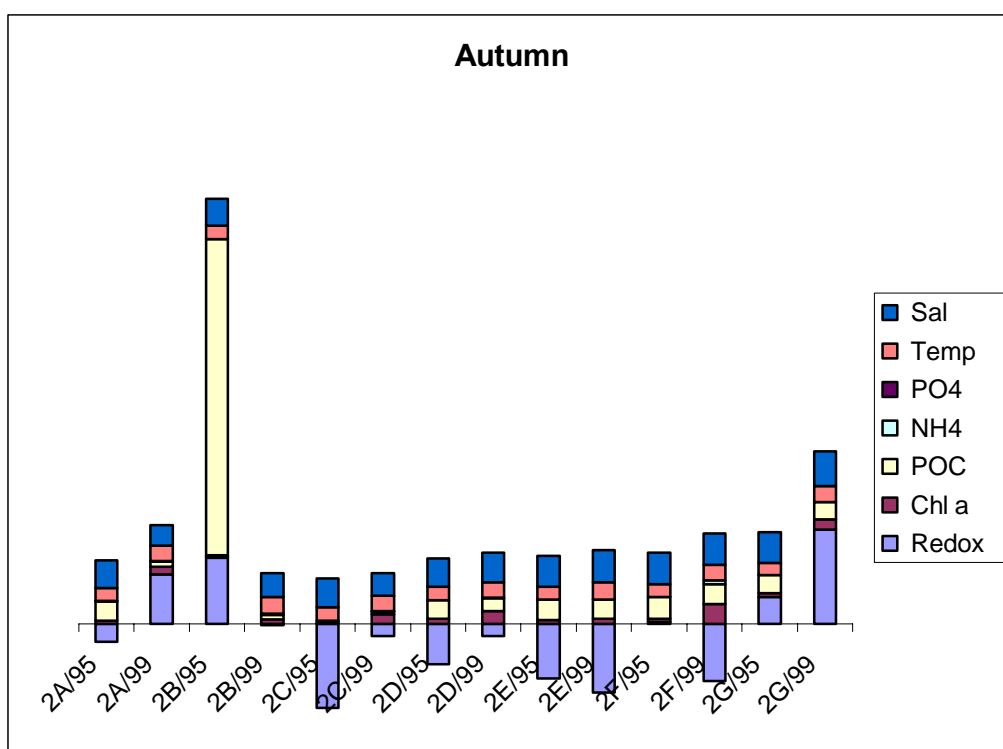
Στο παρακάτω διάγραμμα φαίνονται οι διακυμάνσεις των τιμών των αβιοτικών παραμέτρων της λιμνοθάλασσας την εποχή του καλοκαιριού. Την μεγαλύτερη διακύμανση, όπως είναι αναμενόμενο, παρουσιάζει το οξειδοαναγωγικό δυναμικό. Το αξιοσημείωτο για αυτή τη μεταβλητή είναι ότι υπάρχουν περιπτώσεις όπου σε συγκεκριμένους σταθμούς στην πρώτη δειγματοληπτική προσπάθεια εμφανίζει αρνητικές τιμές ενώ στην δεύτερη όχι και το αντίστροφο.



Εικ. 4: Διάγραμμα των τιμών των κυριότερων αβιοτικών παραγόντων του συστήματος την εποχή του Καλοκαιριού. Σε κάθε σταθμό το πρώτο γράμμα αναφέρεται στην εποχή, το δεύτερο στο σταθμό δειγματοληψίας και ο τελευταίος αριθμός αναφέρεται στο δειγματοληπτικό πρόγραμμα.

### 3.2.2 Εποχικό διάγραμμα των κυριότερων αβιοτικών παραμέτρων – Φθινόπωρο

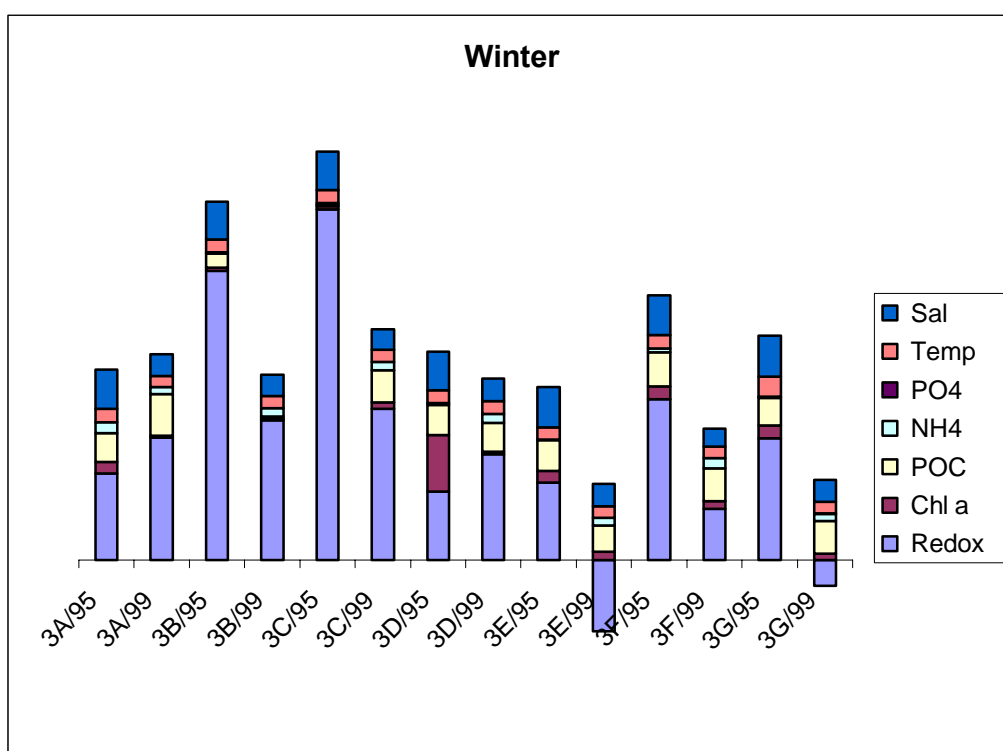
Στο παρακάτω διάγραμμα φαίνονται οι διακυμάνσεις των τιμών των αβιοτικών παραμέτρων της λιμνοθάλασσας την εποχή του φθινοπώρου. Στους περισσότερους δειγματοληπτικούς σταθμούς στη συγκεκριμένη εποχή οι τιμές του οξειδοαναγωγικού δυναμικού εμφανίζονται αρνητικές τόσο στην πρώτη δειγματοληπτική προσπάθεια όσο και στη δεύτερη. Επίσης την εποχή αυτή ο σταθμός 2B/95 εμφανίζει πολύ υψηλές τιμές του σωματιδιακού οργανικού άνθρακα που σε κανένα άλλο σταθμό δεν παρατηρείται κάτι αντίστοιχο.



Εικ. 5: Διάγραμμα των τιμών των κυριότερων αβιοτικών παραγόντων του συστήματος την εποχή του Φθινοπώρου.

### 3.2.3 Εποχικό διάγραμμα των κυριότερων αβιοτικών παραμέτρων – Χειμώνας

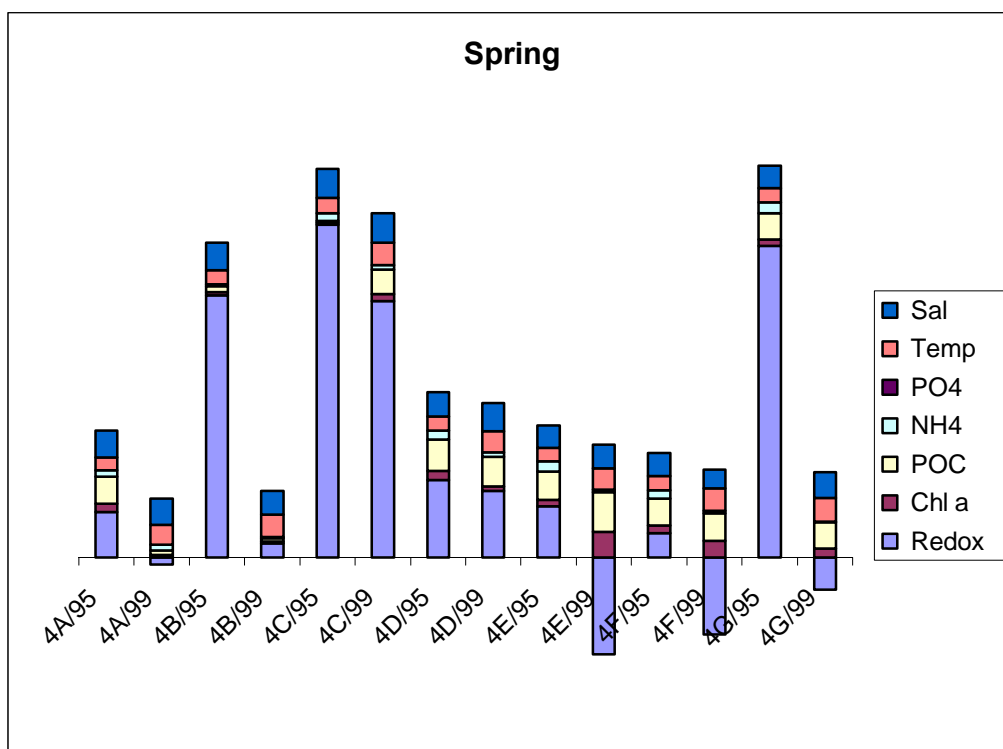
Στο παρακάτω διάγραμμα φαίνονται οι διακυμάνσεις των τιμών των αβιοτικών παραμέτρων της λιμνοθάλασσας την εποχή του χειμώνα. Οι τιμές του οξειδοαναγωγικού δυναμικού την εποχή αυτή στη πρώτη δειγματοληπτική προσπάθεια εμφανίζονται όλες με θετικό πρόσημο, ενώ στη δεύτερη υπάρχουν δύο σταθμοί που η αβιοτική παράμετρος εμφανίζεται με αρνητικό πρόσημο.



Εικ. 6: Διάγραμμα των τιμών των κυριότερων αβιοτικών παραγόντων του συστήματος την εποχή του Χειμώνα.

### 3.2.4 Εποχικό διάγραμμα των κυριότερων αβιοτικών παραμέτρων – Άνοιξη

Στο παρακάτω διάγραμμα φαίνονται οι διακυμάνσεις των τιμών των αβιοτικών παραμέτρων της λιμνοθάλασσας την εποχή της άνοιξης. Οι τιμές του οξειδοαναγωγικού δυναμικού, όπως φαίνεται από το διάγραμμα εμφανίζονται με θετικές τιμές σε όλους τους σταθμούς στην περίπτωση της πρώτης δειγματοληπτικής προσπάθειας. Όσο αφορά την δεύτερη υπάρχουν αρκετές περιπτώσεις που κάποιοι σταθμοί εμφανίζουν αρνητικές τιμές του αβιοτικού παράγοντα. Το αξιοσημείωτο είναι ότι ένας από αυτούς τους σταθμούς είναι ο A ο οποίος βρίσκεται πολύ κοντά στο στόμιο επικοινωνίας της λιμνοθάλασσας με την θάλασσα οπότε μια τέτοια τιμή δεν θα αναμένονταν κάτω από φυσιολογικές συνθήκες.



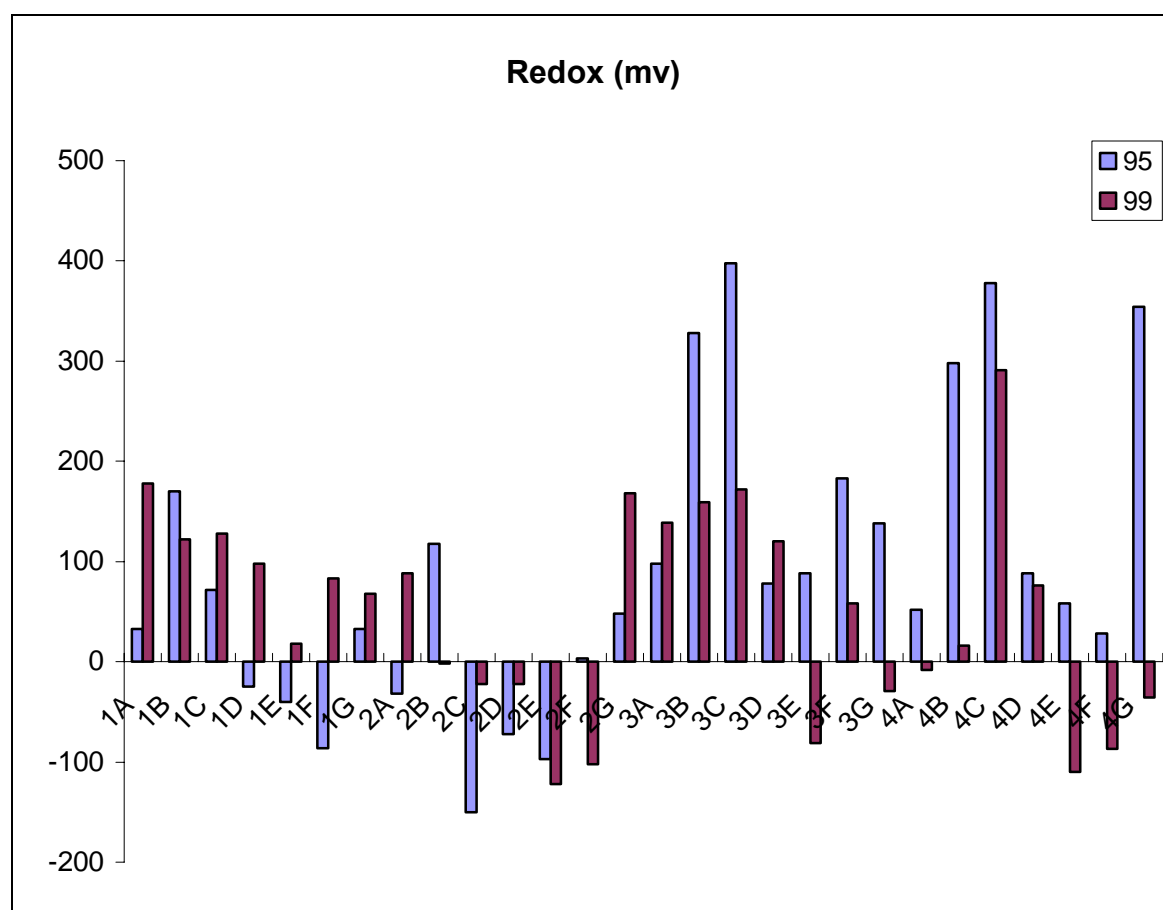
Εικ. 7: Διάγραμμα των τιμών των κυριότερων αβιοτικών παραγόντων του συστήματος την εποχή της Άνοιξης.

### **3.3 ΡΑΒΔΟΓΡΑΜΜΑΤΑ ΤΩΝ ΚΥΡΙΟΤΕΡΩΝ ΑΒΙΟΤΙΚΩΝ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ**

Εκτός από τα ραβδογράμματα που δημιουργήθηκαν με βάση τις αβιοτικές παραμέτρους σε εποχιακό επίπεδο, δημιουργήθηκαν ραβδογράμματα με βάση τις τιμές τους ανά σταθμό, έτσι ώστε να γίνουν εμφανείς οι όποιες διαφορές υπάρχουν στις τιμές των κυριότερων αβιοτικών παραμέτρων μεταξύ των δύο δειγματοληπτικών προσπαθειών.

### 3.3.1 Κατανομή των τιμών της αβιοτικής παραμέτρου του Οξειδοαναγωγικού Δυναμικού (Redox)

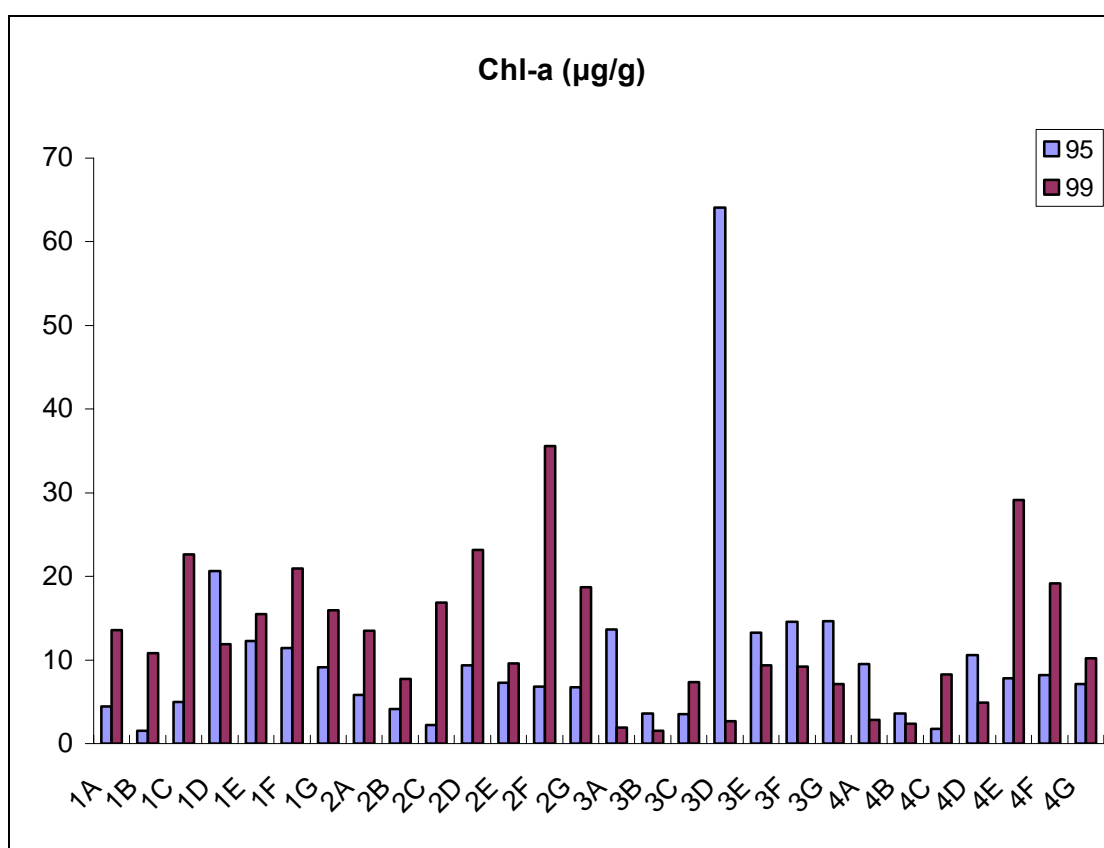
Στο παρακάτω διάγραμμα παρουσιάζεται η συνολική μεταβολή του Redox σε όλους τους δειγματοληπτικούς σταθμούς. Όπως φαίνεται, η παράμετρος εμφανίζεται με αρνητικές τιμές. Η εποχή του χειμώνα, όπως αναμενόταν, είναι αυτή που παρουσιάζει τις λιγότερο αρνητικές τιμές, σε αρκετούς σταθμούς σε κάποιες εποχές. Επίσης σε όλες τις εποχές δεν παρατηρείται συνδιακύμανση της παραμέτρου μεταξύ των δύο δειγματοληπτικών προσπαθειών. Τέλος αυτό που είναι αξιοσημείωτο είναι το γεγονός ότι κατά τη δεύτερη δειγματοληπτική προσπάθεια παρατηρούνται αρνητικές τιμές σε κάποιους σταθμούς καθ' όλη τη διάρκεια του έτους. Το τελευταίο θεωρείται ενδεικτικό του ότι η διάρκεια του φαινομένου της δυστροφικής κρίσης έχει επιμηκυνθεί



Εικ.8: Κατανομή των εποχιακών τιμών του οξειδοαναγωγικού δυναμικού σε όλους τους δειγματοληπτικούς σταθμούς. Το πρώτο γράμμα αναφέρεται στην εποχή δειγματοληψίας (με ένα η εποχή του καλοκαιριού και με τέσσερα η εποχή της άνοιξης). Το δεύτερο γράμμα αναφέρεται στο σταθμό δειγματοληψίας.

### 3.3.2 Κατανομή των τιμών της αβιοτικής παραμέτρου της Χλωροφύλλης (Chl-a)

Στο παρακάτω διάγραμμα παρουσιάζεται η συνολική μεταβολή της Ch-a σε όλους τους δειγματοληπτικούς σταθμούς. Από το διάγραμμα φαίνεται ότι σε πολλές περιπτώσεις η μεταβολή των τιμών της παραμέτρου ακολουθεί το ίδιο πρότυπο μεταξύ των δύο δειγματοληπτικών προσπαθειών. Χαμηλές τιμές εμφανίζονται την εποχή του φθινοπώρου, δηλαδή μετά από το φαινόμενο της δυστροφικής κρίσης αλλά και την εποχή της άνοιξης.

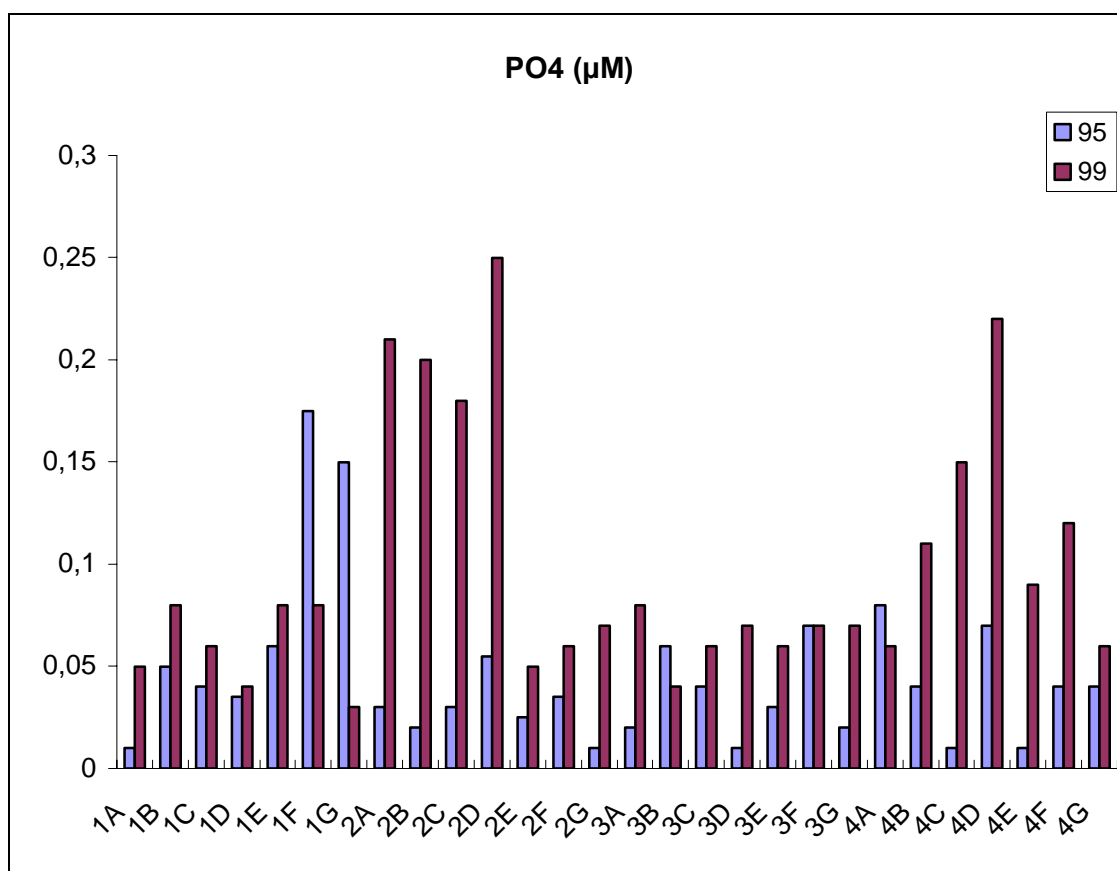


Εικ.9: Κατανομή των εποχιακών τιμών της χλωροφύλλης σε όλους τους δειγματοληπτικούς σταθμούς.



### 3.3.3 Κατανομή των τιμών της αβιοτικής παραμέτρου των Φωσφορικών (PO<sub>4</sub>)

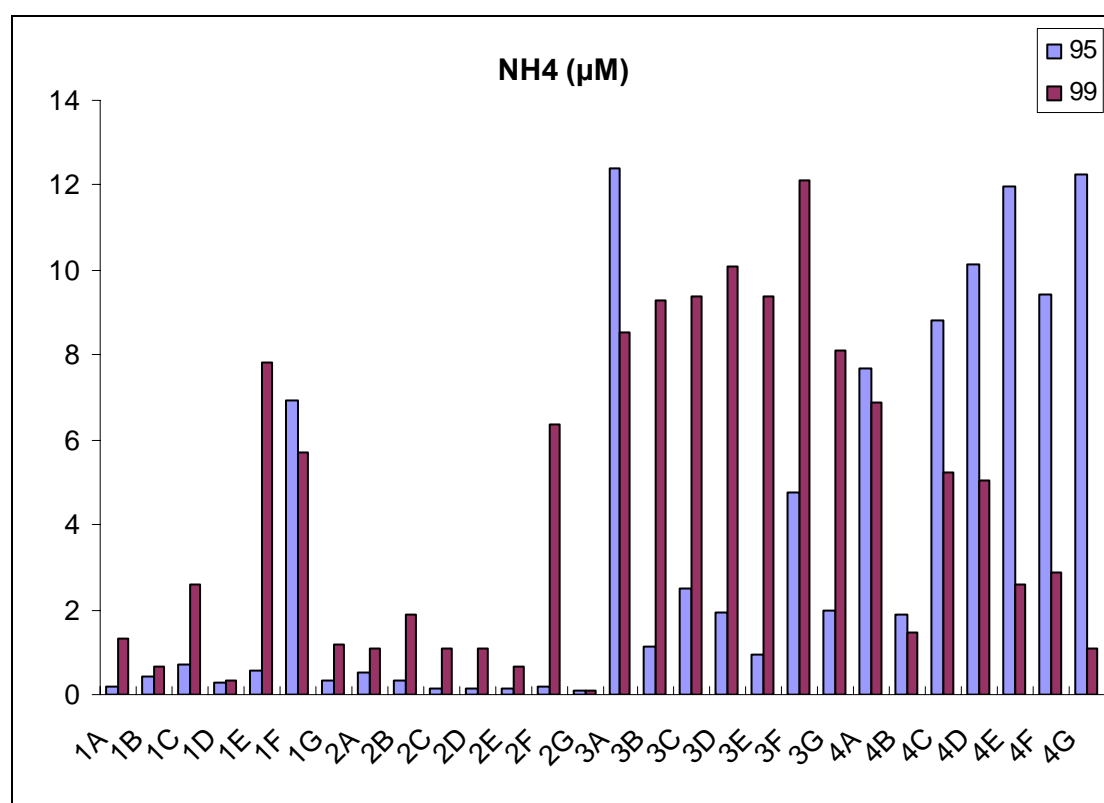
Στο παρακάτω διάγραμμα παρουσιάζεται η συνολική μεταβολή των φωσφορικών σε όλους τους δειγματοληπτικούς σταθμούς. Από το παρακάτω διάγραμμα φαίνεται ότι στις περισσότερες των περιπτώσεων οι τιμές που εμφανίζει η αβιοτική παράμετρος στην δεύτερη δειγματοληψία σε αντιστοιχία με αυτές της πρώτης είναι μεγαλύτερες. Παρ' όλα αυτά από το διάγραμμα φαίνεται ότι οι μεταβολές της παραμέτρου ακολουθούν το ίδιο πρότυπο και στις δύο δειγματοληπτικές προσπάθειες.



Εικ.10: Κατανομή των εποχιακών τιμών των φωσφορικών σε όλους τους δειγματοληπτικούς σταθμούς.

### 3.3.4 Κατανομή των τιμών της αβιοτικής παραμέτρου της Αμμωνίας (NH<sub>4</sub>)

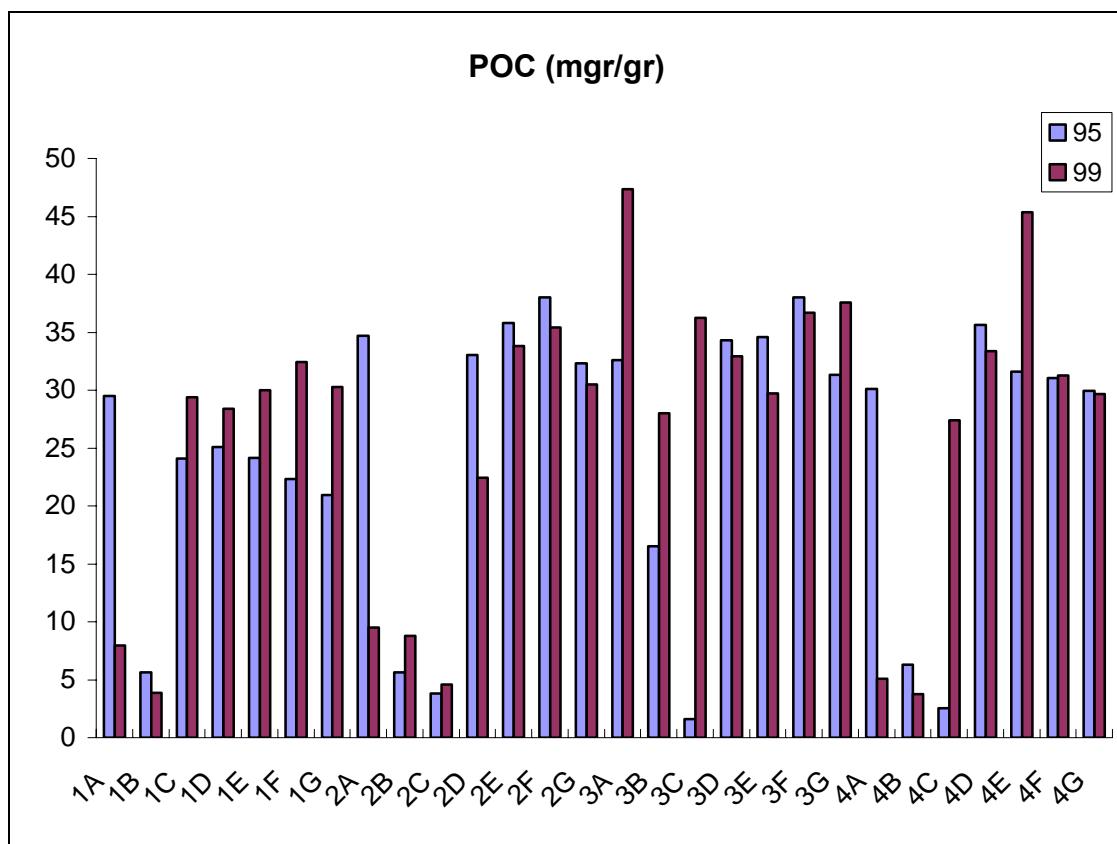
Στο παρακάτω διάγραμμα παρουσιάζεται η συνολική μεταβολή των αμμωνιακών σε όλους τους δειγματοληπτικούς σταθμούς. Από το διάγραμμα φαίνεται ότι την εποχή του καλοκαιριού και τις άνοιξης και στις δύο δειγματοληπτικές προσπάθειες οι τιμές των αμμωνιακών είναι αρκετά χαμηλές. Την εποχή του χειμώνα οι τιμές των αμμωνιακών είναι αρκετά υψηλότερες στη δεύτερη δειγματοληπτική προσπάθεια σε σχέση με αυτές της πρώτης. Το φαινόμενο αυτό αντιστρέφεται την εποχή της άνοιξης.



Εικ.11: Κατανομή των εποχιακών τιμών των αμμωνιακών σε όλους τους δειγματοληπτικούς σταθμούς.

### 3.3.5 Κατανομή των τιμών της αβιοτικής παραμέτρου του Σωματιδιακού Οργανικού Άνθρακα (POC).

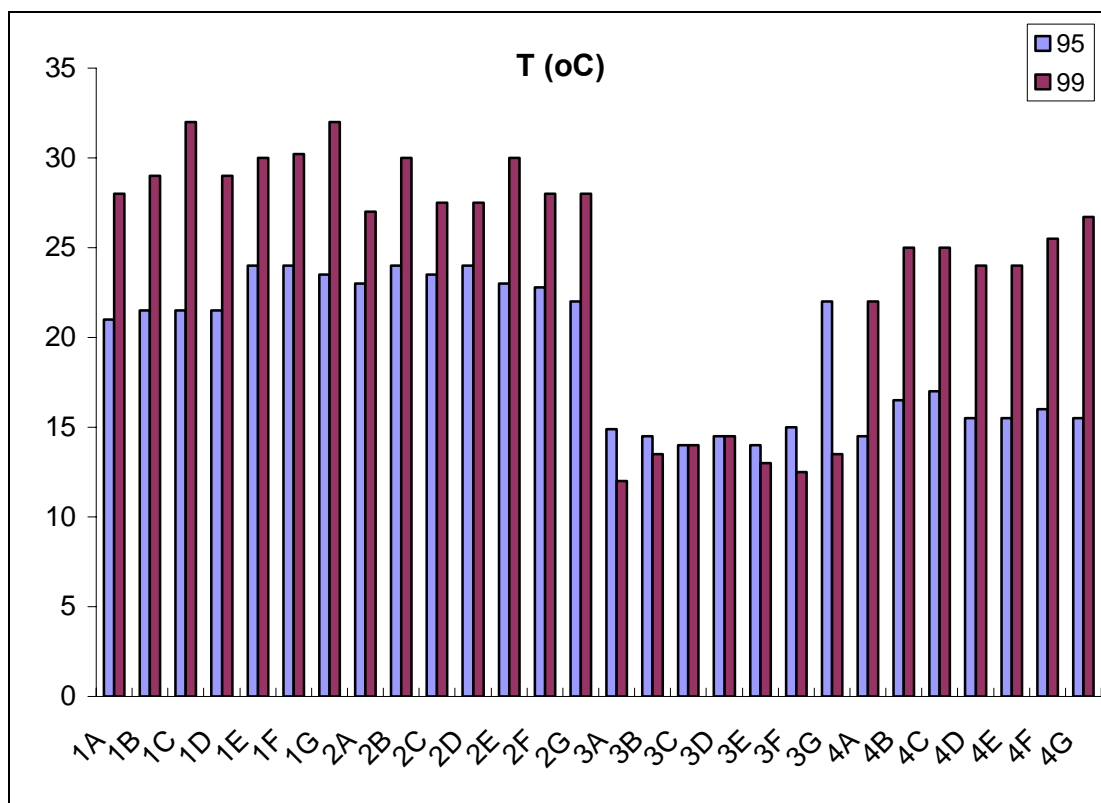
Στο παρακάτω διάγραμμα παρουσιάζεται η συνολική μεταβολή του σωματιδιακού οργανικού άνθρακα σε όλους τους δειγματοληπτικούς σταθμούς. Από το διάγραμμα φαίνεται ότι και στις δύο δειγματοληπτικές προσπάθειες η τιμή της παραμέτρου παρουσιάζει μεγάλες διακυμάνσεις. Αξιοσημείωτο είναι το γεγονός ότι φαίνεται η μεταβολή αυτή να ακολουθεί το ίδιο πρότυπο τόσο στη πρώτη δειγματοληπτική προσπάθεια όσο και στην δεύτερη.



Εικ.12: Κατανομή των εποχιακών τιμών του σωματιδιακού οργανικού άνθρακα σε όλους τους δειγματοληπτικούς σταθμούς.

### 3.3.6 Κατανομή των τιμών της αβιοτικής παραμέτρου της Θερμοκρασίας (T).

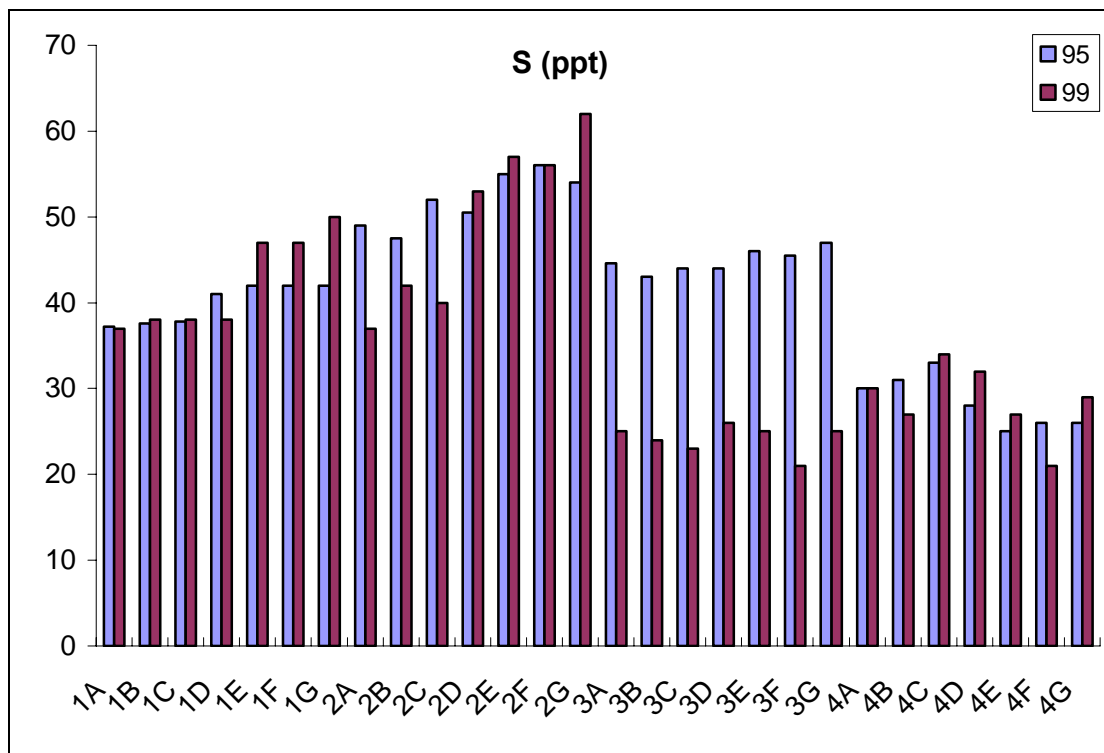
Στο παρακάτω διάγραμμα παρουσιάζεται η συνολική μεταβολή του σωματιδιακού οργανικού άνθρακα σε όλους τους δειγματοληπτικούς σταθμούς. Από το διάγραμμα φαίνεται ότι οι θερμοκρασίες τη δεύτερη δειγματοληπτική περίοδο είναι υψηλότερες από αυτές της πρώτης. Εξάιρεση αποτελεί η τιμή του χειμώνα όπου οι τιμές και στις δύο δειγματοληπτικές προσπάθειες παρουσιάζουν μικρές διαφορές.



Εικ.13: Κατανομή των εποχιακών τιμών της θερμοκρασίας σε όλους τους δειγματοληπτικούς σταθμούς.

### 3.3.7 Κατανομή των τιμών της αβιοτικής παραμέτρου της αλατότητας (S).

Στο παρακάτω διάγραμμα παρουσιάζεται η συνολική μεταβολή του σωματιδιακού οργανικού άνθρακα σε όλους τους δειγματοληπτικούς σταθμούς. Στο διάγραμμα αυτό φαίνεται ότι όλες οι εποχές παρουσιάζουν μικρές διαφορές στις τιμές της αλατότητας. Εξάιρεση αποτελεί η εποχή του χειμώνα όπου οι τιμές της πρώτης δειγματοληπτικής περιόδου είναι σημαντικά υψηλότερες από αυτές της δεύτερης.



Εικ.14: Κατανομή των εποχιακών τιμών της αλατότητας σε όλους τους δειγματοληπτικούς σταθμούς.

### 3.4 ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΔΕΙΚΤΩΝ ΒΙΟΠΟΙΚΙΛΟΤΗΤΑΣ ΣΤΗ ΛΙΜΝΟΘΑΛΑΣΣΑ ΤΗΣ ΓΙΑΛΟΒΑΣ.

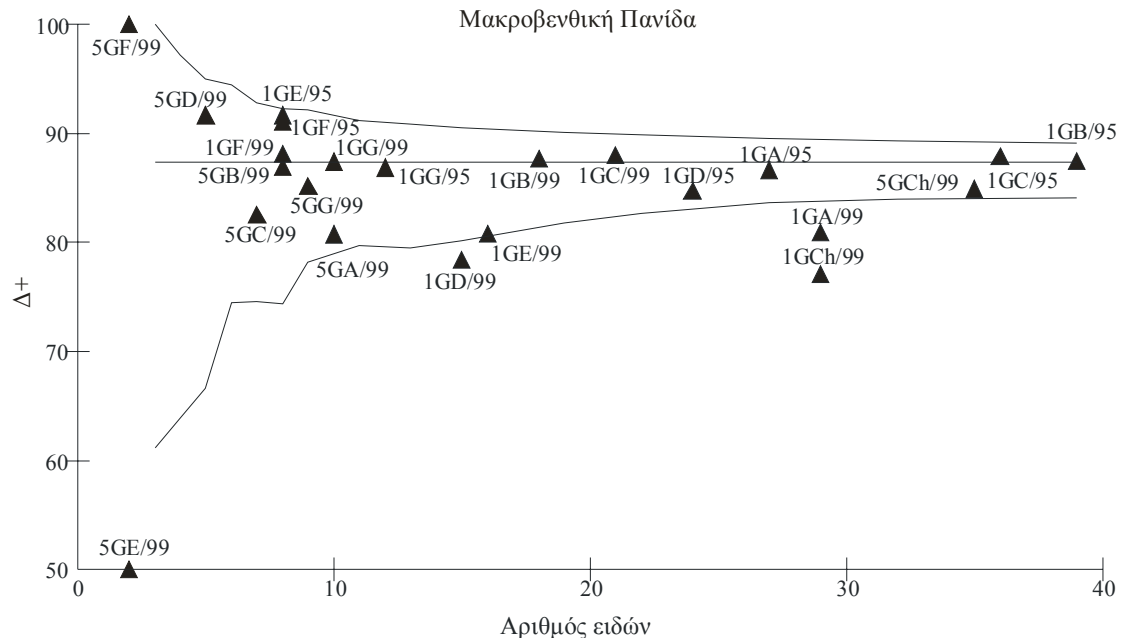
Για την λιμνοθάλασσα της Γιάλοβας δημιουργήθηκαν χωνιά κατανομής για τους δείκτες του Μέσου όρου και της Μεταβλητότητας της Ταξινομικής Διακριτότητας ( $\Delta^+$ ,  $\Lambda^+$ ) με σκοπό να διαπιστωθεί ποιοι σταθμοί δειγματοληψίας βρίσκονται έξω από τα όρια κατανομής των χωνιών. Η παραπάνω ανάλυση πραγματοποιήθηκε τόσο σε χωρικό όσο και σε χρονικό επίπεδο. Ο κατάλογος των ειδών που χρησιμοποιήθηκε για να οριστούν τα όρια κατανομής αλλά και ο θεωρητικός μέσος σε κάθε χωνί προήλθε από επτά ελληνικές λιμνοθάλασσες οι οποίες ήταν οι εξής:

<b>LAGGONS</b>	<b>REFERENCE</b>
Gialova	Dounas et. al. 1991
Messologhi	Nicolaidou et al 1988
Tsopeli	Reizopoulou et al 1996
Viviari	Reizopoulou et al 1997
Monolimni	Kevrekidis, 2004
Drana	Kevrekidis et al. 2000
Laki	Kevrekidis, 2004

### 3.5 Χωρί κατανομής με βάση τον οικολογικό δείκτη της Μέσης Ταξινομικής Διακριτότητας

3.5.1.1a Χωρία κατανομής των τιμών του  $\Delta^+$  (Μέσος όρος Ταξινομικής Διακριτότητας), υπολογισμένο την εποχή του καλοκαιριού στη Λιμνοθάλασσα της Γιάλοβας – Μακροβενθική Πανίδα.

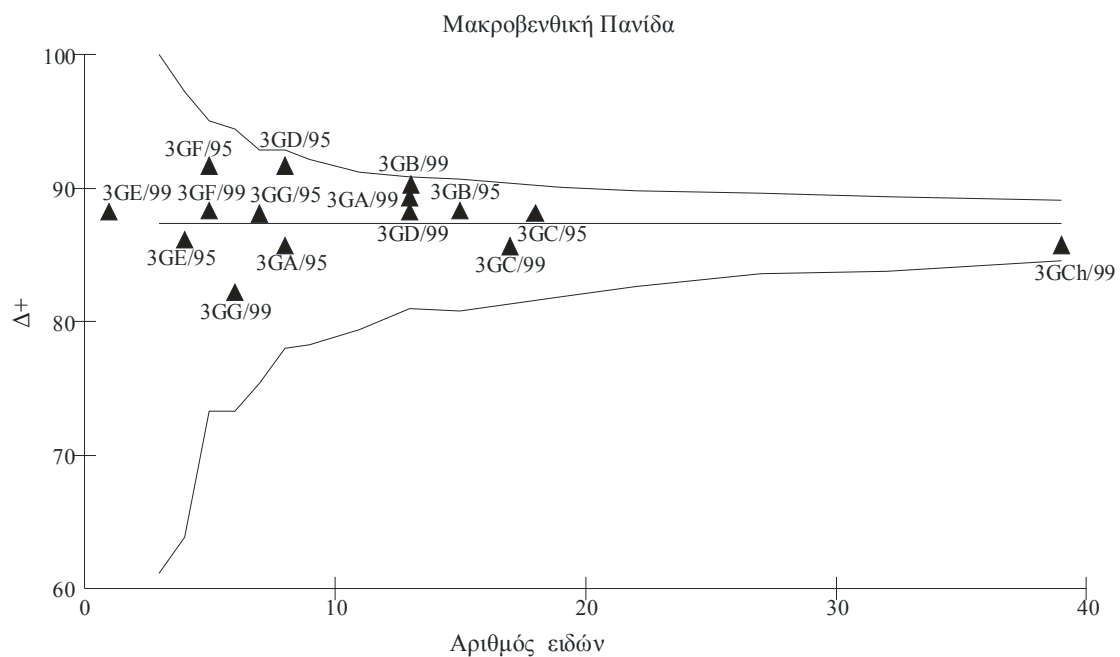
Στο εποχικό διάγραμμα των σταθμών δειγματοληψίας με βάση τον δείκτη του Μέσου όρου της Ταξινομικής Διακριτότητας, διαπιστώνεται ότι οι περισσότεροι σταθμοί εμφανίζουν φυσιολογικές τιμές, αφού βρίσκονται μέσα στα όρια του χωρίου κατανομής. Οι σταθμοί που βρίσκονται έξω από τα όρια αυτά είναι του μικρού αριθμού ειδών που υπάρχουν σε αυτούς (5GE/99, 1GD/99). Οι σταθμοί 1GA/99 και 1GCh/99 τοποθετούνται έξω από τα όρια του χωρίου. Αυτό ενδεχομένως να οφείλεται στις μεγάλες συγγενικές σχέσεις που έχουν τα είδη στους συγκεκριμένους σταθμούς.



Εικ 15: Χωρία κατανομής των τιμών του  $\Delta^+$ , υπολογισμένων με βάση τα είδη της Βενθικής Μακροπανίδας στη λιμνοθάλασσα της Γιάλοβας. Οι σταθμοί που φέρουν τον αριθμό 95 αντιστοιχούν στη πρώτη δειγματοληπτική προσπάθεια ενώ όσοι φέρουν το 99 στη δεύτερη. Το δεύτερο γράμμα αναφέρεται στη θέση του σταθμού δειγματοληψίας.

3.5.1.1b Χωνί κατανομής των τιμών του  $\Delta^+$  (Μέσος όρος Ταξινομικής Διακριτότητας), υπολογισμένο την εποχή του χειμώνα στη Λιμνοθάλασσα της Γιάλοβας – Μακροβενθική Πανίδα.

Στο παρακάτω διάγραμμα με βάση τον δείκτη του Μέσου όρου της Ταξινομικής Διακριτότητας διαπιστώνεται ότι όλοι οι σταθμοί βρίσκονται μέσα στα όρια κατανομής του χωνιού. Το γεγονός αυτό είναι ενδεικτικό του ότι την εποχή του χειμώνα δεν εμφανίζεται το φαινόμενο της δυστροφικής κρίσης άρα δεν παρατηρούνται σημαντικές διαφορές μεταξύ των σταθμών τόσο σε επίπεδο αριθμού ειδών όσο και σε επίπεδο αφθονίας.

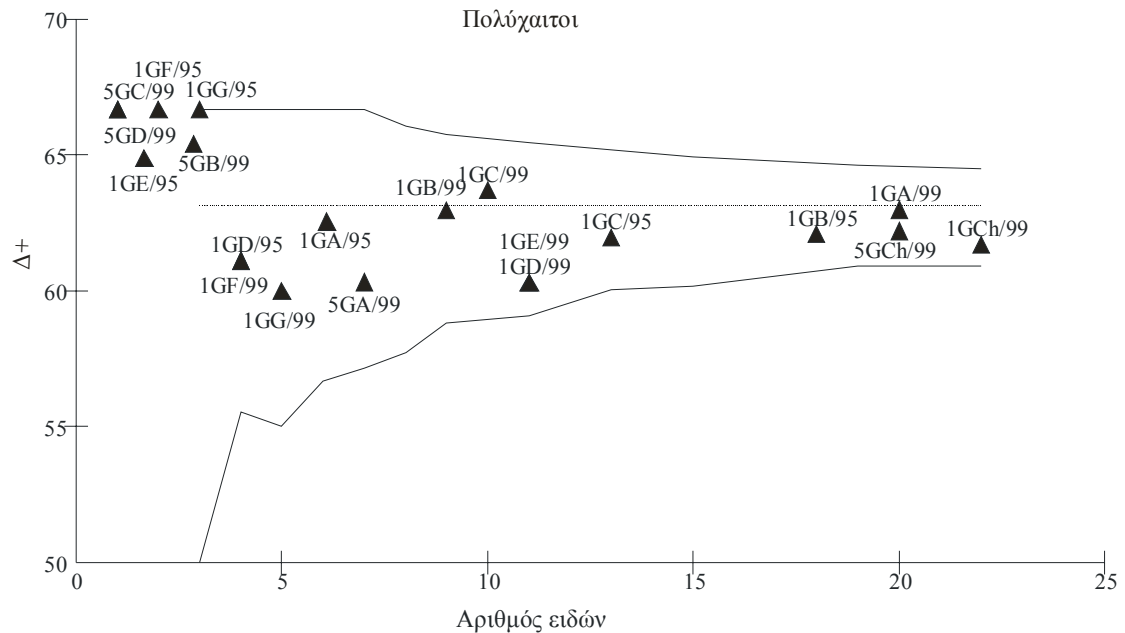


Εικ 16: Χωνί κατανομής των τιμών του  $\Delta^+$  , υπολογισμένων με βάση τα είδη της Βενθικής Μακροπανίδας στη λιμνοθάλασσα της Γιάλοβας. Οι επεξηγήσεις των συμβόλων παρουσιάζονται στην εικόνα 15.



3.5.1.2a Χωνί κατανομής των τιμών του  $\Delta^+$  (Μέσος όρος Ταξινομικής Διακριτότητας), υπολογισμένο την εποχή του καλοκαιριού στη Λιμνοθάλασσα της Γιάλοβας – Πολύχαιτα.

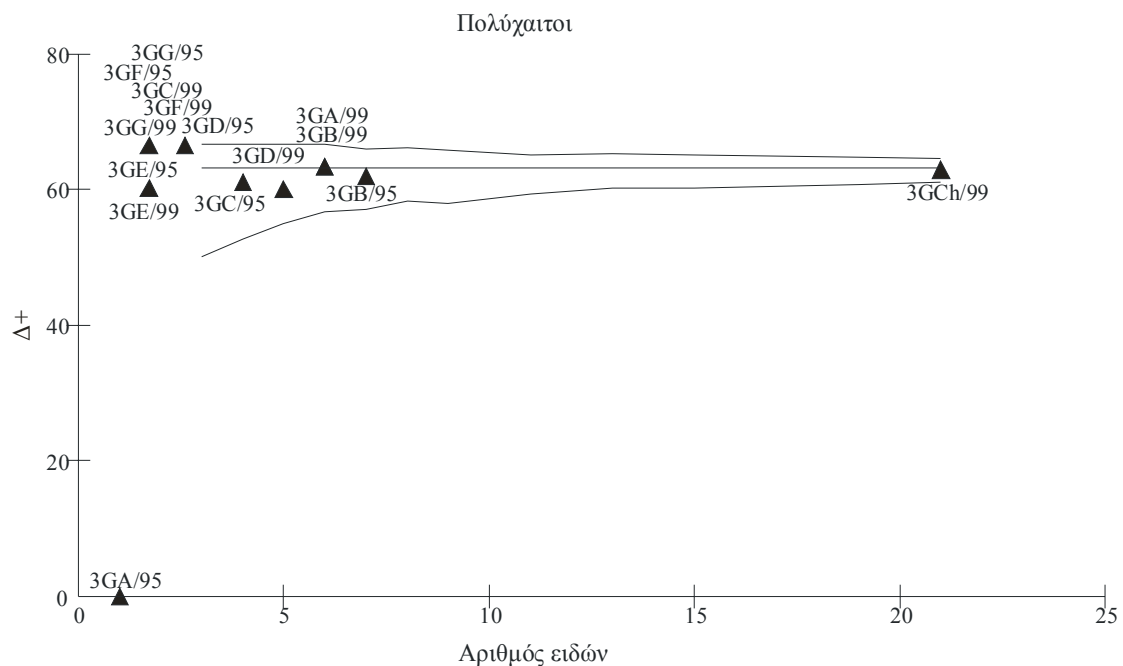
Στο επόμενο διάγραμμα φαίνονται οι σχετικές θέσεις των σταθμών μέσα στο χωνί κατανομής. Εύκολα διαπιστώνεται ότι μέσα στα όρια του χωνιού βρίσκονται όλοι οι σταθμοί δειγματοληψίας. Αυτό που πρέπει να παρατηρηθεί στο διάγραμμα είναι ότι εκτός από ελάχιστες περιπτώσεις οι περισσότεροι σταθμοί της πρώτης δειγματοληψίας βρίσκονται πολύ κοντά στο θεωρητικό μέσο ενώ δεν συμβαίνει το ίδιο με τους σταθμούς από τη δεύτερη δειγματοληπτική προσπάθεια.



Εικ 17: Χωνί κατανομής των τιμών του  $\Delta^+$ , υπολογισμένων με την ταξινομική ομάδα των Πολυχαιτών στη λιμνοθάλασσα της Γιάλοβας. Οι επεξηγήσεις των συμβόλων παρουσιάζονται στην εικόνα 15.

3.5.1.2b Χωνί κατανομής των τιμών του  $\Delta^+$  (Μέσος όρος Ταξινομικής Διακριτότητας), υπολογισμένο την εποχή του χειμώνα στη Λιμνοθάλασσα της Γιάλοβας – Πολύχαιτα.

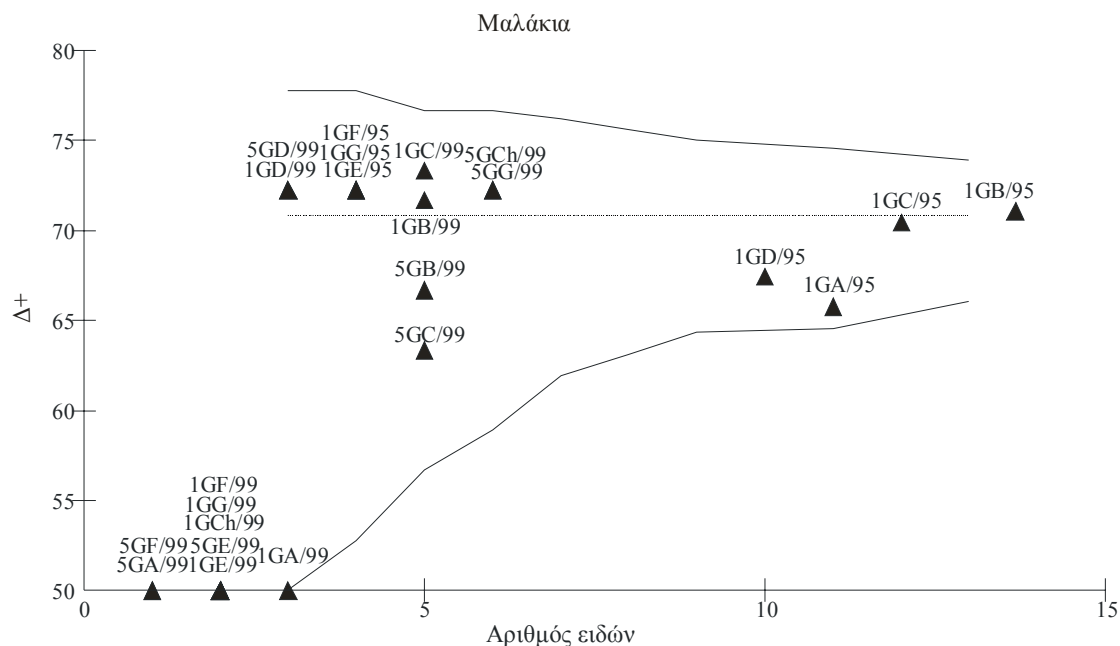
Στο επόμενο διάγραμμα παρουσιάζονται οι θέσεις των σταθμών δειγματοληψίας με βάση τις ταξινομικές / φυλογενετικές σχέσεις της κύριας ταξινομικής ομάδας των Πολυχαιτών. Όπως φαίνεται από το διάγραμμα οι όλοι σταθμοί βρίσκονται εντός των ορίων του χανιού κατανομής. Εξάιρεση αποτελεί ο σταθμός 3GA/95 ο οποίος εμφανίζεται με μηδενική τιμή του δείκτη  $\Delta^+$ . Αυτό συμβαίνει λόγω του ότι στο σταθμό αυτό την εποχή του χειμώνα υπάρχει μόνο ένα είδος πολυχαιτου.



Εικ 18: Χωνί κατανομής των τιμών του  $\Delta^+$ , υπολογισμένων με την ταξινομική ομάδα των Πολυχαιτών στη λιμνοθάλασσα της Γιάλοβας. Οι επεξηγήσεις των συμβόλων παρουσιάζονται στην εικόνα 15.

3.5.1.3a Χωνί κατανομής των τιμών του  $\Delta^+$  (Μέσος όρος Ταξινομικής Διακριτότητας), υπολογισμένο την εποχή του καλοκαιριού στη Λιμνοθάλασσα της Γιάλοβας – Μαλάκια.

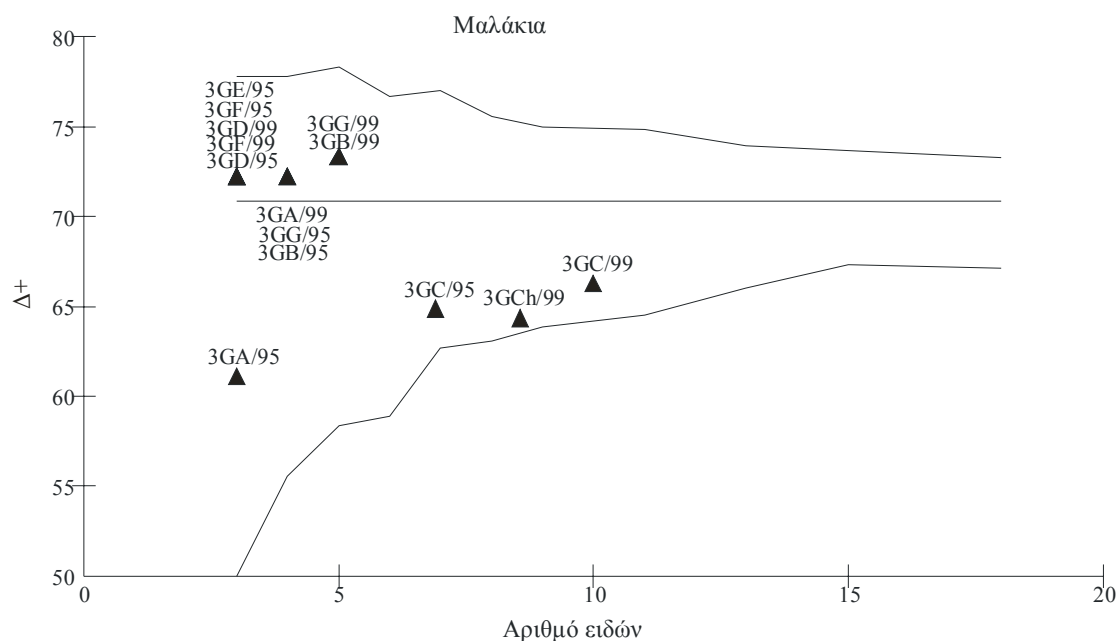
Στο επόμενο διάγραμμα απεικονίζονται οι θέσεις των σταθμών δειγματοληψίας μέσα στο χωνί κατανομής με βάση τις ταξινομικές σχέσεις των Μαλακίων. Όπως διαπιστώνεται εκτός από τους σταθμούς που εμφανίζονται με μηδενικές τιμές του δείκτη βιοποικιλότητας  $\Delta^+$ , όλοι οι υπόλοιποι σταθμοί βρίσκονται εντός των ορίων του χωνιού. Οι σταθμοί από την πρώτη δειγματοληπτική προσπάθεια είναι αυτοί με τον μεγαλύτερο αριθμό ειδών, ενώ εκείνοι με τις μηδενικές τιμές προέρχονται από την δεύτερη δειγματοληπτική προσπάθεια είναι δύο γεγονότα που ενισχύουν την κεντρική υπόθεση.



Εικ 19:Χωνί κατανομής των τιμών του  $\Delta^+$ , υπολογισμένων με την ταξινομική ομάδα των Μαλακίων στη λιμνοθάλασσα της Γιάλοβας. Οι επεξηγήσεις των συμβόλων παρουσιάζονται στην εικόνα 15.

3.5.1.3b Χωνί κατανομής των τιμών του  $\Delta^+$  (Μέσος όρος Ταξινομικής Διακριτότητας), υπολογισμένο την εποχή του χειμώνα στη Λιμνοθάλασσα της Γιάλοβας – Μαλάκια.

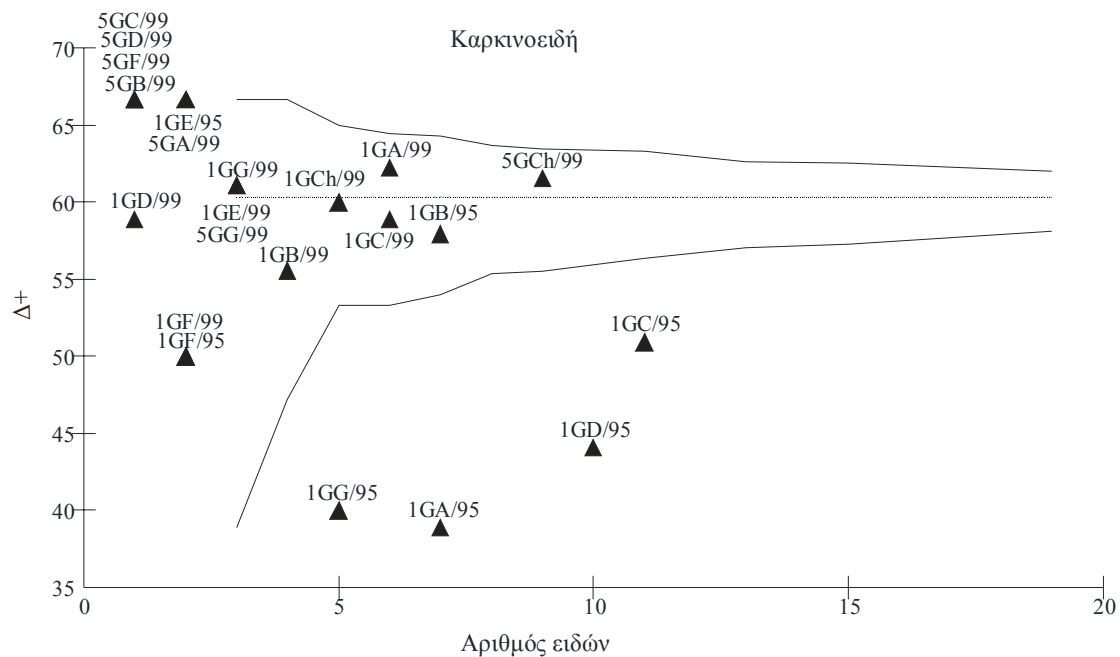
Στο διάγραμμα της εικόνας 36 φαίνονται οι θέσεις των σταθμών δειγματοληψίας μέσα στο χωνί κατανομής με βάση τις φυλογενετικές σχέσεις της ταξινομικής ομάδας των Μαλακίων. Από το διάγραμμα φαίνεται ότι όλοι οι σταθμοί και από τις δύο δειγματοληπτικές προσπάθειες βρίσκονται εντός των ορίων του χωνιού. Ακόμα σε πολλές περιπτώσεις στην ίδια θέση βρίσκονται σταθμοί τόσο από την πρώτη δειγματοληψία όσο και από την δεύτερη. Αυτά τα δύο γεγονότα αποδεικνύουν ότι την εποχή του χειμώνα η φυλογενετική / ταξινομική ποικιλότητα που προκύπτει από τις δύο δειγματοληπτικές προσπάθειες είναι η ίδια.



Εικ 20: Χωνί κατανομής των τιμών του  $\Delta^+$ , υπολογισμένων με την ταξινομική ομάδα των Μαλακίων στη λιμνοθάλασσα της Γιάλοβας. Οι επεξηγήσεις των συμβόλων παρουσιάζονται στην εικόνα 15.

3.5.1.4a Χωρή κατανομής των τιμών του  $\Delta^+$  (Μέσος όρος Ταξινομικής Διακριτότητας), υπολογισμένο την εποχή του καλοκαιριού στη Λιμνοθάλασσα της Γιάλοβας – Καρκινοειδή.

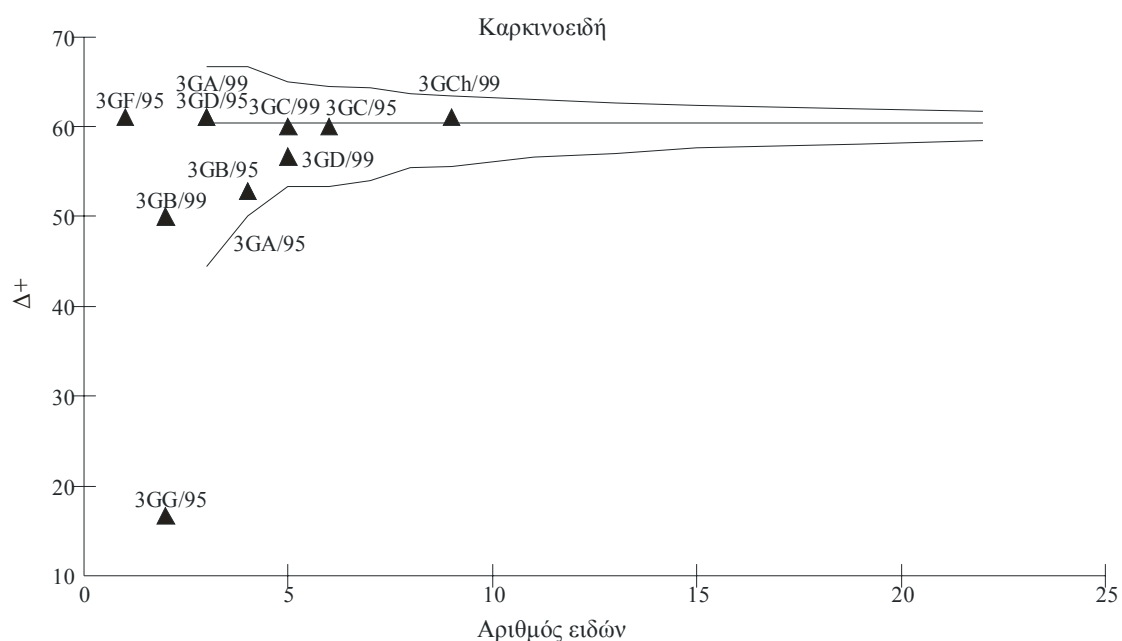
Στο επόμενο διάγραμμα απεικονίζονται οι θέσεις των σταθμών δειγματοληψίας μέσα στα όρια κατανομής του χωνιού όπως αυτό προκύπτει με βάση την κύρια ταξινομική ομάδα των Καρκινοειδών. Όπως φαίνεται από το διάγραμμα οι περισσότεροι σταθμοί δειγματοληψίας βρίσκονται εντός των ορίων του χωνιού κατανομής. Έξω από τα όρια του χωνιού βρίσκονται κάποιοι σταθμοί από την πρώτη δειγματοληπτική προσπάθεια. Το γεγονός αυτό έρχεται σε αντίθεση με την κεντρική υπόθεση αφού με βάση αυτή θα αναμένονταν έξω από τα όρια του χωνιού να βρίσκονται σταθμοί από την δεύτερη δειγματοληψία.



Εικ 21: Χωρή κατανομής των τιμών του  $\Delta^+$ , υπολογισμένων με την ταξινομική ομάδα των Καρκινοειδών στη λιμνοθάλασσα της Γιάλοβας. Οι επεξηγήσεις των συμβόλων παρουσιάζονται στην εικόνα 15.

3.5.1.4b Χωνί κατανομής των τιμών του  $\Delta^+$  (Μέσος όρος Ταξινομικής Διακριτότητας), υπολογισμένο την εποχή του χειμώνα στη Λιμνοθάλασσα της Γιάλοβας – Καρκινοειδή.

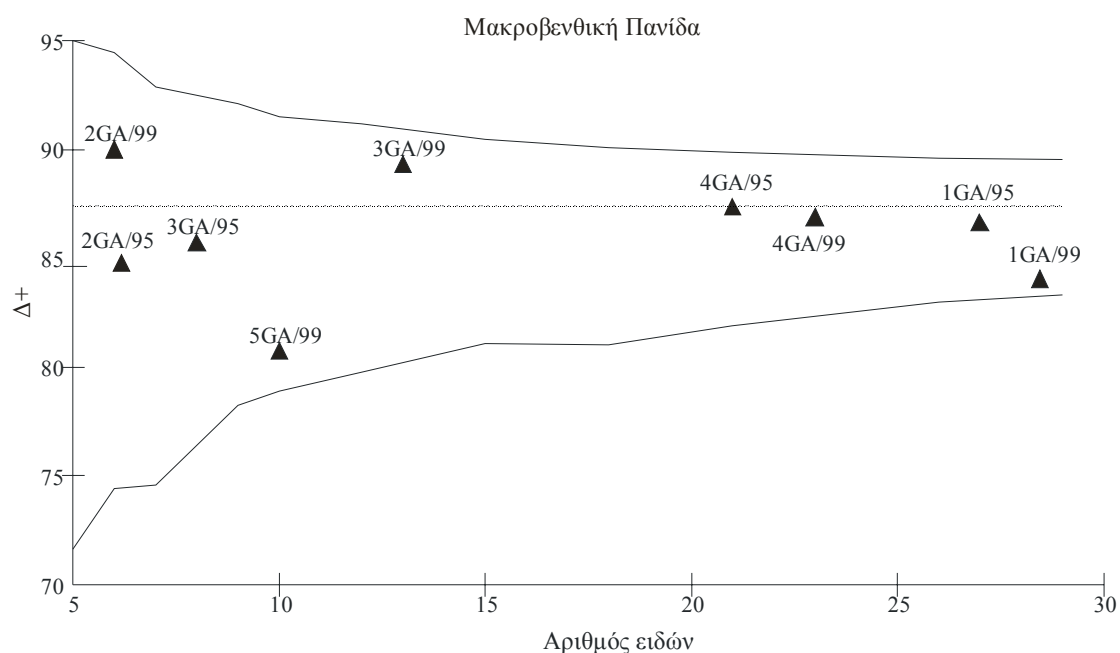
Στο επόμενο διάγραμμα φαίνεται η κατανομή των σταθμών δειγματοληψίας με βάση την κύρια ταξινομική ομάδα των Καρκινοειδών για την εποχή του χειμώνα. Σε αυτή την περίπτωση φαίνεται ότι όλοι οι σταθμοί βρίσκονται εντός των ορίων κατανομής του χωνιού. Εξαιρέση αποτελεί ο σταθμός 3GG/95 όπου βρίσκεται έξω από τα όρια.



Εικ 22: Χωνί κατανομής των τιμών του  $\Delta^+$ , υπολογισμένων με την ταξινομική ομάδα των Καρκινοειδών στη λιμνοθάλασσα της Γιάλοβας. Οι επεξηγήσεις των συμβόλων παρουσιάζονται στην εικόνα 15.

3.5.2.1a Χωνί κατανομής των τιμών του  $\Delta^+$  (Μέσος όρος Ταξινομικής Διακριτότητας), υπολογισμένο στο σταθμό Α στη Λιμνοθάλασσα της Γιάλοβας – Μακροβενθική Πανίδα.

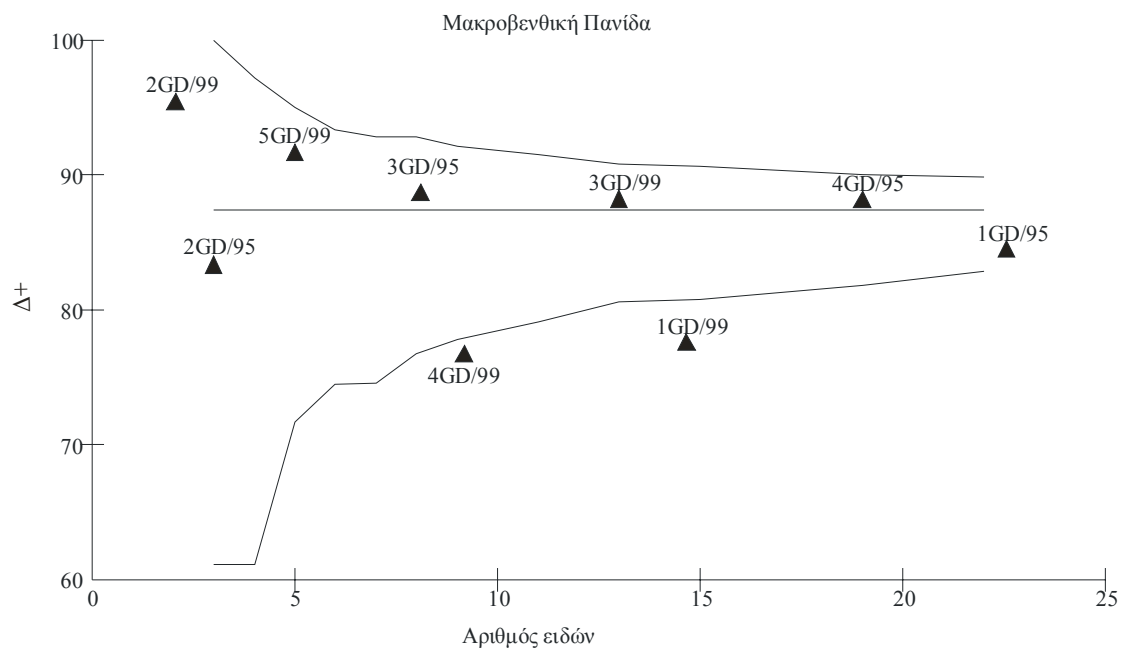
Στο διάγραμμα που ακολουθεί απεικονίζονται οι σχέσεις των εποχών με βάση τη φυλογενετική / ταξινομική συγγένεια των ειδών της Μακροβενθικής Πανίδας. Όλες οι εποχές βρίσκονται μέσα στα όρια του χωνιού κατανομής. Αυτό που πρέπει να παρατηρηθεί από το παρακάτω διάγραμμα είναι η κατανομή των εποχών μέσα σε αυτό. Έτσι οι εποχές σε κάθε περίπτωση και από τις δύο δειγματοληπτικές προσπάθειες βρίσκονται αρκετά κοντά, με εξαίρεση της τελευταίας δειγματοληψίας του καλοκαιριού (5GA/99). Αυτό είναι ενδεικτικό του γεγονότος ότι ο σταθμός Α δεν επηρεάζεται σημαντικά από το φαινόμενο της δυστροφικής κρίσης αφού βρίσκεται κοντά στο στόμιο επικοινωνίας της λιμνοθάλασσας με την θάλασσα.



Εικ 23: Χωνί κατανομής των τιμών του  $\Delta^+$ , υπολογισμένων με την Μακροβενθική Πανίδα στη λιμνοθάλασσα της Γιάλοβας. Οι επεξηγήσεις των συμβόλων παρουσιάζονται στην εικόνα 15.

3.5.2.1b Χωνί κατανομής των τιμών του  $\Delta^+$  (Μέσος όρος Ταξινομικής Διακριτότητας), υπολογισμένο στο σταθμό D στη Λιμνοθάλασσα της Γιάλοβας – Μακροβενθική Πανίδα.

Στο χωνί κατανομής της εικόνας 40 απεικονίζονται οι εποχές δειγματοληψίας στο σταθμό D. Από το διάγραμμα φαίνεται ότι εκτός από δύο περιπτώσεις, όλες οι εποχές βρίσκονται εντός των ορίων κατανομής του χωνιού. Οι εποχές του καλοκαιριού και της άνοιξης από το δεύτερο δειγματοληπτικό σετ δεδομένων βρίσκονται εκτός των ορίων κατανομής του χωνιού.

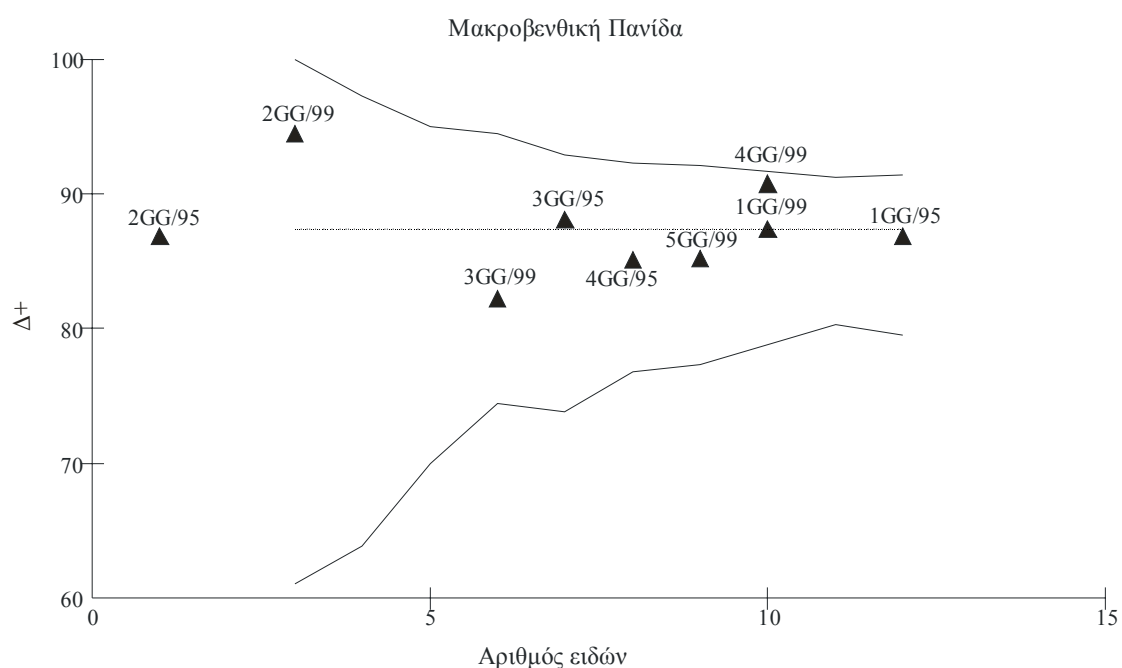


Εικ 24: Χωνί κατανομής των τιμών του  $\Delta^+$ , υπολογισμένων με την Μακροβενθική Πανίδα στη λιμνοθάλασσα της Γιάλοβας. Οι επεξηγήσεις των συμβόλων παρουσιάζονται στην εικόνα 15.



3.5.2.1c Χωνί κατανομής των τιμών του  $\Delta^+$  (Μέσος όρος Ταξινομικής Διακριτότητας), υπολογισμένο στο σταθμό G στη Λιμνοθάλασσα της Γιάλοβας – Μακροβενθική Πανίδα.

Στην περίπτωση του χωνιού κατανομής, με βάση την Μακροβενθική Πανίδα στο σταθμό G, όλες οι εποχές βρίσκονται εντός των ορίων. Αυτό φαινομενικά έρχεται σε αντίθεση με την κεντρική υπόθεση, όμως φαίνεται να σχετίζεται με τη φύση του δείκτη ποικιλότητας και του μικρού αριθμού ειδών που προσδιορίστηκαν στο σταθμό αυτό.

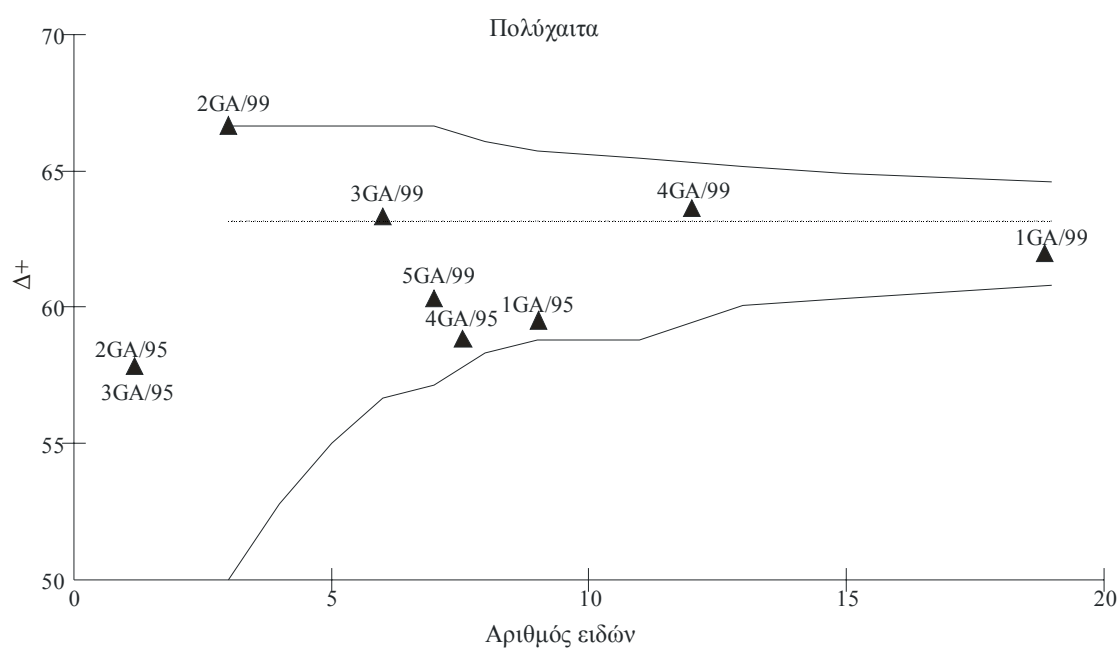


Εικ 25: Χωνί κατανομής των τιμών του  $\Delta^+$ , υπολογισμένων με την Μακροβενθική Πανίδα στη λιμνοθάλασσα της Γιάλοβας. Οι επεξηγήσεις των συμβόλων παρουσιάζονται στην εικόνα 15.

3.5.2.2a Χωνί κατανομής των τιμών του  $\Delta^+$  (Μέσος όρος Ταξινομικής Διακριτότητας), υπολογισμένο στο σταθμό Α στη Λιμνοθάλασσα της Γιάλοβας – Πολύχαιτα.

Στο χωνί κατανομής που ακολουθεί απεικονίζονται οι θέσεις των εποχών στο σταθμό δειγματοληψίας Α με βάση τις φυλογενετικές σχέσεις των Πολυχαιτών. Όπως φαίνεται από το διάγραμμα όλες οι εποχές βρίσκονται εντός των ορίων κατανομής του χωνιού.

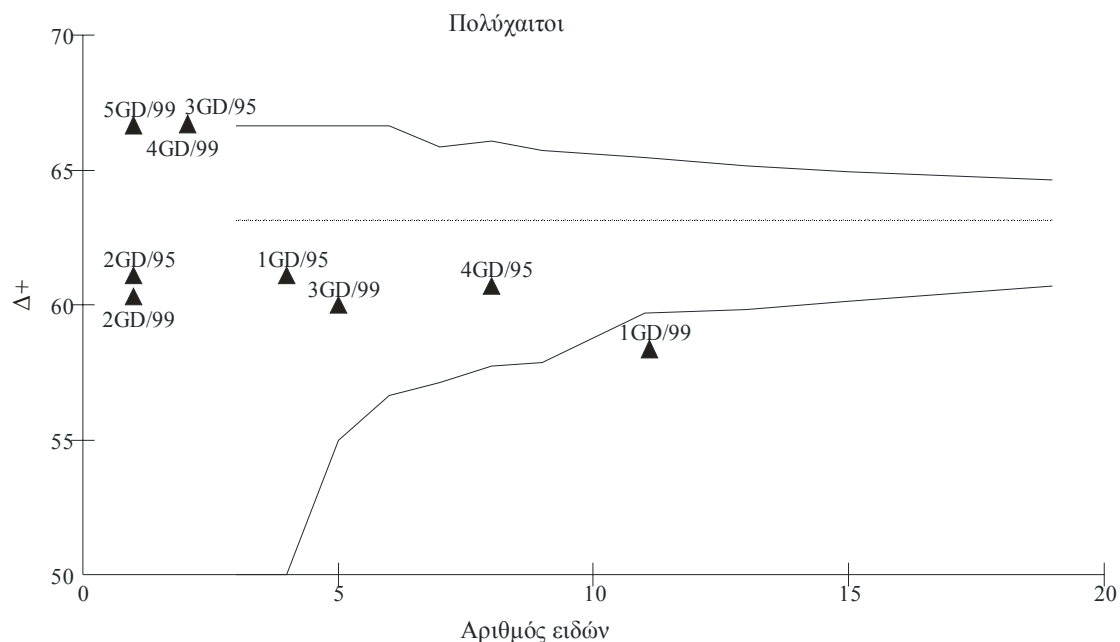
Η διαπίστωση αυτή έρχεται σε συμφωνία με τα ευρήματα του συνόλου της μακροβενθικής πανίδας που παρουσιάζονται στην εικόνα 23.



Εικ 26: Χωνί κατανομής των τιμών του  $\Delta^+$ , υπολογισμένων με τα Πολύχαιτα στη λιμνοθάλασσα της Γιάλοβας. Οι επεξηγήσεις των συμβόλων παρουσιάζονται στην εικόνα 15.

3.5.2.2b Χωνή κατανομή των τιμών του  $\Delta^+$  (Μέσος όρος Ταξινομικής Διακριτότητας), υπολογισμένο στο σταθμό D στη Λιμνοθάλασσα της Γιάλοβας – Πολύχαιτοι.

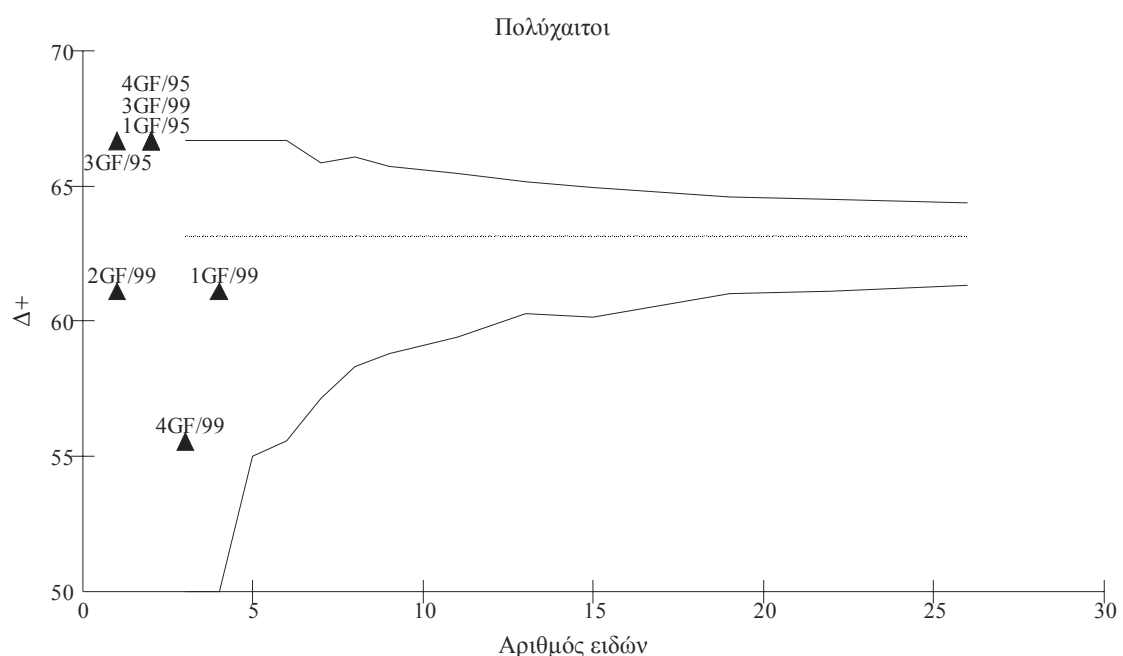
Στο επόμενο διάγραμμα απεικονίζονται οι θέσεις των εποχών με βάση τις ταξινομικές σχέσεις των Πολυχαιτών στο σταθμό D. Όπως φαίνεται από το διάγραμμα όλοι οι σταθμοί βρίσκονται μέσα στα όρια κατανομής του χωνιού. Εξάιρεση αποτελεί η εποχή του καλοκαιριού της δεύτερης δειγματοληπτικής προσπάθειας όπου βρίσκεται εκτός της κατανομής. Το γεγονός αυτό ενισχύει την κεντρική υπόθεση δεδομένου της επιμήκυνσης της δυστροφικής κρίσης κατά τη δεύτερη δειγματοληπτική προσπάθεια.



Εικ 27: Χωνή κατανομή των τιμών του  $\Delta^+$ , υπολογισμένων με τα Πολύχαιτα στη λιμνοθάλασσα της Γιάλοβας. Οι επεξηγήσεις των συμβόλων παρουσιάζονται στην εικόνα 15.

3.5.2.2c Χωνί κατανομής των τιμών του  $\Delta^+$  (Μέσος όρος Ταξινομικής Διακριτότητας), υπολογισμένο στο σταθμό G στη Λιμνοθάλασσα της Γιάλοβας – Πολύχαιτοι.

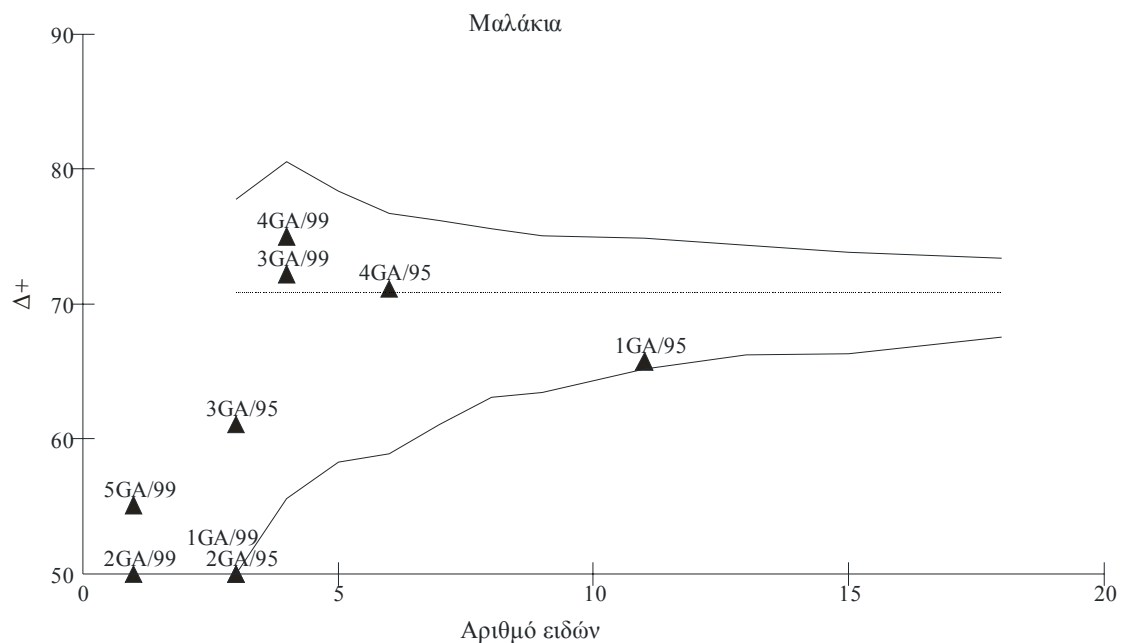
Στο επόμενο διάγραμμα φαίνεται η κατανομή των εποχών με βάση τη φυλογενετική συγγένεια ειδών των Πολυχαιτών στο σταθμό G. Μέσα στα όρια του χωνιού βρίσκονται όλες οι εποχές δειγματοληψίας, χωρίς ακόμα κανένας σταθμός να εμφανίζει με μηδενικές τιμές του δείκτη ποικιλότητας  $\Delta^+$ . Ορισμένες εποχές δεν εμφανίζονται στο παρακάτω διάγραμμα επειδή δεν συλλέχθηκαν είδη πολυχαιτών στο συγκεκριμένο σταθμό κατά τη διάρκεια του έτους.



Εικ 28: Χωνί κατανομής των τιμών του  $\Delta^+$ , υπολογισμένων με τα Πολύχαιτα στη λιμνοθάλασσα της Γιάλοβας. Οι επεξηγήσεις των συμβόλων παρουσιάζονται στην εικόνα 15.

3.5.2.3a Χωνί κατανομής των τιμών του  $\Delta^+$  (Μέσος όρος Ταξινομικής Διακριτότητας), υπολογισμένο στο σταθμό Α στη Λιμνοθάλασσα της Γιάλοβας – Μαλάκια.

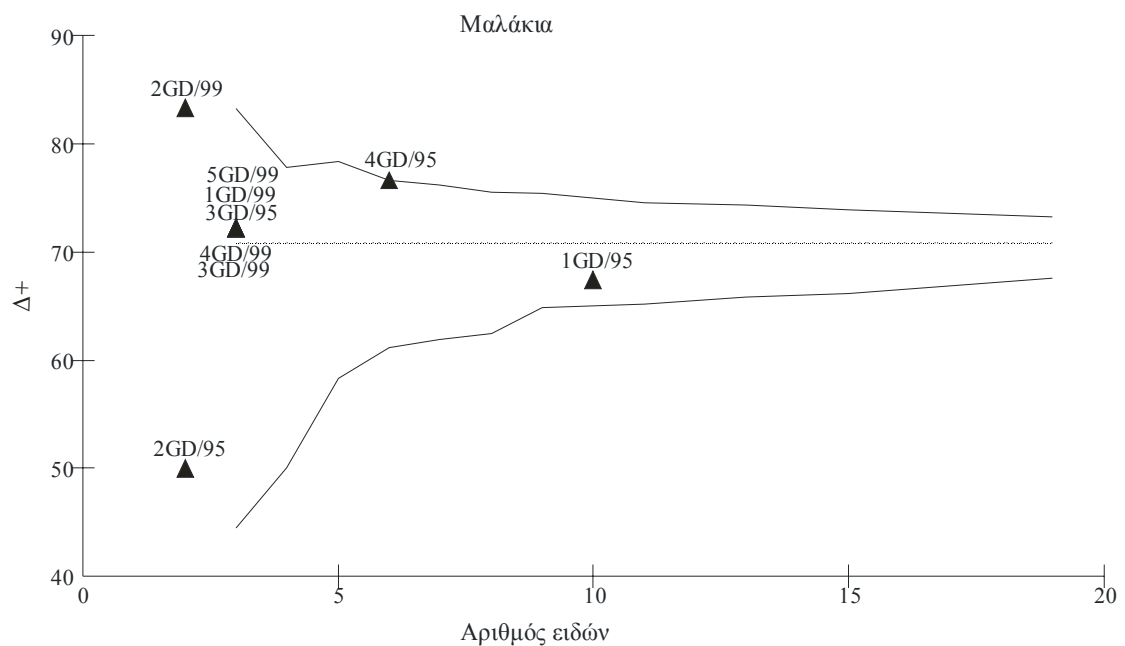
Στο παρακάτω χωνί κατανομής φαίνονται οι θέσεις των εποχών με βάση την ταξινομική συγγένεια των ειδών των Μαλακίων στο σταθμό Α. Όλες οι δειγματοληπτικές περιόδους βρίσκονται εντός των ορίων κατανομής του χωνιού. Εντοπίζονται δε κάποιες μηδενικές τιμές του δείκτη ποικιλότητας  $\Delta^+$ . Αυτό οφείλεται στο ότι όλα τα είδη που προσδιορίστηκαν κατά της εποχές αυτές ανήκουν στο ίδιο γένος.



Εικ 29: Χωνί κατανομής των τιμών του  $\Delta^+$ , υπολογισμένων με τα Μαλάκια στη λιμνοθάλασσα της Γιάλοβας. Οι επεξηγήσεις των συμβόλων παρουσιάζονται στην εικόνα 15.

3.5.2.3b Χωρή κατανομής των τιμών του  $\Delta^+$  (Μέσος όρος Ταξινομικής Διακριτότητας), υπολογισμένο στο σταθμό D στη Λιμνοθάλασσα της Γιάλοβας – Μαλάκια.

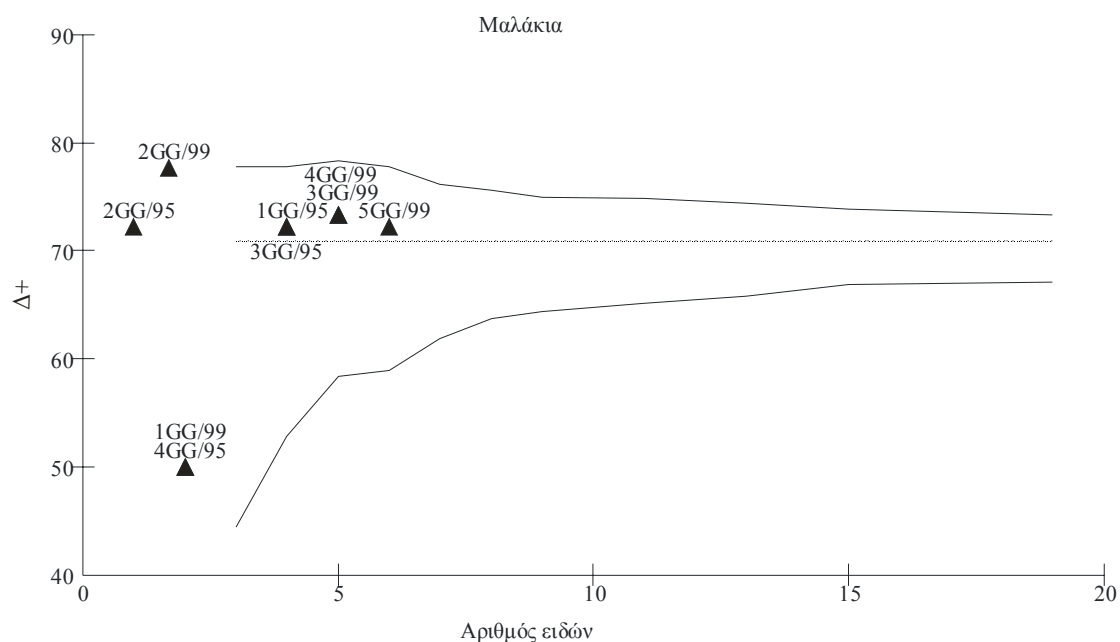
Στο επόμενο διάγραμμα απεικονίζονται οι θέσεις των εποχών με βάση την ταξινομική συγγένεια των Μαλακίων στο σταθμό D. Όπως φαίνεται όλοι οι σταθμοί βρίσκονται μέσα στα όρια κατανομής του χωνιού. Η κατανομή αυτή δεν ευθυγραμμίζεται μ' εκείνες που προέκυψαν από την Μακροβενθική Πανίδα και τους Πολύχαιτους.



Εικ 30: Χωρή κατανομής των τιμών του  $\Delta^+$ , υπολογισμένων με τα Μαλάκια στη λιμνοθάλασσα της Γιάλοβας. Οι επεξηγήσεις των συμβόλων παρουσιάζονται στην εικόνα 15.

3.5.2.3c Χωρή κατανομής των τιμών του  $\Delta^+$  (Μέσος όρος Ταξινομικής Διακριτότητας), υπολογισμένο στο σταθμό G στη Λιμνοθάλασσα της Γιάλοβας – Μαλάκια.

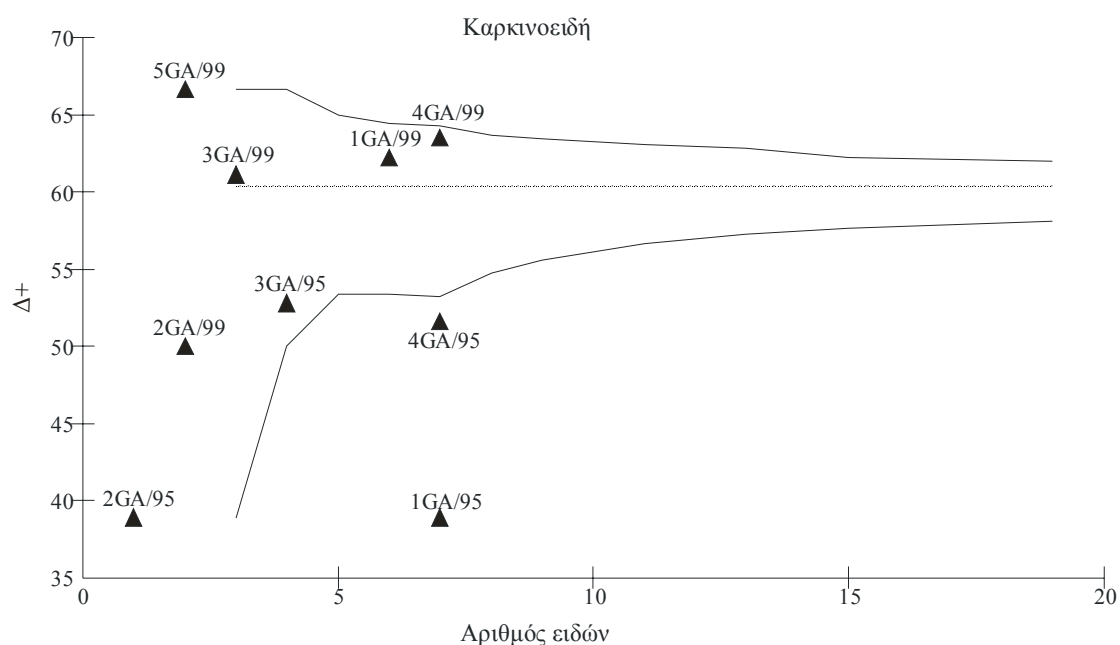
Στο διάγραμμα που ακολουθεί φαίνονται οι σχέσεις των εποχών στο σταθμό G με βάση της ταξινομικής / φυλογενετικής συγγένειας των ειδών της κύριας ταξινομικής ομάδας των Καρκινοειδών. Όλες οι εποχές βρίσκονται εντός των ορίων κατανομής του χωνιού. Το γεγονός αυτό μπορεί να αποδοθεί στο ότι σε όλες οι εποχές συλλέχθηκε ένας πολύ μικρός αριθμός ειδών.



Εικ 31: Χωρή κατανομής των τιμών του  $\Delta^+$ , υπολογισμένων με τα Μαλάκια στη λιμνοθάλασσα της Γιάλοβας. Οι επεξηγήσεις των συμβόλων παρουσιάζονται στην εικόνα 15.

3.5.2.4a Χωνί κατανομής των τιμών του  $\Delta^+$  (Μέσος όρος Ταξινομικής Διακριτότητας), υπολογισμένο στο σταθμό Α στη Λιμνοθάλασσα της Γιάλοβας – Καρκινοειδή.

Στο επόμενο διάγραμμα παρουσιάζονται οι θέσεις των εποχών μέσα στο χωνί κατανομής με βάση την ταξινομική συγγένεια των ειδών της κυρίας ταξινομικής ομάδας των Καρκινοειδών στο σταθμό Α. Όπως φαίνεται από το διάγραμμα οι περισσότερες εποχές βρίσκονται μέσα στα όρια κατανομής του χωνιού. Εξαιρέση αποτελούν οι εποχές τις άνοιξης και του καλοκαιριού από τη πρώτη σειρά δεδομένων όπου βρίσκονται εκτός των ορίων κατανομής.

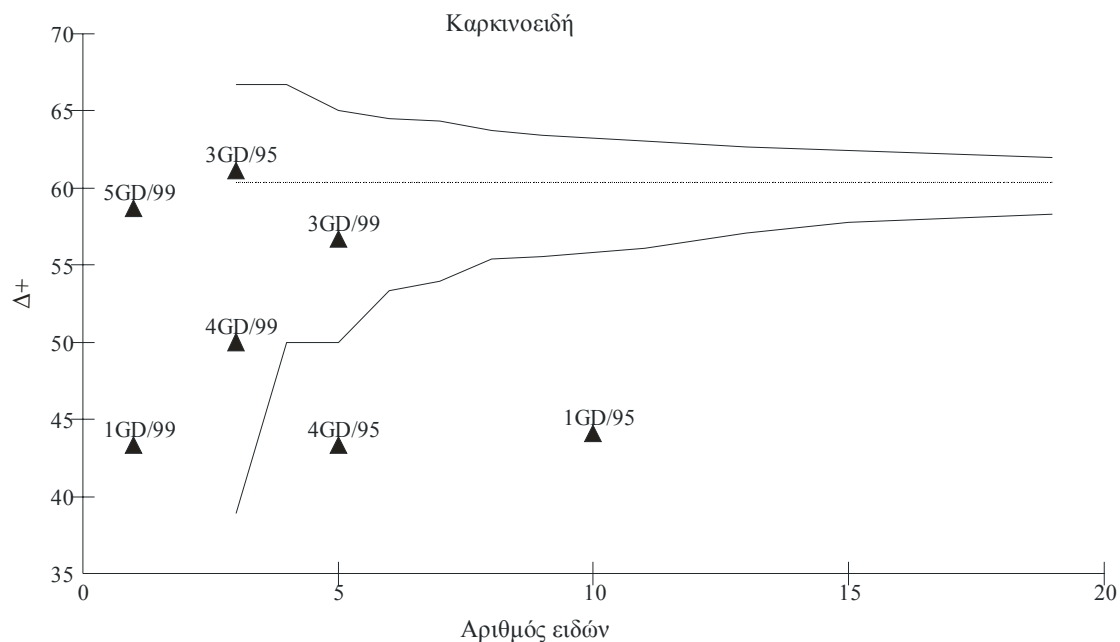


Εικ 32: Χωνί κατανομής των τιμών του  $\Delta^+$ , υπολογισμένων με βάση τα Καρκινοειδή στη λιμνοθάλασσα της Γιάλοβας. Οι επεξηγήσεις των συμβόλων παρουσιάζονται στην εικόνα 15.



3.5.2.4b Χωρή κατανομής των τιμών του  $\Delta^+$  (Μέσος όρος Ταξινομικής Διακριτότητας), υπολογισμένο στο σταθμό D στη Λιμνοθάλασσα της Γιάλοβας – Καρκινοειδή.

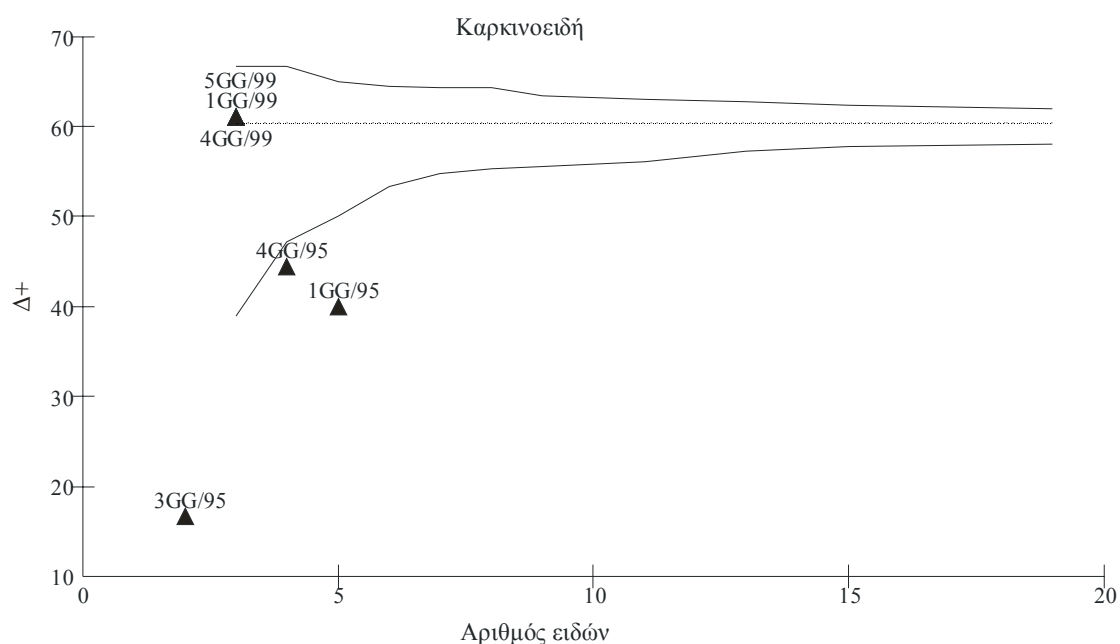
Στο διάγραμμα που ακολουθεί παρουσιάζονται οι θέσεις των εποχών με βάση την φυλογενετική συγγένεια των ειδών της κύρια ταξινομική ομάδας των Καρκινοειδών, στο σταθμό D. Όπως φαίνεται από το διάγραμμα και σε αυτή την περίπτωση όπως και στην προηγούμενη όλες οι εποχές βρίσκονται εντός των ορίων κατανομής του χωνιού εκτός από δύο εποχές. Οι εποχές όμως, του καλοκαιριού και της άνοιξης βρίσκονται έξω από τα όρια του χωνιού.



Εικ 33: Χωρή κατανομής των τιμών του  $\Delta^+$ , υπολογισμένων με βάση τα Καρκινοειδή στη λιμνοθάλασσα της Γιάλοβας. Οι επεξηγήσεις των συμβόλων παρουσιάζονται στην εικόνα 15.

3.5.2.4c Χωρή κατανομή των τιμών του  $\Delta^+$  (Μέσος όρος Ταξινομικής Διακριτότητας), υπολογισμένο στο σταθμό G στη Λιμνοθάλασσα της Γιάλοβας – Καρκινοειδή.

Στο διάγραμμα κατανομής των εποχών με βάση την ταξινομική συγγένεια των ειδών των Καρκινοειδών στο σταθμό G. Στο σταθμό αυτό δεν παρουσιάζονται όλες οι εποχές αφού δεν συλλέχθηκαν είδη Καρκινοειδών σε όλες τις περιπτώσεις. Αξιοσημείωτο είναι το γεγονός ότι οι εποχές του καλοκαιριού και της άνοιξης από τη πρώτη δειγματοληπτική προσπάθεια, παραμένουν εκτός των ορίων του χωρίου κατανομής.

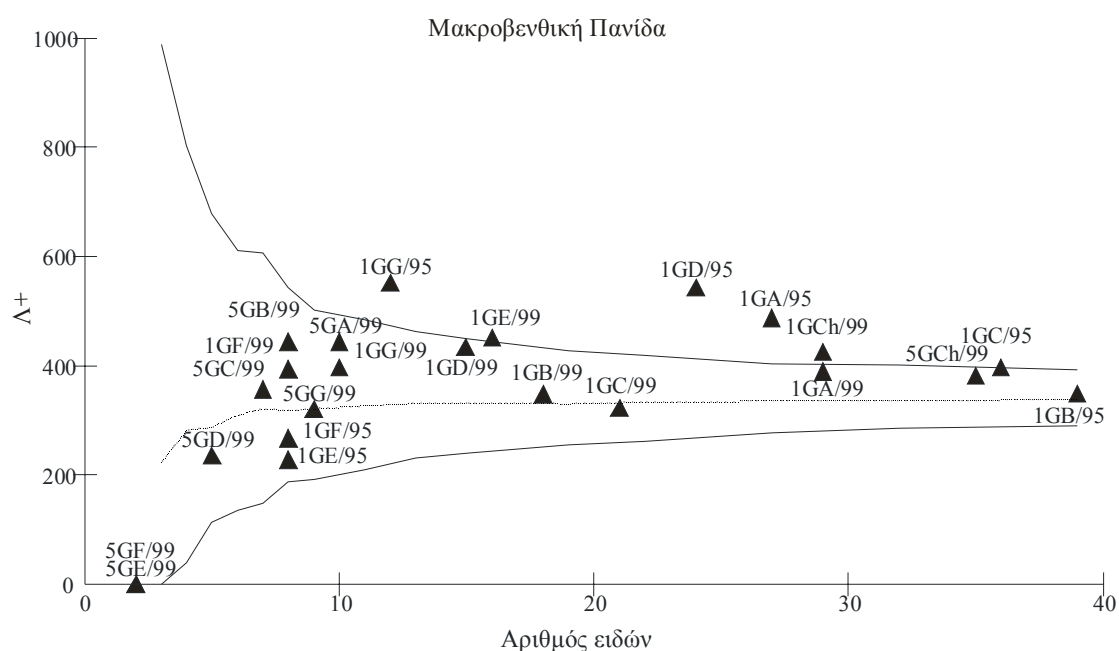


Εικ 34: Χωρή κατανομής των τιμών του  $\Delta^+$  , υπολογισμένων με βάση τα Καρκινοειδή στη λιμνοθάλασσα της Γιάλοβας. Οι επεξηγήσεις των συμβόλων παρουσιάζονται στην εικόνα 15.

### 3.6 Χωνιά κατανομής με βάση το δείκτη της Μεταβλητότητας της Ταξινομικής Διακριτότητας

3.6.1.1a Χωνιά κατανομής των τιμών του  $\Lambda^+$  (Μεταβλητότητα της Ταξινομικής Διακριτότητας), υπολογισμένο την εποχή του καλοκαιριού στην Λιμνοθάλασσα της Γιάλοβας – Μακροβενθική Πανίδα.

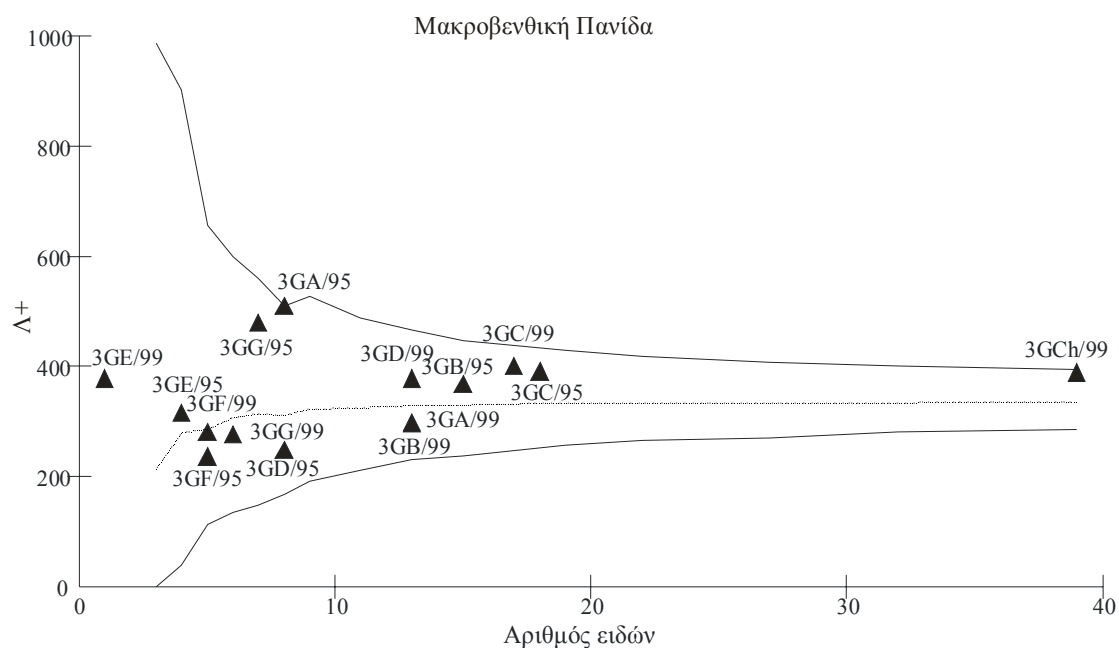
Στο χωνιά κατανομής των τιμών του  $\Lambda^+$  που ακολουθεί απεικονίζονται οι σταθμοί κατά την εποχή του καλοκαιριού σε όλες τις δειγματοληπτικές προσπάθειες. Όπως φαίνεται από το διάγραμμα οι περισσότεροι σταθμοί βρίσκονται μέσα στα όρια του χωνιού κατανομής. Όμως υπάρχουν και κάποιοι σταθμοί που βρίσκονται έξω από τα όρια και μάλιστα εμφανίζονται με τιμές του δείκτη μεγαλύτερες από τις αναμενόμενες. Εκτός από τον σταθμό 1GCh/99 που βρίσκεται μέσα στο κανάλι επικοινωνίας και προέρχεται από τη δεύτερη δειγματοληπτική σειρά δεδομένων, όλοι οι άλλοι σταθμοί προέρχονται από την πρώτη δειγματοληπτική προσπάθεια. Τέλος υπάρχουν δύο περιπτώσεις σταθμών που εμφανίζονται με μηδενικές τιμές του δείκτη ποικιλότητας. Αυτό οφείλεται στην ύπαρξη μιας ολιγοτυπικής (2 είδη) ανώτερης ταξινομικής ομάδας.



Εικ 35: Χωνιά κατανομής των τιμών του  $\Lambda^+$ , υπολογισμένων με βάση την Μακροβενθική Πανίδα στη λιμνοθάλασσα της Γιάλοβας. Οι επεξηγήσεις των συμβόλων παρουσιάζονται στην εικόνα 15.

3.6.1.1b Χωρή κατανομής των τιμών του  $\Lambda^+$  (Μεταβλητότητα της Ταξινομικής Διακριτότητας), υπολογισμένο την εποχή του χειμώνα στην Λιμνοθάλασσα της Γιάλοβας – Μακροβενθική Πανίδα.

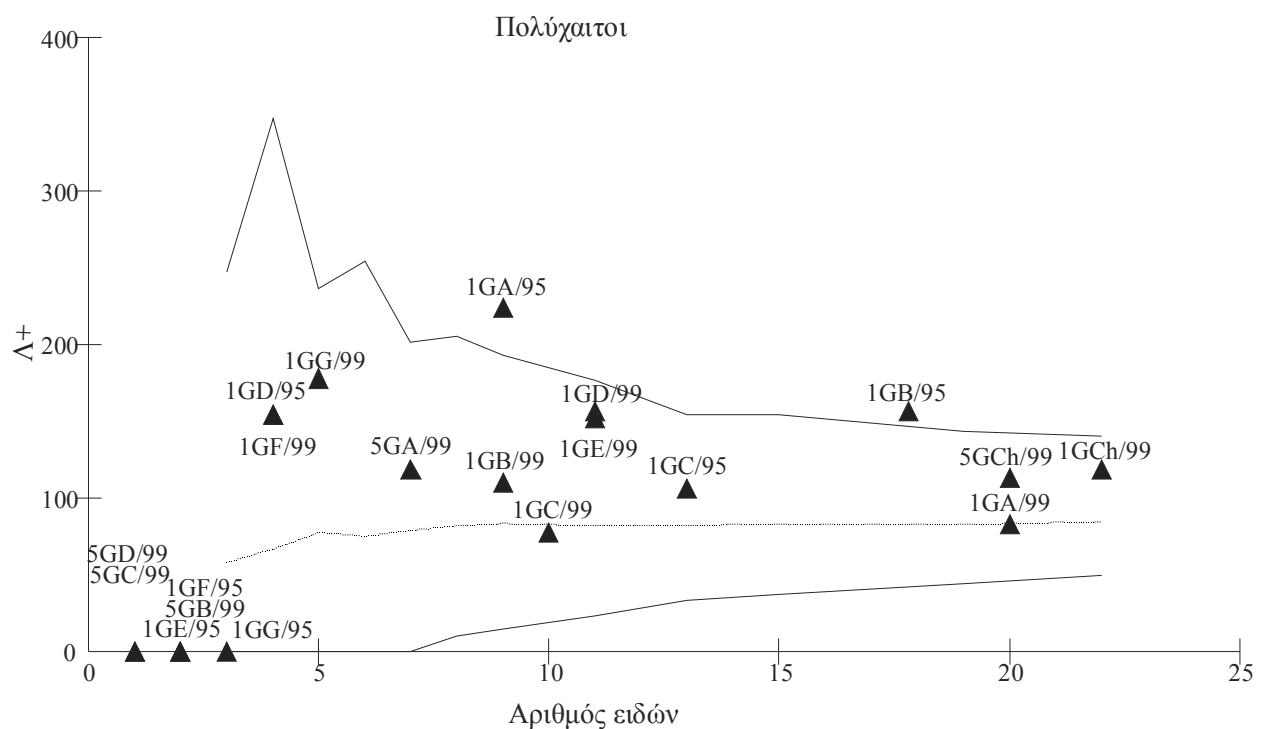
Στο παρακάτω διάγραμμα παρουσιάζονται οι τιμές του δείκτη  $\Lambda^+$  των σταθμών όπως υπολογίστηκαν για την εποχή του χειμώνα. Όλοι οι σταθμοί βρίσκονται μέσα στα όρια κατανομής του χωνιού. Ακόμα κανένας σταθμός δεν παρουσιάζεται με μηδενικές τιμές του δείκτη. Αυτό που πρέπει να σημειωθεί είναι ότι ο σταθμός που βρίσκεται μέσα στο στόμιο επικοινωνίας παρουσιάζεται κατά την εποχή αυτή με διπλάσιο αριθμό ειδών από τους υπόλοιπους σταθμούς που βρίσκονται στο εσωτερικό της λιμνοθάλασσας.



Εικ 36: Χωρή κατανομής των τιμών του  $\Lambda^+$ , υπολογισμένων με βάση την Μακροβενθική Πανίδα στη λιμνοθάλασσα της Γιάλοβας. Οι επεξηγήσεις των συμβόλων παρουσιάζονται στην εικόνα 15.

3.6.1.2a Χωνί κατανομής των τιμών του  $\Lambda^+$  (Μεταβλητότητα της Ταξινομικής Διακριτότητας), υπολογισμένο την εποχή του καλοκαιριού στη Λιμνοθάλασσα της Γιάλοβας – Πολύχαιτοι.

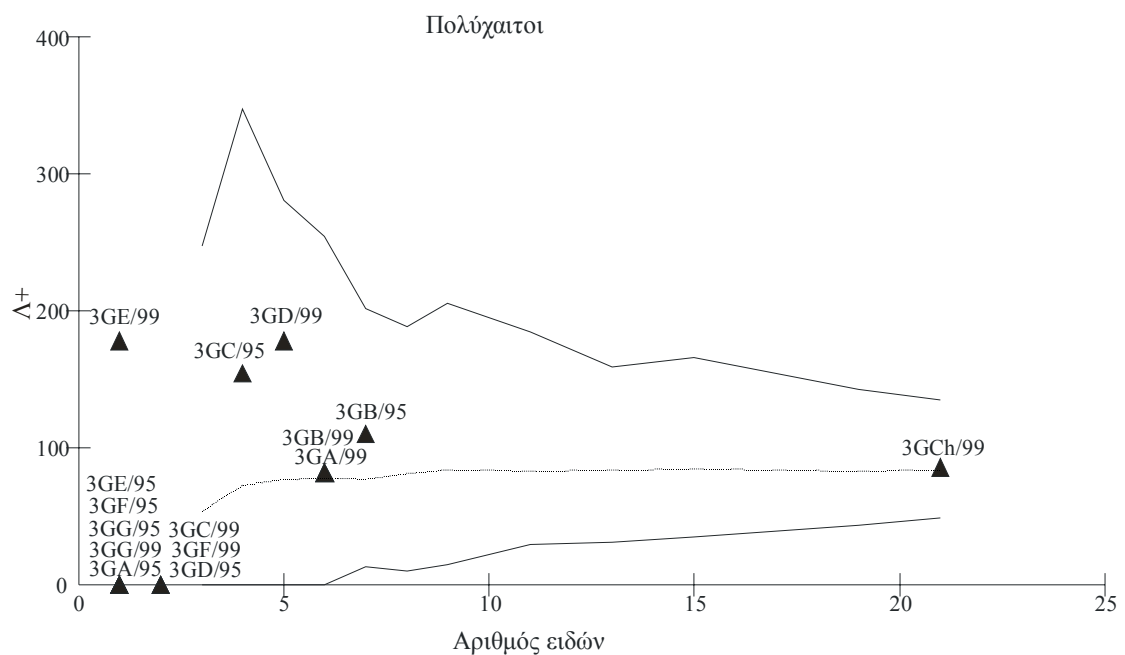
Στο παρακάτω διάγραμμα απεικονίζονται οι θέσεις των σταθμών με βάση την φυλογενετική συγγένεια των Πολυχαίτων την εποχή του καλοκαιριού. Όπως φαίνεται μέσα στα όρια του χωνιού κατανομής βρίσκονται σχεδόν όλοι οι σταθμοί δειγματοληψίας. Εκτός του σταθμού βρίσκεται μόνο ένας σταθμός με τιμή  $\Lambda^+$  ανώτερη από τι θεωρητικά αναμενόμενη, ενώ υπάρχουν πολλοί σταθμοί που εμφανίζουν μηδενικές τιμές του δείκτη  $\Lambda^+$ .



Εικ 37: Χωνί κατανομής των τιμών του  $\Lambda^+$ , υπολογισμένων με βάση την κύρια ταξινομική ομάδα των πολυχαίτων, στη λιμνοθάλασσα της Γιάλοβας. Οι επεξηγήσεις των συμβόλων παρουσιάζονται στην εικόνα 15.

3.6.1.2b Χωνί κατανομής των τιμών του  $\Lambda^+$  (Μεταβλητότητα της Ταξινομικής Διακριτότητας), υπολογισμένο την εποχή του χειμώνα στη Λιμνοθάλασσα της Γιάλοβας – Πολύχαιτοι.

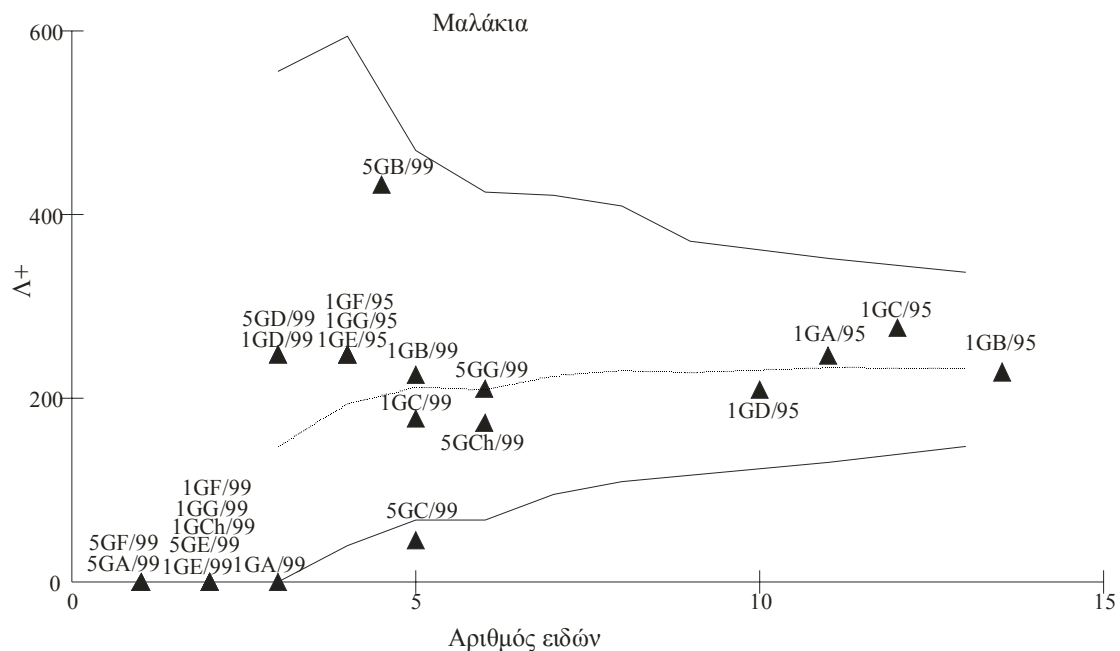
Στο χωνί κατανομής που ακολουθεί παρουσιάζονται οι σταθμοί δειγματοληψίας την εποχή του χειμώνα. Όπως φαίνεται από το σχήμα όλοι οι σταθμοί δειγματοληψίας βρίσκονται εντός των ορίων του χωνιού κατανομής. Ακόμα πολλοί σταθμοί εμφανίζονται με μηδενικές τιμές του δείκτη της μεταβλητότητας της ταξινομικής διακριτότητας επειδή όλα τα είδη των πολυχαίτων που υπάρχουν στους σταθμούς αυτούς ανήκουν στο ίδιο γένος.



Εικ 38: Χωνί κατανομής των τιμών του  $\Lambda^+$ , υπολογισμένων με βάση την κύρια ταξινομική ομάδα των πολυχαίτων, στη λιμνοθάλασσα της Γιάλοβας. Οι επεξηγήσεις των συμβόλων παρουσιάζονται στην εικόνα 15.

3.6.1.3a Χωνί κατανομής των τιμών του  $\Lambda^+$  (Μεταβλητότητα της Ταξινομικής Διακριτότητας), υπολογισμένο την εποχή του καλοκαιριού στη Λιμνοθάλασσα της Γιάλοβας – Μαλάκια.

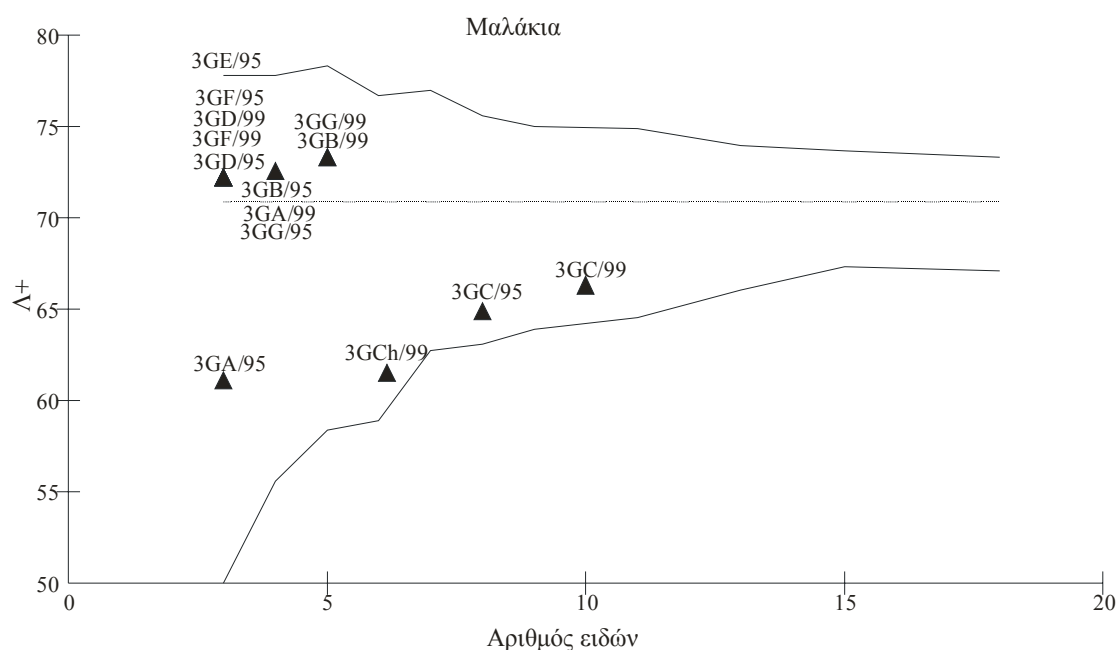
Στο χωνί κατανομής που ακολουθεί παρουσιάζονται οι τιμές  $\Lambda^+$  όπως υπολογίστηκαν για όλους τους σταθμούς δειγματοληψίας την περίοδο του καλοκαιριού. Όπως φαίνεται από το διάγραμμα, σε δύο περιπτώσεις οι σταθμοί βρίσκονται έξω από τα όρια κατανομής του χωνιού. Σημαντικό εύρημα είναι το γεγονός ότι πολλοί σταθμοί παρουσιάζονται με μηδενικές τιμές του δείκτη ποικιλότητας  $\Lambda^+$ .



Εικ 39: Χωνί κατανομής των τιμών του  $\Lambda^+$ , υπολογισμένων με βάση την κύρια ταξινομική ομάδα των Μαλακίων, στη λιμνοθάλασσα της Γιάλοβας. Οι επεξηγήσεις των συμβόλων παρουσιάζονται στην εικόνα 15.

3.6.1.3b Χωνί κατανομής των τιμών του  $\Lambda^+$  (Μεταβλητότητα της Ταξινομικής Διακριτότητας), υπολογισμένο την εποχή του χειμώνα στη Λιμνοθάλασσα της Γιάλοβας – Μαλάκια.

Στο χωνί κατανομής που ακολουθεί, με βάση την ταξινομική συγγένεια των ειδών των Μαλακίων την εποχή του χειμώνα, όλοι οι σταθμοί δειγματοληψίας εκτός από ένα βρίσκονται εντός των ορίων του. Σε πολλές περιπτώσεις οι σταθμοί ομαδοποιούνται μαζί, επειδή εμφανίζουν αρκετά μικρό αριθμό ειδών, αλλά και επειδή αυτά τα είδη παρουσιάζουν την ίδια φυλογενετική συγγένεια.

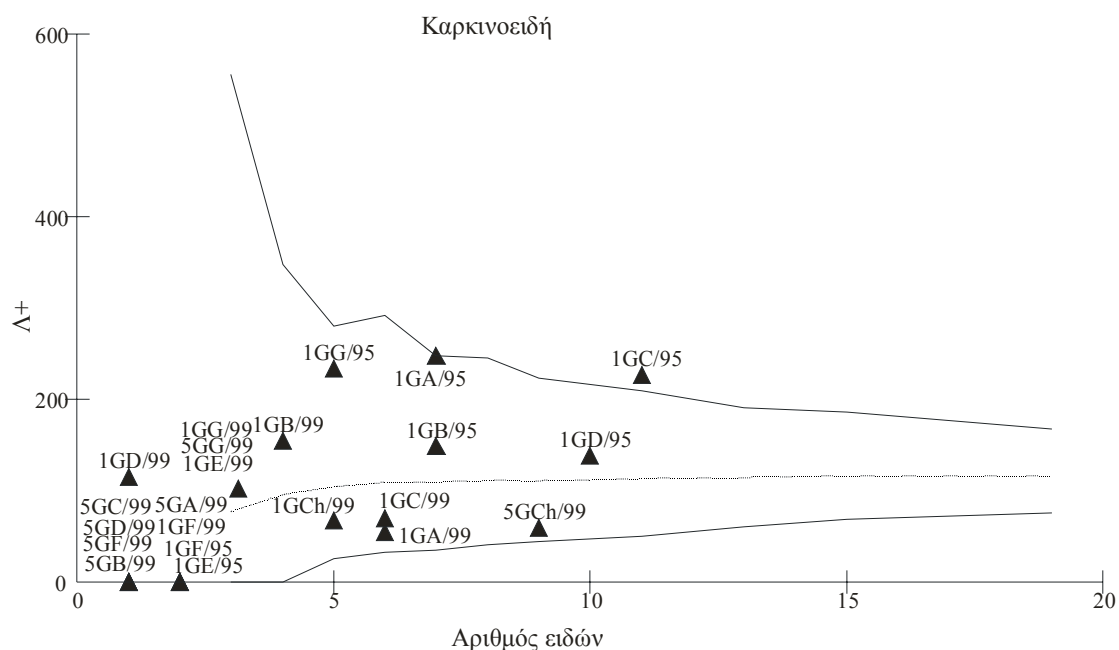


Εικ 40: Χωνί κατανομής των τιμών του  $\Lambda^+$ , υπολογισμένων με βάση την κύρια ταξινομική ομάδα των Μαλακίων, στη λιμνοθάλασσα της Γιάλοβας. Οι επεξηγήσεις των συμβόλων παρουσιάζονται στην εικόνα 15.



3.6.1.4a Χωρή κατανομή των τιμών του  $\Lambda^+$  (Μεταβολή της Ταξινομικής Διακριτότητας), υπολογισμένο την εποχή του καλοκαιριού στη Λιμνοθάλασσα της Γιάλοβας – Καρκινοειδή.

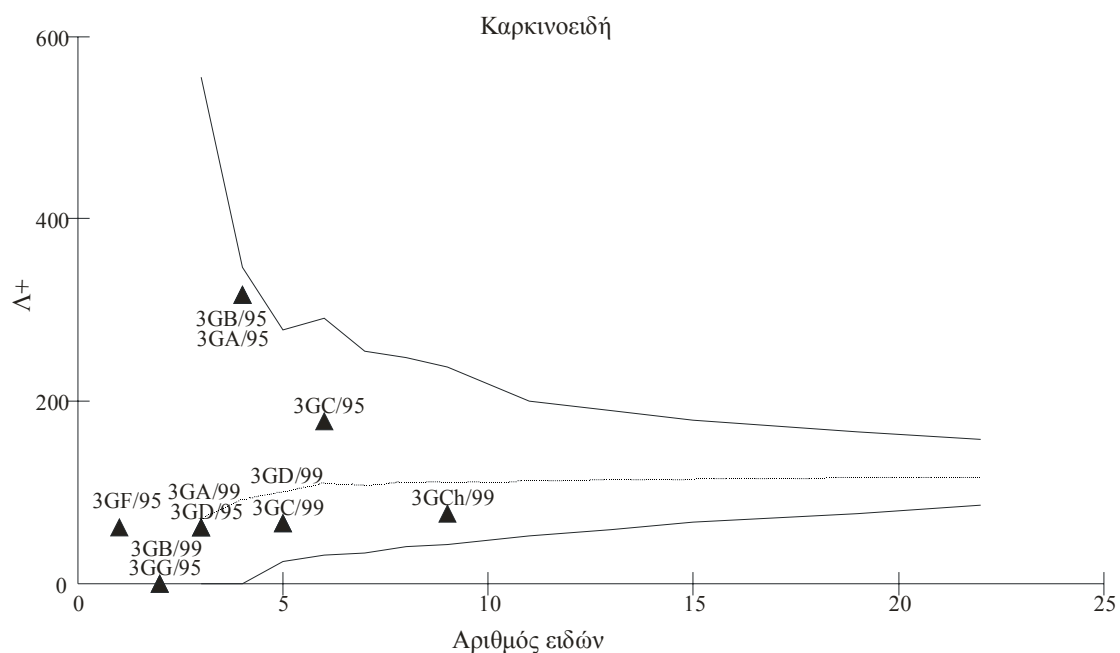
Στο χωρή κατανομή που ακολουθεί παρουσιάζονται οι θέσεις των σταθμών δειγματοληψίας την εποχή του καλοκαιριού με βάση την ταξινομική συγγένεια των ειδών των Καρκινοειδών. Όπως φαίνεται από το σχήμα όλοι οι σταθμοί, εκτός από ενός βρίσκονται μέσα στα όρια κατανομή του χωριού. Ο σταθμός αυτός έχει τιμή  $\Lambda^+$  υψηλότερη της θεωρητικά αναμενόμενης. Επίσης, αυτό που πρέπει να σημειωθεί σε αυτή την περίπτωση είναι ότι πολλοί σταθμοί εμφανίζονται με μηδενικές τιμές του δείκτη ποικιλότητας  $\Lambda^+$ .



Εικ 41: Χωρή κατανομή των τιμών του  $\Lambda^+$ , υπολογισμένων με βάση την κύρια ταξινομική ομάδα των Καρκινοειδών, στη λιμνοθάλασσα της Γιάλοβας. Οι επεξηγήσεις των συμβόλων παρουσιάζονται στην εικόνα 15.

3.6.1.4b Χωνί κατανομής των τιμών του  $\Lambda^+$  (Μεταβλητότητα της Ταξινομικής Διακριτότητας), υπολογισμένο την εποχή του καλοκαιριού στην Λιμνοθάλασσα της Γιάλοβας – Καρκινοειδή.

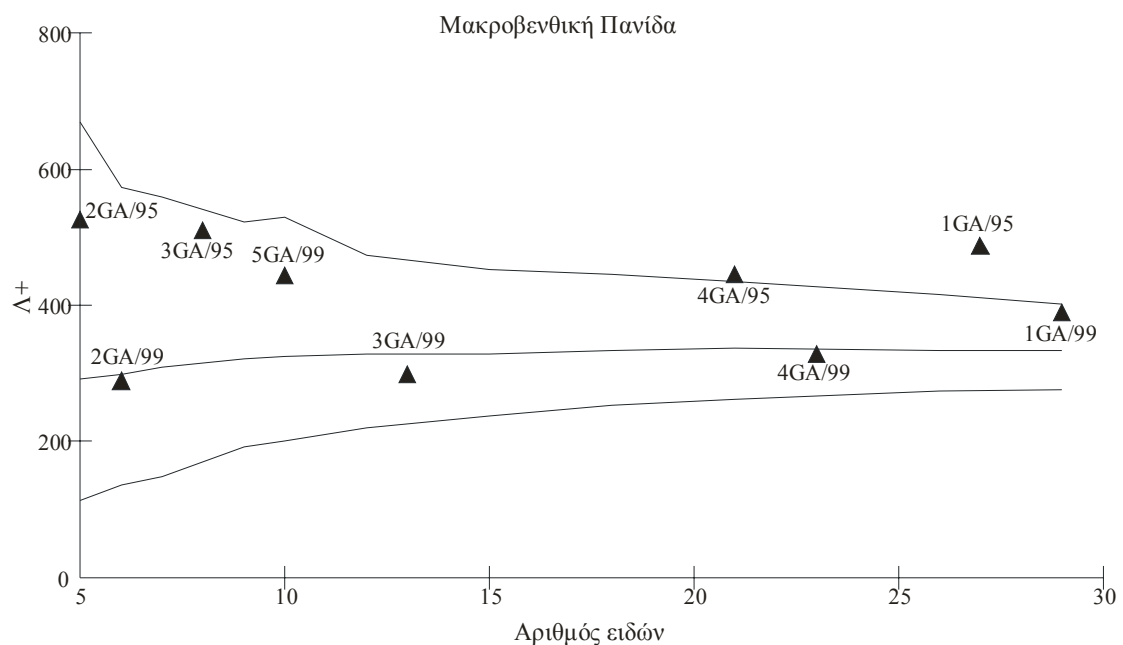
Το επόμενο χωνί κατανομής εμφανίζει τους σταθμούς δειγματοληψίας την εποχή του χειμώνα με βάση τη ταξοκοινωνία των Καρκινοειδών. Από το διάγραμμα φαίνεται ότι όλοι οι σταθμοί βρίσκονται εντός των ορίων κατανομής του χωνιού. Ακόμα δύο σταθμοί μόνο παρουσιάζουν μηδενικές τιμές του δείκτη ποικιλότητας  $\Lambda^+$ .



Εικ 42: Χωνί κατανομής των τιμών του  $\Lambda^+$ , υπολογισμένων με βάση την κύρια ταξινομική ομάδα των Καρκινοειδών, στη λιμνοθάλασσα της Γιάλοβας. Οι επεξηγήσεις των συμβόλων παρουσιάζονται στην εικόνα 15.

3.6.2.1a Χωνί κατανομής των τιμών του  $\Lambda^+$  (Μεταβλητότητα της Ταξινομικής Διακριτότητας), υπολογισμένο στο σταθμό Α στη Λιμνοθάλασσα της Γιάλοβας – Μακροβενθική Πανίδα.

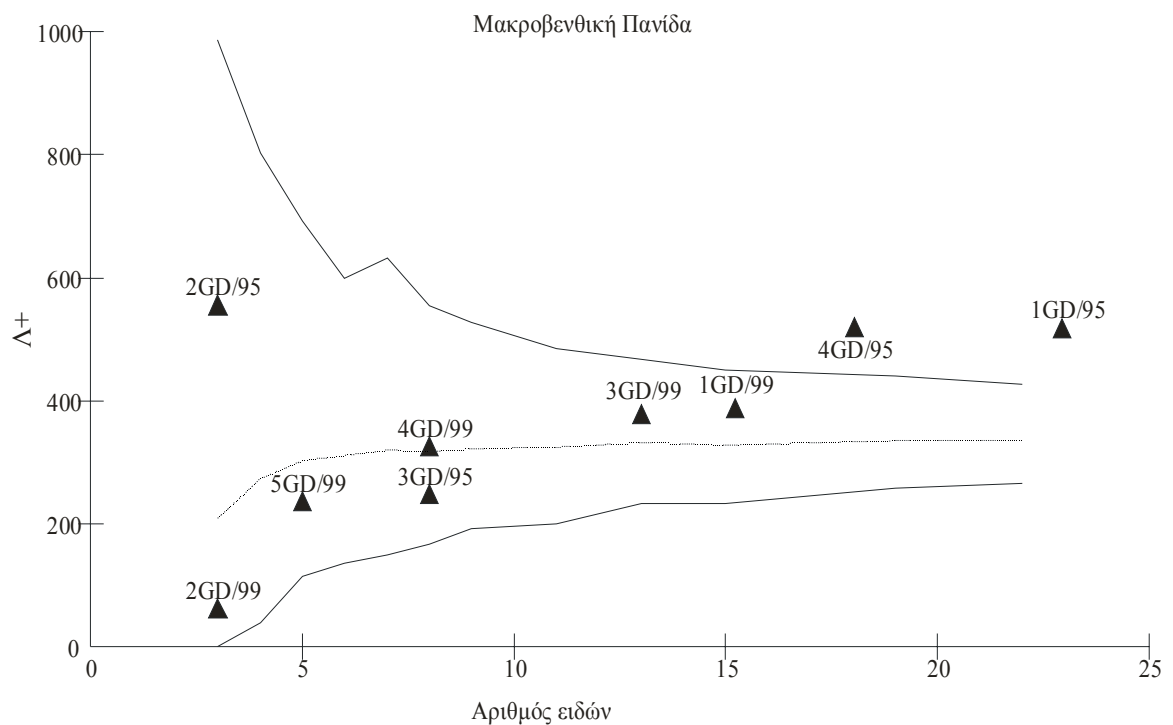
Στο διάγραμμα της εικόνας 59 παρουσιάζονται οι θέσεις των εποχικών δειγματοληψιών του σταθμού Α μέσα στο χωνί κατανομής. Από το διάγραμμα φαίνεται ότι εκτός από τις εποχές του καλοκαιριού και της άνοιξης από την πρώτη δειγματοληπτική προσπάθεια όλες οι άλλες εποχές βρίσκονται εντός των ορίων του χωνιού κατανομής. Επίσης, οι εποχές που βρίσκονται κοντά στο θεωρητικό μέσο προέρχονται από τη δεύτερη δειγματοληπτική προσπάθεια.



Εικ 43: Χωνί κατανομής των τιμών του  $\Lambda^+$ , υπολογισμένων με βάση την Μακροβενθική Πανίδα στη λιμνοθάλασσα της Γιάλοβας. Οι επεξηγήσεις των συμβόλων παρουσιάζονται στην εικόνα 15.

3.6.2.1b Χωρή κατανομής των τιμών του  $\Lambda^+$  (Μεταβλητότητα της Ταξινομικής Διακριτότητας), υπολογισμένο στο σταθμό D στη Λιμνοθάλασσα της Γιάλοβας – Μακροβενθική Πανίδα.

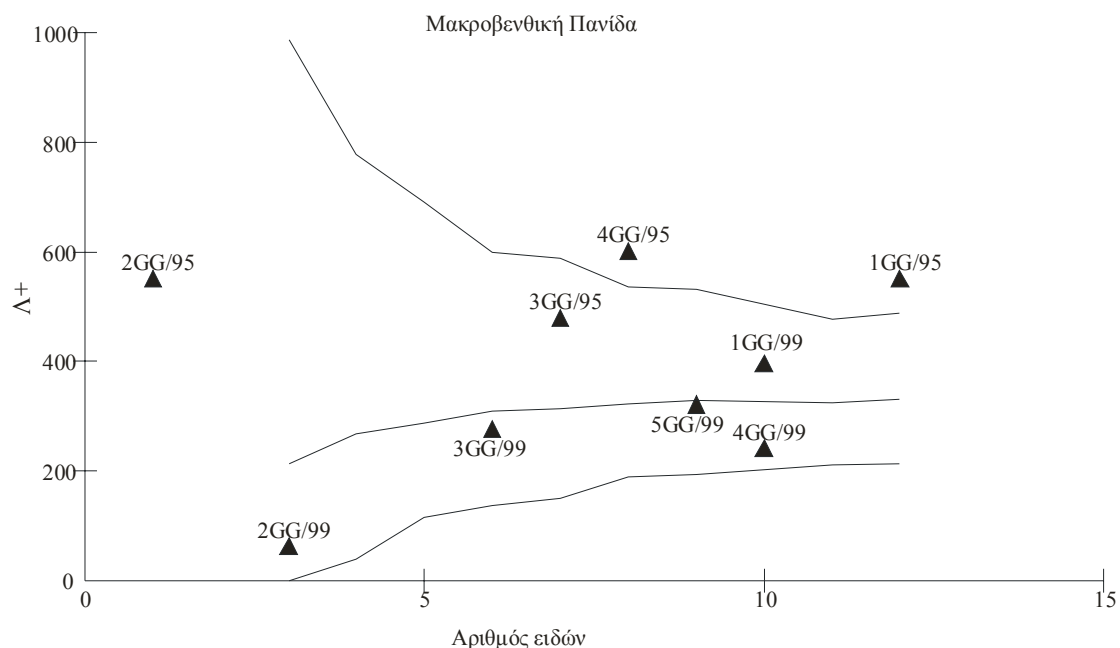
Στο επόμενο διάγραμμα παρουσιάζονται οι θέσεις των εποχών με βάση τις τιμές του δείκτη  $\Lambda^+$  στο σταθμό D, ο οποίος βρίσκεται στο κεντρικό μέρος της λιμνοθάλασσας. Από το διάγραμμα φαίνεται ότι οι σταθμοί του καλοκαιριού τόσο στην πρώτη όσο και στην δεύτερη δειγματοληπτική προσπάθεια βρίσκονται εκτός των ορίων του χωρίου κατανομής με εξαίρεση των δειγματοληπτικών περιόδων του με την εξαίρεση των δειγματοληπτικών περιόδων του καλοκαιριού που παρουσιάζονται υψηλότερες του αναμενόμενου μέσου. Ακόμα, σε όλες τις περιπτώσεις οι τιμές του δείκτη ποικιλότητας είναι μεγαλύτερες στις εποχές από την πρώτη δειγματοληπτική προσπάθεια από τις αντίστοιχες της δεύτερης.



Εικ 44: Χωρή κατανομής των τιμών του  $\Lambda^+$ , υπολογισμένων με βάση την Μακροβενθική Πανίδα στη λιμνοθάλασσα της Γιάλοβας. Οι επεξηγήσεις των συμβόλων παρουσιάζονται στην εικόνα 15.

3.6.2.1c Χωρί κατανομής των τιμών του  $\Lambda^+$  (Μεταβλητότητα της Ταξινομικής Διακριτότητας), υπολογισμένο στο σταθμό G στη Λιμνοθάλασσα της Γιάλοβας – Μακροβενθική Πανίδα.

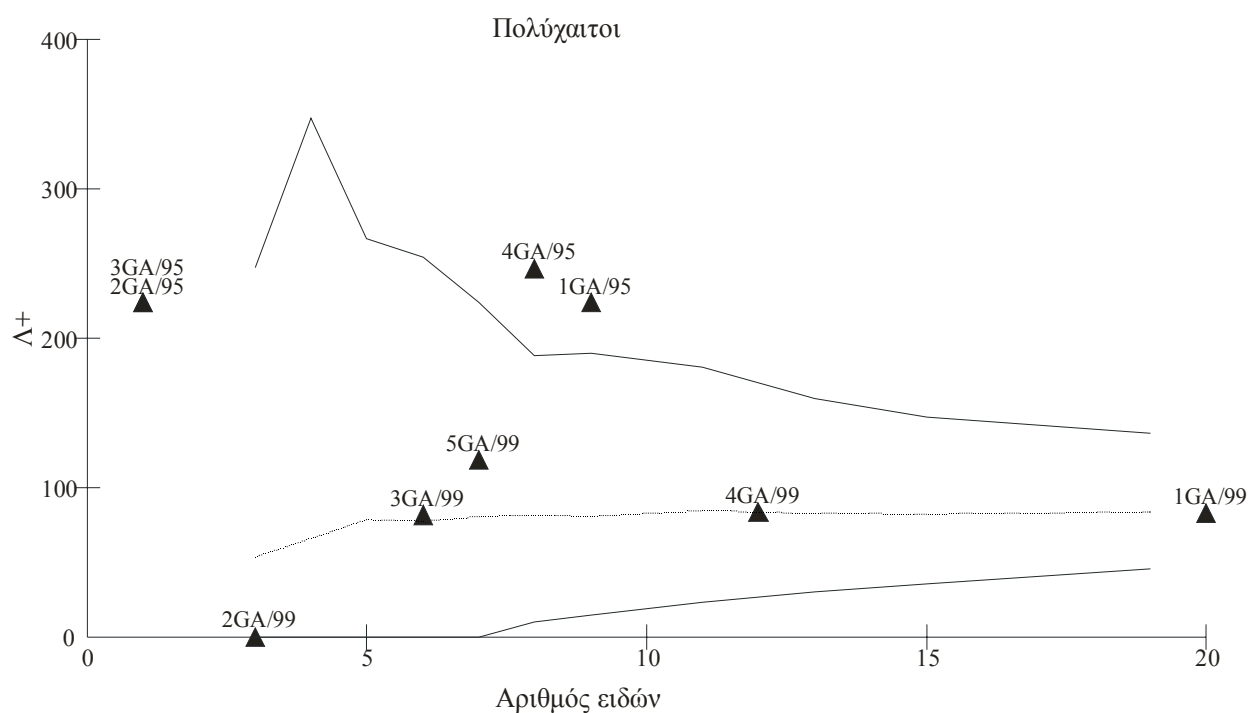
Στο παρακάτω διάγραμμα παρουσιάζονται οι θέσεις των εποχών με βάση την φυλογενετική συγγένεια της Μακροβενθικής Πανίδας στον εσωτερικότερο σταθμό δειγματοληψίας G της λιμνοθάλασσας. Όπως και στην περίπτωση του σταθμού A οι εποχές του καλοκαιριού και της άνοιξης από τη πρώτη δειγματοληπτική σειρά δεδομένων βρίσκονται εκτός των ορίων του χωρίου κατανομής. Ακόμα, σε όλες τις περιπτώσεις οι τιμές του δείκτη  $\Lambda^+$  είναι μεγαλύτερες στις εποχές από την πρώτη δειγματοληψία από τις αντίστοιχες τις δεύτερης.



Εικ 45: Χωρί κατανομής των τιμών του  $\Lambda^+$ , υπολογισμένων με βάση την Μακροβενθική Πανίδα στη λιμνοθάλασσα της Γιάλοβας. Οι επεξηγήσεις των συμβόλων παρουσιάζονται στην εικόνα 15.

3.6.2.2a Χωνί κατανομής των τιμών του  $\Lambda^+$  (Μεταβλητότητα της Ταξινομικής Διακριτότητας), υπολογισμένο στο σταθμό Α στη Λιμνοθάλασσα της Γιάλοβας – Πολύχαιτοι.

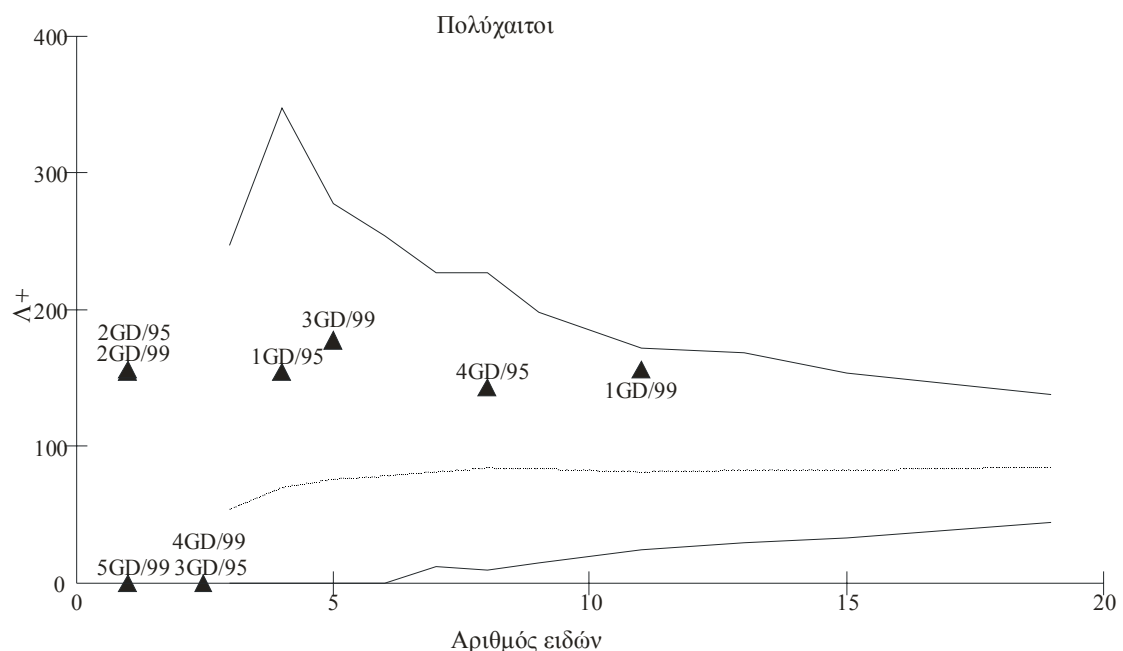
Στην περίπτωση του χωνιού κατανομής με βάση την φυλογενετική / ταξινομική συγγένεια των ειδών των Πολυχαίτων στο σταθμό Α, μόνο οι εποχές του καλοκαιριού και της άνοιξης βρίσκονται εκτός των ορίων με τιμές υψηλότερες από τις θεωρητικά αναμενόμενες. Κοντά στο θεωρητικό μέσο βρίσκονται εποχές από τη δεύτερη δειγματοληπτική σειρά δεδομένων.



Εικ 46: Χωνί κατανομής των τιμών του  $\Lambda^+$ , υπολογισμένων με βάση την κύρια ταξινομική ομάδα των Πολυχαίτων στη λιμνοθάλασσα της Γιάλοβας. Οι επεξηγήσεις των συμβόλων παρουσιάζονται στην εικόνα 15.

3.6.2.2b Χωρή κατανομής των τιμών του  $\Lambda^+$  (Μεταβλητότητα της Ταξινομικής Διακριτότητας), υπολογισμένο στο σταθμό D στη Λιμνοθάλασσα της Γιάλοβας – Πολύχαιτοι.

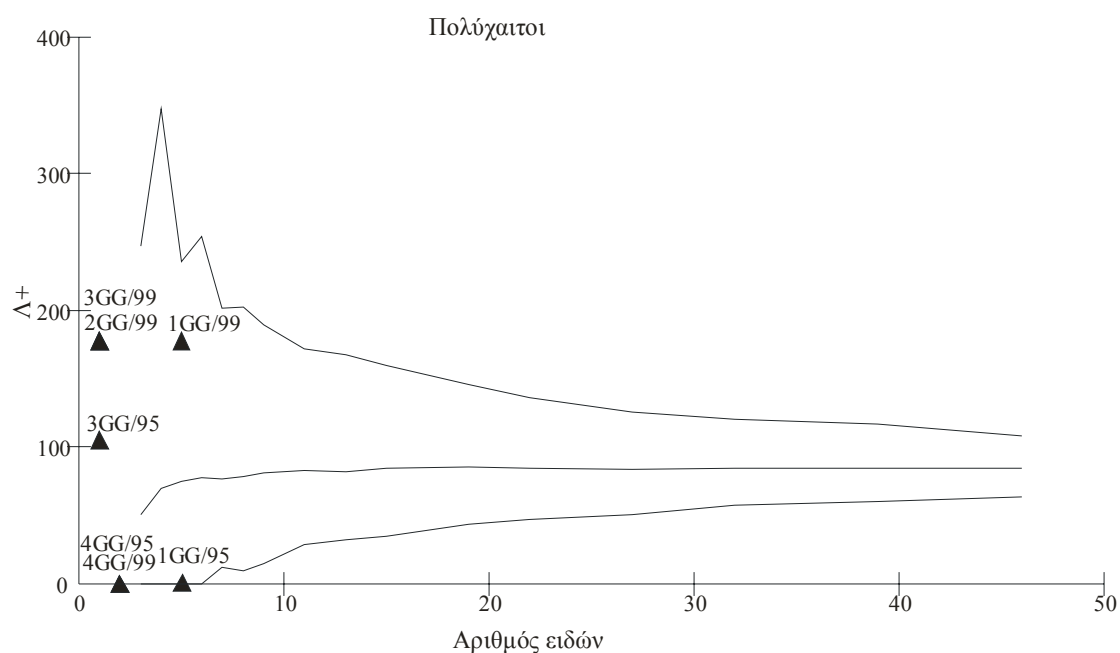
Στο παρακάτω διάγραμμα φαίνονται οι θέσεις των εποχών δειγματοληψίας στον κεντρικό σταθμό D. Όπως φαίνεται από το διάγραμμα όλες οι εποχές εμφανίζουν τιμές που εντοπίζονται μέσα στα όρια του χωρίου κατανομής. Σε τρεις περιπτώσεις οι εποχές εμφανίζονται με μηδενικές τιμές του δείκτη ποικιλότητας  $\Lambda^+$ .



Εικ 47: Χωρή κατανομής των τιμών του  $\Lambda^+$ , υπολογισμένων με βάση την κύρια ταξινομική ομάδα των Πολυχαίτων στη λιμνοθάλασσα της Γιάλοβας. Οι επεξηγήσεις των συμβόλων παρουσιάζονται στην εικόνα 15.

3.6.2.2c Χωνί κατανομής των τιμών του  $\Lambda^+$  (Μεταβλητότητα της Ταξινομικής Διακριτότητας), υπολογισμένο στο σταθμό G στη Λιμνοθάλασσα της Γιάλοβας – Πολύχαιτοι.

Στο παρακάτω διάγραμμα παρουσιάζονται οι τιμές των εποχών δειγματοληψίας στον εσωτερικό σταθμό G. Αυτό που αρχικά πρέπει να παρατηρηθεί είναι ότι σε όλες τις περιπτώσεις οι σταθμοί εμφανίζονται με πολύ λίγα είδη. Όλες οι εποχές βρίσκονται εντός των ορίων του χωνιού κατανομής. Σε τρεις περιπτώσεις οι εποχές εμφανίζονται με μηδενικές τιμές του δείκτη ποικιλότητας  $\Lambda^+$ .

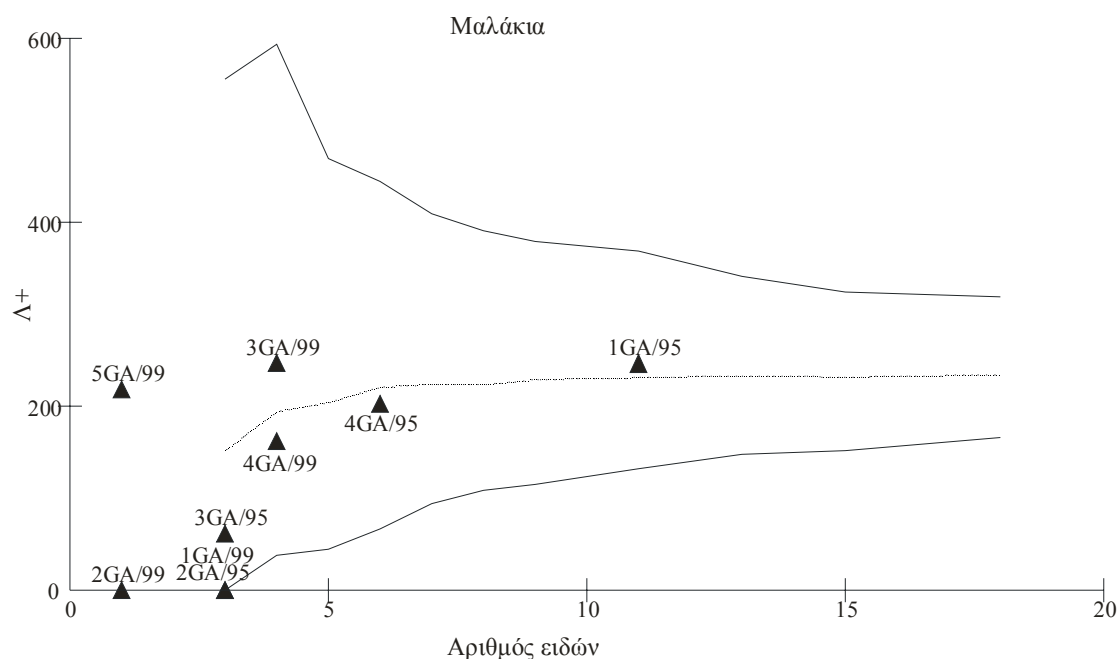


Εικ 48: Χωνί κατανομής των τιμών του  $\Lambda^+$ , υπολογισμένων με βάση την κύρια ταξινομική ομάδα των Πολυχαιτών στη λιμνοθάλασσα της Γιάλοβας. Οι επεξηγήσεις των συμβόλων παρουσιάζονται στην εικόνα 15.



3.6.2.3a Χωνί κατανομής των τιμών του  $\Lambda^+$  (Μεταβλητότητα της Ταξινομικής Διακριτότητας), υπολογισμένο στο σταθμό Α στη Λιμνοθάλασσα της Γιάλοβας – Μαλάκια.

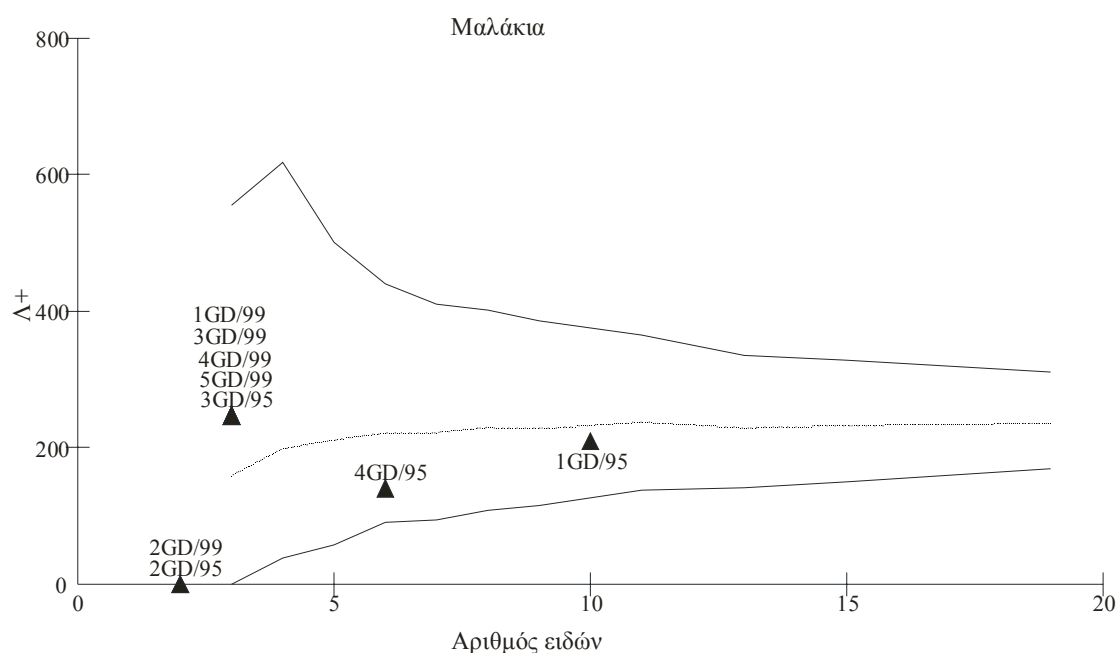
Στο παρακάτω διάγραμμα φαίνονται οι θέσεις των εποχών στο σταθμό Α με βάση τη φυλογενετική συγγένεια των μαλακίων. Όπως φαίνεται όλοι οι σταθμοί δειγματοληψίας βρίσκονται εντός των ορίων κατανομής του χωνιού. Οι εποχές του φθινοπώρου αλλά και του καλοκαιριού από το δεύτερο δειγματοληπτικό σετ εμφανίζονται με μηδενικές τιμές του δείκτη  $\Lambda^+$ .



Εικ 49: Χωνί κατανομής των τιμών του  $\Lambda^+$ , υπολογισμένων με βάση την κύρια ταξινομική ομάδα των Μαλακίων στη λιμνοθάλασσα της Γιάλοβας. Οι επεξηγήσεις των συμβόλων παρουσιάζονται στην εικόνα 15.

3.6.2.3b Χωρή κατανομής των τιμών του  $\Lambda^+$  (Μεταβλητότητα της Ταξινομικής Διακριτότητας), υπολογισμένες στο σταθμό D στη Λιμνοθάλασσα της Γιάλοβας – Μαλάκια.

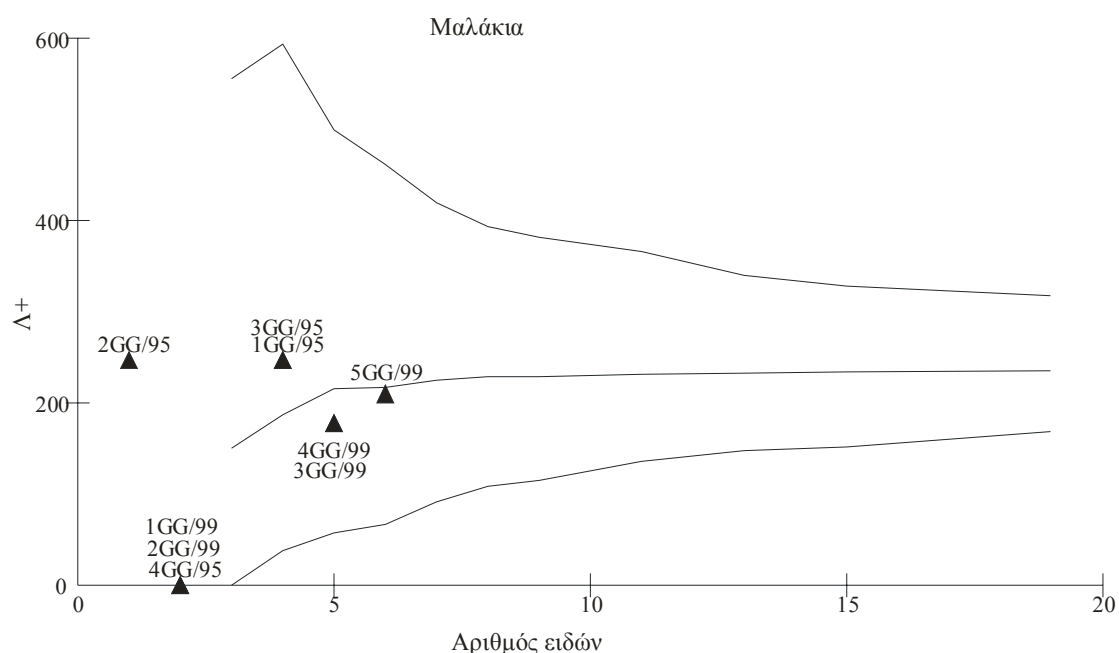
Στο παρακάτω διάγραμμα παρουσιάζονται οι τιμές των εποχών με βάση την ταξινομική συγγένεια των ειδών των Μαλακίων στο κεντρικό σταθμό D. Όπως φαίνεται από το διάγραμμα όλες οι εποχές βρίσκονται εντός των ορίων κατανομής του χωνιού. Οι εποχές του καλοκαιριού εμφανίζονται με μηδενικές τιμές του δείκτη ποικιλότητας  $\Lambda^+$ . Ακόμα, αρκετοί σταθμοί τόσο από την πρώτη όσο και από τη δεύτερη δειγματοληπτική προσπάθεια ομαδοποιούνται μαζί.



Εικ 50: Χωρή κατανομής των τιμών του  $\Lambda^+$ , υπολογισμένων με βάση την κύρια ταξινομική ομάδα των Μαλακίων στη λιμνοθάλασσα της Γιάλοβας. Οι επεξηγήσεις των συμβόλων παρουσιάζονται στην εικόνα 15.

3.6.2.3c Χωρή κατανομή των τιμών του  $\Lambda^+$  (Μεταβλητότητα της Ταξινομικής Διακριτότητας), υπολογισμένες στο σταθμό G στη Λιμνοθάλασσα της Γιάλοβας – Μαλάκια.

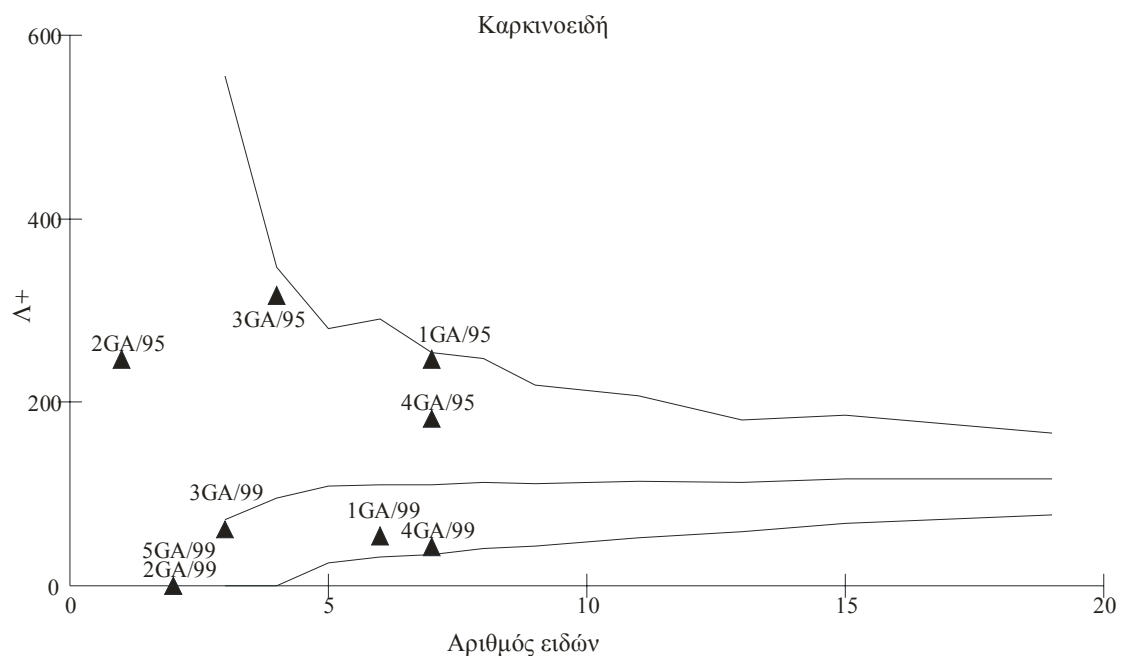
Στο επόμενο διάγραμμα απεικονίζονται οι θέσεις των εποχικών σταθμών δειγματοληψίας με βάση τη φυλογενετική συγγένεια των Μαλακίων στον εσωτερικό σταθμό G. Όπως φαίνεται από το διάγραμμα καμία εποχή δεν βρίσκεται εκτός των ορίων του χωρίου κατανομής. Όλες οι εποχές εμφανίζονται με σχετικά μικρό αριθμό ειδών. Ακόμα σε κάποιες περιπτώσεις οι εποχές εμφανίζουν μηδενικές τιμές του δείκτη ποικιλότητας  $\Lambda^+$ .



Εικ 51: Χωρή κατανομή των τιμών του  $\Lambda^+$ , υπολογισμένων με βάση την κύρια ταξινομική ομάδα των Μαλακίων στη λιμνοθάλασσα της Γιάλοβας. Οι επεξηγήσεις των συμβόλων παρουσιάζονται στην εικόνα 15.

3.6.2.4a Χωρί κατανομής των τιμών του  $\Lambda^+$  (Μεταβλητότητα της Ταξινομικής Διακριτότητας), στο σταθμό Α στη Λιμνοθάλασσα της Γιάλοβας – Καρκινοειδή.

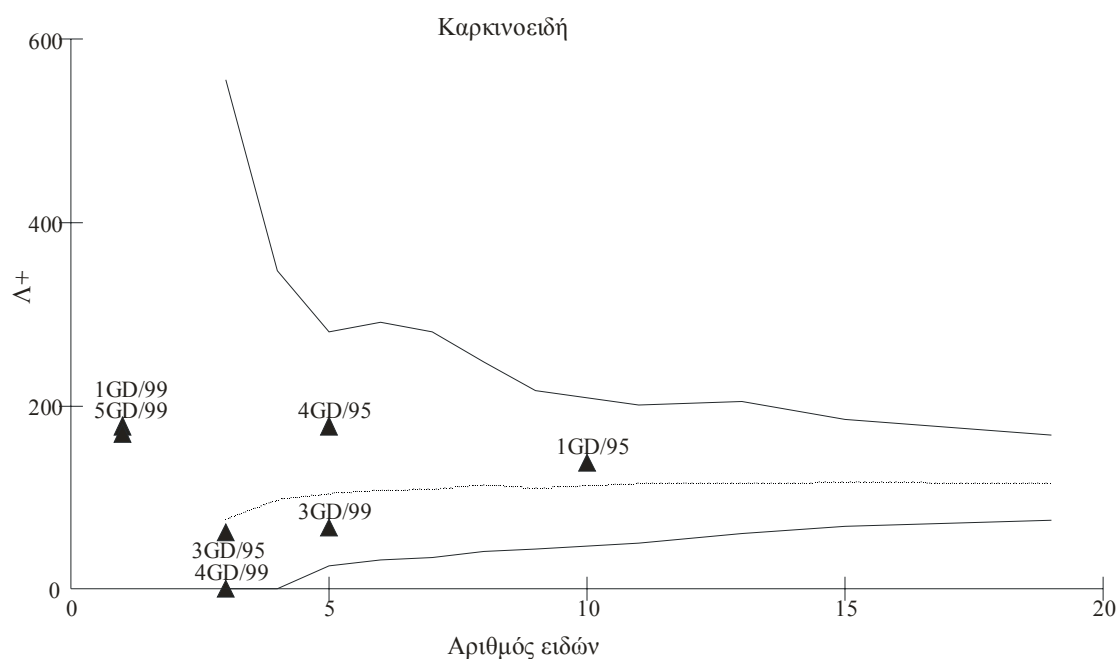
Στο επόμενο διάγραμμα παρουσιάζονται οι θέσεις των εποχών με βάση την κοινωνία των καρκινοειδών στο σταθμό Α. Όπως φαίνεται από το διάγραμμα όλες οι εποχές βρίσκονται εντός των ορίων του χωρίου κατανομής. Η τελευταία δειγματοληπτική περίοδος του καλοκαιριού αλλά και εκείνη του φθινοπώρου της δεύτερης δειγματοληπτικής προσπάθειας εμφανίζονται με μηδενικές τιμές του δείκτη  $\Lambda^+$ . Τέλος οι εποχές από την πρώτη δειγματοληπτική προσπάθεια εμφανίζονται με μεγαλύτερες τιμές του δείκτη ποικιλότητας από αυτές της δεύτερης.



Εικ 52: Χωρί κατανομής των τιμών του  $\Lambda^+$ , υπολογισμένων με βάση την κύρια ταξινομική ομάδα των Καρκινοειδών στη λιμνοθάλασσα της Γιάλοβας. Οι επεξηγήσεις των συμβόλων παρουσιάζονται στην εικόνα 15.

3.6.2.4b Χωρί κατανομής των τιμών του  $\Lambda^+$  (Μεταβλητότητα της Ταξινομικής Διακριτότητας), στο σταθμό D στη Λιμνοθάλασσα της Γιάλοβας – Καρκινοειδή.

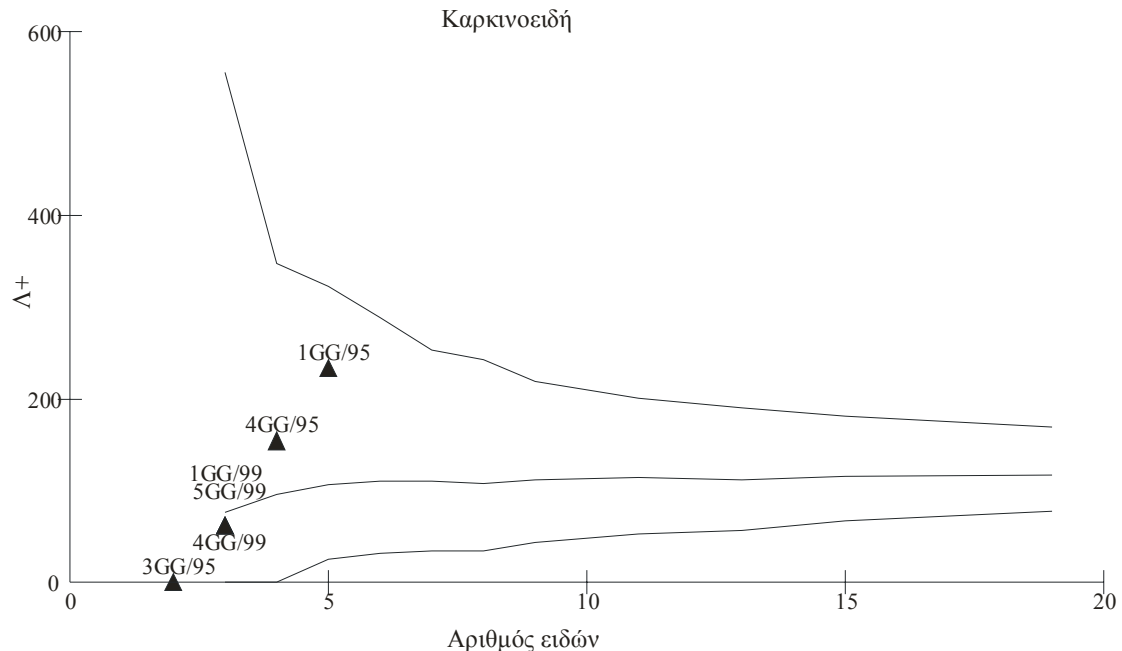
Στο παρακάτω διάγραμμα παρουσιάζονται οι εποχές δειγματοληψίας με βάση την φυλογενετική συγγένεια των ειδών των Καρκινοειδών στον κεντρικό σταθμό D. Κανένας σταθμός δεν βρίσκεται έξω από τα όρια κατανομής του χωνιού. Η εποχή της άνοιξης από τη δεύτερη δειγματοληπτική προσπάθεια παρουσιάζεται με μηδενική τιμή του δείκτη ποικιλότητας  $\Lambda^+$ . Επιπλέον κάποιες εποχές απουσιάζουν αφού δεν συλλέχθηκαν είδη από την ομάδα των καρκινοειδών.



Εικ 53: Χωρί κατανομής των τιμών του  $\Lambda^+$ , υπολογισμένων με βάση την κύρια ταξινομική ομάδα των Καρκινοειδών στη λιμνοθάλασσα της Γιάλοβας. Οι επεξηγήσεις των συμβόλων παρουσιάζονται στην εικόνα 15.

3.6.2.4c Χωρή κατανομής των τιμών του  $\Lambda^+$  (Μεταβλητότητα της Ταξινομικής Διακριτότητα), στο σταθμό G στη Λιμνοθάλασσα της Γιάλοβας – Καρκινοειδή.

Στο επόμενο διάγραμμα παρουσιάζονται οι εποχές δειγματοληψίας με βάση την ταξινομική συγγένεια των ειδών των Καρκινοειδών στον εσωτερικό σταθμό G. Από το διάγραμμα φαίνεται ότι όλες οι εποχές βρίσκονται μέσα στα όρια κατανομής του χωνιού. Ακόμα όλες οι εποχές εμφανίζουν σχετικά μικρό αριθμό ειδών. Κάποιες εποχές απουσιάζουν αφού σε αυτές δεν βρέθηκαν είδη από την ομάδα των Καρκινοειδών.



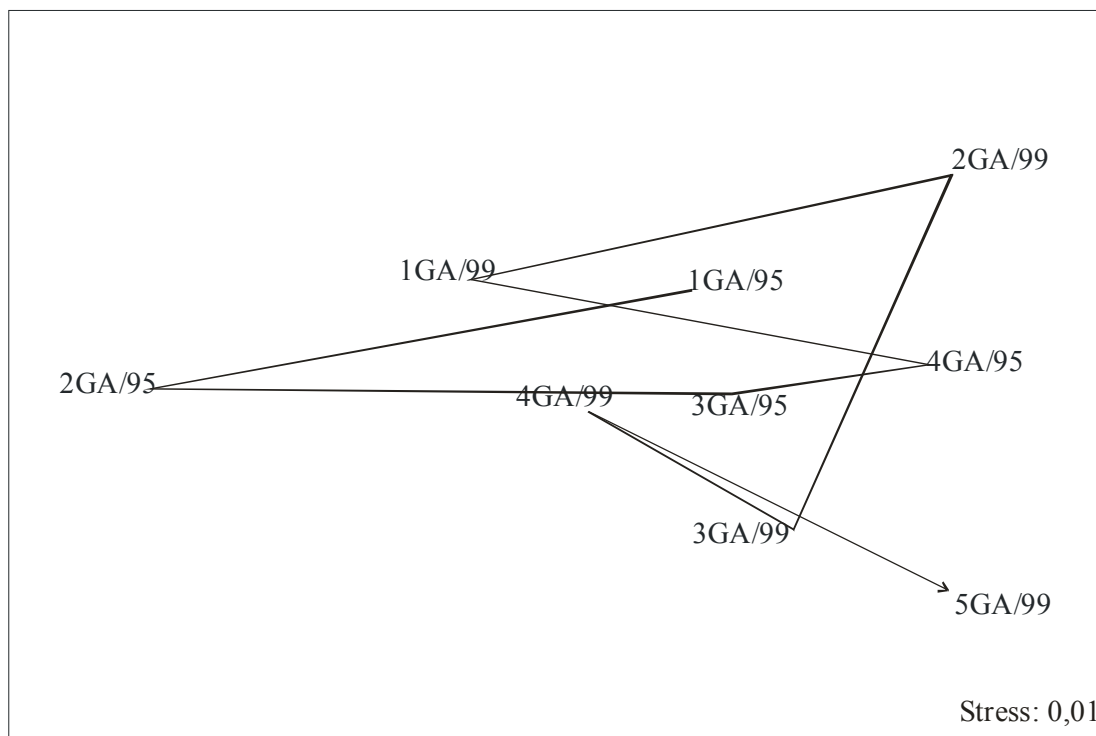
Εικ 54: Χωρή κατανομής των τιμών του  $\Lambda^+$  (Μεταβλητότητα της Ταξινομικής Διακριτότητας), υπολογισμένο στο σταθμό G στην Λιμνοθάλασσα της Γιάλοβας – Καρκινοειδή. Οι επεξηγήσεις των συμβόλων παρουσιάζονται στην εικόνα 15.

### **3.7 ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΑ ΠΟΛΥΔΙΑΣΤΑΤΗΣ ΚΛΙΜΑΚΩΣΗΣ ΣΤΗ ΛΙΜΝΟΘΑΛΑΣΣΑ ΤΗΣ ΓΙΑΛΟΒΑΣ**

Για να ελεγχθεί η κεντρική υπόθεση, ότι δηλαδή η επιμήκυνση της δυστροφικής κρίσης προκαλεί σημαντική αλλαγή της βιοκοινωνίας διαμέσου του ελέγχου των ειδών τόσο σε επίπεδο αριθμού όσο και σε επίπεδο αφθονίας που αποικίζουν το σύστημα, εφαρμόστηκε η μέθοδος της Πολυδιάστατης Κλιμάκωσης MDS, (σε πρώτο και δεύτερο επίπεδο) ώστε να υπάρξει μια απεικόνιση της συσχέτισης των Μακροβενθικών Βιοκοινοτήτων αλλά και της συμβολής των κύριων Ταξινομικών ομάδων (Καρκίνοειδή, Μαλάκια και Πολύχαιτοι) στις δύο δειγματοληπτικές προσπάθειες (1995 και 1999) που έγιναν στην περιοχή. Η παραπάνω μεθοδολογία εφαρμόστηκε τόσο σε χωρικό όσο και σε χρονικό επίπεδο. Τα αποτελέσματα που θα παρουσιαστούν δεν αποτελούν το σύνολο, αλλά τα πιο αντιπροσωπευτικά. Το σύνολο των αποτελεσμάτων παρατίθεται στο παράρτημα της διατριβής.

### 3.7.1.1a Χρονικό Διάγραμμα Πολυδιάστατης Κλιμάκωσης της Βενθικής Μακροπανίδας στο σταθμό Α

Από το παρακάτω διάγραμμα γίνεται άμεσα αντιληπτό ότι στον σταθμό Α οι σχετικές αποστάσεις είναι μεγαλύτερες στην πρώτη δειγματοληπτική προσπάθεια σε σχέση με αυτές της δεύτερης. Ο σταθμός Α βρίσκεται πολύ κοντά στο στόμιο της λιμνοθάλασσας, άρα η πανιδική του σύνθεση επηρεάζεται σε μεγάλο βαθμό από τα είδη που προέρχονται από την θάλασσα έτσι ώστε το εύρος της δυστροφικής κρίσης να μην επηρεάζει σε μεγάλο βαθμό τη βιοκοινωνία του σταθμού. Παρ' όλα αυτά το γεγονός ότι οι αποστάσεις των δειγματοληπτικών προσπαθειών κατά τη δεύτερη δειγματοληπτική περίοδο είναι μικρότερες, μπορεί να θεωρηθεί ενδεικτικό του γεγονότος, ότι κατά την τελευταία περίοδο η παρατεταμένη δυστροφική κρίση έχει σαφή αποτελέσματα στην βιοκοινωνία του σταθμού. Επιπλέον, ενώ τόσο στην πρώτη προσπάθεια (95) όσο και στην δεύτερη (99) διακρίνεται κυκλικότητα στην σύνθεση των ειδών, οριζόμενη από την απόσταση της 1<sup>ης</sup> και της 4<sup>ης</sup> περιόδου. Την τελευταία όμως περίοδο το σύστημα φαίνεται να επανακάμπτει. Τα αποτελέσματα της ANOSIM μεταξύ των δύο δειγματοληπτικών προσπαθειών είναι Global R 0.28 και p value 0.489.

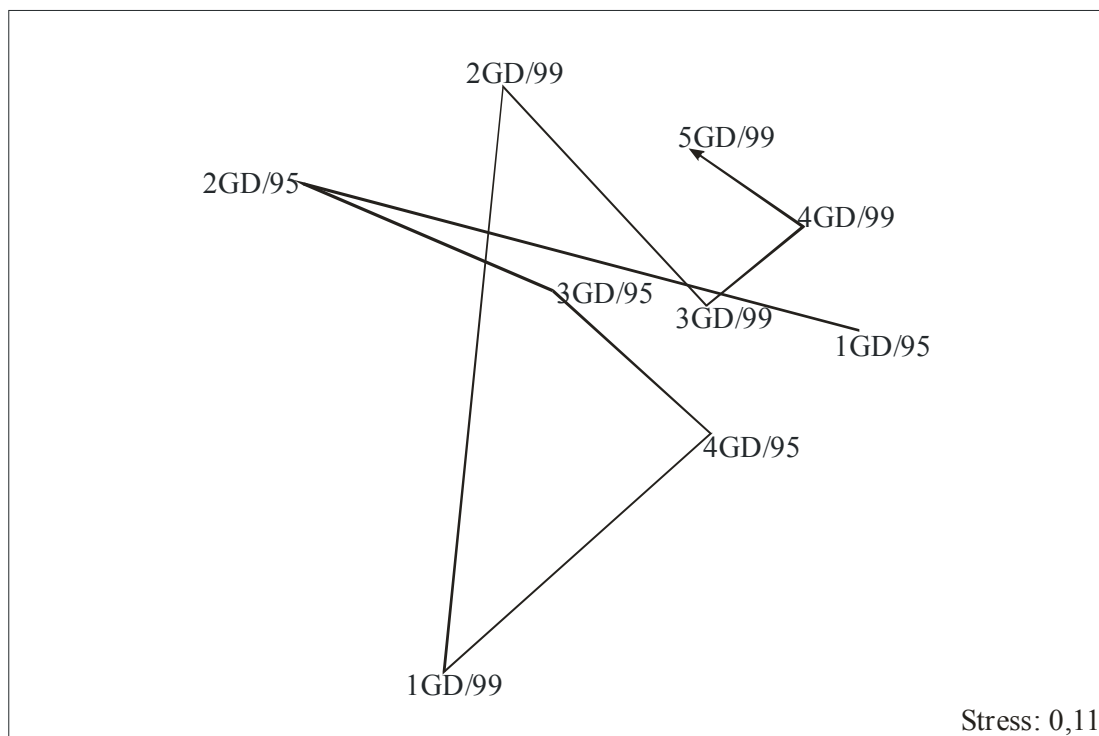


Εικ 55:Χρονικό Διάγραμμα Πολυδιάστατης Κλιμάκωσης στο σταθμό Α. Κάθε εποχή / σταθμός χαρακτηρίζεται από τέσσερα γράμματα οι αριθμούς ο πρώτος αριθμός αναφέρεται στην εποχή. Με το 1 έχει οριστεί η εποχή του καλοκαιριού και με το 4 της άνοιξης. Το γράμμα G αναφέρεται στο όνομα της λιμνοθάλασσας Γιάλοβα, το επόμενο γράμμα αντιπροσωπεύει τον σταθμό δειγματοληψίας και τέλος το 95 ή 99 χαρακτηρίζει από πιο δειγματοληπτικό σετ δεδομένων προέρχεται ο σταθμός.



### 3.7.1.1b Χρονικό Διάγραμμα Πολυδιάστατης Κλιμάκωσης της Βενθικής Μακροπανίδας στο σταθμό D

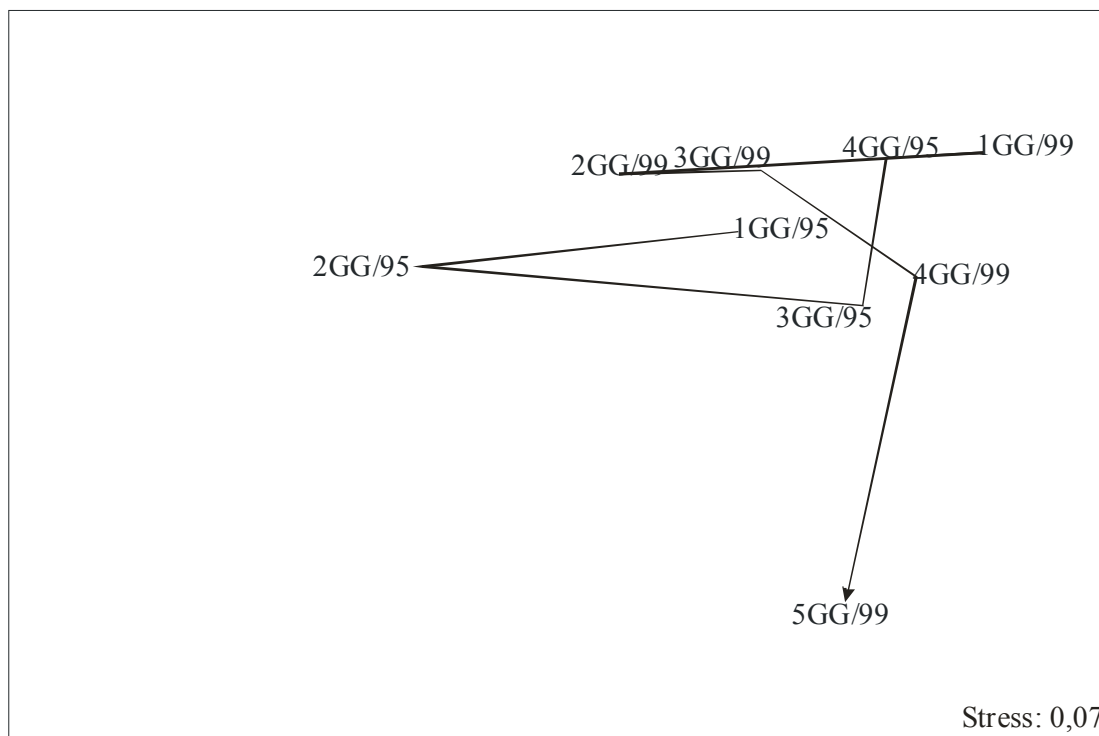
Στο παρακάτω διάγραμμα απεικονίζονται οι σχέσεις των διαφορετικών χρονικών δειγματοληπτικών προσπαθειών στο σταθμό D. Είναι φανερό ότι η σχετικές αποστάσεις στις δειγματοληψίες του 95' είναι μικρότερες σε σχέση με αυτές του 99'. Το αποτέλεσμα αυτό ενισχύει την κεντρική υπόθεση αφού ο σταθμός αυτός βρίσκεται σε σημείο εσωτερικότερα στη λιμνοθάλασσα απ' ότι ο προηγούμενος, δηλαδή σε σημείο όπου το φαινόμενο της δυστροφικής κρίσης το επηρεάζει άμεσα. Το τελευταίο γίνεται ιδιαίτερα αντιληπτό μέσα από τη σύγκριση της απόστασης της πρώτης δειγματοληπτικής προσπάθειας κατά τη δεύτερη περίοδο (1GD/99) με τις υπόλοιπες, οι οποίες πραγματοποιήθηκαν τόσο κατά τη διάρκεια όσο και μετά από την δυστροφική κρίση. Η κυκλικότητα που παρατηρείται στη σύνθεση και αφθονία της βιοκοινωνίας του σταθμού αυτού κατά την πρώτη προσπάθεια (95) δείχνει να έχει ανατραπεί τελείως κατά τη δεύτερη προσπάθεια (99). Τα αποτελέσματα της ANOSIM μεταξύ των δύο δειγματοληπτικών προσπαθειών είναι Global R 0.28 και p value 0.587.



Εικ 56: Χρονικό Διάγραμμα Πολυδιάστατης Κλιμάκωσης στο σταθμό D. Οι κωδικοί των σταθμών αναλύονται στην εικόνα 55.

### 3.7.1.1c Χρονικό Διάγραμμα Πολυδιάστατης Κλιμάκωσης της Βενθικής Μακροπανίδας στο σταθμό G

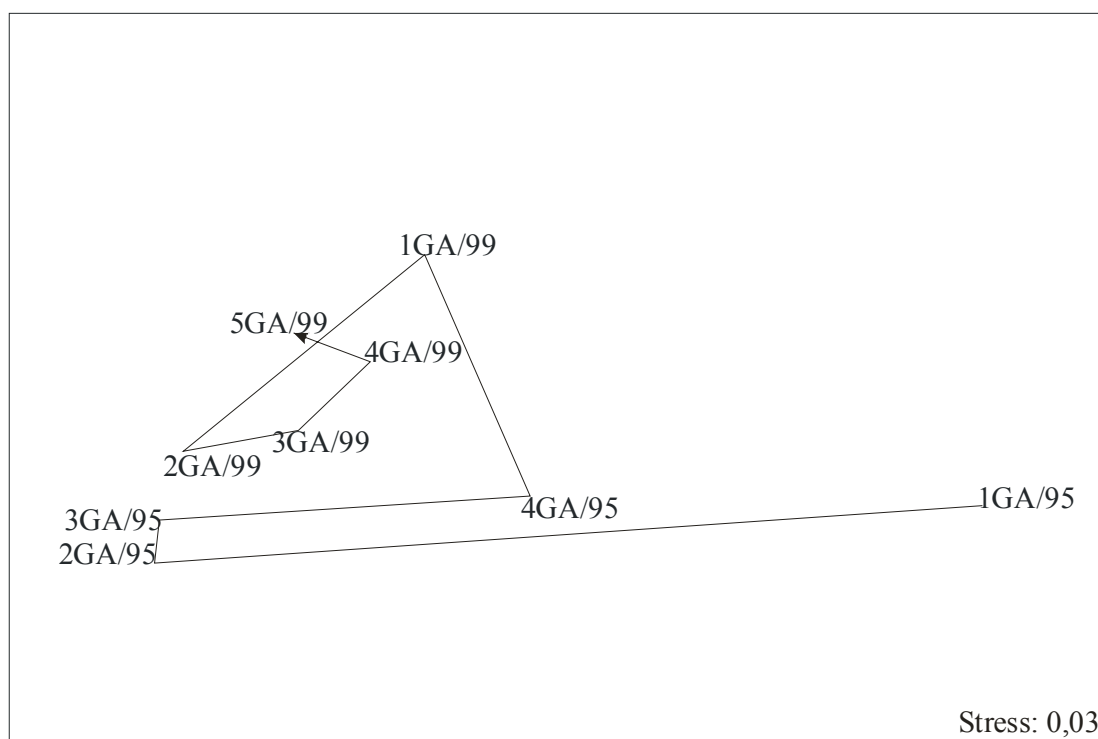
Από το διάγραμμα της Πολυδιάστατης Κλιμάκωσης στο σταθμό G φαίνεται ότι οι αποστάσεις μεταξύ των εποχών είναι παρόμοιες στη δεύτερη δειγματοληψία σε σχέση με τις αποστάσεις στην πρώτη. Αξιοσημείωτο παραμένει και σε αυτή την περίπτωση το γεγονός ότι η βιοκοινωνία κατά τη δεύτερη καλοκαιρινή δειγματοληψία της δεύτερης προσπάθειας δείχνει να εκτρέπεται σε μεγάλο βαθμό σε σχέση με την προηγούμενη, τουλάχιστον στο βαθμό που αυτό γίνεται φανερό με βάση την απόστασή της από τις υπόλοιπες δειγματοληπτικές περιόδους. Ο σταθμός G βρίσκεται στο πιο εσωτερικό μέρος της λιμνοθάλασσας επομένως επηρεάζεται σχεδόν αποκλειστικά από τις περιβαλλοντικές συνθήκες που επικρατούν σ' αυτή. Τα αποτελέσματα της ANOSIM μεταξύ των δύο δειγματοληπτικών προσπαθειών είναι Global R 0.19 και p value 0.723.



Εικ 57: Χρονικό Διάγραμμα Πολυδιάστατης Κλιμάκωσης στο σταθμό G. Οι κωδικοί των σταθμών αναλύονται στην εικόνα 55.

### 3.7.1.2a Χρονικό Διάγραμμα Πολυδιάστατης Κλιμάκωσης των Πολυχαίτων στο σταθμό Α

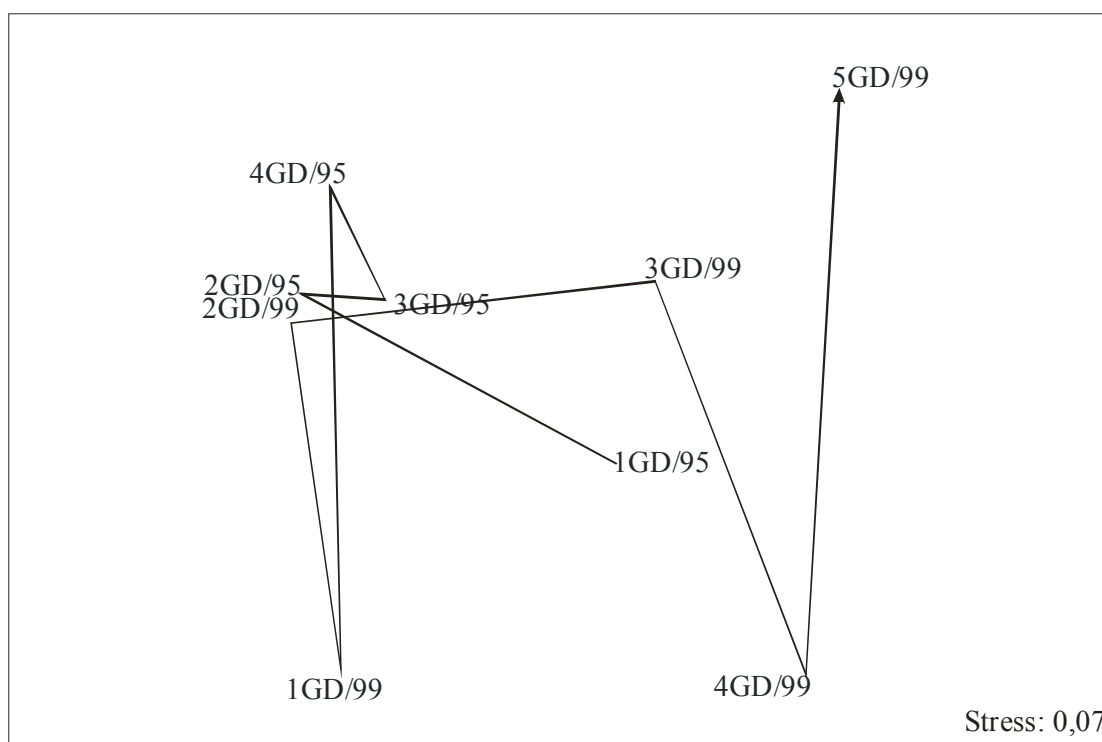
Στο διάγραμμα της Πολυδιάστατης Κλιμάκωσης των Πολυχαίτων στο σταθμό Α φαίνεται ότι οι εποχικοί σταθμοί στην πρώτη δειγματοληπτική περίοδο βρίσκονται πιο κοντά σε σχέση με τους αντίστοιχους της δεύτερης. Το γεγονός αυτό, όπως και στην περίπτωση του διαγράμματος της Πολυδιάστατης Κλιμάκωσης της Βενθικής Μακροπανίδας δεν έρχεται σε αντίθεση με την κεντρική ιδέα αφού ο σταθμός είναι πολύ κοντά στην θάλασσα έτσι ώστε η κοινωνία των ειδών αυτού να επηρεάζεται σημαντικά από την θάλασσα και όχι από την λιμνοθάλασσα. Η τάση της ταξοκοινωνίας για εποχιακές αλλαγές με κυκλικό πρότυπο διακρίνεται και στις δύο δειγματοληπτικές προσπάθειες. Τα αποτελέσματα της ANOSIM μεταξύ των δύο δειγματοληπτικών προσπαθειών είναι Global R 0.2 και p value 0.714.



Εικ 58: Χρονικό Διάγραμμα Πολυδιάστατης Κλιμάκωσης των Πολυχαίτων στο σταθμό Α. Οι κωδικοί των σταθμών αναλύονται στην εικόνα 55.

### 3.7.1.2b Χρονικό Διάγραμμα Πολυδιάστατης Κλιμάκωσης των Πολυχαίτων στο σταθμό D

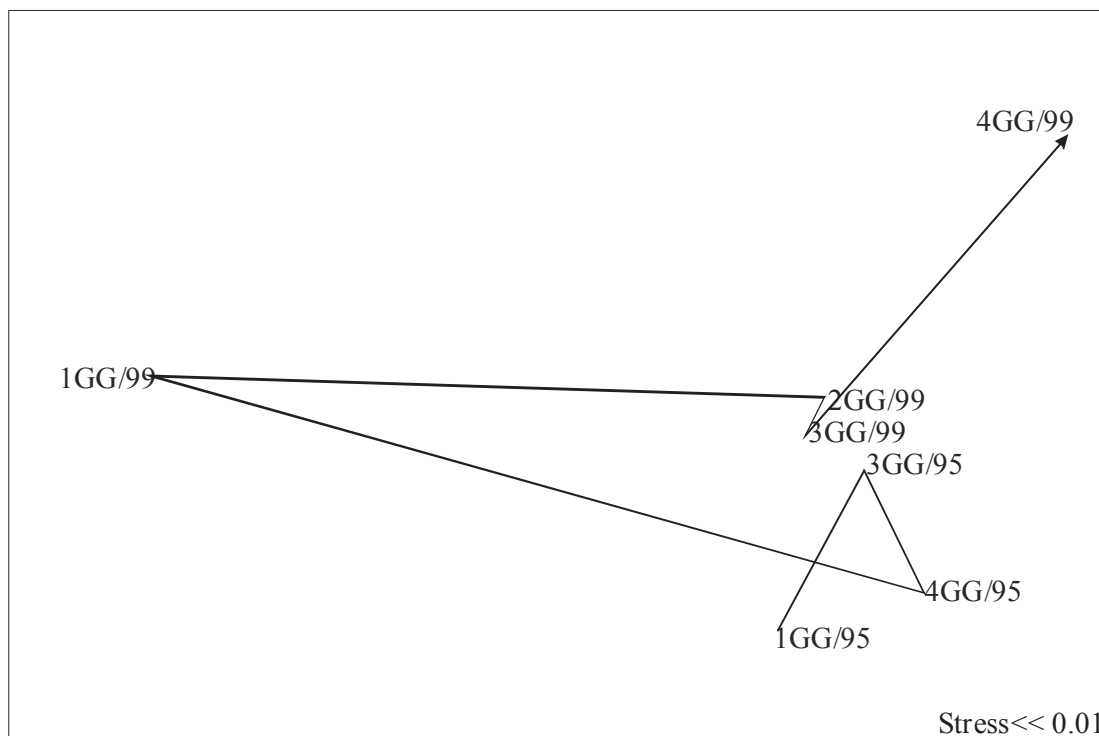
Στο παρακάτω διάγραμμα Πολυδιάστατης Κλιμάκωσης των Πολυχαίτων απεικονίζονται οι διαφορετικές δειγματοληπτικές εποχές. Όπως φαίνεται οι σταθμοί στην πρώτη δειγματοληψία βρίσκονται σε μικρότερη απόσταση απ' ότι στην δεύτερη. Αυτό οφείλεται στο ότι η έκταση της δυστροφικής κρίσης επηρεάζει σημαντικά την σύνθεση των ειδών του σταθμού, τα αποτελέσματα της οποίας είναι ορατά μέχρι και την τελευταία καλοκαιρινή περίοδο (5GD/99). Τα αποτελέσματα της ANOSIM μεταξύ των δύο δειγματοληπτικών προσπαθειών είναι Global R 0.13 και p value 0.581.



Εικ 59: Χρονικό Διάγραμμα Πολυδιάστατης Κλιμάκωσης των Πολυχαίτων στο σταθμό D. Οι κωδικοί των σταθμών αναλύονται στην εικόνα 55.

### 3.7.1.2c Χρονικό Διάγραμμα Πολυδιάστατης Κλιμάκωσης των Πολυχαίτων στο σταθμό G

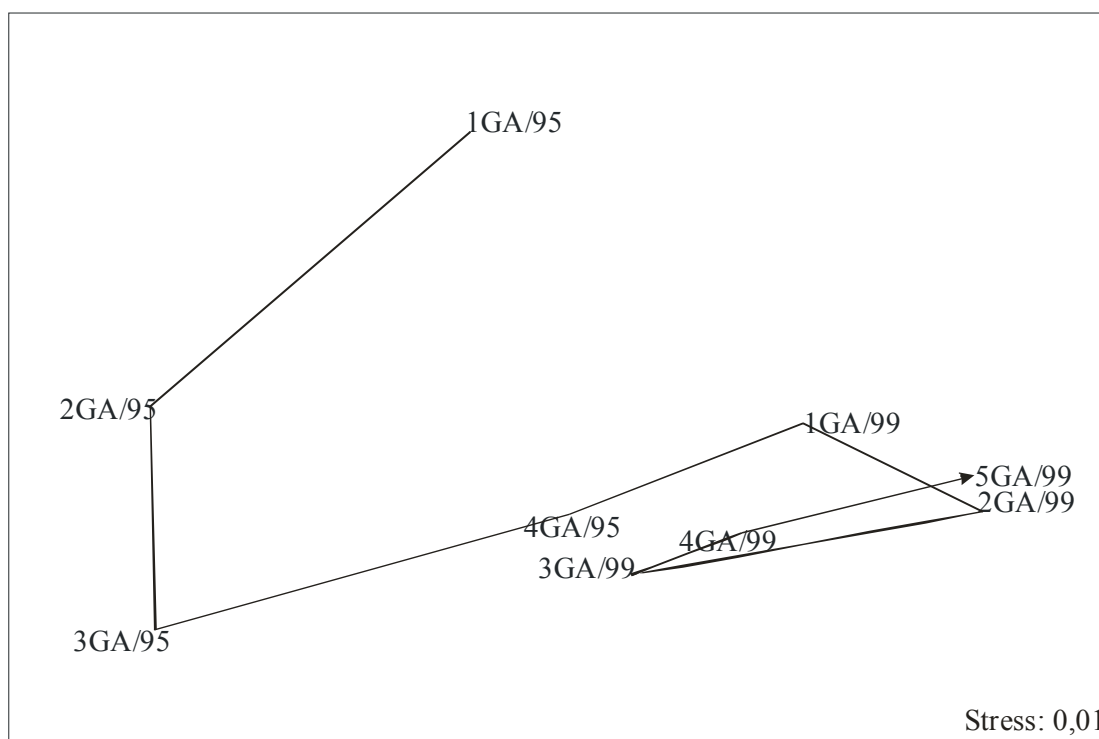
Στην επόμενη εικόνα παρουσιάζεται το διάγραμμα της Πολυδιάστατης Κλιμάκωσης των Πολυχαίτων στο σταθμό G. Ο σταθμός βρίσκεται στο εσωτερικό μέρος της λιμνοθάλασσας και είναι ο πιο απομακρυσμένος σταθμός από το στόμιό της. Όπως φαίνεται και σ' αυτή την περίπτωση οι αποστάσεις των σταθμών στο πρώτο δειγματοληπτικό σετ είναι μικρότερες σε σχέση μ' αυτές στο δεύτερο. Η τάση της ταξοκοινωνίας για κυκλικό εποχιακό πρότυπο διάταξης φαίνεται να εκτρέπεται και σε αυτή την περίπτωση κατά την δεύτερη προσπάθεια. Η τάση της ταξοκοινωνίας για κυκλικό εποχιακό πρότυπο, φαίνεται να εκτρέπεται στη δεύτερη δειγματοληπτική προσπάθεια. Το γεγονός αυτό ενισχύει την κεντρική υπόθεση ότι η έκταση της δυστροφικής κρίσης ενδέχεται να αποτελεί καθοριστικό παράγοντα για την σύνθεση και τις αφθονίες των ειδών. Τα αποτελέσματα της ANOSIM μεταξύ των δύο δειγματοληπτικών προσπαθειών είναι Global R 0.16 και p value 0.742.



Εικ 61: Χρονικό Διάγραμμα Πολυδιάστατης Κλιμάκωσης των Πολυχαίτων στο σταθμό G. Οι κωδικοί των σταθμών αναλύονται στην εικόνα 55.

### 3.7.1.3a Χρονικό Διάγραμμα Πολυδιάστατης Κλιμάκωσης των Μαλακίων στο σταθμό Α

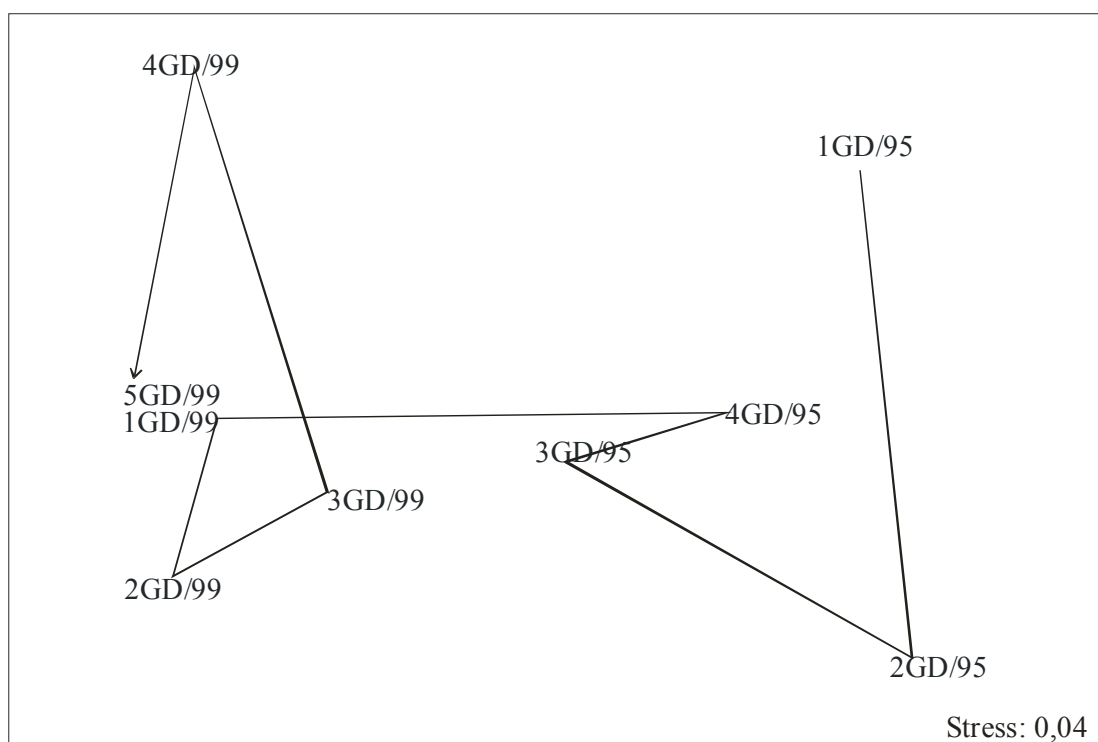
Στο παρακάτω διάγραμμα Πολυδιάστατης Κλιμάκωσης απεικονίζονται οι σχετικές αποστάσεις των εποχιακών δειγματοληψιών στις δύο δειγματοληπτικές περιόδους με βάση τη σύνθεση των ειδών και την αφθονία των Μαλακίων στο σταθμό Α. Από το διάγραμμα φαίνεται ότι οι σχετικές αποστάσεις στο πρώτο δειγματοληπτικό σετ είναι μεγαλύτερες από αυτές του δεύτερου. Αυτό το γεγονός, όπως και στις περιπτώσεις της Μακροβενθικής Πανίδας αλλά και των Πολυχαίτων, δεν έρχεται σε ουσιαστική αντίθεση με την κεντρική ιδέα αφού η κοινωνία των ειδών σε αυτό τον σταθμό επηρεάζεται κυρίως από την θάλασσα και όχι από τα χαρακτηριστικά της λιμνοθάλασσας. Τα αποτελέσματα της ANOSIM μεταξύ των δύο δειγματοληπτικών προσπαθειών είναι Global R 0.08 και p value 0.635.



Εικ 62: Χρονικό Διάγραμμα Πολυδιάστατης Κλιμάκωσης των Μαλακίων στο σταθμό Α. Οι κωδικοί των σταθμών αναλύονται στην εικόνα 55.

### 3.7.1.3b Χρονικό Διάγραμμα Πολυδιάστατης Κλιμάκωσης των Μαλακίων στο σταθμό D

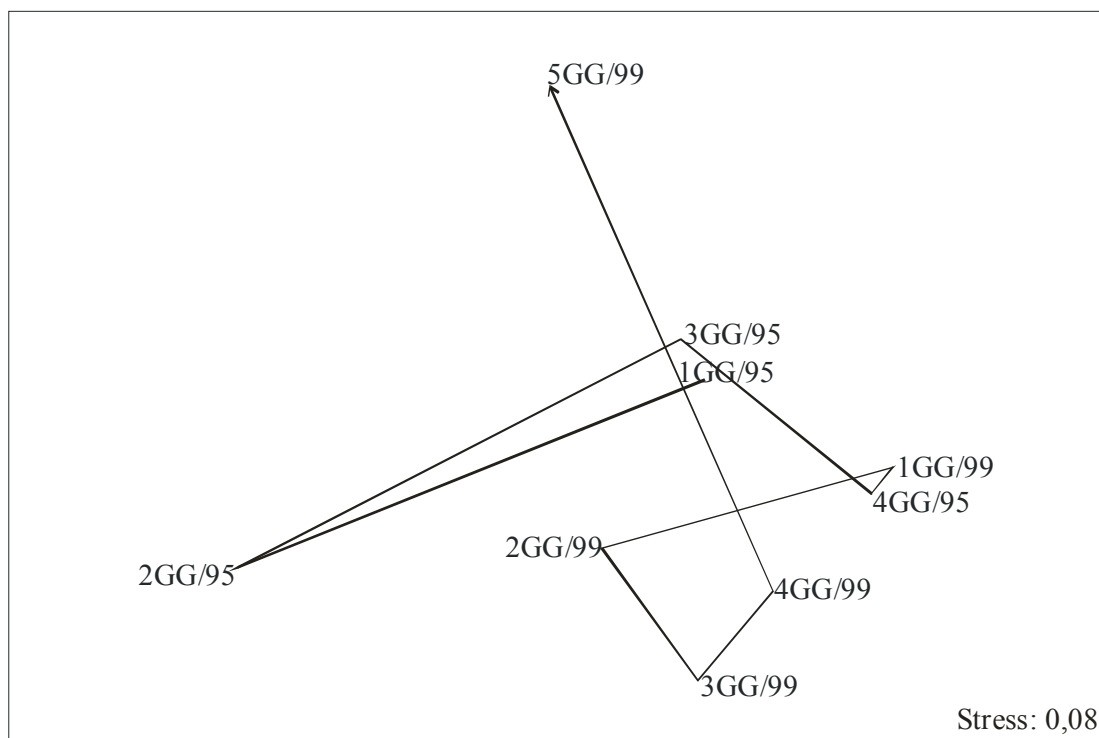
Στο διάγραμμα Πολυδιάστατης Κλιμάκωσης που ακολουθεί απεικονίζονται οι σχετικές αποστάσεις στο σταθμό D με βάση την αφθονία και τον αριθμό των ειδών των Μαλακίων που υπάρχουν στις διάφορες εποχές. Ο σταθμός αυτός βρίσκεται κεντρικά στην λιμνοθάλασσα, αρά η έκταση της δυστροφικής κρίσης θα πρέπει να τον επηρεάζει άμεσα. Όπως φαίνεται οι αποστάσεις μεταξύ των εποχών της πρώτης δειγματοληπτικής προσπάθειας δεν είναι σημαντικά διαφορετικές από αυτές της δεύτερης. Το γεγονός αυτό όχι μόνο έρχεται σε αντίθεση με την κεντρική ιδέα αλλά και με τα αποτελέσματα στον ίδιο το σταθμό, όπως αυτά προήλθαν με βάση την Μακροβενθική πανίδα και τους Πολύχαιτους. Το πρότυπο της κυκλικής διάταξης των εποχικών δειγματοληψιών όμως δείχνει να παραμένει σταθερό και στις δύο προσπάθειες. Τα αποτελέσματα της ANOSIM μεταξύ των δύο δειγματοληπτικών προσπαθειών είναι Global R 0.05 και p value 0.839.



Εικ 63: Χρονικό Διάγραμμα Πολυδιάστατης Κλιμάκωσης των Μαλακίων στο σταθμό D. Οι κωδικοί των σταθμών αναλύονται στην εικόνα 55.

### 3.7.1.3c Χρονικό Διάγραμμα Πολυδιάστατης Κλιμάκωσης των Μαλακίων στο σταθμό G

Στο παρακάτω διάγραμμα απεικονίζονται οι σχετικές αποστάσεις των διαφορετικών εποχών στο σταθμό G, όπως αυτές προκύπτουν από την Πολυδιάστατη Κλιμάκωση. Όπως και στο σταθμό D οι σχετικές αποστάσεις των εποχών στο πρώτο και το δεύτερο δειγματοληπτικό σετ δεν διαφέρουν σημαντικά. Αν και ο σταθμός G είναι ο πιο εσωτερικός θα αναμένονταν οι αποστάσεις των σταθμών στην δεύτερη δειγματοληπτική περίοδο να είναι μεγαλύτερες σε σχέση με αυτές της πρώτης, όμως κάτι τέτοιο δεν συμβαίνει. Άρα και σε αυτή την περίπτωση το πρότυπο που προκύπτει με βάση τα Μαλάκια έρχεται σε αντίθεση με την κεντρική ιδέα. Αντιθέτως το κυκλικό πρότυπο διάταξης των δειγματοληψιών εκτρέπεται φανερά κατά την τελευταία δειγματοληψία. Τα αποτελέσματα της ANOSIM μεταξύ των δύο δειγματοληπτικών προσπαθειών είναι Global R 0.23 και p value 0.459.

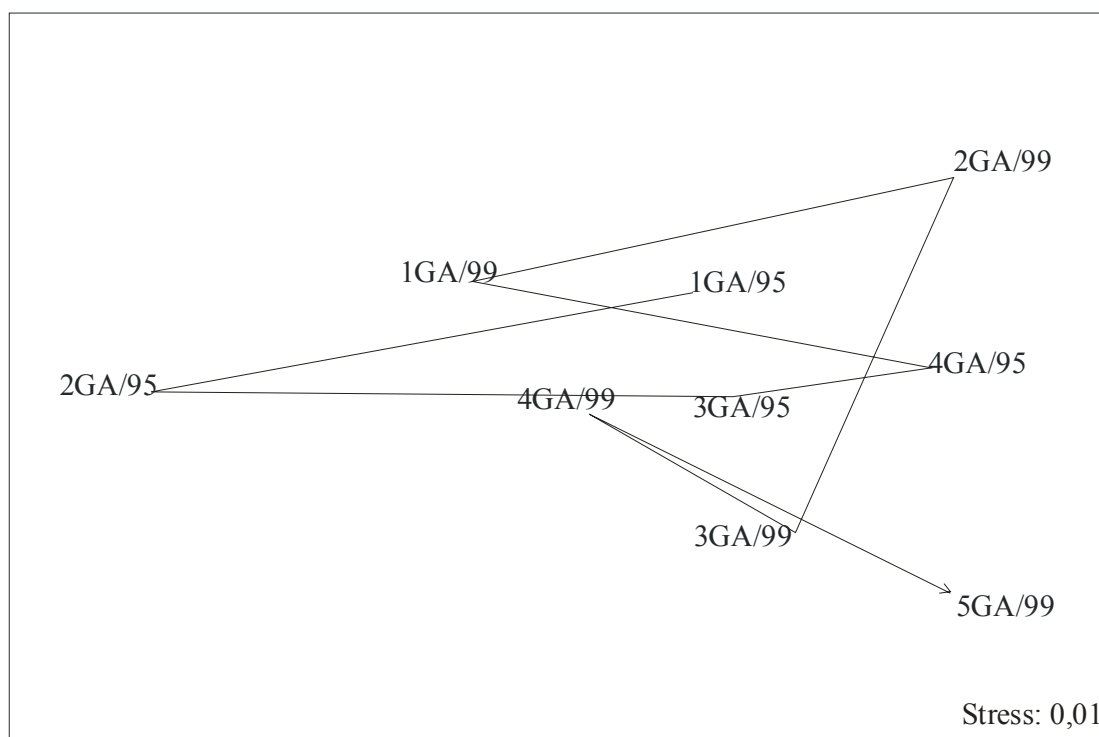


Εικ 64: Χρονικό Διάγραμμα Πολυδιάστατης Κλιμάκωσης των Μαλακίων στο σταθμό G. Οι κωδικοί των σταθμών αναλύονται στην εικόνα 55.



### 3.7.1.4a Χρονικό Διάγραμμα Πολυδιάστατης Κλιμάκωσης των Καρκινοειδών στο σταθμό Α

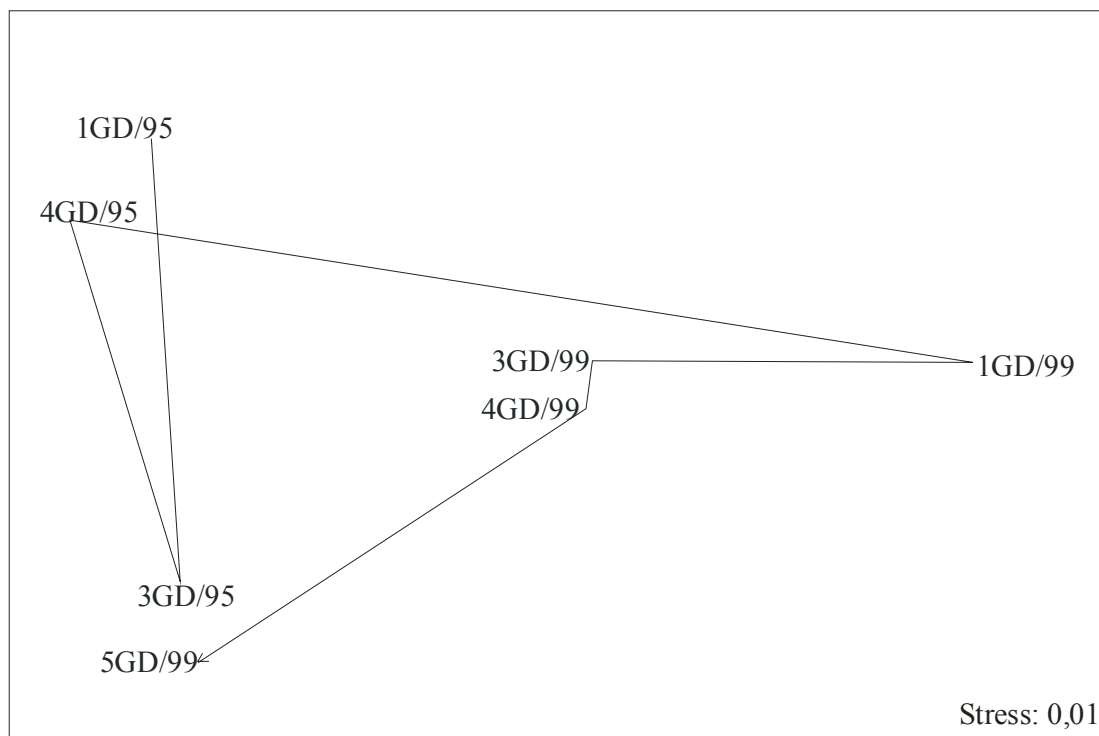
Στο παρακάτω διάγραμμα Πολυδιάστατης Κλιμάκωσης φαίνονται οι σχετικές αποστάσεις των διαφορετικών εποχών στις δύο σειρές δεδομένων. Οι σχετικές αποστάσεις της πρώτης σειράς δεδομένων δεν διαφέρουν σημαντικά από τη δεύτερη. Όπως διαπιστώθηκε και πριν αυτό είναι δυνατό να αποδοθεί στο γεγονός ότι ο σταθμός Α βρίσκεται κοντά στο στόμιο της λιμνοθάλασσας έτσι ώστε η σύνθεση και η αφθονία των καρκινοειδών να επηρεάζεται σημαντικά από την θάλασσα και όχι από την λιμνοθάλασσα. Τα αποτελέσματα της ANOSIM μεταξύ των δύο δειγματοληπτικών προσπαθειών είναι Global R 0.23 και p value 0.514.



Εικ 65: Χρονικό Διάγραμμα Πολυδιάστατης Κλιμάκωσης των Καρκινοειδών στο σταθμό Α. Οι κωδικοί των σταθμών αναλύονται στην εικόνα 55.

### 3.7.1.4b Χρονικό Διάγραμμα Πολυδιάστατης Κλιμάκωσης των Καρκινοειδών στο σταθμό D

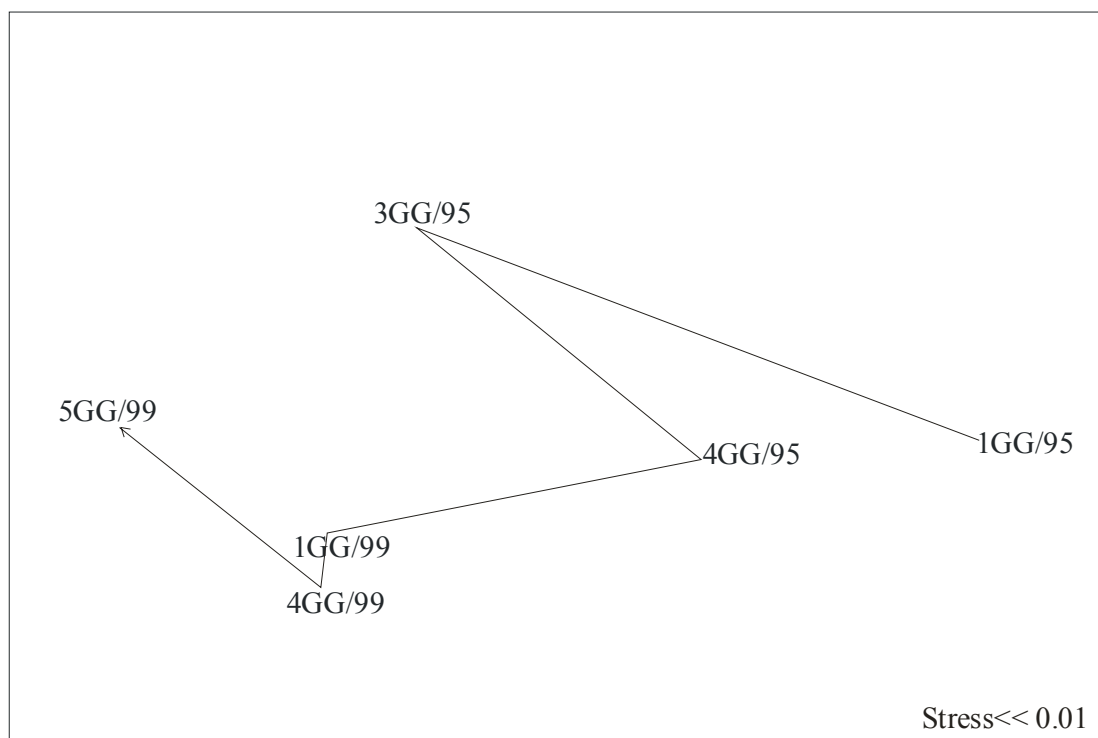
Σε αυτό το διάγραμμα παρουσιάζονται οι σχετικές αποστάσεις των εποχών, όπως αυτές προκύπτουν στις δύο δειγματοληπτικές προσπάθειες με βάση τον αριθμό ειδών και την αφθονία των Καρκινοειδών. Ο σταθμός D βρίσκεται στο κέντρο της λιμνοθάλασσας, επομένως το φαινόμενο της δυστροφικής κρίσης τον επηρεάζει άμεσα. Το αποτέλεσμα αυτό προκύπτει και από το διάγραμμα της Πολυδιάστατης Κλιμάκωσης αφού οι σχετικές αποστάσεις των σταθμών στην πρώτη δειγματοληψία είναι κατά πολύ μικρότερες σε σχέση με αυτή της δεύτερης. Επιπλέον, το πρότυπο κυκλικής διάταξης των εποχικών δειγματοληψιών που παρατηρείται κατά της πρώτη προσπάθεια, μετατρέπεται σ' ένα σχεδόν γραμμικό κατά τη δεύτερη. Τα αποτελέσματα της ANOSIM μεταξύ των δύο δειγματοληπτικών προσπαθειών είναι Global R 0.16 και p value 0.580.



Εικ 66: Χρονικό Διάγραμμα Πολυδιάστατης Κλιμάκωσης των Καρκινοειδών στο σταθμό D. Οι κωδικοί των σταθμών αναλύονται στην εικόνα 55.

### 3.7.1.4c Χρονικό Διάγραμμα Πολυδιάστατης Κλιμάκωσης των Καρκινοειδών στο σταθμό G

Στο παρακάτω διάγραμμα φαίνονται οι σχετικές αποστάσεις των διαφορετικών εποχών στο σταθμό G. Ο σταθμός αυτός είναι ο πιο εσωτερικός έτσι ώστε να αναμένεται το φαινόμενο της δυστροφικής κρίσης να επηρεάζει σημαντικά τον αριθμό αλλά και την αφθονία των Καρκινοειδών. Από το διάγραμμα της Πολυδιάστατης Κλιμάκωσης φαίνεται ότι οι σχετικές αποστάσεις των εποχιακών σταθμών στην πρώτη δειγματοληψία είναι μεγαλύτερες από αυτές τις δεύτερης. Το αποτέλεσμα αυτό έρχεται σε αντίθεση όχι μόνο με τα προηγούμενα αποτελέσματα στον ίδιο σταθμό αλλά και με την κεντρική υπόθεση. Όμως η αξιοπιστία του αποτελέσματος αυτού δεν είναι ιδιαίτερα υψηλή αφού όπως φαίνεται και από το διάγραμμα κάποιες εποχές απουσιάζουν. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι τα περισσότερα καρκινοειδή είναι ευκίνητοι οργανισμοί έτσι ώστε όταν δεν μπορούν να προσαρμοστούν στις περιβαλλοντικές αλλαγές μπορούν να μεταναστεύουν σε άλλες περιοχές. Τα αποτελέσματα της ANOSIM μεταξύ των δύο δειγματοληπτικών προσπαθειών είναι Global R 0.07 και p value 0.786.



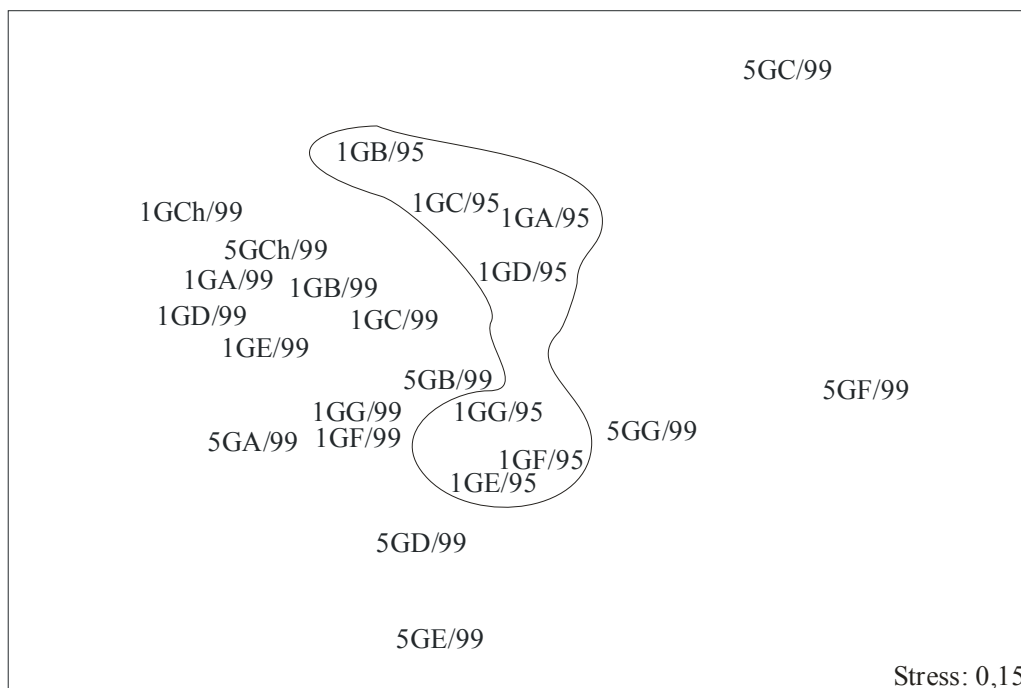
Εικ 67: Χρονικό Διάγραμμα Πολυδιάστατης Κλιμάκωσης των Καρκινοειδών στο σταθμό G. Οι κωδικοί των σταθμών αναλύονται στην εικόνα 55.

### 3.7.2 Χωρικά Διαγράμματα Πολυδιάστατης Κλιμάκωσης

Εκτός από την χρονική ανάλυση δηλαδή από την εύρεση του προτύπου κατανομής των διαφορετικών εποχών μέσα στις δύο σειρές δεδομένων, πραγματοποιήθηκε Πολυδιάστατη Κλιμάκωση σε συγκεκριμένες χρονικές περιόδους έτσι ώστε να βρεθούν οι σχέσεις που υπάρχουν μεταξύ των σταθμών αλλά και μεταξύ των δύο διαφορετικών δειγματοληπτικών προσπαθειών.

### 3.7.2.1a Χωρική Πολυδιάστατη Ανάλυση της Βενθικής Μακροπανίδας την εποχή του Καλοκαιριού.

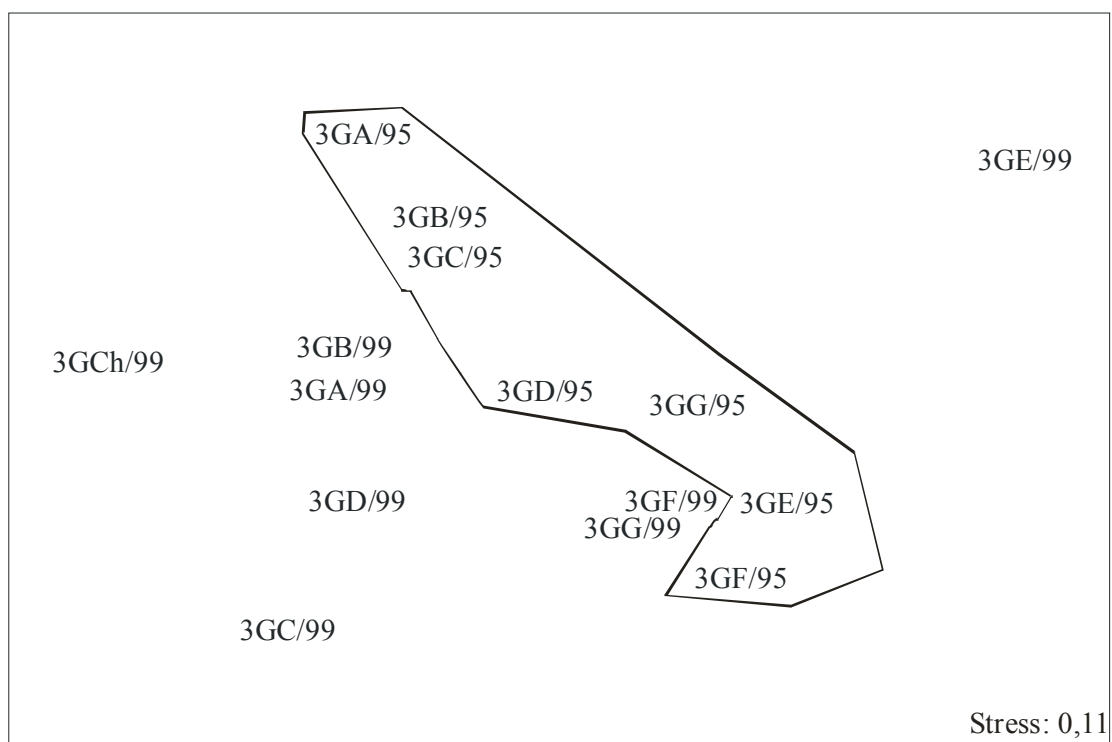
Στο παρακάτω διάγραμμα απεικονίζονται οι σχετικές αποστάσεις των σταθμών μέσα στις δειγματοληπτικές προσπάθειες αλλά και μεταξύ αυτών. Περιγραμμένες βρίσκονται οι σταθμοί της πρώτης δειγματοληπτικής προσπάθειας ενώ έξω από το περίγραμμα οι σταθμοί της δεύτερης. Από το διάγραμμα φαίνεται ότι οι σχετικές αποστάσεις των σταθμών στην πρώτη δειγματοληψία είναι μικρότερες σε σχέση με αυτής της δεύτερης. Το γεγονός αυτό συμφωνεί με την κεντρική υπόθεση, δεδομένου ότι η έκταση της δυστροφικής κρίσης το καλοκαίρι του 99 είναι μεγαλύτερη και συνεπώς αναμένεται να επηρεάζει περισσότερο τις βενθικές βιοκοινωνίες της λιμνοθάλασσας. Τα αποτελέσματα της ANOSIM για την παρακάτω ομαδοποίηση είναι Global R 0.05 και p value 0.785.



Εικ 68: Χωρική Πολυδιάστατη Ανάλυση της Βενθικής Μακροπανίδας την εποχή του Καλοκαιριού. Όσοι σταθμοί έχουν τον αριθμό 95 αναφέρονται στην πρώτη δειγματοληψία ενώ όσοι έχουν το 99 στη δεύτερη. Λόγω του ότι στη δεύτερη σειρά δεδομένων περιλαμβάνονται δύο δειγματοληψίες το καλοκαίρι, η πρώτη έχει τον αριθμό 1 και η δεύτερη το 5. Το δεύτερο γράμμα σε κάθε σταθμό ορίζει τη θέση του σταθμού. Με το Ch ορίζεται ο σταθμός που βρίσκεται μέσα στο στόμιο επικοινωνίας της λιμνοθάλασσας με την θάλασσα, ενώ με το γράμμα G ορίζεται ο περισσότερο εσωτερικός σταθμός.

### 3.7.2.1b Χωρική Πολυδιάστατη Ανάλυση της Βενθικής Μακροπανίδας την εποχή του Χειμώνα.

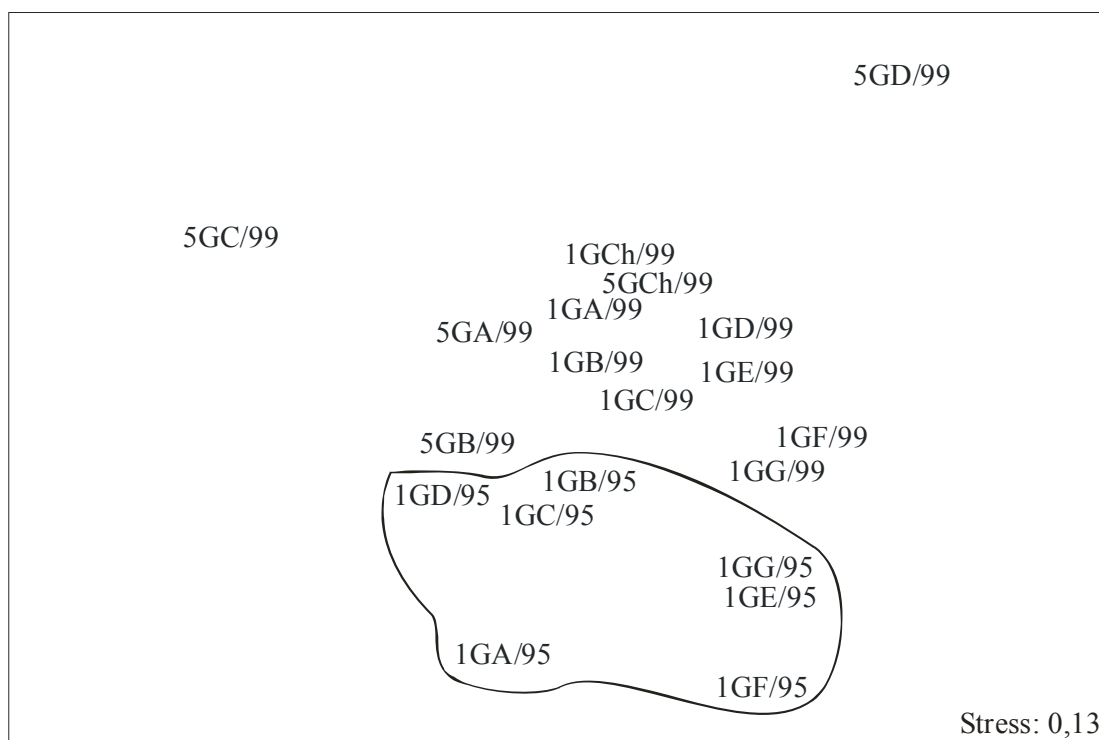
Σε αυτό το διάγραμμα Πολυδιάστατης Κλιμάκωσης φαίνονται οι σχέσεις των σταθμών δειγματοληψίας εντός και μεταξύ των δύο δειγματοληπτικών προσπαθειών. Όπως και στην περίπτωση του καλοκαιριού έτσι και την εποχή του χειμώνα οι σταθμοί στην δεύτερη δειγματοληπτική προσπάθεια εμφανίζονται με μεγαλύτερες σχετικές αποστάσεις σε σχέση με αυτής της πρώτης. Επομένως, και σε αυτή την περίπτωση η τα αποτελέσματα της κλιμάκωσης συμφωνούν με την κεντρική υπόθεση. Τα αποτελέσματα της ANOSIM για την παρακάτω ομαδοποίηση είναι Global R 0.11 και p value 0.678.



Εικ 69: Χωρική Πολυδιάστατη Ανάλυση της Βενθικής Μακροπανίδας την εποχή του Χειμώνα. Επεξηγήσεις των συμβόλων των σταθμών στην εικόνα 68.

### 3.7.2.2a Χωρική Πολυδιάστατη Κλιμάκωση των Πολυχαίτων την εποχή του Καλοκαιριού.

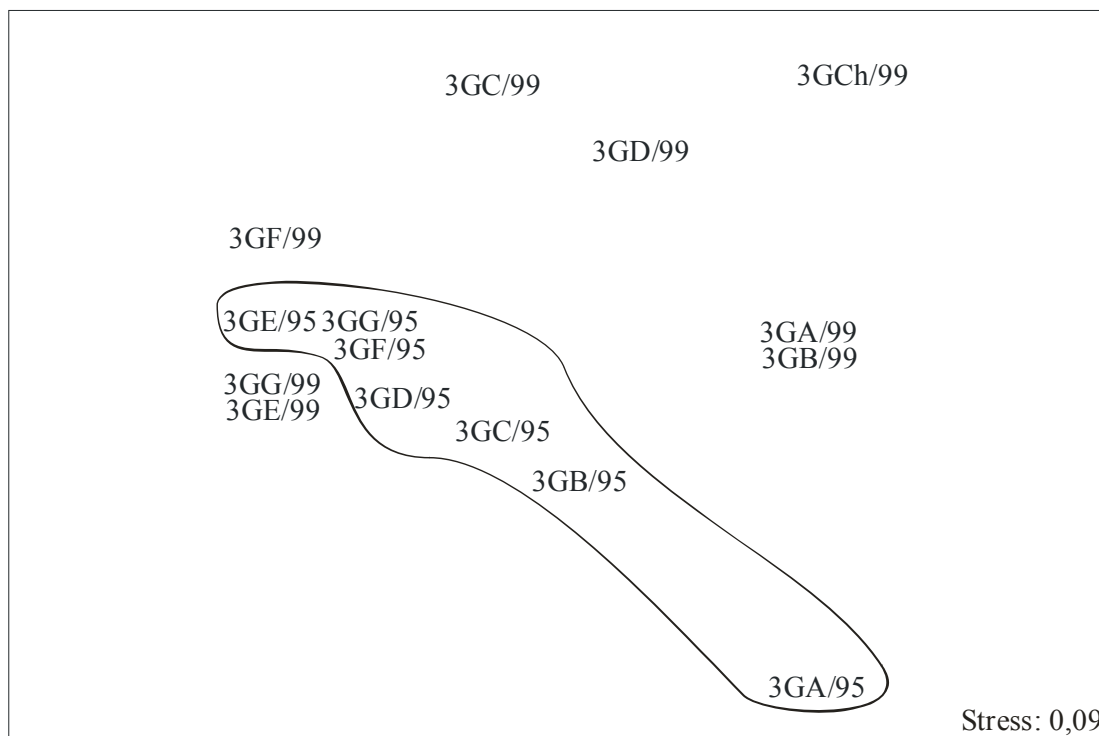
Στο παρακάτω διάγραμμα απεικονίζονται οι σχετικές αποστάσεις των σταθμών την εποχή του καλοκαιριού με βάση τον αριθμό και την αφθονία των ειδών της κύριας ταξινομικής ομάδας των Πολυχαίτων. Όπως φαίνεται από το διάγραμμα οι σταθμοί στην πρώτη δειγματοληπτική προσπάθεια εμφανίζουν μεταξύ τους μικρότερες αποστάσεις από αυτούς της δεύτερης. Το γεγονός αυτό μπορεί να οφείλεται στην έκταση της δυστροφικής κρίσης αφού στην δεύτερη δειγματοληψία είναι αρκετά πιο μεγάλη τόσο σε χωρικό όσο και σε χρονικό επίπεδο. Τα παραπάνω αποτελέσματα βρίσκονται σε συμφωνία με τα αντίστοιχα του συνόλου της βενθικής μακροπανίδας. Τα αποτελέσματα της ANOSIM για την παρακάτω ομαδοποίηση είναι Global R 0.03 και p value 0.798.



Εικ 70: Χωρική Πολυδιάστατη Ανάλυση των Πολυχαίτων την εποχή του Καλοκαιριού. Επεξηγήσεις των συμβόλων των σταθμών στην εικόνα 68.

### 3.7.2.2b Χωρική Πολυδιάστατη Κλιμάκωση των Πολυχαίτων την εποχή του Χειμώνα.

Στο διάγραμμα της Πολυδιάστατης Κλιμάκωσης που ακολουθεί φαίνονται οι σχετικές αποστάσεις των σταθμών στις δύο διαφορετικές δειγματοληπτικές προσπάθειες. Οι σχετικές αποστάσεις μεταξύ των σταθμών της δεύτερης δειγματοληπτικής προσπάθειας όπως φαίνεται από το διάγραμμα είναι μεγαλύτερες σε σχέση μ' εκείνες από την πρώτη. Αν και την περίοδο του χειμώνα δεν εμφανίζεται το φαινόμενο της δυστροφικής κρίσης, εν τούτοις από το διάγραμμα φαίνεται ότι η τάξοκοινωνία των Πολυχαίτων συνεχίζει να επηρεάζεται από το φαινόμενο που συμβαίνει προς το τέλος του καλοκαιριού και στις αρχές του φθινοπώρου. Τα αποτελέσματα της ANOSIM για την παρακάτω ομαδοποίηση είναι Global R 0.02 και p value 0.811.

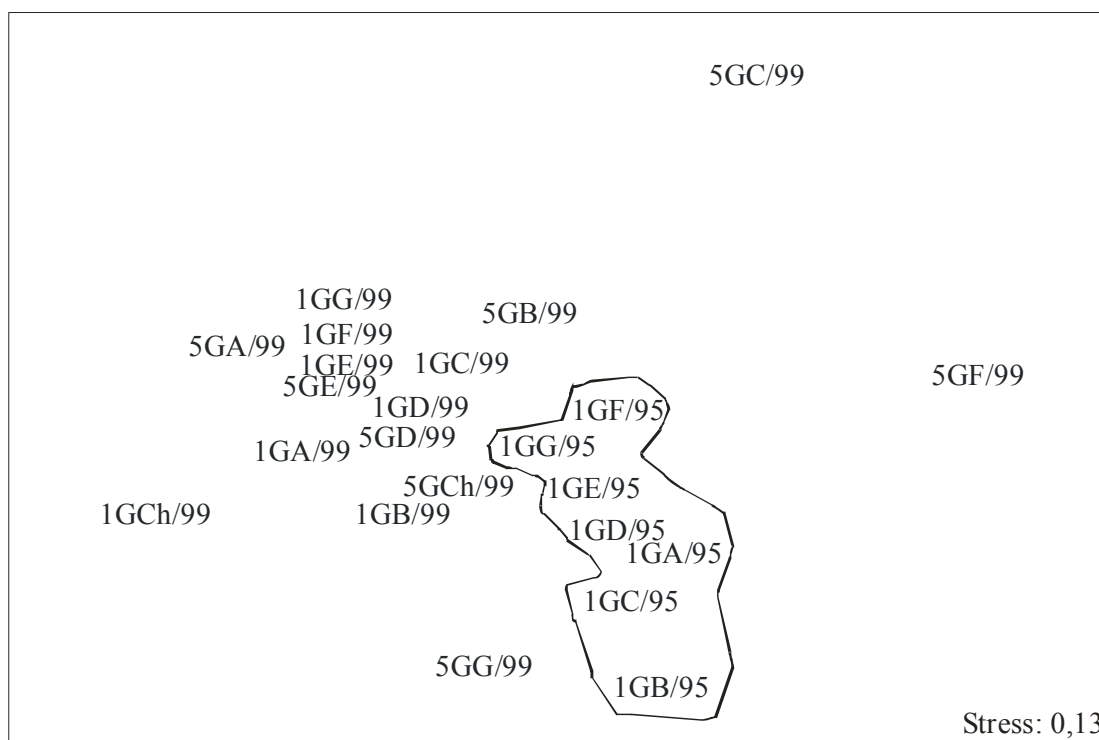


Εικ 71: Χωρική Πολυδιάστατη Ανάλυση των Πολυχαίτων την εποχή του Χειμώνα. Επεξηγήσεις των συμβόλων των σταθμών στην εικόνα 68.



### 3.7.2.3a Χωρική Πολυδιάστατη Κλιμάκωση των Μαλακίων την εποχή του Καλοκαιριού.

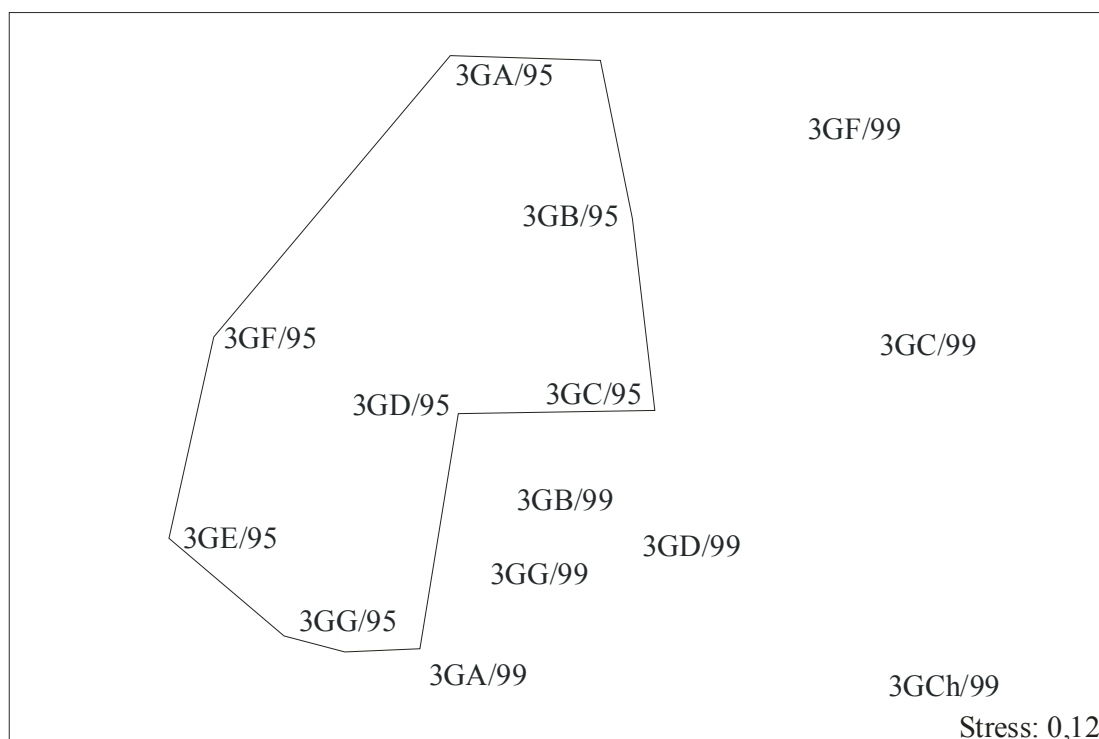
Στο επόμενο διάγραμμα απεικονίζονται οι σχετικές αποστάσεις των σταθμών δειγματοληψίας όπως αυτές προκύπτουν από τον αριθμό και την αφθονία των Μαλακίων στην Γιάλοβα κατά την εποχή του καλοκαιριού στη διάρκεια και των δύο δειγματοληπτικών προσπαθειών. Οι αποστάσεις μεταξύ των σταθμών στην περίπτωση της πρώτης σειράς δεδομένων είναι μικρότερες σε σχέση μ' εκείνες μεταξύ των σταθμών της δεύτερης. Αυτό, βρίσκεται σε συμφωνία με τα αποτελέσματα που παρουσιάστηκαν προηγουμένως. Τα αποτελέσματα της ANOSIM για την παρακάτω ομαδοποίηση είναι Global R 0.03 και p value 0.671.



Εικ 72: Χωρική Πολυδιάστατη Ανάλυση των Μαλακίων την εποχή του Καλοκαιριού. Επεξηγήσεις των συμβόλων των σταθμών στην εικόνα 68.

### 3.7.2.3b Χωρική Πολυδιάστατη Κλιμάκωση των Μαλακίων την εποχή του Χειμώνα.

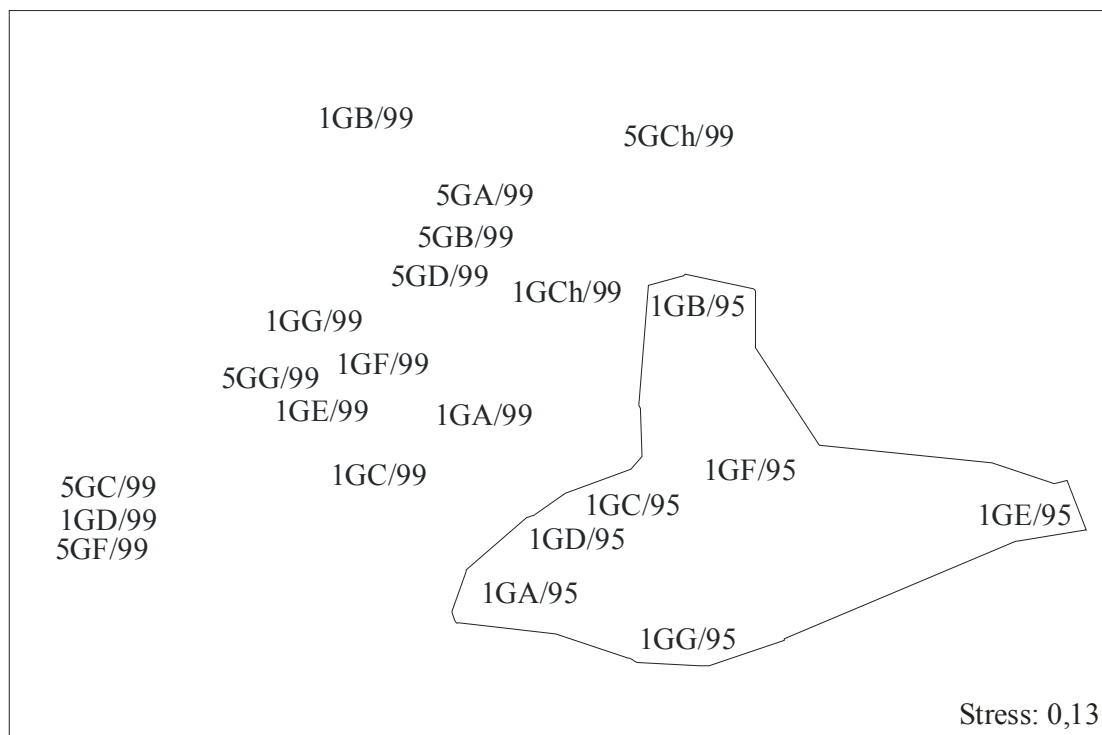
Στο παρακάτω διάγραμμα Πολυδιάστατης Κλιμάκωσης παρουσιάζονται οι αποστάσεις των σταθμών δειγματοληψίας την εποχή του χειμώνα, με βάση τον αριθμό των ειδών και την αφθονία των Μαλακίων. Μέσα στο πολύγραμμα περιλαμβάνονται οι σταθμοί της πρώτης δειγματοληπτικού σειράς δεδομένων. Από το διάγραμμα διαπιστώνεται ότι δεν παρουσιάζονται σημαντικές αποστάσεις μεταξύ των σταθμών εντός των δύο σειρών δεδομένων. Τα αποτελέσματα της ANOSIM για την παρακάτω ομαδοποίηση είναι Global R 0.03 και p value 0.634.



Εικ 74: Χωρική Πολυδιάστατη Ανάλυση των Μαλακίων την εποχή του Χειμώνα. Επεξηγήσεις των συμβόλων των σταθμών στην εικόνα 68.

### 3.7.2.4a Χωρική Πολυδιάστατη Ανάλυση των Καρκινοειδών την εποχή του Καλοκαιριού.

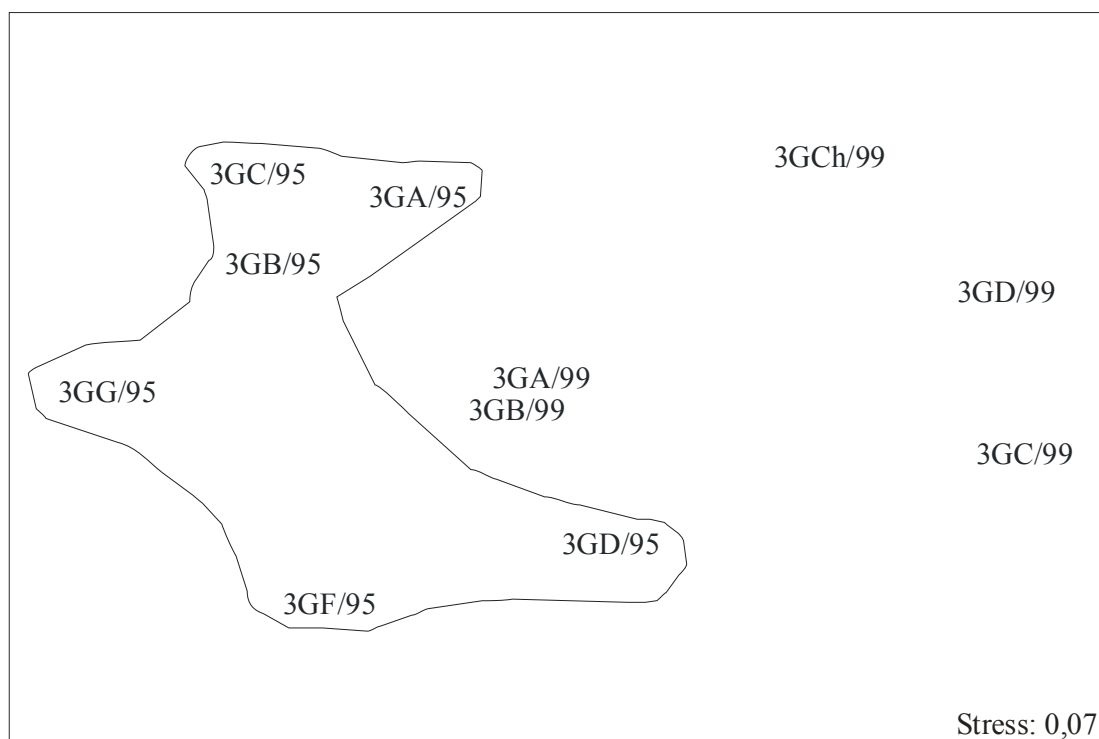
Όπως και στα αποτελέσματα από τις ταξοκοινωνίες των Πολυχαίτων και των Μαλακίων έτσι και στην περίπτωση των Καρκινοειδών οι σταθμοί που βρίσκονται μέσα στο πολύγραμμα προέρχονται από την πρώτη σειρά δεδομένων που αντιστοιχούν στην πρώτη δειγματοληπτική προσπάθεια. Όπως φαίνεται από το διάγραμμα οι σχετικές αποστάσεις μεταξύ των σταθμών του καλοκαιριού του 99 είναι μεγαλύτερες σε σχέση με αυτές του 95. Αυτό το γεγονός ενισχύει την κεντρική υπόθεση. Τα αποτελέσματα της ANOSIM για την παρακάτω ομαδοποίηση είναι Global R 0.01 και p value 0.877.



Εικ 75: Χωρική Πολυδιάστατη Ανάλυση των Καρκινοειδών την εποχή του Καλοκαιριού. Επεξηγήσεις των συμβόλων των σταθμών στην εικόνα 68.

### 3.7.2.4b Χωρική Πολυδιάστατη Ανάλυση των Καρκινοειδών την εποχή του χειμώνα.

Στο διάγραμμα της Πολυδιάστατης Κλιμάκωσης που ακολουθεί φαίνονται οι σχέσεις των σταθμών δειγματοληψίας με βάση την σύνθεση ειδών των Καρκινοειδών την εποχή του χειμώνα. Περιγραμμένοι βρίσκονται οι σταθμοί από την πρώτη δειγματοληπτική προσπάθεια. Όπως φαίνεται από το διάγραμμα οι σχετικές αποστάσεις των σταθμών των δύο δειγματοληπτικών σετ δεν παρουσιάζουν σημαντικές διαφορές, όπως άλλωστε αναφέρθηκε και στην περίπτωση της ταξοκοινωνίας των Μαλακίων. Τα αποτελέσματα της ANOSIM για την παρακάτω ομαδοποίηση είναι Global R 0.1 και p value 0.543.



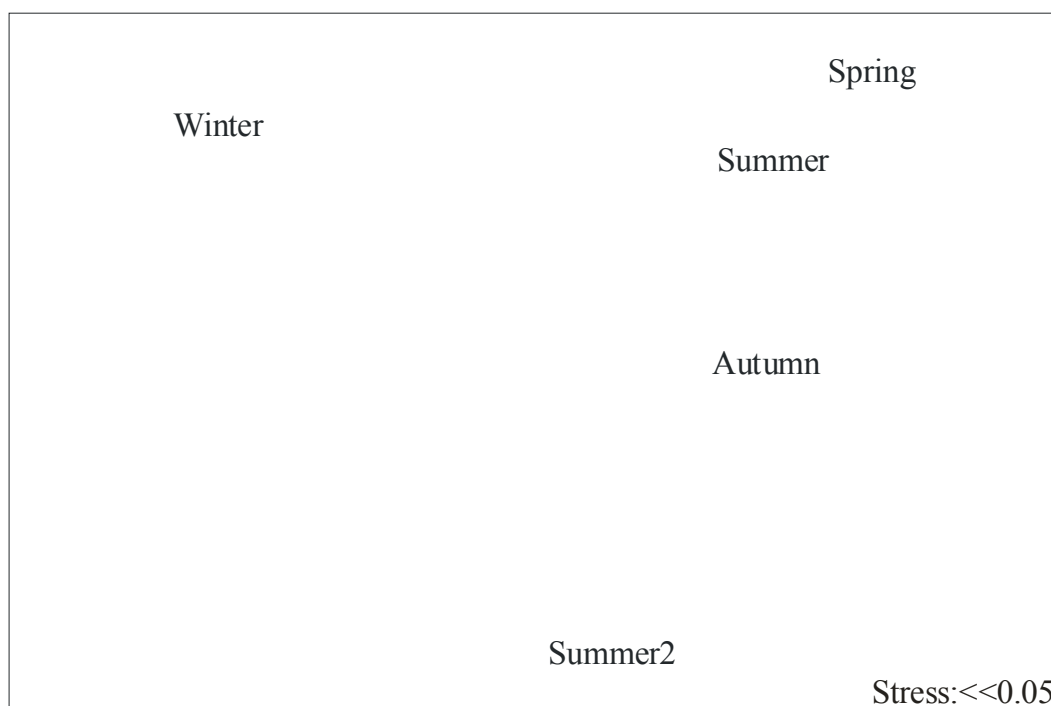
Εικ 76: Χωρική Πολυδιάστατη Ανάλυση των Καρκινοειδών την εποχή του χειμώνα. Επεξηγήσεις των συμβόλων των σταθμών στην εικόνα 68.

### 3.8 Διαγράμματα Πολυδιάστατης Κλιμάκωσης Δευτέρου Επιπέδου

Σ' αυτή την κατηγορία των διαγραμμάτων θα παρουσιαστούν οι σχέσεις που εμφανίζουν οι εποχές στο σύνολο των δειγματοληπτικών σταθμών αλλά και τις σχέσεις των σταθμών στο σύνολο των εποχών με βάση την Βενθική Μακροπανίδα, τα Πολύχαιτα τα Μαλάκια και τα Καρκινοειδή. Πρέπει να σημειωθεί ότι λόγω του διαφορετικού αριθμού σταθμών το καλοκαίρι της δεύτερης σειράς δεδομένων παρουσιάζεται ξεχωριστά.

### 3.8.1a Χρονικό Διαγράμματα Πολυδιάστατης Κλιμάκωσης Δευτέρου Επιπέδου με βάση την Βενθική Μακροπανίδα.

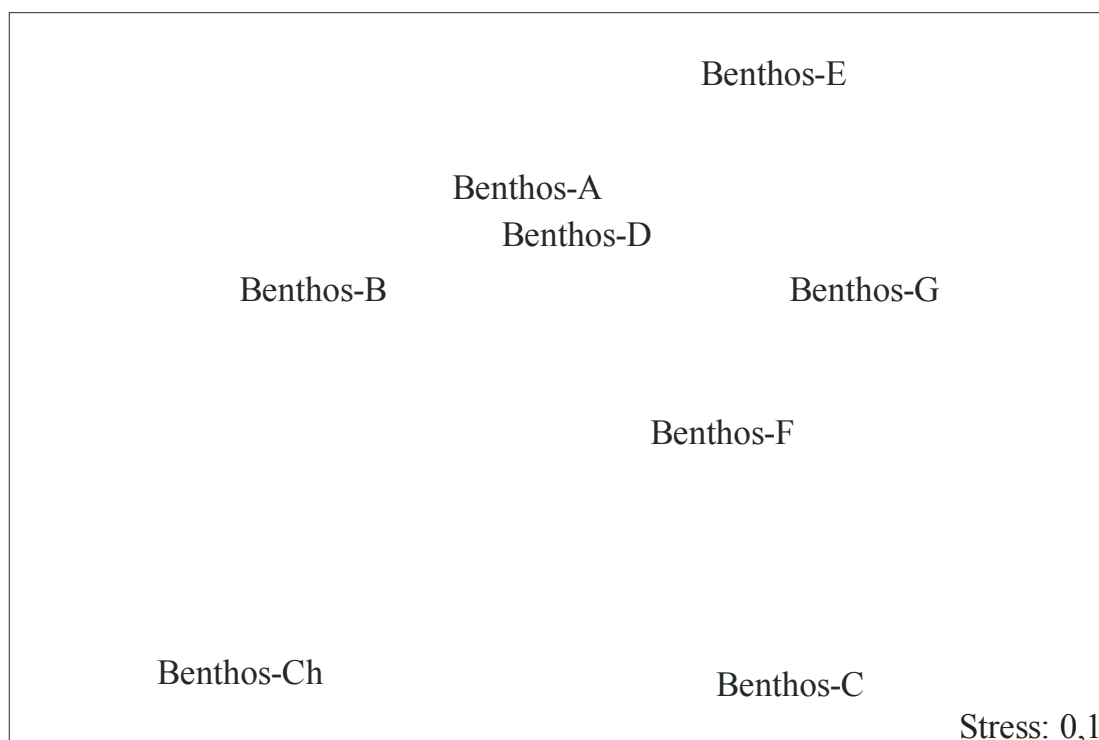
Στο παρακάτω διάγραμμα παρουσιάζονται οι σχέσεις μεταξύ των προτύπων ποικιλότητας και αφθονίας της βενθικής μακροπανίδας των διαφορετικών εποχών δειγματοληψίας όπως αυτές προκύπτουν από την κοινότητα των ειδών της Βενθικής Μακροπανίδας. Όπως φαίνεται από το διάγραμμα οι εποχές της άνοιξης του καλοκαιριού και του φθινοπώρου βρίσκονται πολύ κοντά, ενώ του φθινοπώρου, του χειμώνα και του 2<sup>ου</sup> καλοκαιριού εμφανίζονται απομακρυσμένες. Το σύστημα φαίνεται λοιπόν να έχει εκτραπεί κατά το 2<sup>ο</sup> καλοκαίρι σε ότι αφορά τη βενθική μακροπανίδα.



Εικ 77: Χρονικό Διαγράμματα Πολυδιάστατης Κλιμάκωσης Δευτέρου Επιπέδου με βάση την Βενθική Μακροπανίδα.

### 3.8.1b Χωρικό Διαγράμματα Πολυδιάστατης Κλιμάκωσης Δευτέρου Επιπέδου με βάση την Βενθική Μακροπανίδα.

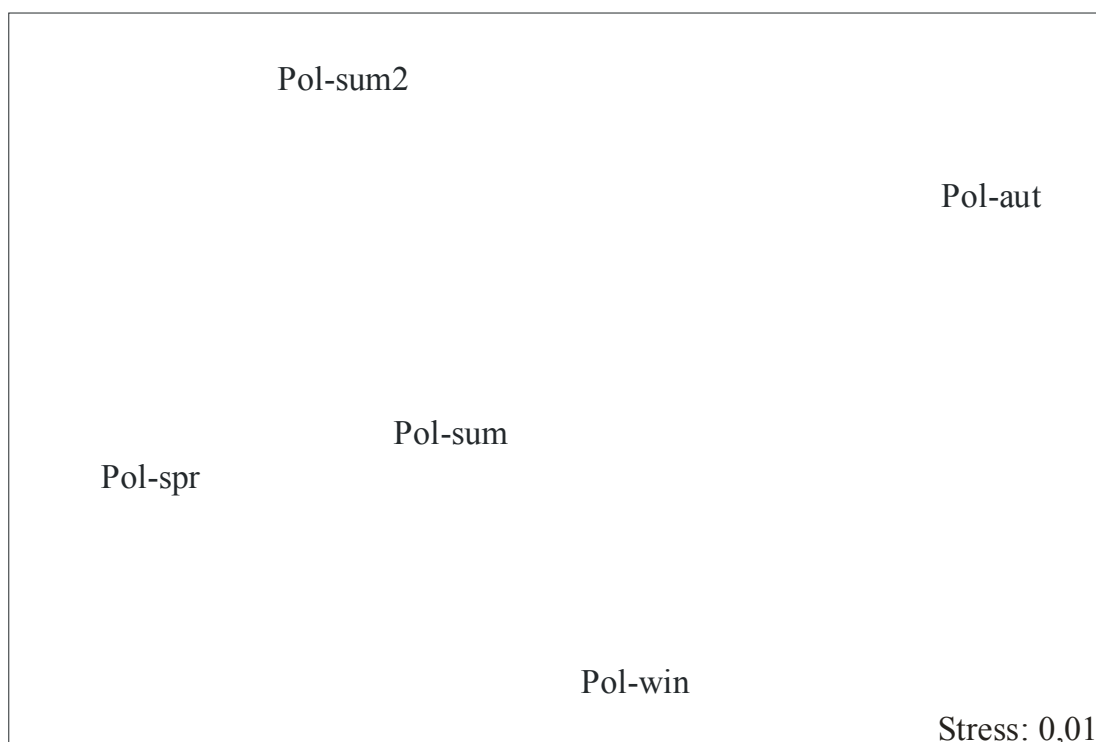
Στο παρακάτω διάγραμμα παρουσιάζονται οι σχέσεις των σταθμών δειγματοληψίας με βάση τον συνολικό αριθμό εποχιακών δειγματοληψιών. Αυτό που θα αναμένονταν θα ήταν οι σταθμοί A, B και Ch που βρίσκονται κοντά στο στόμιο της λιμνοθάλασσας να ομαδοποιούνται μαζί αφού η κοινωνία των ειδών τους επηρεάζεται από την θάλασσα, ενώ οι υπόλοιποι σταθμοί να ομαδοποιούνται μαζί αφού επηρεάζονται σημαντικά από την λιμνοθάλασσα. Κάτι τέτοιο όμως δεν φαίνεται από το παρακάτω διάγραμμα. Αυτό πιθανώς να οφείλεται στο ότι οι σχέσεις των σταθμών κάποιες εποχές επηρεάζονται ιδιαίτερα από το φαινόμενο της δυστροφικής κρίσης ενώ κάποιες άλλες όχι. Το αποτέλεσμα είναι ότι οι σταθμοί αυτοί ομαδοποιούνται μαζί μ' εκείνους στο εσωτερικό της λιμνοθάλασσας.



Εικ 78: Χωρικό Διαγράμματα Πολυδιάστατης Κλιμάκωσης Δευτέρου Επιπέδου με βάση την Βενθική Μακροπανίδα.

### 3.8.2a Χρονικό Διαγράμματα Πολυδιάστατης Κλιμάκωσης Δευτέρου Επιπέδου με βάση τα Πολύχαιτα.

Η ίδια εικόνα παρουσιάζεται και στα αποτελέσματα που απορρέουν από την ταξοκοινωνία των Πολυχαιτών. Όπως φαίνεται από το διάγραμμα οι εποχές της άνοιξης, του καλοκαιριού και του χειμώνα βρίσκονται πλησιέστερα ενώ αυτή του φθινοπώρου αλλά και του 2<sup>ου</sup> καλοκαιριού εμφανίζονται απομακρυσμένες. Λόγω του μεγάλου αριθμού ειδών που εμφανίζονται το καλοκαίρι, το χειμώνα και την άνοιξη, αυτές οι τρεις εποχές ομαδοποιούνται μαζί. Η εποχή του φθινοπώρου εμφανίζει σημαντικά χαμηλότερο αριθμό ειδών απ' ότι οι τρεις άλλες γι' αυτό και εμφανίζεται τόσο απομακρυσμένη. Τέλος η εποχή του 2<sup>ου</sup> καλοκαιριού εμφανίζεται απομακρυσμένη αφού το σύστημα αυτή την εποχή φαίνεται να έχει εκτραπεί όσο αφορά την ταξοκοινωνία των Πολυχαιτών.

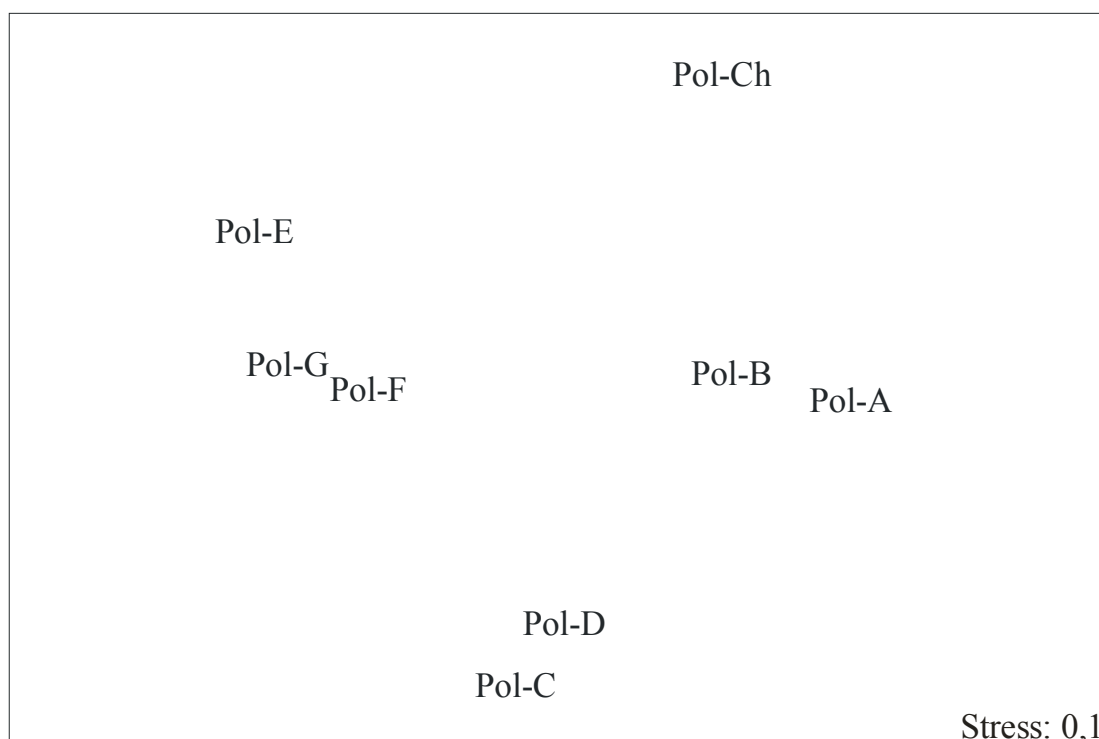


Εικ 79: Χρονικό Διαγράμματα Πολυδιάστατης Κλιμάκωσης Δευτέρου Επιπέδου με βάση τα Πολύχαιτα.



### 3.8.2b Χωρικό Διαγράμματα Πολυδιάστατης Κλιμάκωσης Δευτέρου Επιπέδου με βάση τα Πολύχαιτα.

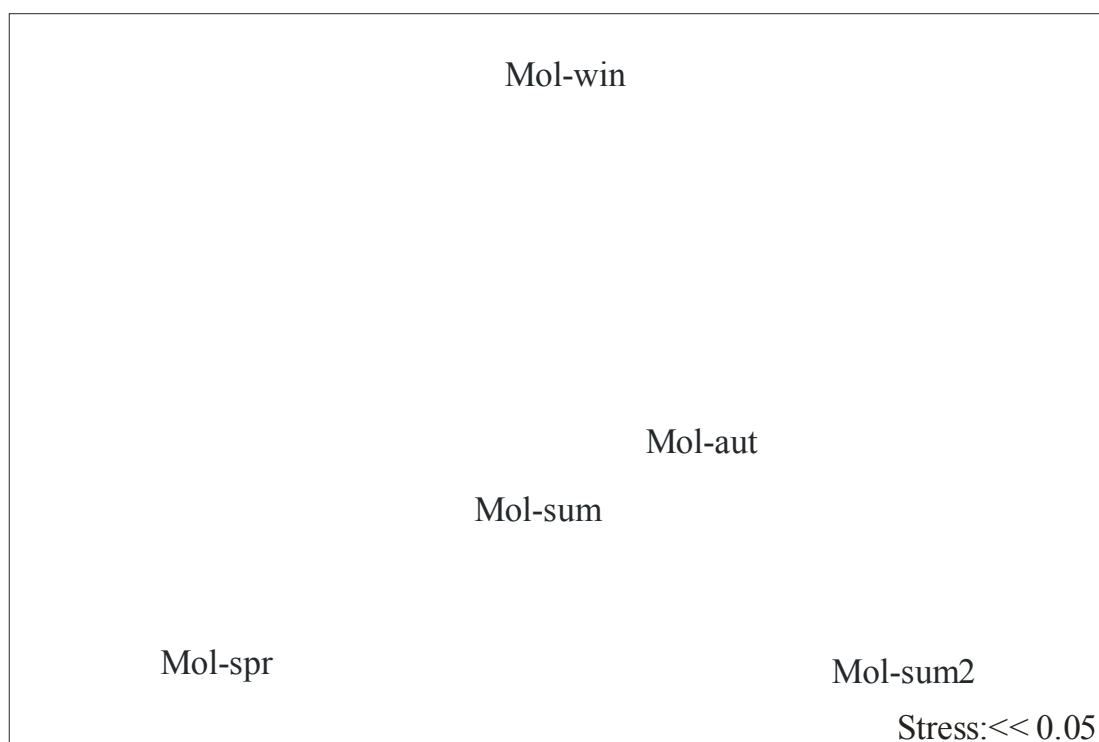
Στο παρακάτω διάγραμμα απεικονίζονται οι σχετικές αποστάσεις των σταθμών δειγματοληψίας με βάση τον αριθμό των ειδών και την αφθονία των πολυχαιτών. Από το παρακάτω διάγραμμα φαίνεται ότι οι σταθμοί ομαδοποιούνται με βάση την απόστασή τους από το στόμιο της λιμνοθάλασσας με την θάλασσα. Έτσι ο σταθμός Ch που βρίσκεται μέσα στο στόμιο ομαδοποιείται μόνος του, οι σταθμοί A, B που βρίσκονται πολύ κοντά στο στόμιο ομαδοποιούνται μαζί. Οι σταθμοί C και D που βρίσκονται στην μέση της λιμνοθάλασσας ενώ οι σταθμοί E, F και G που βρίσκονται στο εσωτερικό της λιμνοθάλασσας ομαδοποιούνται στην ίδια ομάδα. Το παρακάτω πρότυπο είναι σύμφωνο με τα αποτελέσματα της προηγούμενης δειγματοληπτικής προσπάθειας Arvanitidis et. al. (1999)



Εικ 80: Χωρικό Διαγράμματα Πολυδιάστατης Κλιμάκωσης Δευτέρου Επιπέδου με βάση τα Πολύχαιτα.

### 3.8.3a Χρονικό Διαγράμματα Πολυδιάστατης Κλιμάκωσης Δευτέρου Επιπέδου με βάση τα Μαλάκια.

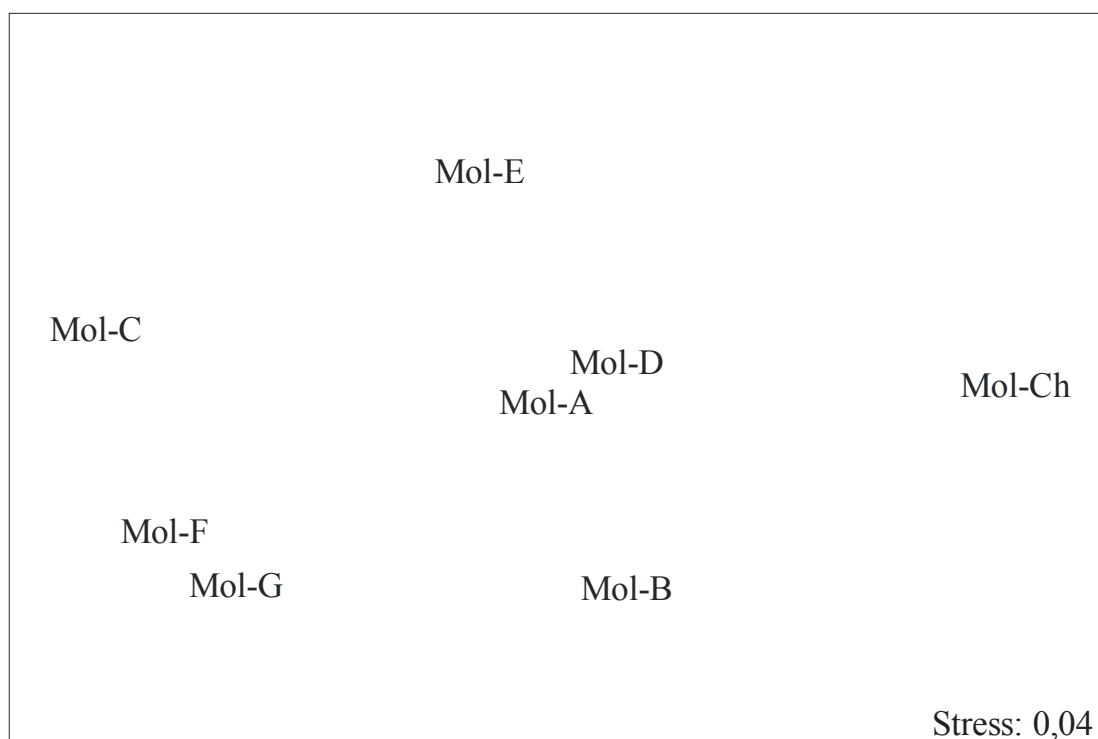
Στο παρακάτω διάγραμμα Πολυδιάστατης Κλιμάκωσης φαίνονται οι σχέσεις μεταξύ των προτύπων σύνθεσης και αφθονίας των εποχικών δειγματοληψιών με βάση τον αριθμό των ειδών και την αφθονία των Μαλακίων. Το συγκεκριμένο πρότυπο είναι δυνατόν να προέρχεται από τη μεγάλη χρονική έκταση δυστροφική κρίση: η εποχή του καλοκαιριού και η εποχή του φθινοπώρου βρίσκονται πολύ κοντά ενώ και εδώ η δειγματοληπτική περίοδος του 2<sup>ου</sup> καλοκαιριού αποκλίνει αρκετά.



Εικ 81: Χρονικό Διαγράμματα Πολυδιάστατης Κλιμάκωσης Δευτέρου Επιπέδου με βάση τα Μαλάκια.

### 3.8.3b Χωρικό Διαγράμματα Πολυδιάστατης Κλιμάκωσης Δευτέρου Επιπέδου με βάση τα Μαλάκια.

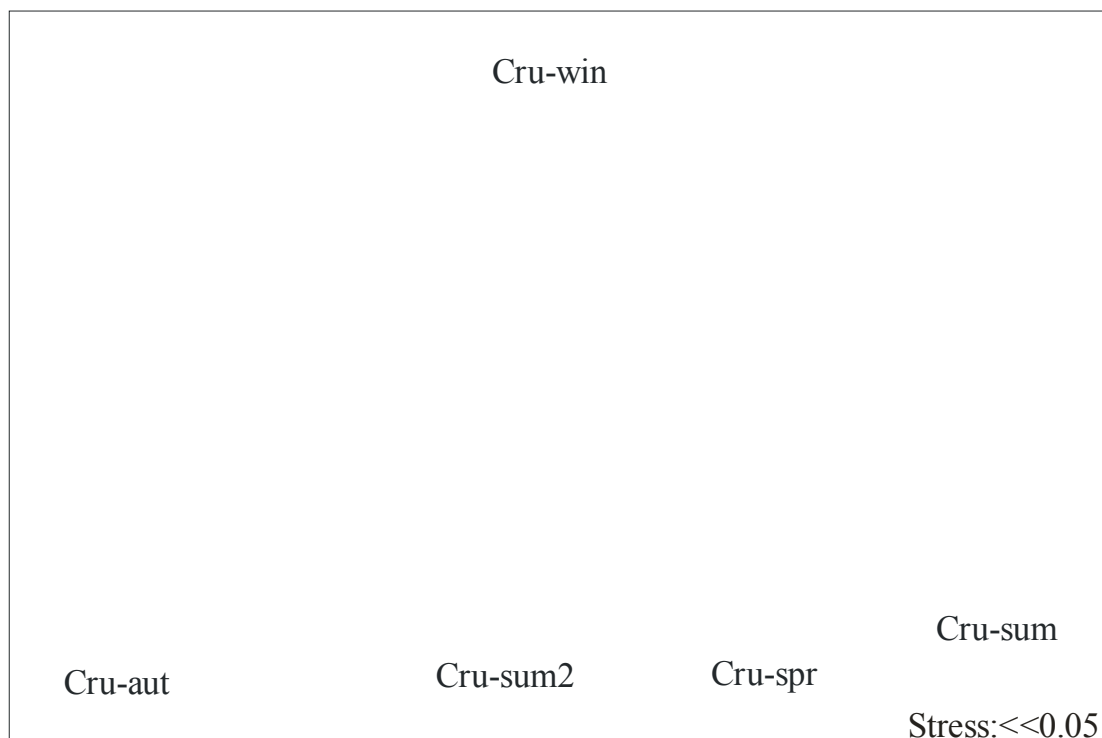
Στο επόμενο διάγραμμα απεικονίζονται οι σχέσεις μεταξύ των προτύπων σύνθεσης και αφθονίας των σταθμών δειγματοληψίας στο σύνολο των εποχών με βάση τον αριθμό των ειδών και την αφθονία των μαλακίων. Όπως και στο προηγούμενο διάγραμμα έτσι και σε αυτό δεν προκύπτει κάποιο αναμενόμενο πρότυπο κατανομής. Το μόνο που είναι ξεκάθαρο είναι ότι ο σταθμός Ch που βρίσκεται μέσα στο στόμιο επικοινωνίας της λιμνοθάλασσα με την θάλασσα εμφανίζεται ως ο πιο απομακρυσμένος, επειδή ότι ο αριθμός και η αφθονία των ειδών που υπάρχουν σε αυτόν είναι ιδιαίτερα υψηλή σε σχέση με τους υπόλοιπους σταθμούς.



Εικ 82: Χωρικό Διαγράμματα Πολυδιάστατης Κλιμάκωσης Δευτέρου Επιπέδου με βάση τα Μαλάκια.

### 3.8.4a Χρονικό Διαγράμματα Πολυδιάστατης Κλιμάκωσης Δευτέρου Επιπέδου με βάση τα Καρκινοειδή.

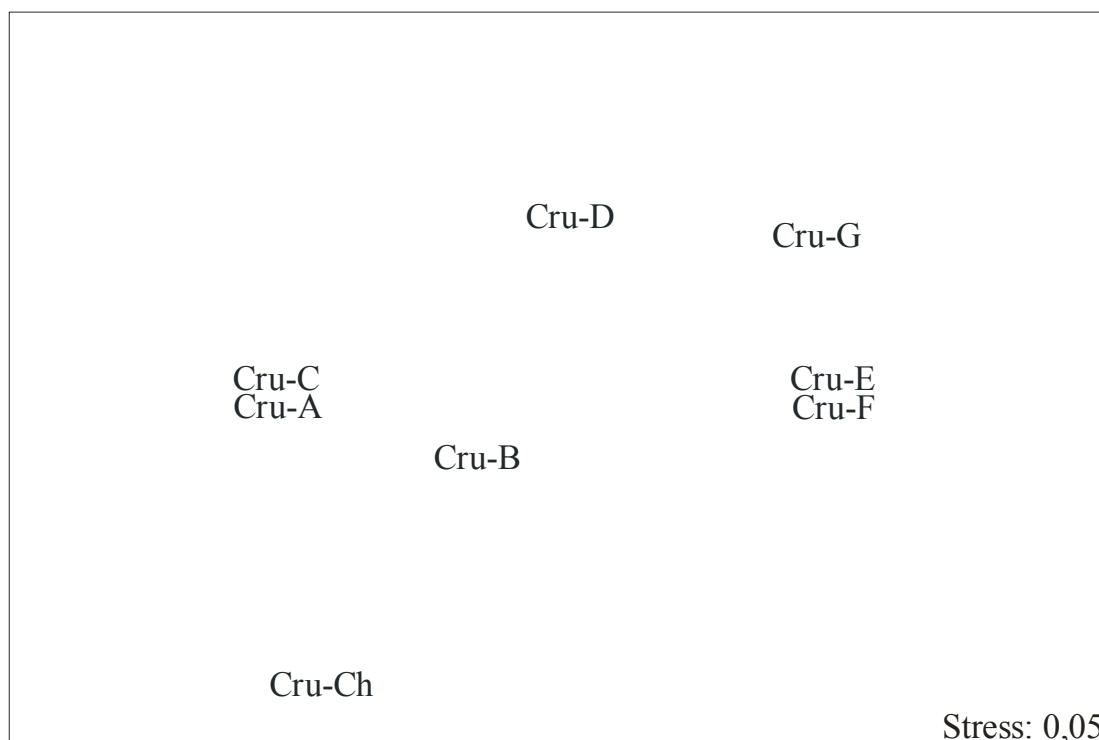
Στο επόμενο διάγραμμα εμφανίζονται οι σχέσεις μεταξύ των αποστάσεων των εποχών δειγματοληψίας με βάση τα πρότυπα δυναμικής των καρκινοειδών. Όπως φαίνεται από το διάγραμμα όλες οι εποχές ομαδοποιούνται μαζί εκτός από την εποχή του χειμώνα.



Εικ 83: Χρονικό Διαγράμματα Πολυδιάστατης Κλιμάκωσης Δευτέρου Επιπέδου με βάση τα Καρκινοειδή.

### 3.8.4b Χωρικό Διαγράμματα Πολυδιάστατης Κλιμάκωσης Δευτέρου Επιπέδου με βάση τα Καρκινοειδή.

Στο παρακάτω διάγραμμα απεικονίζονται οι σχέσεις μεταξύ των προτύπων και της αφθονίας των σταθμών δειγματοληψίας στο σύνολο των εποχών με βάση τον αριθμό ειδών και την αφθονία της κύριας ταξινομικής ομάδας των καρκινοειδών. Από το διάγραμμα προκύπτουν δύο κύριες ομάδες. Στην πρώτη ομάδα περιλαμβάνονται τέσσερις σταθμοί. Οι σταθμοί αυτοί είναι ο Ch, A, B και C οι οποίοι βρίσκονται κοντά στο στόμιο επικοινωνίας της λιμνοθάλασσας με την θάλασσα. Στην επόμενη ομάδα περιλαμβάνονται οι εσωτερικοί σταθμοί δειγματοληψίας και αυτοί είναι οι D, E, F, και G.



Εικ 84:Χωρικό Διαγράμματα Πολυδιάστατης Κλιμάκωσης Δευτέρου Επιπέδου με βάση τα Καρκινοειδή.

### 3.9 ΑΝΑΛΥΣΗ SIMPER

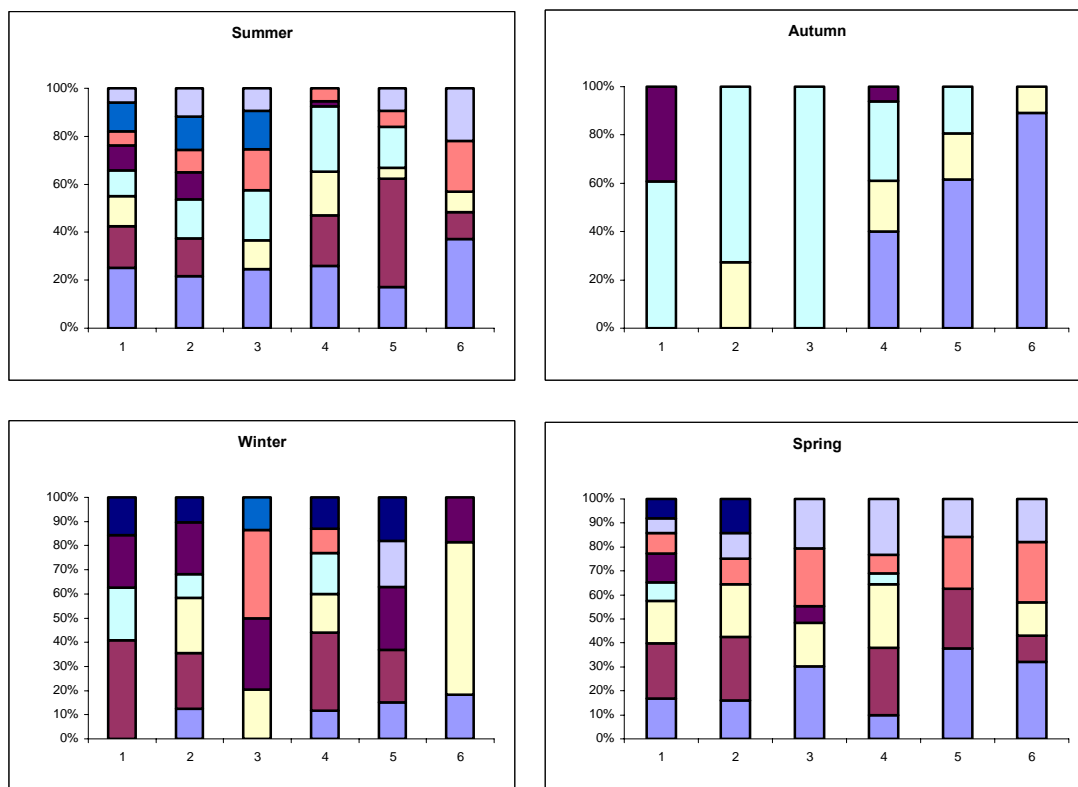
Εκτός από τις μεθόδους της Πολυδιάστατης Κλιμάκωσης (πρώτου και δευτέρου επιπέδου) και τα χωνιά κατανομής εφαρμόστηκε και η ανάλυση SIMPER με σκοπό να βρεθούν τα είδη τα οποία συμβάλουν περισσότερο στην σύνθεση της Μακροβενθικής Πανίδας αλλά και πώς το ποσοστό αυτό μεταβάλλεται τόσο χωρικά όσο και χρονικά με βάση τα αβιοτικά χαρακτηριστικά της λιμνοθάλασσας.

Από τα αποτελέσματα της ανάλυσης προέκυψαν εννιά είδη που συμβάλλουν περισσότερο στη μακροβενθική κοινωνία των ειδών. Τα είδη αυτά είναι το *Abra (Abra) ovata* (Philippi, 1836), το *Microdeutopus gryllotalpa* A. Costa, 1853, το *Capitella capitata* (Fabricius, 1780), το *Perinereis cultrifera* (Grube, 1840), το *Pirenella conica* (Blainville, 1826) το *Cerastoderma glaucum* (Poiret, 1789), το *Hydrobia acuta* (Draparnaud, 1805), το *Gammarus insensibilis* Stock, 1966 και το *Dexamine spinosa* (Montagu, 1833). Το αξιοσημείωτο είναι ότι τα είδη αυτά αν και σε γενικές γραμμές είναι τα πιο άφθονα υπάρχουν περιπτώσεις που απουσιάζουν τελείως από την λιμνοθάλασσα τόσο σε κάποιες εποχές όσο και σε κάποιους σταθμούς. Παρακάτω παρουσιάζεται ο πίνακας με τα ποσοστά με τα οποία τα παραπάνω είδη συμβάλλουν στην ομοιότητα των σταθμών, που συμμετέχουν στις διάφορες ομάδες των παραπάνω ειδών. Τα ποσοστά συμβολής των ειδών στην Μακροβενθική Πανίδα εξετάστηκαν σε έξι ομάδες βάση της θέσης των σταθμών δειγματοληψίας. Στην πρώτη ομάδα περιλαμβάνονταν οι σταθμοί που βρίσκονταν κοντά στο στόμιο επικοινωνίας της λιμνοθάλασσας με την θάλασσα, δηλαδή ο Ch, A και B, στην δεύτερη ομάδα περιλαμβάνονταν οι κεντρικοί σταθμοί δηλαδή ο C, D και E και στην τελευταία ομάδα οι πλέον εσωτερικοί σταθμοί F και G. Η παραπάνω ομαδοποίηση βασίστηκε στο σχέδιο ζώνωσης έτσι όπως αυτό έχει προταθεί από τους Guelorget O. & Pertuisot J.P. (1992).

	Summer	1η Δειγμ. Προσπ.		2η Δειγμ. Προσπ.		
<i>Abra (Abra) ovata (Philippi, 1836)</i>	13,24	11,04	22,4	16,34	22,94	33,19
<i>Microdeutopus gryllotalpa A. Costa, 1853</i>	9,2	7,98	0	13,31	60,1	10,08
<i>Capitella capitata (Fabricius, 1780)</i>	6,66	0	10,79	11,46	5,95	7,61
<i>Perinereis cultrifera (Grube, 1840)</i>	5,59	8,39	19,09	17,35	22,65	0
<i>Pirenella conica (Blainville, 1826)</i>	5,49	5,73	0	1,31	0	0
<i>Cerastoderma glaucum (Poiret, 1789)</i>	3,17	4,7	15,57	3,34	8,79	18,76
<i>Hydrobia acuta (Draparnaud, 1805)</i>	6,24	7,12	14,59	0	0	0
<i>Gammarus insensibilis Stock, 1966</i>	3,17	6	8,44	0	12,59	19,56
<i>Dexamine spinosa (Montagu, 1833)</i>	0	0	0	0	0	0
	<b>Autumn</b>					
<i>Abra (Abra) ovata (Philippi, 1836)</i>	0	0	0	38,24	61,46	89,24
<i>Microdeutopus gryllotalpa A. Costa, 1853</i>	0	0	0	0	0	0
<i>Capitella capitata (Fabricius, 1780)</i>	0	27,43	0	19,91	19,27	10,76
<i>Perinereis cultrifera (Grube, 1840)</i>	43,17	72,57	100	31,47	19,27	0
<i>Pirenella conica (Blainville, 1826)</i>	27,78	0	0	5,73	0	0
<i>Cerastoderma glaucum (Poiret, 1789)</i>	0	0	0	0	0	0
<i>Hydrobia acuta (Draparnaud, 1805)</i>	0	0	0	0	0	0
<i>Gammarus insensibilis Stock, 1966</i>	0	0	0	0	0	0
<i>Dexamine spinosa (Montagu, 1833)</i>	0	0	0	0	0	0
	<b>Winter</b>					
<i>Abra (Abra) ovata (Philippi, 1836)</i>	0	11,33	0	7,07	10,93	16,98
<i>Microdeutopus gryllotalpa A. Costa, 1853</i>	28,37	20,67	0	19,59	15,8	0
<i>Capitella capitata (Fabricius, 1780)</i>	0	20,67	19,77	9,62	0	58,77
<i>Perinereis cultrifera (Grube, 1840)</i>	15,24	8,76		10,22	0	0
<i>Pirenella conica (Blainville, 1826)</i>	15,24	19,44	28,31	0	18,9	17,32
<i>Cerastoderma glaucum (Poiret, 1789)</i>	0	0	35,36	6,09	0	0
<i>Hydrobia acuta (Draparnaud, 1805)</i>	0	0	13,08	0	0	0
<i>Gammarus insensibilis Stock, 1966</i>	0	0	0	0	13,81	0
<i>Dexamine spinosa (Montagu, 1833)</i>	10,82	9,36	0	7,81	13,15	0
	<b>Spring</b>					
<i>Abra (Abra) ovata (Philippi, 1836)</i>	11,01	10,19	24,57	6,52	37,79	29,27
<i>Microdeutopus gryllotalpa A. Costa, 1853</i>	15,13	16,52	0	18,74	24,72	10,02
<i>Capitella capitata (Fabricius, 1780)</i>	11,56	13,9	14,59	17,51	0	12,69
<i>Perinereis cultrifera (Grube, 1840)</i>	5,25	0	0	3,07	0	0
<i>Pirenella conica (Blainville, 1826)</i>	7,8	0	5,73	0	0	0
<i>Cerastoderma glaucum (Poiret, 1789)</i>	5,65	6,72	19,46	5,18	21,7	23,11
<i>Hydrobia acuta (Draparnaud, 1805)</i>	0	0	0	0	0	0
<i>Gammarus insensibilis Stock, 1966</i>	4,05	6,72	16,67	15,48	15,79	16,29
<i>Dexamine spinosa (Montagu, 1833)</i>	5,25	8,95	0	0	0	0

Πίνακας 1. Στο παραπάνω πίνακα παρουσιάζονται τα ποσοστά με τα οποία συμβάλλουν τα τέσσερα πιο άφθονα είδη της λιμνοθάλασσας σε εποχιακό επίπεδο. Οι εποχές από ένα έως τρία αναφέρονται στην πρώτη δειγματοληπτική προσπάθεια ενώ οι αριθμοί τέσσερα έως έξι αναφέρονται στο δεύτερο. Ο αριθμός ένα αναφέρεται στους σταθμούς A, B και Ch, ο αριθμός δύο στους σταθμούς C, D και E, ενώ ο αριθμός τρία στους σταθμούς F και G. Το αντίστοιχο συμβαίνει και με τους αριθμούς τέσσερα έως έξι που αναφέρονται στην δεύτερη δειγματοληψία.

Στην συνέχεια παρουσιάζονται τα ραβδογράμματα που προκύπτουν από τον παραπάνω πίνακα.



<i>Abra (Abra) ovata</i> (Philippi, 1836)
<i>Microdeutopus gryllotalpa</i> A. Costa, 1853
<i>Capitella capitata</i> (Fabricius, 1780)
<i>Perinereis cultrifera</i> (Grube, 1840)
<i>Pirenella conica</i> (Blainville, 1826)
<i>Cerastoderma glaucum</i> (Poiret, 1789)
<i>Hydrobia acuta</i> (Draparnaud, 1805)
<i>Gammarus insensibilis</i> Stock, 1966
<i>Dexamine spinosa</i> (Montagu, 1833)

Εικ 85: Στην παραπάνω εικόνα παρουσιάζονται τα ποσοστά επί τις εκατό των τεσσάρων πιο άφθονων ειδών. Οι εποχές από ένα έως τρία αναφέρονται στην πρώτη δειγματοληπτική προσπάθεια ενώ οι αριθμοί τέσσερα έως έξι αναφέρονται στο δεύτερο. Ο αριθμός ένα αναφέρεται στους σταθμούς A, B και Ch, ο αριθμός δύο στους σταθμούς C, D και E, ενώ ο αριθμός τρία στους σταθμούς F και G. Το αντίστοιχο συμβαίνει και με τους αριθμούς τέσσερα έως έξι που αναφέρονται στην δεύτερη δειγματοληψία.



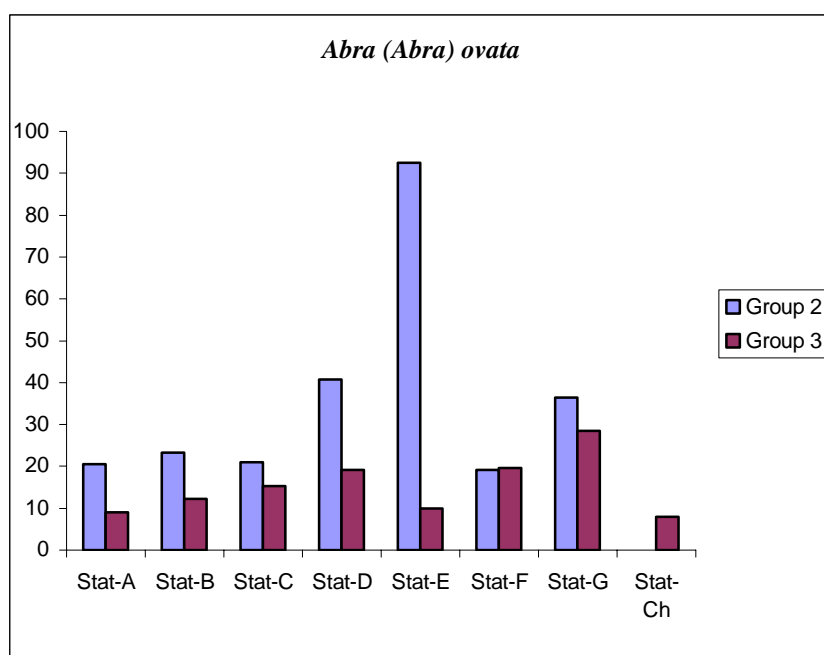
Στον επόμενο πίνακα παρουσιάζονται τα ποσοστά σύνθεσης των τεσσάρων πιο άφθονων ειδών σε χωρικό επίπεδο.

	Stat-A		Stat-B		Stat-C		Stat-D		Stat-E		Stat-F		Stat-G		Stat-Ch
	Group 2	Group 3	Group 2	Group 3	Group 2	Group 3	Group 2	Group 3	Group 2	Group 3	Group 2	Group 3	Group 2	Group 3	Group 3
<i>Abra (Abra) ovata (Philippi, 1836)</i>	20,55	9,08	23,35	12,21	20,99	15,26	40,7	19,15	92,5	9,93	19,21	19,62	36,5	28,44	7,99
<i>Microdeutopus gryllotalpa A. Costa, 1853</i>	3,93	23,75	6,68	23,76	0	23,01	0	26,11	0	0	0	0	0	6,92	18,21
<i>Capitella capitata (Fabricius, 1780)</i>	8,66	7,11	17,76	15,79	12,54	15,49	20,18	8,2	0	47,08	10,99	19,52	9,68	21,86	14,48
<i>Perinereis cultrifera (Grube, 1840)</i>	47	37,65	23,96	12,03	13,08	0	0	9,54	0	0	0	0	0	0	7,99
<i>Pirenella conica (Blainville, 1826)</i>	0	5,67	17,82	9,28	21,96	8,67	36,7	11,57	0	6,97	59,35	39,07	39,07	0	0
<i>Cerastoderma glaucum (Poiret, 1789)</i>	0	6,92	0	4,91	0	8,81	0	12,97	0	30,38	0	21,5	0	32,91	2,58
<i>Hydrobia acuta (Draparnaud, 1805)</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4,22	0	8,55	3,14
<i>Gammarus insensibilis Stock, 1966</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10,44	0	4,91	0	10,73
<i>Dexamine spinosa (Montagu, 1833)</i>	0	9,89	0	4,58	0	5,83	0	13,7	0	0	0	0	0	0	0

Πίνακας 2. Στο παραπάνω πίνακα παρουσιάζονται τα ποσοστά των τεσσάρων πιο άφθονων ειδών της λιμνοθάλασσας σε χωρικό επίπεδο. Το Group 2 αναφέρεται στην πρώτη δειγματοληπτική προσπάθεια ενώ το Group 3 στην δεύτερη.

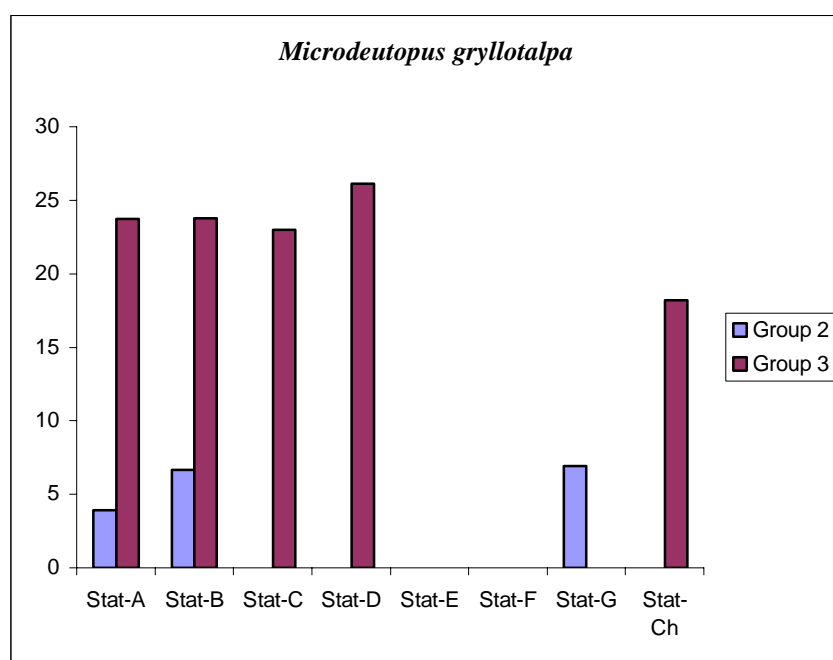
Στην συνέχεια δίδονται τα αντίστοιχα ραβδογράμματα ανά είδος και δειγματοληπτική προσπάθεια.

Στο επόμενο διάγραμμα φαίνεται η κατανομή των ποσοστών συμμετοχής του είδους *Abra (Abra) ovata* (Philippi, 1836) στους σταθμούς δειγματοληψίας και στις δύο δειγματοληπτικές προσπάθειες. Όπως φαίνεται από το διάγραμμα σε όλες σχεδόν τις περιπτώσεις τα ποσοστά συμμετοχής του είδους είναι μεγαλύτερα στη πρώτη δειγματοληπτική προσπάθεια απ' ό τι στη δεύτερη. Επίσης με εξαίρεση το σταθμό Ε σε όλους σταθμούς οι δύο κατανομές συμμετοχής ακολουθούν το ίδιο πρότυπο.



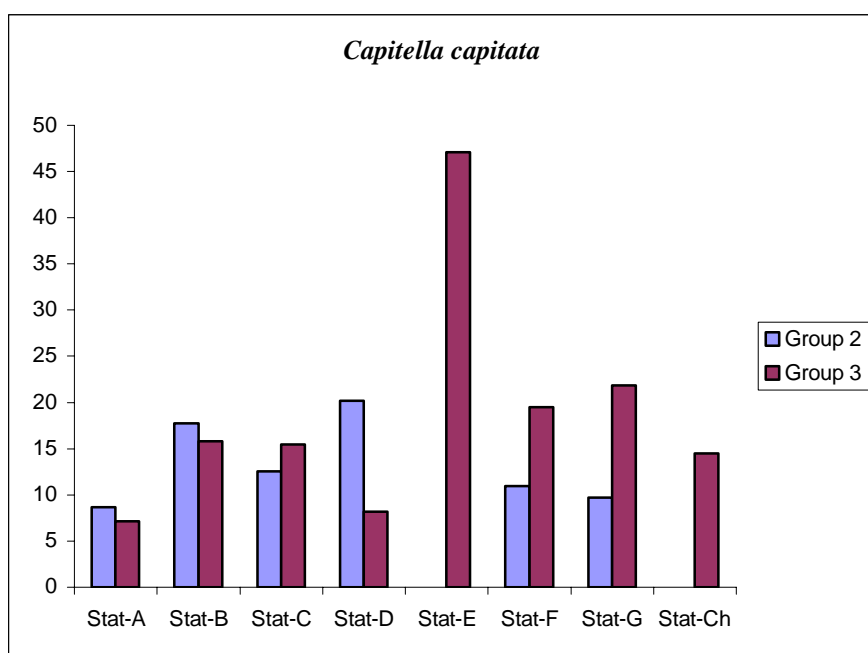
Εικ 86: Στο παραπάνω διάγραμμα παρουσιάζονται τα ποσοστά συμμετοχής του είδους *Abra (Abra) ovata* (Philippi, 1836) σε κάθε δειγματοληπτικό σταθμό. Το group 1 αναφέρεται στην πρώτη δειγματοληπτική προσπάθεια ενώ το group 2 στην δεύτερη.

Στο επόμενο διάγραμμα φαίνεται η κατανομή των ποσοστών συμμετοχής του είδους *Microdeutopus gryllotalpa* A. Costa, 1853 στους σταθμούς δειγματοληψίας και στις δύο δειγματοληπτικές προσπάθειες. Η κατανομή της συμμετοχής του είδους στη Μακροβενθική Πανίδα διαφέρει σημαντικά μεταξύ των δύο δειγματοληπτικών προσπαθειών, αφού σε περιπτώσεις όπου το είδος απουσίαζε εντελώς σε κάποιους σταθμούς στην πρώτη δειγματοληπτική προσπάθεια, στη δεύτερη εμφανίζεται και μάλιστα με υψηλά ποσοστά συμμετοχής.



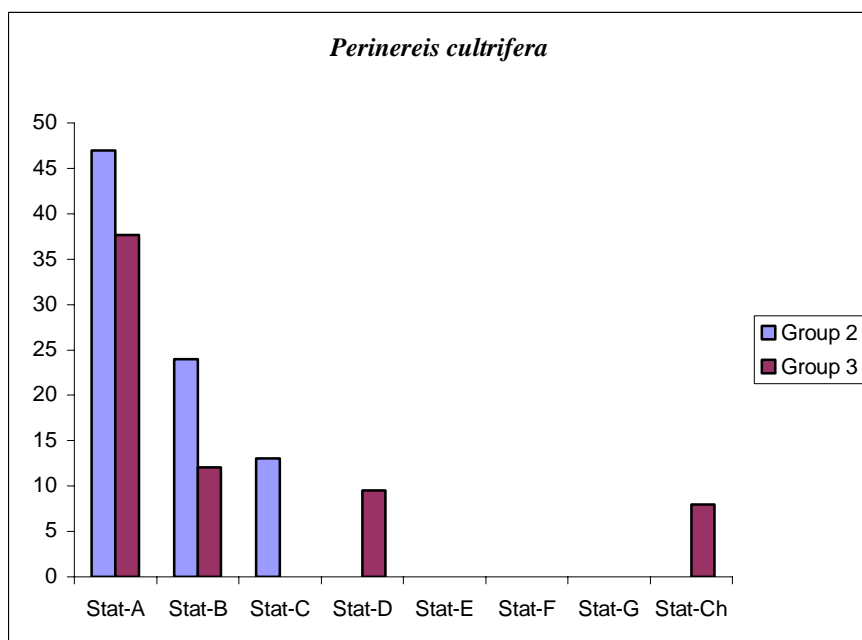
Εικ 87: Στο παραπάνω διάγραμμα παρουσιάζονται τα ποσοστά συμμετοχής του είδους *Microdeutopus gryllotalpa* A. Costa, 1853 σε κάθε δειγματοληπτικό σταθμό. Το group 1 αναφέρεται στην πρώτη δειγματοληπτική προσπάθεια ενώ το group 2 στην δεύτερη.

Στο επόμενο διάγραμμα φαίνεται η κατανομή των ποσοστών συμμετοχής του είδους *Capitella capitata* (Fabricius, 1780) στους σταθμούς δειγματοληψίας και στις δύο δειγματοληπτικές προσπάθειες. Όπως φαίνεται από το διάγραμμα η κατανομή της συμμετοχής του είδους ακολουθεί διαφορετικό πρότυπο μεταξύ των δύο δειγματοληπτικών προσπαθειών. Τέλος τα ποσοστά συμμετοχής του είδους είναι μεγαλύτερα στους περισσότερους σταθμούς κατά τη δεύτερη δειγματοληπτική προσπάθεια.



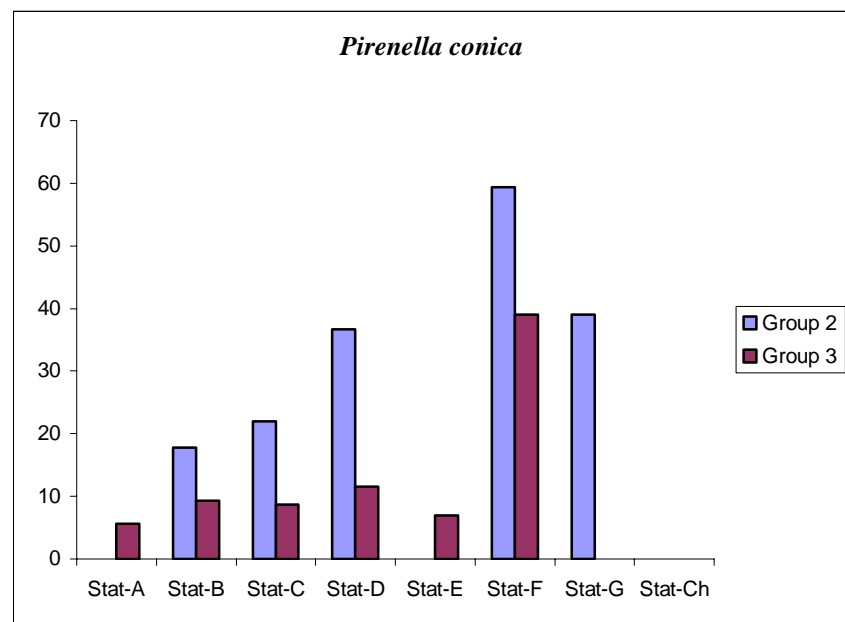
Εικ 88: Στο παραπάνω διάγραμμα παρουσιάζονται τα ποσοστά συμμετοχής του είδους *Capitella capitata* (Fabricius, 1780) σε κάθε δειγματοληπτικό σταθμό. Το group 1 αναφέρεται στην πρώτη δειγματοληπτική προσπάθεια ενώ το group 2 στην δεύτερη.

Στο επόμενο διάγραμμα φαίνεται η κατανομή των ποσοστών συμμετοχής του είδους *Perinereis cultrifera* (Grube, 1840) στους σταθμούς δειγματοληψίας και στις δύο δειγματοληπτικές προσπάθειες. Από το παρακάτω διάγραμμα φαίνεται ότι το είδος αυτό εμφανίζεται κυρίως στους σταθμούς που επηρεάζονται λιγότερο η περισσότερο από τη θάλασσα, ενώ στους εσωτερικούς δειγματοληπτικούς σταθμούς το ποσοστό συμμετοχής του είδους στην Μακροβενθική Πανίδα είναι σχεδόν μηδενικό.



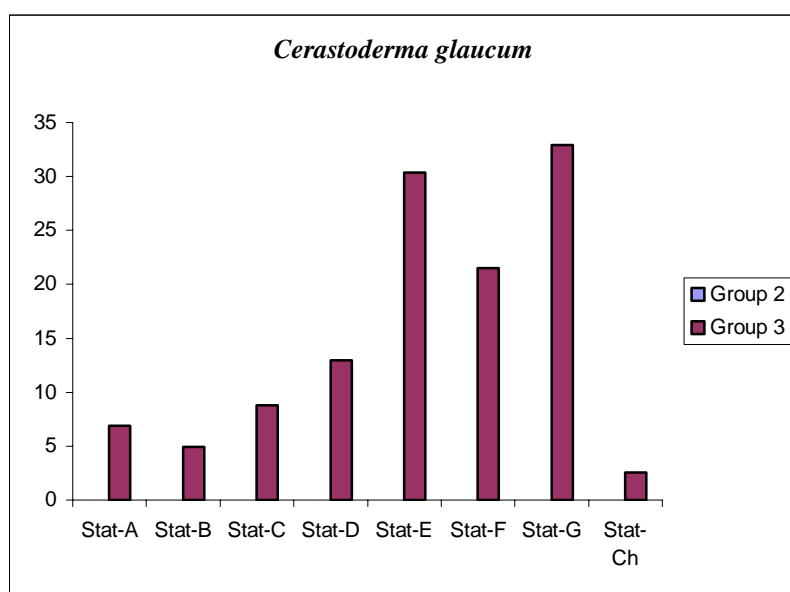
Εικ 89: Στο παραπάνω διάγραμμα παρουσιάζονται τα ποσοστά συμμετοχής του είδους *Perinereis cultrifera* (Grube, 1840) σε κάθε δειγματοληπτικό σταθμό. Το group 1 αναφέρεται στην πρώτη δειγματοληπτική προσπάθεια ενώ το group 2 στην δεύτερη.

Στο επόμενο διάγραμμα φαίνεται η κατανομή των ποσοστών συμμετοχής του είδους *Pirenella conica* (Blainville, 1826) στους σταθμούς δειγματοληψίας και στις δύο δειγματοληπτικές προσπάθειες. Όπως φαίνεται από την εικόνα η κατανομή του είδους ακολουθεί σχεδόν το ίδιο πρότυπο στο ποσοστό συμμετοχής του είδους στην Μακροβενθική Πανίδα. Επίσης πρέπει να παρατηρηθεί ο τι τα ποσοστά συμμετοχής του είδους στην δεύτερη δειγματοληπτική προσπάθεια είναι μικρότερα από αυτά της πρώτης.



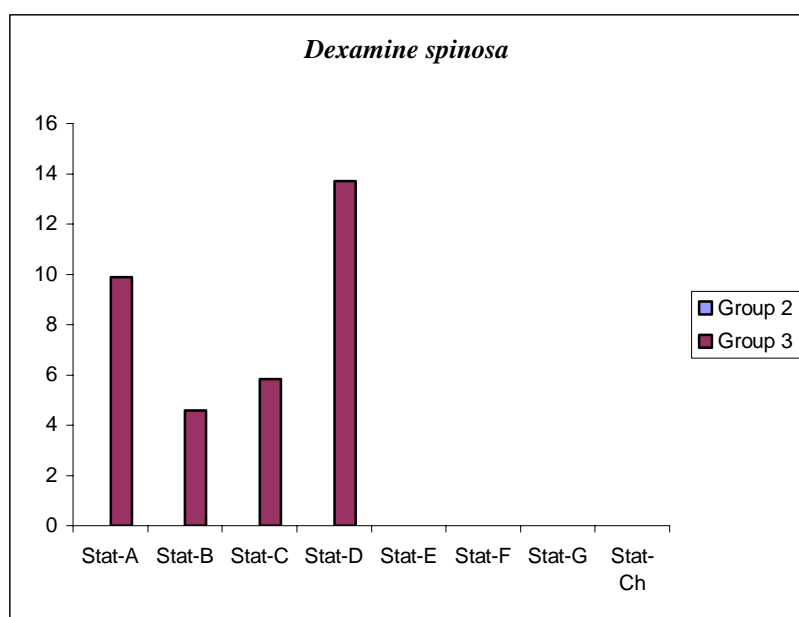
Εικ 90: Στο παραπάνω διάγραμμα παρουσιάζονται τα ποσοστά συμμετοχής του είδους *Pirenella conica* (Blainville, 1826) σε κάθε δειγματοληπτικό σταθμό. Το group 1 αναφέρεται στην πρώτη δειγματοληπτική προσπάθεια ενώ το group 2 στην δεύτερη.

Στο επόμενο διάγραμμα φαίνεται η κατανομή των ποσοστών συμμετοχής του είδους *Cerastoderma glaucum* (Poiret, 1789) στους σταθμούς δειγματοληψίας και στις δύο δειγματοληπτικές προσπάθειες. Από το διάγραμμα φαίνεται ότι η παρουσία του είδους καταγράφηκε μόνο την δεύτερη δειγματοληπτική προσπάθεια ενώ για την πρώτη δεν υπάρχουν αναφορές. Επίσης αξιοσημείωτο παραμένει το γεγονός ότι τα μεγαλύτερα ποσοστά συμμετοχής τα εμφανίζει στους εσωτερικούς δειγματοληπτικούς σταθμούς.



Εικ 91: Στο παραπάνω διάγραμμα παρουσιάζονται τα ποσοστά συμμετοχής του είδους *Cerastoderma glaucum* (Poiret, 1789) σε κάθε δειγματοληπτικό σταθμό. Το group 1 αναφέρεται στην πρώτη δειγματοληπτική προσπάθεια ενώ το group 2 στην δεύτερη.

Στο επόμενο διάγραμμα φαίνεται η κατανομή των ποσοστών συμμετοχής του είδους *Dexamine spinosa* (Montagu, 1833) στους σταθμούς δειγματοληψίας και στις δύο δειγματοληπτικές προσπάθειες. Από το διάγραμμα φαίνεται ότι αναφορές για την ύπαρξη του είδους υπάρχουν μόνο για την δεύτερη δειγματοληπτική προσπάθεια. Σημαντικό παραμένει το γεγονός ότι η εξάπλωση του είδους γίνεται μόνο μέχρι τους σταθμούς που έστω και σε μικρό βαθμό επηρεάζονται από την θάλασσα.



Εικ 92: Στο παραπάνω διάγραμμα παρουσιάζονται τα ποσοστά συμμετοχής του είδους *Dexamine spinosa* (Montagu, 1833) σε κάθε δειγματοληπτικό σταθμό. Το group 1 αναφέρεται στην πρώτη δειγματοληπτική προσπάθεια ενώ το group 2 στην δεύτερη.

Για τα είδη *Hydrobia acuta* (Draparnaud, 1805) και *Gammarus insensibilis* Stock, 1966, επειδή υπάρχουν αναφορές για τα ποσοστά συμμετοχής τους μόνο σε δύο σταθμούς, δεν είναι δυνατόν να δημιουργηθούν τα αντίστοιχα διαγράμματα.



### 3.10 ΑΝΑΛΥΣΗ BIO-ENV

Αφού βρέθηκαν οι παράμετροι που δεν παρουσιάζουν κανένα βαθμό συσχέτισης, εφαρμόστηκε η ανάλυση της BIO-ENV με την βοήθεια του στατιστικού πακέτου Primer, για να βρεθεί το ποσοστό με το οποίο κάθε αβιοτική παράμετρος επηρεάζει την κατανομή και την σύνθεση των ειδών της λιμνοθάλασσας, τόσο σε χωρικό όσο και σε χρονικό επίπεδο.

#### 1st Sampling

	Redox	Chl a	POC	NH4	PO4	Temp	Sal	DisO2	Phaeop	NO3	NO2	Dist	PH	pw
Summer	+				+		+					+		0,69
Autumn		+	+					+						0,84
Winter		+		+									+	0,72
Spring		+			+		+							0,788
A					+					+	+			0,316
B	+			+	+							+		1
C														0,656
D	+	+	+											0,888
E	+		+							+	+			0,762
F	+			+	+								+	0,884
G		+	+	+			+							0,24

#### 2nd Sampling

	Redox	Chl a	POC	NH4	PO4	Temp	Sal	DisO2	Phaeop	NO3	NO2	Dist	PH	pw
Summer	+	+	+				+					+		0,551
Autumn											+	+		0,648
Winter	+													0,341
Spring		+	+	+									+	0,673
A	+		+		+									0,106
B	+	+												1
C			+	+	+									0,943
D	+			+	+									0,056
E		+		+	+	+							+	0,849
F		+	+		+									0,363
G	+			+										0,587

Πιν 2: Στο παραπάνω πίνακα παρουσιάζονται τα ποσοστά συσχέτισης των αβιοτικών παραμέτρων με της σχετικές πυκνότητες των ειδών τόσο σε εποχικό επίπεδο όσο και σε χρονικό.

Από το παραπάνω πίνακα φαίνεται ότι οι αβιοτικές παράμετροι που επηρεάζουν περισσότερο τις σχετικές πυκνότητες της Μακροβενθικής Πανίδας είναι το οξειδοαναγωγικό δυναμικό (Redox), η χλωροφύλλη (Chl-a), ο σωματιδιακός οργανικός άνθρακας (POC), η αμμωνία (NH<sub>4</sub>) και τα φωσφορικά (PO<sub>4</sub>). Οι αβιοτικές παράμετροι που επηρεάζουν τους σταθμούς στη πρώτη δειγματοληπτική προσπάθεια διαφέρουν από αυτούς που επηρεάζουν τη δεύτερη. Αξιοσημείωτο αποτελεί το γεγονός ότι ο βαθμός επηρεασμού του σταθμού B και στις δύο δειγματοληπτικές προσπάθειες είναι 1. Τέλος σε δύο περιπτώσεις στη δεύτερη δειγματοληπτική προσπάθεια (στους σταθμούς A και D) οι αβιοτικές παράμετροι επηρεάζουν αρνητικά την σύνθεση της Μακροβενθικής Πανίδας.

Τέλος εφαρμόστηκε ανάλυση συσχέτισης (Spearman) μεταξύ των κυριότερων αβιοτικών παραμέτρων αλλά και των ειδών που συμβάλουν περισσότερο στη σύνθεση της Μακροβενθικής Πανίδας (έτσι όπως αυτά προκύπτουν από την ανάλυση της Simper) έτσι ώστε να διαπιστωθούν οι τυχόν συσχετίσεις που υπάρχουν μεταξύ των σχετικών πυκνοτήτων των ειδών και των αβιοτικών παραμέτρων. Όπως διαπιστώνεται από τον πίνακα των συσχετίσεων των κυριότερων αβιοτικών παραμέτρων με τα πιο άφθονα είδη του συστήματος (ο οποίος παρουσιάζεται στο παράρτημα) δεν προκύπτουν σημαντικές συσχετίσεις μεταξύ των αβιοτικών παραμέτρων και των πιο άφθονων ειδών της λιμνοθάλασσας.

#### 4. ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Τα αποτελέσματα που παρουσιάστηκαν στην παραπάνω παράγραφο αποδεικνύουν ότι υπάρχουν σημαντικές διαφορές μεταξύ των δύο δειγματοληπτικών προσπαθειών. Η σύγκριση των αβιοτικών παραμέτρων δείχνει ότι η κατανομή των τιμών τους εμφανίζει διαφορετικό πρότυπο μεταξύ των δύο δειγματοληπτικών προσπαθειών. Μία από τις σημαντικότερες διαφορές είναι οι τιμές του οξειδοαναγωγικού δυναμικού, όπου στη πρώτη δειγματοληπτική προσπάθεια εμφανίζει αρνητικές τιμές τις εποχές του καλοκαιριού και του φθινοπώρου ενώ στη δεύτερη δειγματοληπτική προσπάθεια αρνητικές τιμές εμφανίζονται καθ' όλη τη διάρκεια του έτους σε ορισμένους σταθμούς. Στην περίπτωση των φωσφορικών και της αμμωνίας, οι κατανομές μεταξύ των δύο δειγματοληπτικών προσπαθειών, αν και φαίνεται να ακολουθούν το ίδιο πρότυπο στη δεύτερη προσπάθεια το εύρος μεταβολής των τιμών είναι αρκετά μεγαλύτερο. Τα δύο παραπάνω γεγονότα δείχνουν ότι το εύρος αλλά και η ένταση της δυστροφικής κρίσης έχει αυξηθεί στη δεύτερη δειγματοληπτική προσπάθεια αφού εμφανίζονται περισσότερες αρνητικές τιμές του οξειδοαναγωγικού δυναμικού (αναγωγικές συνθήκες) αλλά και το εύρος μεταβολής των αβιοτικών παραμέτρων έχει αυξηθεί σημαντικά.

Η επόμενη ανάλυση που πραγματοποιήθηκε βασίστηκε στους δείκτες ποικιλότητας της Μέσης και της Μεταβλητότητας της Ταξινομικής Διακριτότητας ( $\Delta^+$ ,  $\Lambda^+$ ). Η ανάλυση σε αυτή την περίπτωση έγινε σε δύο άξονες, ο ένας άξονας ήταν αυτός του χρόνου και ο άλλος του χώρου. Οι δύο εποχές που παρουσιάστηκαν στο κεφάλαιο των αποτελεσμάτων είναι αυτές του καλοκαιριού και του χειμώνα. Τα αποτελέσματα με βάση τον δείκτη  $\Delta^+$  σε χρονικό επίπεδο έδειξαν ότι στις περισσότερες των περιπτώσεων όλοι οι σταθμοί βρίσκονται εντός των ορίων του χωνιού κατανομής. Στις περισσότερες περιπτώσεις οι δειγματοληπτικοί σταθμοί βρίσκονται εντός των ορίων κατανομής των χωνιών. Οι κατανομές που παράγονται τόσο από την Μακροβενθική Πανίδα αλλά και από τις κύριες ταξινομικές ομάδες των Πολυχαίτων, των Μαλακίων και των Καρκινοειδών δεν διαφέρουν σημαντικά. Όσοι σταθμοί βρίσκονται εκτός των ορίων των κατανομών προέρχονται κυρίως από τη δεύτερη δειγματοληπτική προσπάθεια. Το γεγονός αυτό αποδεικνύει ότι η σύνθεση των ειδών

των σταθμών δειγματοληψίας όχι μόνο έχει αλλάξει αλλά έχει μειωθεί σε σημαντικό βαθμό έτσι ώστε οι σταθμοί αυτοί να τοποθετούνται εκτός των ορίων κατανομής των χωνιών.

Η χωρική ανάλυση που πραγματοποιήθηκε με βάση το δείκτη της Μέσης Ταξινομικής Διακριτότητας σε όλους τους σταθμούς δειγματοληψίας αποδεικνύει σημαντικές διαφορές στις κατανομές των εποχικών δειγματοληψιών. Και σε αυτή την περίπτωση οι περισσότερες εποχές βρίσκονται εντός των ορίων κατανομής των χωνιών. Στις περιπτώσεις των χωνιών κατανομής που δημιουργήθηκαν με βάση τη Μακροβενθική Πανίδα αλλά και την ταξινομική ομάδα των Πολυχαίτων, οι εποχές που εμφανίζονται έξω από τα όρια των χωνιών προέρχονται από τη δεύτερη δειγματοληπτική προσπάθεια ενώ στις περιπτώσεις των Μαλακίων και των Καρκινοειδών οι εποχές προέρχονται από τη πρώτη δειγματοληπτική προσπάθεια. Το παραπάνω αποδεικνύει ότι η ταξινομική ομάδα των Πολυχαίτων ακολουθεί με μεγαλύτερη πιστότητα τα αποτελέσματα που προέρχονται από τη Μακροβενθική Πανίδα από τις δύο άλλες ταξινομικές ομάδες, γεγονός που έχει αναφερθεί και σε προηγούμενες εργασίες (Arvanitidis et al., 2005). Σε όλα τα χωνιά κατανομής που δημιουργήθηκαν με βάση το δείκτη της Μέσης Ταξινομικής Διακριτότητας παρατηρείται σημαντική μείωση στο αριθμό των ειδών από το σταθμό Α προς το σταθμό Γ. Το φαινόμενο αυτό οφείλεται στο ότι ο σταθμός Α βρίσκεται πολύ κοντά στο στόμιο επικοινωνίας της λιμνοθάλασσας με τη θάλασσα έτσι ώστε η αναπλήρωση / αντικατάσταση των ειδών να γίνεται άμεσα, αλλά και η μεταβολή των περιβαλλοντικών παραμέτρων στο σταθμό αυτό είναι πολύ μικρότερη σε σχέση με την μεταβολή στο σταθμό Γ.

Η παραπάνω διαδικασία πραγματοποιήθηκε και το δείκτη της Μεταβλητότητας της Ταξινομικής Διακριτότητας ( $\Delta^+$ ). Τα εποχικά χωνιά κατανομής που δημιουργήθηκαν έδειξαν ότι οι σταθμοί που τοποθετούνται έξω από τα όρια κατανομής των χωνιών προέρχονται από τη πρώτη δειγματοληπτική προσπάθεια. Το πρότυπο αυτό, όπως και στη περίπτωση του δείκτη της  $\Delta^+$ , παράγεται από τις κατανομές της Μακροβενθικής Πανίδας και των Πολυχαίτων. Οι σταθμοί αυτοί βρίσκονται πάνω από το πάνω όριο της κατανομής των χωνιών δηλαδή εμφανίζονται με μεγαλύτερη τιμή του δείκτη από την αναμενόμενη. Το γεγονός αυτό δεν έρχεται σε αντίθεση με την αντίστοιχη ανάλυση που πραγματοποιήθηκε με βάση το δείκτη  $\Delta^+$ , όπου εκτός των ορίων εμφανίζονταν σταθμοί από τη δεύτερη δειγματοληπτική προσπάθεια, αφού οι σταθμοί αυτοί τοποθετούνται έξω από το κάτω όριο λόγω της μειωμένης ποικιλότητας που εμφανίζουν σε σχέση με τους σταθμούς από την πρώτη δειγματοληπτική προσπάθεια,

ενώ στη δεύτερη περίπτωση οι σταθμοί από τη πρώτη δειγματοληπτική προσπάθεια τοποθετούνται έξω από το πάνω όριο λόγω της αυξημένης ποικιλότητας που εμφανίζουν με βάση το δείκτη  $\Delta^+$ . Και σε αυτή τη περίπτωση η ταξινομική ομάδα των Πολυχαίτων ακολουθεί με μεγαλύτερη πιστότητα το πρότυπο των τιμών που υπολογίζονται με βάση τη Μακροβενθική Πανίδα απ' ότι οι ομάδες των Μαλακίων και των Καρκινοειδών.

Η ανάλυση που πραγματοποιήθηκε σε χωρικό επίπεδο αποδεικνύει ότι σε όλες τις περιπτώσεις οι περισσότεροι σταθμοί βρίσκονται εντός των ορίων κατανομής των χωνιών. Οι εποχές του καλοκαιριού και της άνοιξης στα διαγράμματα με βάση τη Μακροβενθική Πανίδα και τα Πολύχαιτα από τη πρώτη δειγματοληπτική προσπάθεια στους σταθμούς Α και D, βρίσκονται πάνω από το πάνω όριο της κατανομής των χωνιών. Σε αντίθεση με τα χωνιά που δημιουργούνται από τις ταξινομικές ομάδες των Μαλακίων και των Καρκινοειδών όπου όλες οι εποχές βρίσκονται εντός των ορίων των κατανομών. Και σε αυτή την περίπτωση φαίνεται ότι η ομάδα των Πολυχαίτων περιγράφει με μεγαλύτερη πιστότητα τη Μακροβενθική Πανίδα.

Στις κατανομές που δημιουργήθηκαν με βάση τους δείκτες της Ταξινομικής Διακριτότητας υπήρχαν περιπτώσεις όπου οι εποχές / σταθμοί εμφανίζονται με μηδενικές τιμές του δείκτη. Το γεγονός αυτό οφείλεται στο ότι, στη περίπτωση του δείκτη  $\Delta^+$ , ότι όλα τα είδη ανήκουν στο ίδιο γένος, ενώ στη περίπτωση του δείκτη  $\Delta^+$ , ότι δεν υπάρχει ανισοκατανομή των ειδών στις ανώτερες ταξινομικές ομάδες. Το φαινόμενο των μηδενικών τιμών όπως είναι λογικό εντοπίζεται κυρίως σε σταθμούς που εμφανίζουν μικρό αριθμό ειδών, αφού όσο πιο λίγα είδη εμφανίζει ένας σταθμός τόσο μεγαλύτερη είναι η πιθανότητα αυτά τα είδη να είναι συγγενικά μεταξύ τους. Στη περίπτωση όμως που αυτά τα είδη δεν εμφανίζουν μεγάλο βαθμό συγγένειας τότε οι σταθμοί εμφανίζονται με αρκετά υψηλές τιμές των δεικτών της Ταξινομικής Διακριτότητας. Τα αποτελέσματα της εργασίας της εφαρμογής των δεικτών της Ταξινομικής Διακριτότητας δείχνουν ότι αν και υπάρχουν αλλαγές στο αριθμό των μακροβενθικών ειδών αυτές δεν προκαλούν σημαντική μείωση των τιμών τους, στη πλειονότητα των περιπτώσεων. Το τελευταίο οφείλεται στο γεγονός ότι τα είδη που παρατηρούνται στη λιμνοθάλασσα κατά τη δεύτερη δειγματοληπτική προσπάθεια έχουν παρόμοια φυλογενετική ταξινομική συγγένεια μ' εκείνα της πρώτης. Επομένως, αποδεικνύεται ότι οι παραπάνω δείκτες έχουν σημαντικές δυνατότητες εφαρμογής όταν πρέπει να εξακριβωθεί κατά πόσο οι αλλαγές σε δεδομένο τύπο περιβάλλοντος προέρχονται από ανθρωπογενείς δραστηριότητες ή από φυσική

διατάραξη. (Arvanitidis et al., 2005 a,b). Τέλος, το γεγονός ότι οι δείκτες της Ταξινομικής Διακριτότητας συμπεριφέρονται με τον τρόπο που περιγράφεται παραπάνω σ' ένα ακραίο και ιδιαίτερα μεταβλητό περιβάλλον σαν αυτό της λιμνοθάλασσας δίνει ισχυρές ενδείξεις ότι η εφαρμογή τους μπορεί να αποδώσει πολύ καλύτερα αποτελέσματα σ' άλλα λιγότερο μεταβλητά παράκτια οικοσυστήματα.

Η επόμενη ανάλυση που παρουσιάστηκε στο κεφάλαιο των αποτελεσμάτων ήταν αυτή της Πολυδιάστατης Κλιμάκωσης. Και σε αυτή την περίπτωση η ανάλυση πραγματοποιήθηκε στον άξονα του χρόνου και του χώρου.

Τα χωρικά διαγράμματα Πολυδιάστατης Κλιμάκωσης που δημιουργήθηκαν με βάση τη Μακροβενθική Πανίδα και τα Πολύχαιτα χαρακτηρίζονται από δύο φαινόμενα και στους τρεις σταθμούς που παρουσιάζονται στα αποτελέσματα. Το πρώτο φαινόμενο είναι ότι οι αποστάσεις των εποχών στη δεύτερη δειγματοληπτική προσπάθεια είναι σαφώς μεγαλύτερες από αυτές τις πρώτης. Το φαινόμενο αυτό αποδεικνύει την απόκλιση της μακροβενθικής κοινότητας, δηλαδή το μικρό βαθμό ομοιότητας που έχουν οι εποχές μεταξύ τους στη δεύτερη δειγματοληπτική προσπάθεια σε σχέση μ' αυτές της πρώτης, που έχει σαν αποτέλεσμα οι εποχές κατά τη δεύτερη δειγματοληψία να απέχουν περισσότερο από αυτές τις πρώτης. Το δεύτερο φαινόμενο είναι αυτό της κυκλικότητας, όπου η θέση των εποχών αντικατροπτίζει το ημερολογιακό τους κύκλο. Στις εποχές της πρώτης δειγματοληπτικής προσπάθειας το πρότυπο αυτό παρατηρείται σχεδόν σε όλες τις περιπτώσεις. Στη δεύτερη όμως δειγματοληπτική προσπάθεια το δεύτερο καλοκαίρι δεν βρίσκεται σε καμιά από τις περιπτώσεις που εξετάστηκαν κοντά στο πρώτο και το φαινόμενο αυτό δείχνει την απόκλιση των εποχικών δειγματοληψιών από το κυκλικό πρότυπο κατανομής. Όσο αφορά την περίπτωση των Μαλακίων και των Καρκινοειδών, στα περισσότερα διαγράμματα δεν παρατηρούνται μεγαλύτερες αποστάσεις των σταθμών που προέρχονται από τη δεύτερη δειγματοληπτική προσπάθεια σε σχέση με αυτές της πρώτης. Όμως και οι δύο ομάδες εμφανίζουν αποκλίσεις στη κυκλικότητα των εποχών τη δεύτερη δειγματοληπτική περίοδο.

Όσο αφορά τα διαγράμματα Πολυδιάστατης Κλιμάκωσης που δημιουργήθηκαν με βάση της εποχές του Καλοκαιριού και του Χειμώνα, και στη περίπτωση της Μακροβενθικής Πανίδας αλλά και στη περίπτωση των κυριότερων ταξινομικών ομάδων, παράγεται το ίδιο πρότυπο. Στην εποχή του καλοκαιριού οι σταθμοί από την πρώτη δειγματοληπτική προσπάθεια βρίσκονται πολύ πιο κοντά σε σχέση με αυτούς της δεύτερης. Το φαινόμενο αυτό αποδεικνύει όχι μόνο τη μεταβολή των αβιοτικών

χαρακτηριστικών του συστήματος, που έχει σαν συνέπεια τη μεταβολή των βιοκοινωνιών στη δεύτερη δειγματοληπτική προσπάθεια αλλά και την απόκλιση που εμφανίζεται μεταξύ των εποχών στη δεύτερη δειγματοληπτική προσπάθεια αφού τα δύο καλοκαίρια εμφανίζονται αρκετά μακριά, ενώ αυτό που θα αναμένονταν ήταν τα δύο καλοκαίρια να βρίσκονται πιο κοντά από οποιοδήποτε άλλο σταθμό. Την εποχή του χειμώνα λόγω του ότι οι περιβαλλοντικοί παράγοντες που επικρατούν στη λιμνοθάλασσα δεν διαφέρουν σημαντικά, οι αποστάσεις των σταθμών μεταξύ των δύο δειγματοληπτικών προσπαθειών δεν διαφέρουν σημαντικά.

Ακόμα στο κεφάλαιο των αποτελεσμάτων παρουσιάζονται τα διαγράμματα Πολυδιάστατης Κλιμάκωσης δευτέρου επιπέδου. Στη περίπτωση της Μακροβενθικής Πανίδας φαίνεται ότι η εποχή του χειμώνα εμφανίζει τη μικρότερη σχέση / ομοιότητα με της υπόλοιπες εποχές. Και σ' αυτή την περίπτωση η εποχή του δεύτερου καλοκαιριού τοποθετείται αρκετά μακριά από το πρώτο καλοκαίρι. Το πρότυπο αυτό παρατηρείται και στις κύριες ταξινομικές ομάδες των Πολυχαίτων, των Μαλακίων και των Καρκινοειδών. Όσον αφορά τις σχέσεις των σταθμών δειγματοληψίας στη περίπτωση της Μακροβενθικής Πανίδας και των Μαλακίων δεν παράγεται κάποιο συγκεκριμένο πρότυπο αφού οι σταθμοί δεν ομαδοποιούνται με βάση την απόστασή τους από το στόμιο επικοινωνίας της λιμνοθάλασσας με τη θάλασσα. Η ταξινομική ομάδα των Καρκινοειδών όπως φαίνεται από το διάγραμμα δημιουργεί ένα πρότυπο που χωρίζει τους σταθμούς σε δύο μεγάλες ομάδες. Στην πρώτη ομάδα περιλαμβάνονται οι τέσσερις πρώτοι σταθμοί δηλαδή ο Ch, A, B και C, ενώ στην δεύτερη ομάδα οι υπόλοιποι τέσσερις δηλαδή ο D, E, F και G. Επομένως η ομάδα των Καρκινοειδών χωρίζει την λιμνοθάλασσα σε δύο μέρη. Στο πρώτο περιλαμβάνονται οι σταθμοί που βρίσκονται κοντά στο στόμιο επικοινωνίας της λιμνοθάλασσας με την θάλασσα, ενώ στην δεύτερη ομάδα περιλαμβάνονται σταθμοί που βρίσκονται στο εσωτερικό μέρος της λιμνοθάλασσας και επηρεάζονται κυρίως από αυτήν. Το πρότυπο που προκύπτει από την κύρια ταξινομική ομάδα των Πολυχαίτων είναι τελείως διαφορετικό από τα πρότυπα των άλλων ομάδων. Από αυτό το πρότυπο προκύπτουν τρεις ομάδες. Στην πρώτη ομάδα περιλαμβάνονται οι σταθμοί που βρίσκονται πολύ κοντά στο στόμιο επικοινωνίας της λιμνοθάλασσας με την θάλασσα και αυτοί είναι ο Ch, A και B. Στην επόμενη ομάδα περιλαμβάνονται οι σταθμοί που βρίσκονται κεντρικά της λιμνοθάλασσας και επηρεάζονται τόσο από αυτήν όσο και από την θάλασσα οι σταθμοί αυτοί είναι ο C και D. Στην τελευταία ομάδα περιλαμβάνονται οι σταθμοί που επηρεάζονται, αν όχι εξολοκλήρου, στο

μεγαλύτερο τους βαθμό από την λιμνοθάλασσα και είναι οι σταθμοί E, F και G. Η που προκύπτει από την ομάδα των Πολυχαίτων πλησιάζει περισσότερο με το σχέδιο ζώνωσης έτσι όπως έχει προταθεί από τους Guelorget O. & Pertuisot J.P. (1992).

Τα ραβδογράμματα που δημιουργήθηκαν για τα εννιά πιο άφθονα είδη, έτσι όπως αυτά προκύπτουν από την ανάλυση της SIMPER, αποδεικνύουν τις αλλαγές στη σύνθεση και την αφθονία των ειδών μεταξύ των δύο δειγματοληπτικών προσπαθειών. Στα ραβδογράμματα φαίνεται ότι μεταξύ των δειγματοληπτικών προσπαθειών τα ποσοστά συμβολής των ειδών στη Μακροβενθική Πανίδα αλλάζουν σημαντικά μεταξύ των δειγματοληψιών. Ακόμα, αξιοσημείωτο παραμένει το γεγονός ότι αν και τα περισσότερα εμφανίζονται και στις δύο δειγματοληπτικές προσπάθειες κάποια άλλα εμφανίζονται μόνο στη μία πιστοποιώντας τις μεγάλες αλλαγές που υφίσταται το σύστημα μεταξύ των δύο δειγματοληπτικών προσπαθειών.

Τα αποτελέσματα της BIO-ENV δείχνουν ότι από τους δεκατρείς περιβαλλοντικούς παραμέτρους που εξετάστηκαν οι πέντε από αυτές φαίνεται να επηρεάζουν στις περισσότερες εποχές της σύνθεση της βιοκοινωνίας των ειδών της λιμνοθάλασσας. Όπως φαίνεται οι παράμετροι αυτοί δεν είναι καθαρά φυσικοί (π.χ. αλατότητα, θερμοκρασία) αλλά σχετίζονται με την παροχή θρεπτικών και οργανικών σωματιδίων. Ακόμα δεν παρατηρείται κάποιο πρότυπο ζώνωσης όπου οι εξωτερικοί σταθμοί να επηρεάζονται από μία ομάδα παραμέτρων ενώ οι εσωτερικοί από κάποια άλλη.

Όλα τα παραπάνω αποτελέσματα αποδεικνύουν σε σημαντικό βαθμό ότι η κεντρική υπόθεση δηλαδή ότι, το άνοιγμα των καναλιών παροχής γλυκού νερού είχε σαν αποτέλεσμα την επιμήκυνση της διάρκειας των δυστροφικών κρίσεων η οποία με τη σειρά της προκαλεί διαφορετική συμπεριφορά της βιοκοινωνίας, κυρίως με διαφορές στη πυκνότητα των περισσότερων ειδών αλλά και με αντικαταστάσεις τους από είδη που δεν συμμετείχαν στη πρώτη δειγματοληπτική προσπάθεια, είναι σωστή. Η εργασία αυτή προσφέρει ισχυρές ενδείξεις ότι τα μέτρα που πάρθηκαν κατά τη διάρκεια του προγράμματος ήταν ανεπαρκή για την αύξηση της κυκλοφορίας των υδάτων στη λιμνοθάλασσα και κατά συνέπεια χρήζει άμεσης ανάγκης για τη διάνοιξη περισσότερων καναλιών επικοινωνίας με το θαλάσσιο περιβάλλον αλλά ταυτόχρονα και περιβαλλοντικού ελέγχου για ικανό χρονικό διάστημα ώστε να αποσαφηνιστούν τα αποτελέσματα αυτών των επεμβάσεων.



## 5. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Arvanitidis C. 2000. Polychaeta fauna of the Aegean Sea: inventory and new information. *Buletin of Marine Science* 66: p.73-96.

Arvanitidis C., Bellan G., Drakopoulos P., Valavanis V., Dounas C., Koukouras A. & Eleftheriou A. 2002. Seascape biodiversity patterns along the Mediterranean and the Black Sea : lessons from the biogeography of benthic polychaetes. *Marine Ecology Progress Series* 244: p.139-152.

Arvanitidis C, Chatzigeorgiou G, Koutsoubas D, Dounas C, Eleftheriou A, Koulouri P (2004a). Mediterranean lagoons revisited: weakness and efficiency of the rapid biodiversity assessment techniques in a severely fluctuating environment. *Biodivers Conserv* (in press)

Arvanitidis C, Chatzigeorgiou G, Koutsoubas D, Kevrekidis T, Dounas C, Eleftheriou A, Koulouri P, Mogias A (2004b) Estimating lagoonal biodiversity in Greece: comparison of rapid assessment techniques. *Helgol Mar Res* (in press)

Arvanitidis C., Koutsoubas D., Dounas C. & Eleftheriou A. 1999. Annelid fauna of a Mediterranean Lagoon (Gialova lagoon, south-west Greece): community structure in a severely fluctuating environment. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* 79: p. 849-856.

Clarke K. R. & Green R. H. 1988. Statistical design and analysis for a 'biological effects' study. *Marine Ecology Progress Series* 46: 213-226.

Clarke, K. R & Warwick, R. M. 1998. A taxonomic distinctness index and its statistical properties. *Journal of Applied Ecology* 35: 523- 531.

Clarke K. R. & Warwick R. M. 2001. A further biodiversity index applicable to species lists: variation in taxonomic distinctness 2001. *Marine Ecology Progress Series* 216: 265-278.

Dounas C., Koutsoubas D., Arvanitidis C., Petihakis G., Drummond L. & Eleftheriou A. 1998. Biodiversity and the impact of anthropogenic activities in Mediterranean lagoons: The case of Gialova lagoon, SW Greece. *Oecologia* 24: 77-91.

Gray J.S. 1981. The ecology of marine sediments. *Cambridge University Press*

Guelorget O. & Pertuisot J.P. 1992. Paralic Ecosystems (Biological organization and functioning). *Vie Milieu* 42: 215-251.

Huston M., 1979. A generic hypothesis on species diversity. *American Naturalist* 113: 81-101.

James R. J., Smith Lincoln M. P. & Fairweather P. G. 1995. Sieve mesh-size and taxonomic resolution needed to describe natural spatial variation of marine macrofauna. *Marine Ecology Progress Series* 118: 187-198.

Kingston P.F. & Riddle M.J. 1989. Cost effectiveness of benthic fauna monitoring. *Marine Pollution Bulletin* 20: 490-496.

Koutsoubas D., Arvanitidis C., Dounas C. & Drummond L. 2000. Community structure and dynamics of the molluscan fauna in a Mediterranean lagoon (Gialova lagoon, SW Greece). *Belgian Journal of Zoology* 130: 135-142.

Koutsoubas D., Dounas C., Arvanitidis C., Kornilios S., Petihakis G., Triantafyllou G. & Eleftheriou A. 2000. Macrobenthic community structure and disturbance assessment in Gialova Lagoon, Ionian Sea. *ICES Journal of Marine Science* 57: 1472-1480.

McArthur V. E., Koutsoubas D., Lampadariou N. & Dounas C. 1999. The meiofaunal community structure of a Mediterranean lagoon (Gialova lagoon, Ionian Sea). *Hergoland Marine Research* 54: 7-17.

Nicolaidou A., Bourgoutzani F., Zenetos A., Guelorget O. & Prethuisot J.P., 1988. Distribution of mollusks and polychaetes in coastal lagoons in Greece. *Estuarine Coastal and Shelf Science* 26: 337-350.

Olsgard F., Somerfield P. & Carr M.R. 1997. Relationships between taxonomic resolution and data transformations in analyses of macrobenthic community along an established pollution gradient. *Marine Ecology Progress Series* 149: 173-181.

Ferraro S.P. & Cole F.A. 1990. Taxonomic level and sample size sufficient for assessing pollution impacts on the Southern California Bight macrobenthos. *Marine Ecology Progress Series* 67: 251-262.

Ferraro S.P. & Cole F.A. 1992. Taxonomic level sufficient for assessing a moderate impact on macrobenthic communities in Puget Sound, Washington, USA, *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 49: 1184-1188.

Ferraro S.P. & Cole F.A. 1993. Taxonomic level sufficient for assessing pollution impacts on the Southern Californian bight macrobenthos – revisited. *Environmental Toxicology and Chemistry* 1: 1031-1040.

Warwick R. M. & Clarke K. R. 1993. Comparing the severity of disturbance: a meta-analysis of marine macrobenthic data. *Marine Ecology Progress Series* 92: 221-231.

Warwick R. M. & Clarke K. R. 1998. Taxonomic distinctness and environmental assessment. *Journal of Applied Ecology* 35: 532-543.

Warwick R. M. & Clarke K. R. 2001. Practical measures of marine biodiversity based on relatedness of species. *Oceanography and Marine Biology: an Annual Review* 39: 207-231.

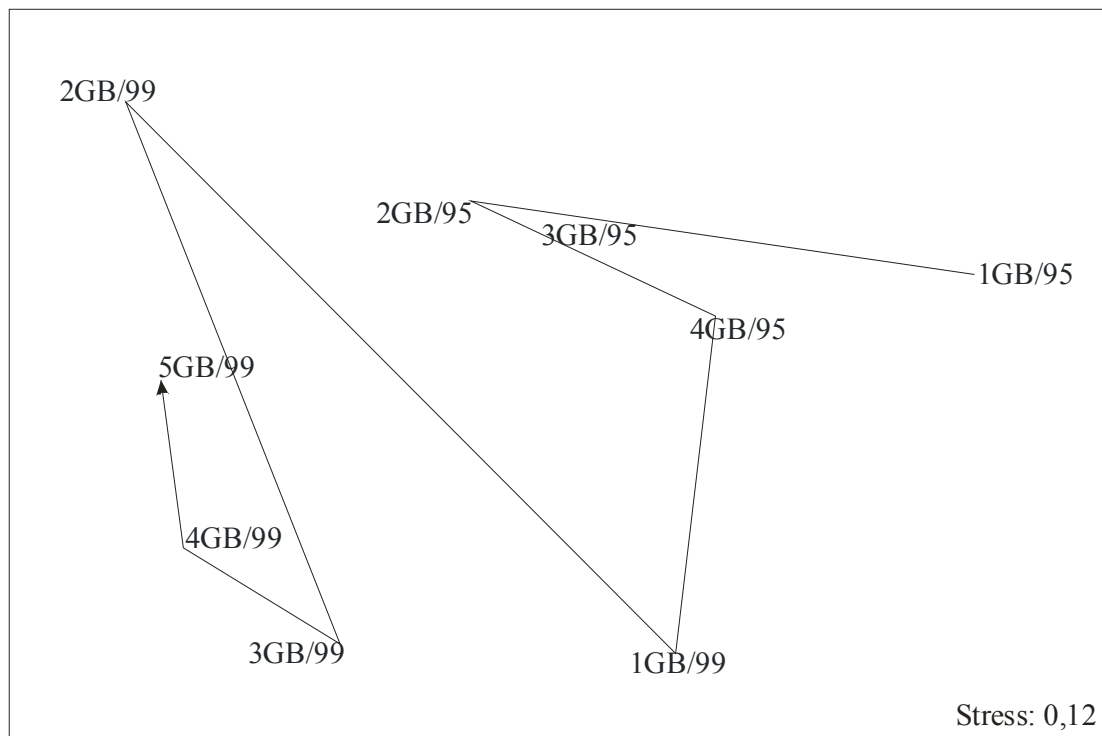
Warwick, R. M. & Clarke, K. R. 1998. A taxonomic distinctness index and its statistical properties. *Journal of Applied Ecology* 35: 523-531.

Warwick R.M. 2001. Evidence for the effects of metal contamination on the intertidal macrobenthic assemblages of the Fal estuary. *Marine Pollution Bulletin* 42: 145-148.

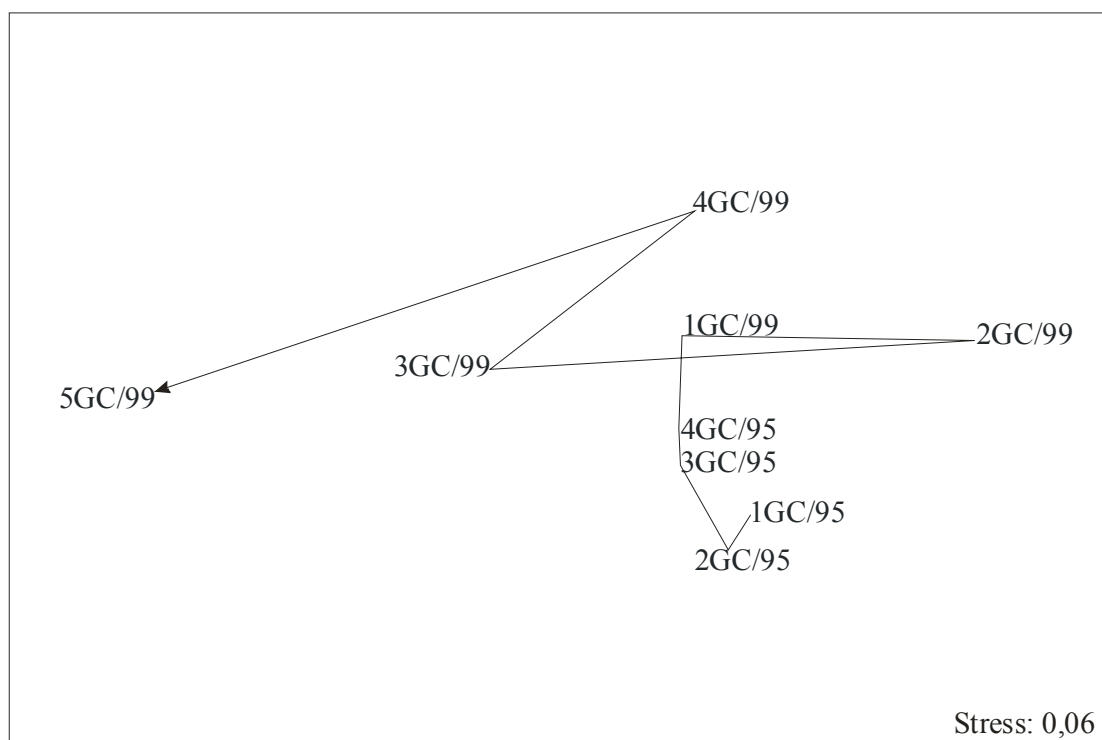
Κουτσούμπας Δ., Αρβανιτίδης Χ., Πετυχάκης Γ., Drummond L. & Ντούνας Κ., 1997. Δομή και Δυναμική των Μακροβενθικών Πληθυσμών στη Λιμνοθάλασσα της Γιάλοβας, Ιόνιο Πέλαγος. 5<sup>ο</sup> Πανελλήνιο Συμπόσιο Ωκεανογραφίας και Αλιείας. Καβάλα, 15-18 Απριλίου 1997, p.309- 312.

## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

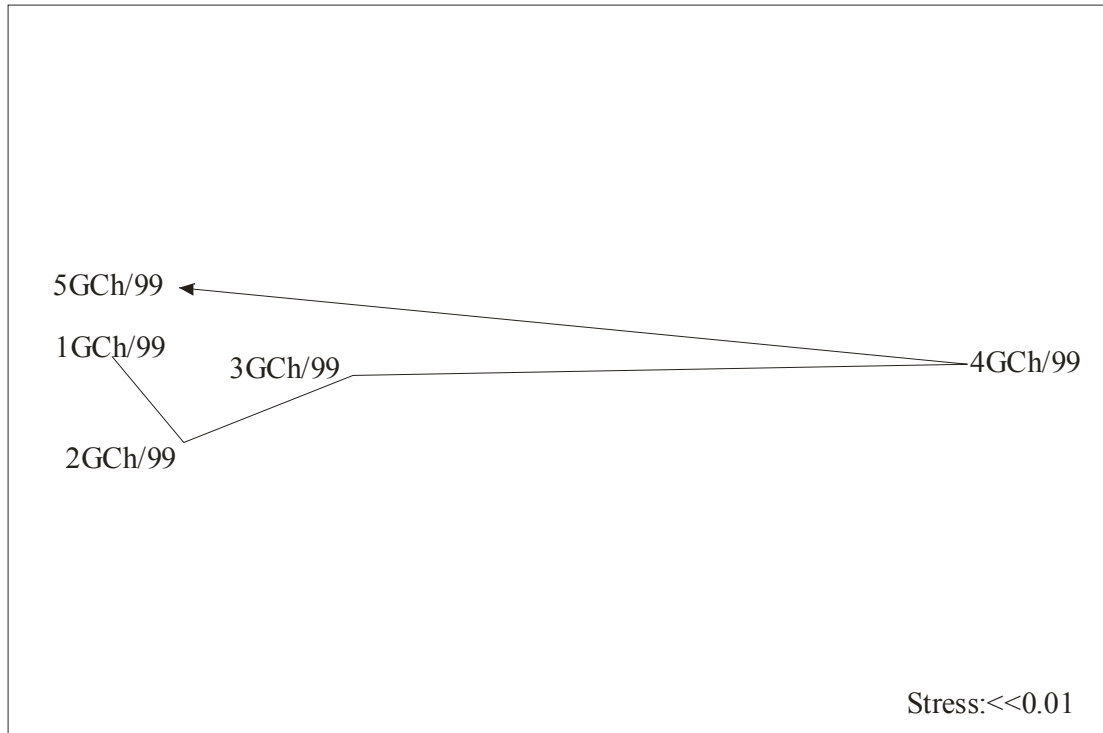
Παρακάτω παρουσιάζονται τα Χωρικά διαγράμματα Πολυδιάστατης Κλιμάκωσης της Μακροβενθικής Πανίδα, των Πολυχαίτων, των Μαλακίων και των Καρκινοειδών.



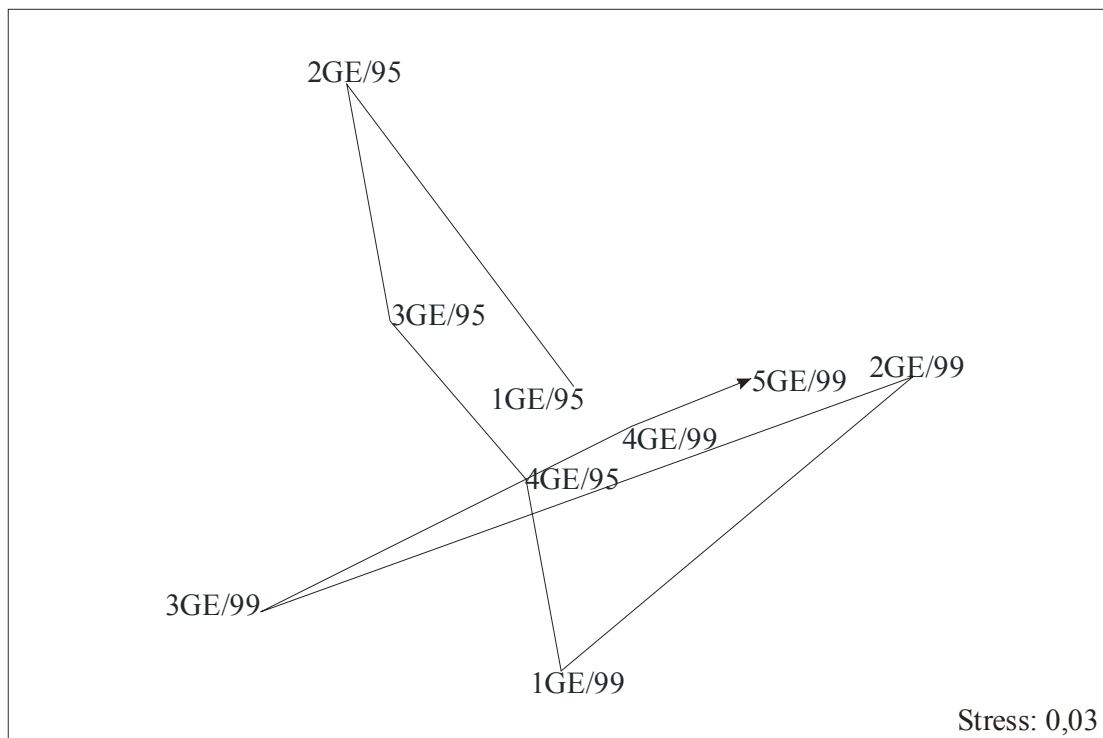
Εικ 1: Διάγραμμα Πολυδιάστατης Κλιμάκωσης της Μακροβενθικής Πανίδας στο σταθμό Β



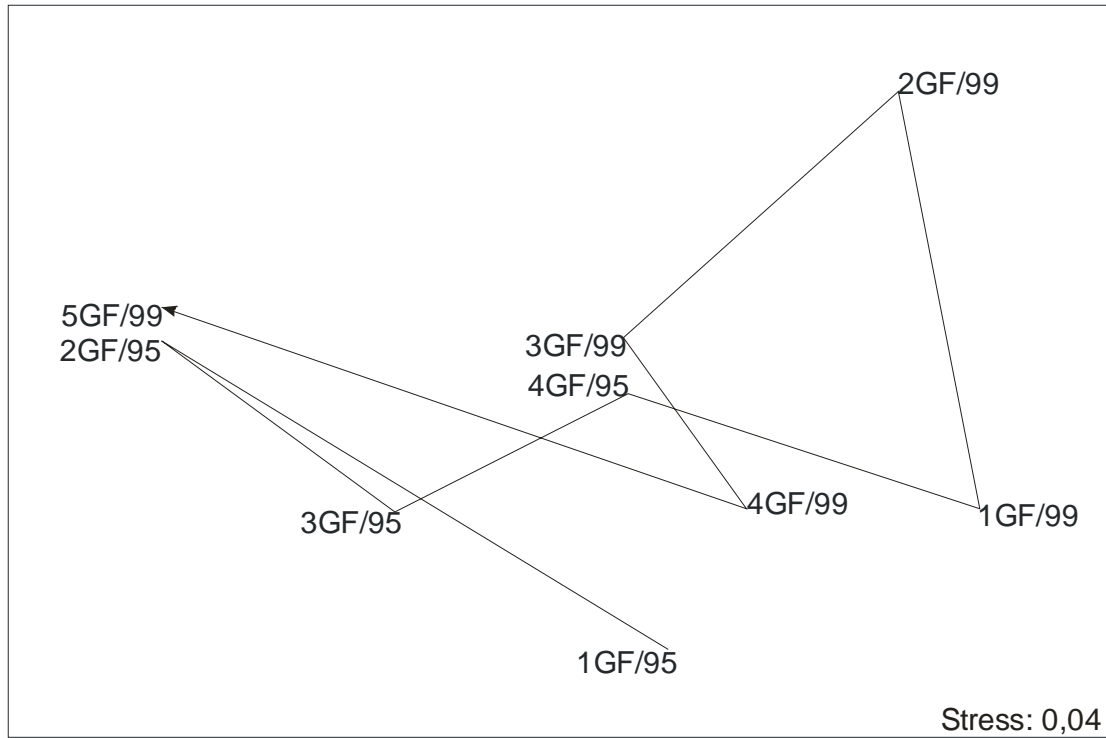
Εικ 2: Διάγραμμα Πολυδιάστατης Κλιμάκωσης της Μακροβενθικής Πανίδας στο σταθμό C



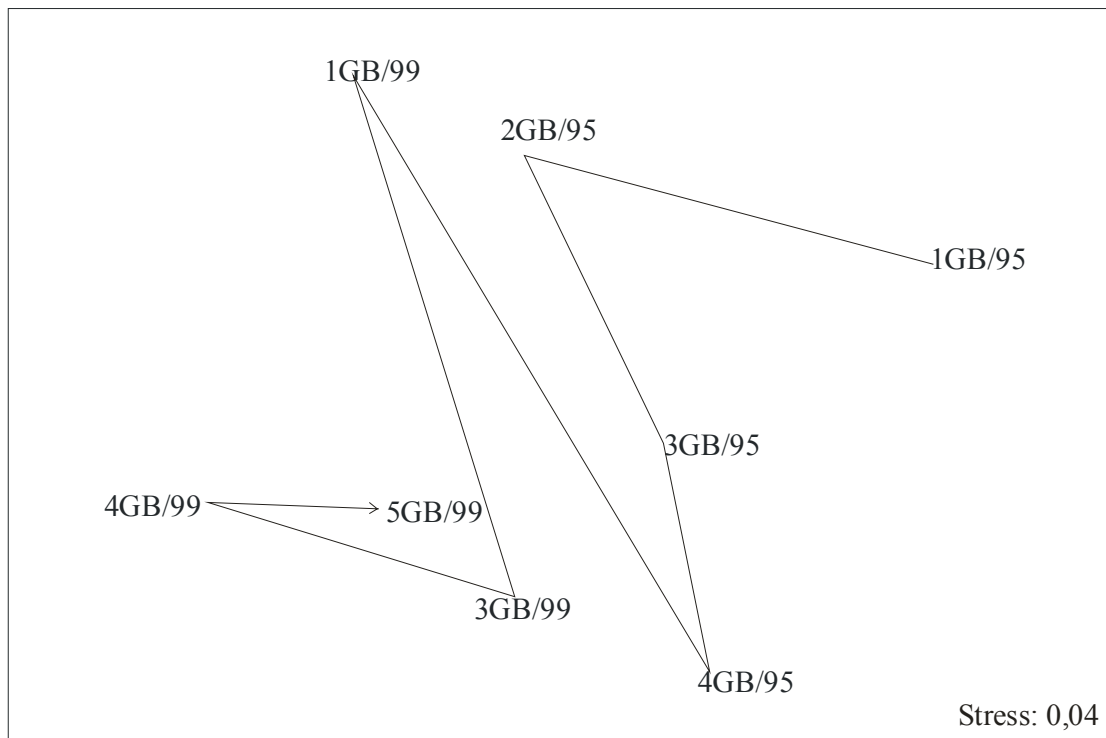
Εικ 3: Διάγραμμα Πολυδιάστατης Κλιμάκωσης της Μακροβενθικής Πανίδας στο σταθμό Ch



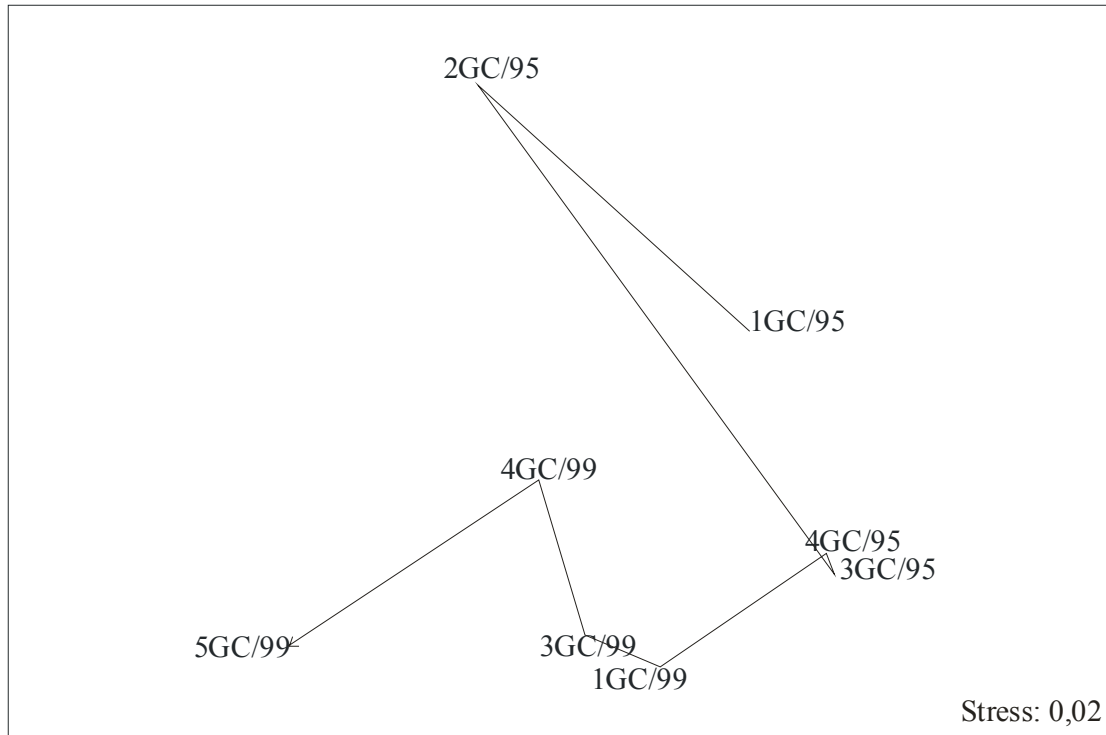
Εικ 4: Διάγραμμα Πολυδιάστατης Κλιμάκωσης της Μακροβενθικής Πανίδας στο σταθμό E



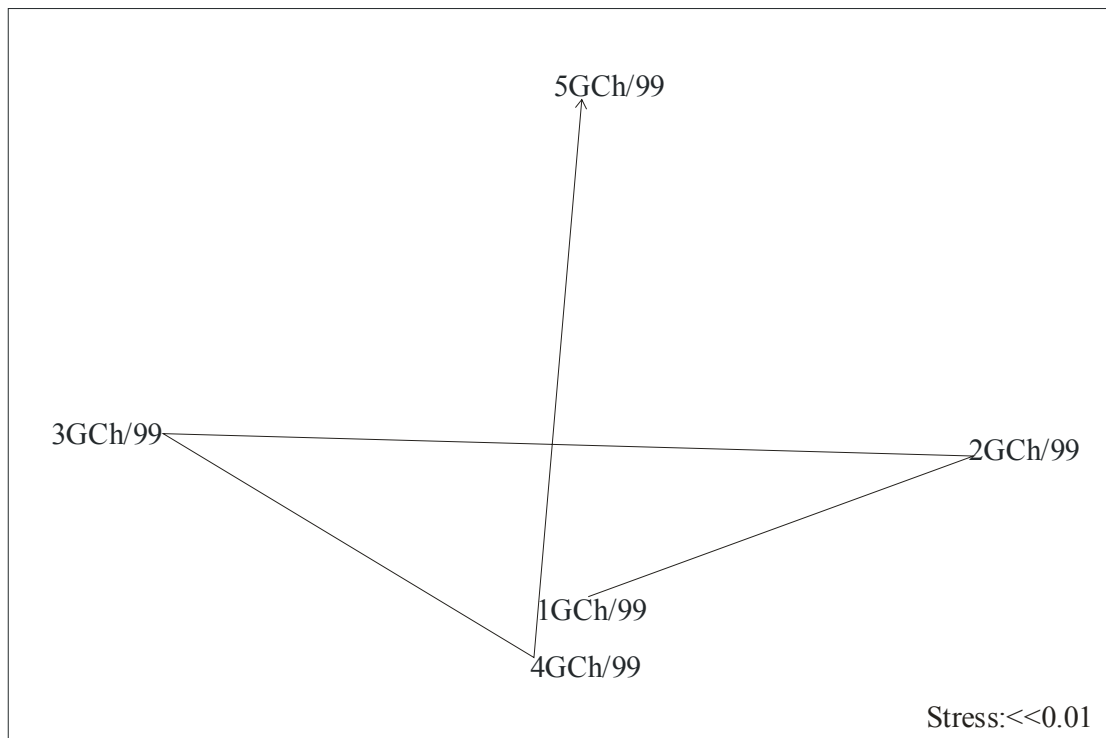
Εικ 5: Διάγραμμα Πολυδιάστατης Κλιμάκωσης της Μακροβενθικής Πανίδας στο σταθμό F



Εικ 6: Διάγραμμα Πολυδιάστατης Κλιμάκωσης των Καρκινοειδών στο σταθμό B

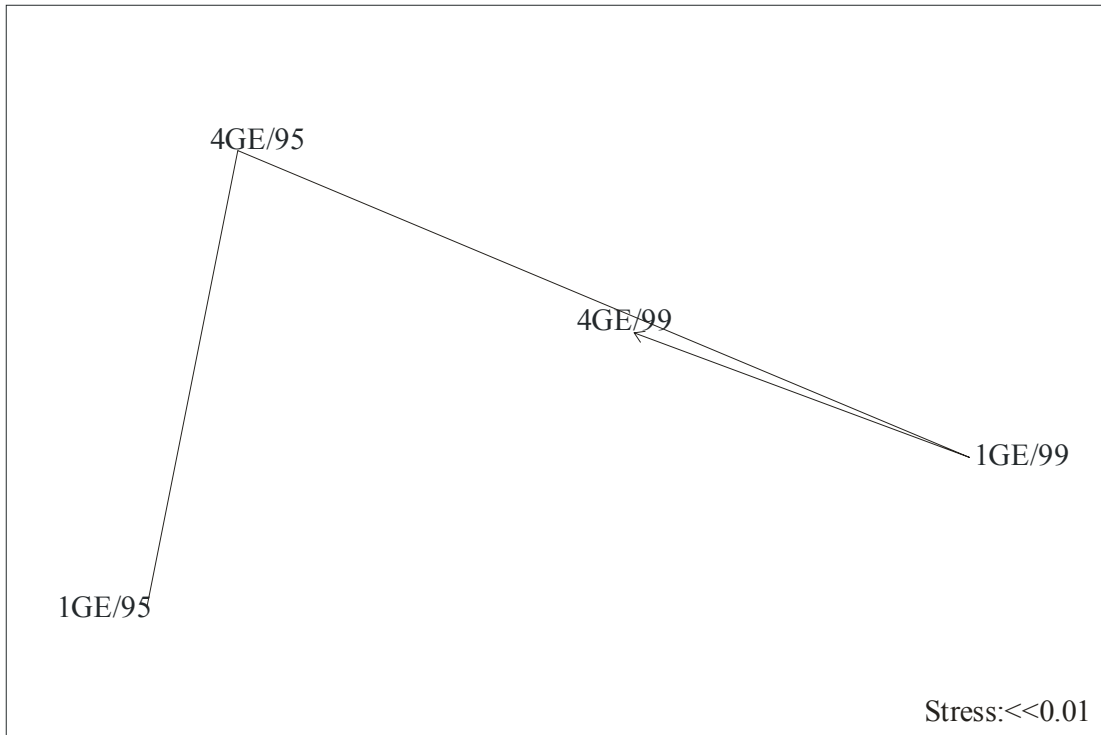


Εικ 7: Διάγραμμα Πολυδιάστατης Κλιμάκωσης των Καρκινοειδών στο σταθμό C

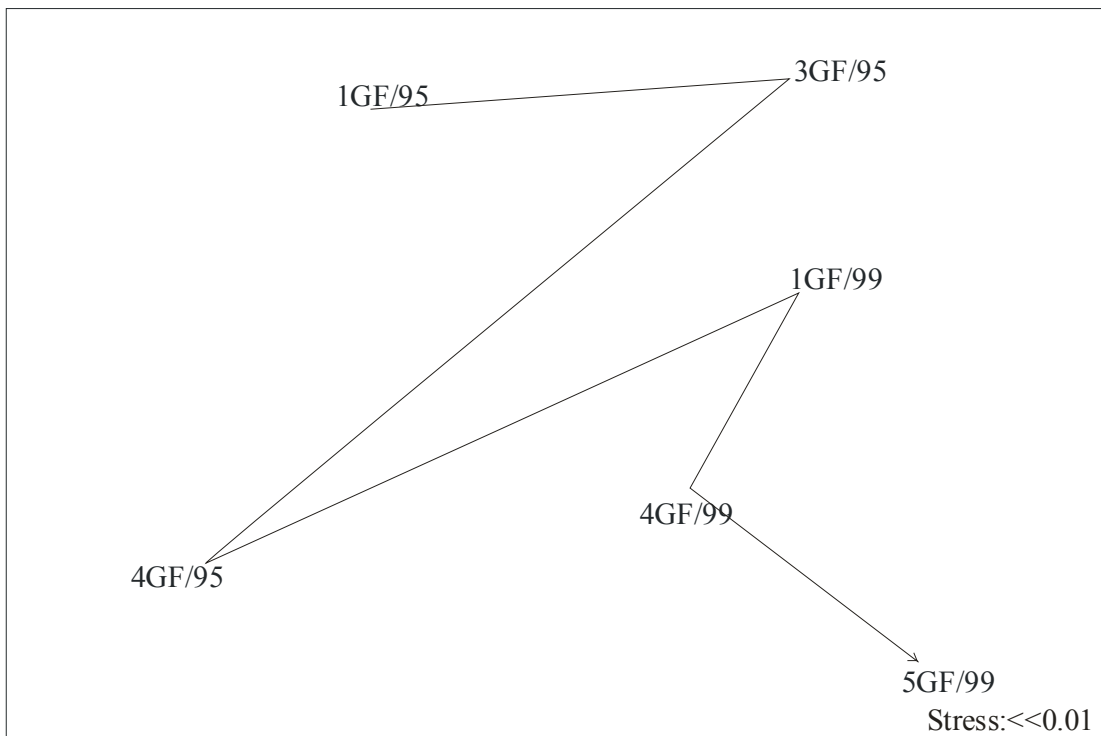


Εικ 8: Διάγραμμα Πολυδιάστατης Κλιμάκωσης των Καρκινοειδών στο σταθμό Ch

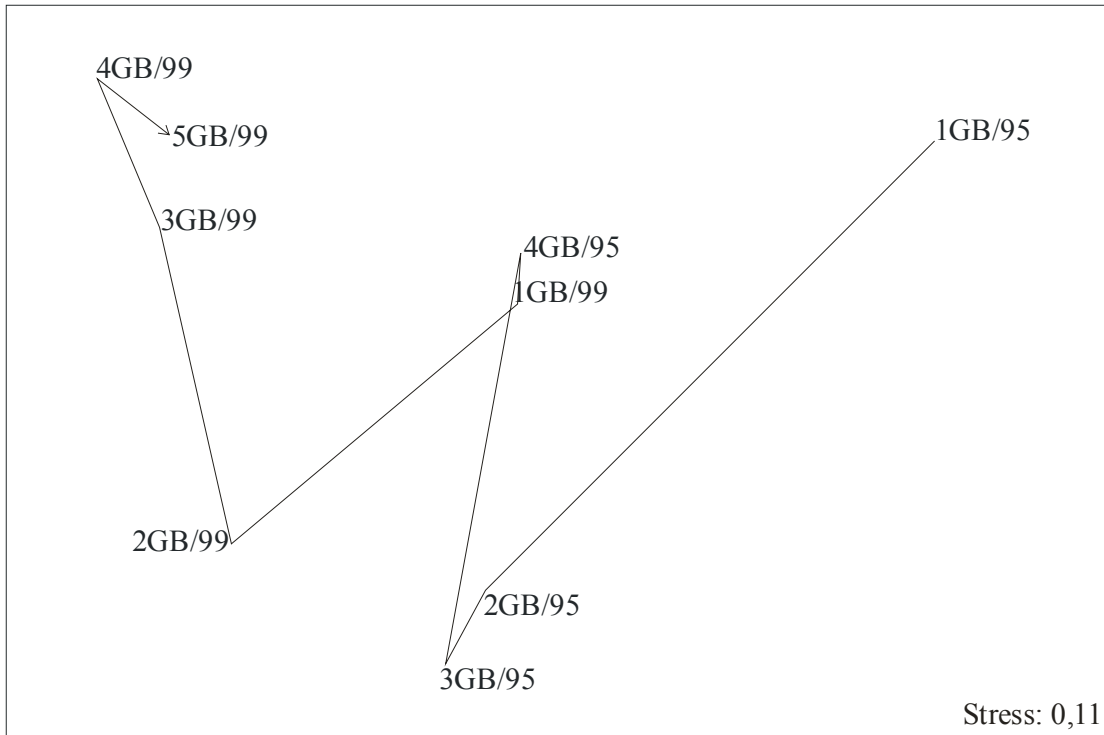




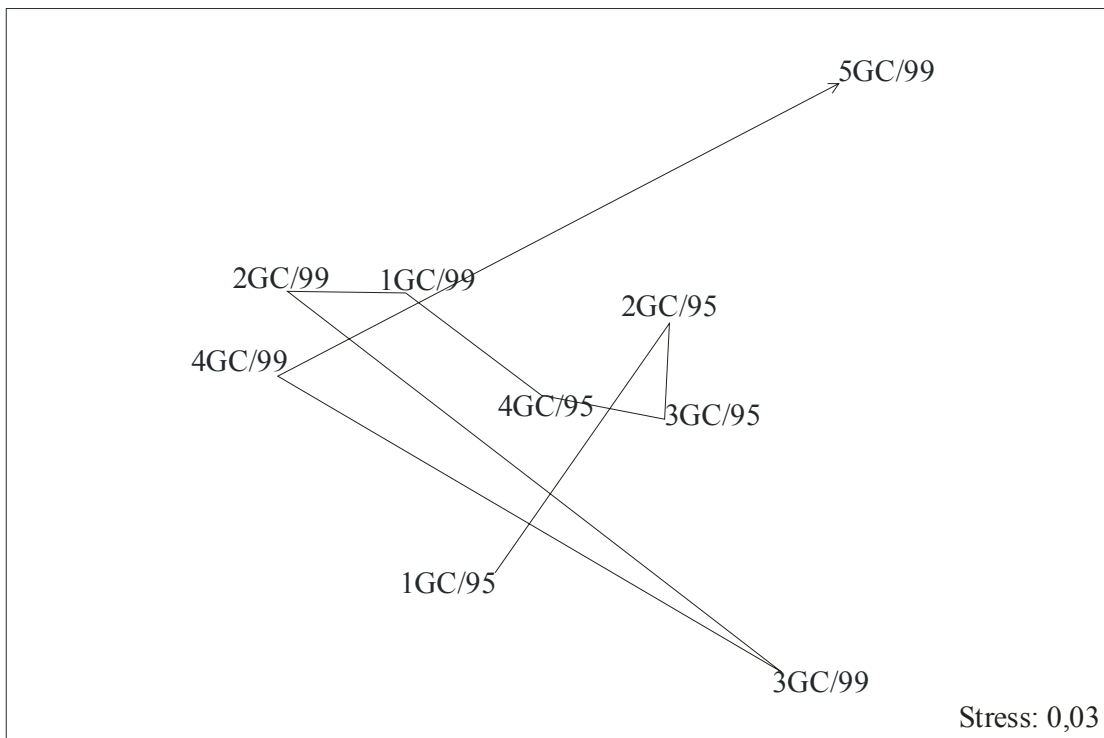
Εικ 9: Διάγραμμα Πολυδιάστατης Κλιμάκωσης των Καρκινωειδών στο σταθμό E



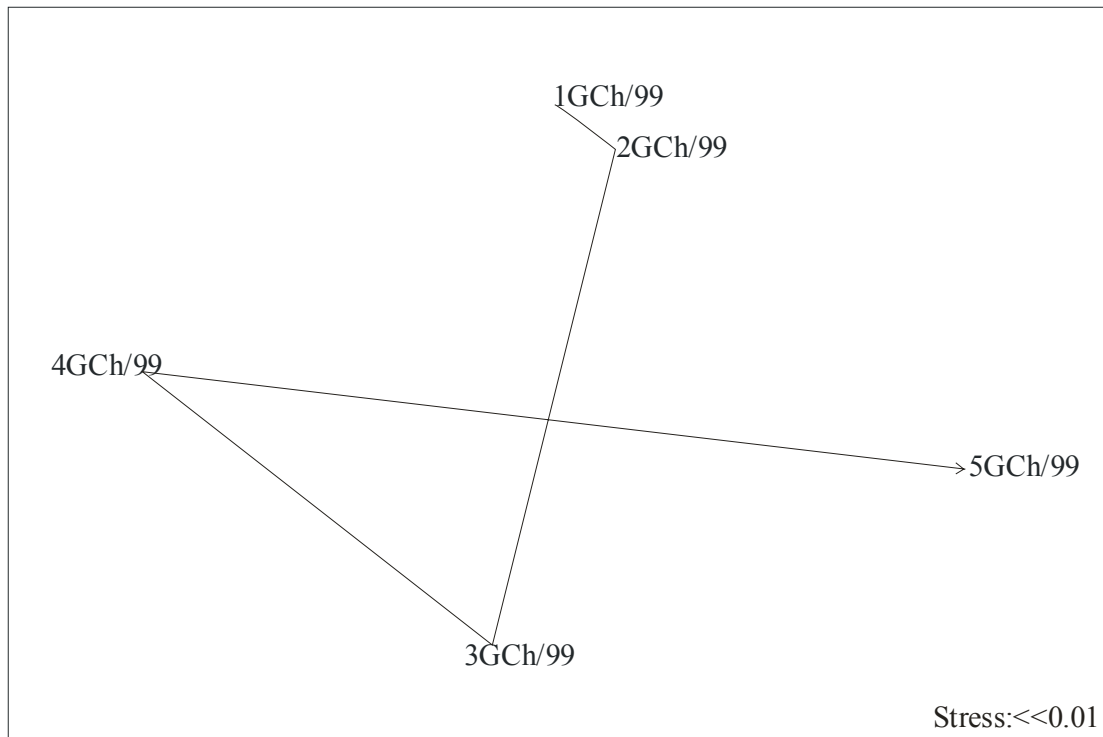
Εικ 10: Διάγραμμα Πολυδιάστατης Κλιμάκωσης των Καρκινωειδών στο σταθμό F



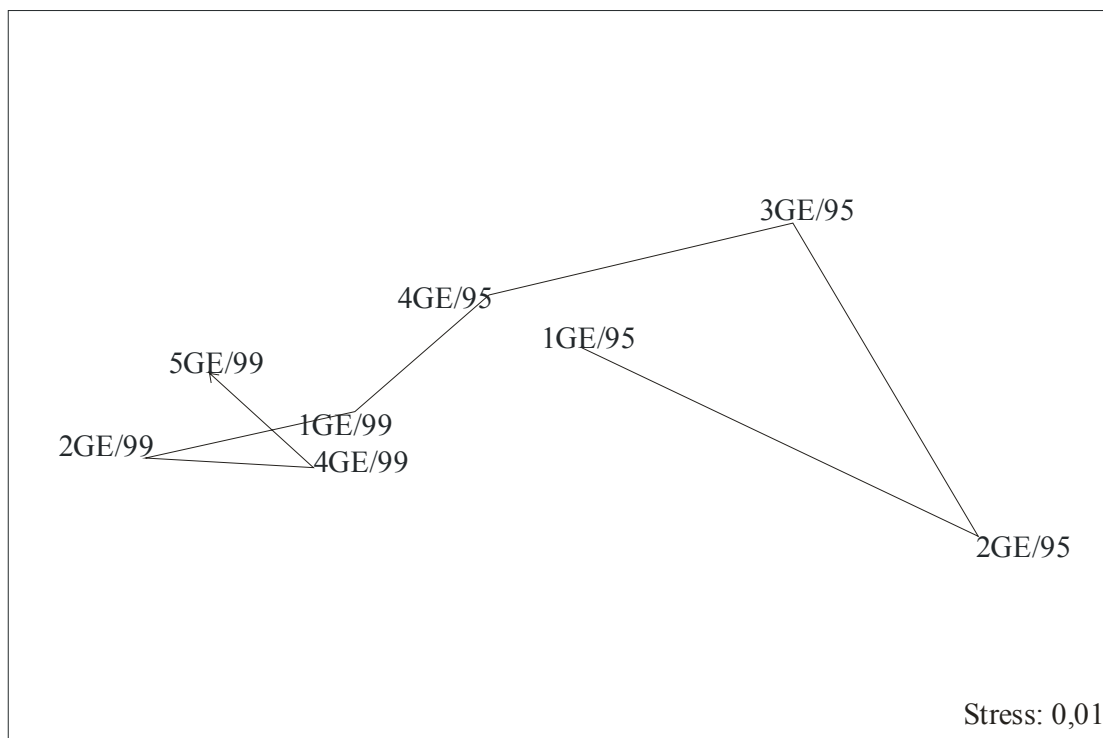
Εικ 11: Διάγραμμα Πολυδιάστατης Κλιμάκωσης των Μαλακίων στο σταθμό Β



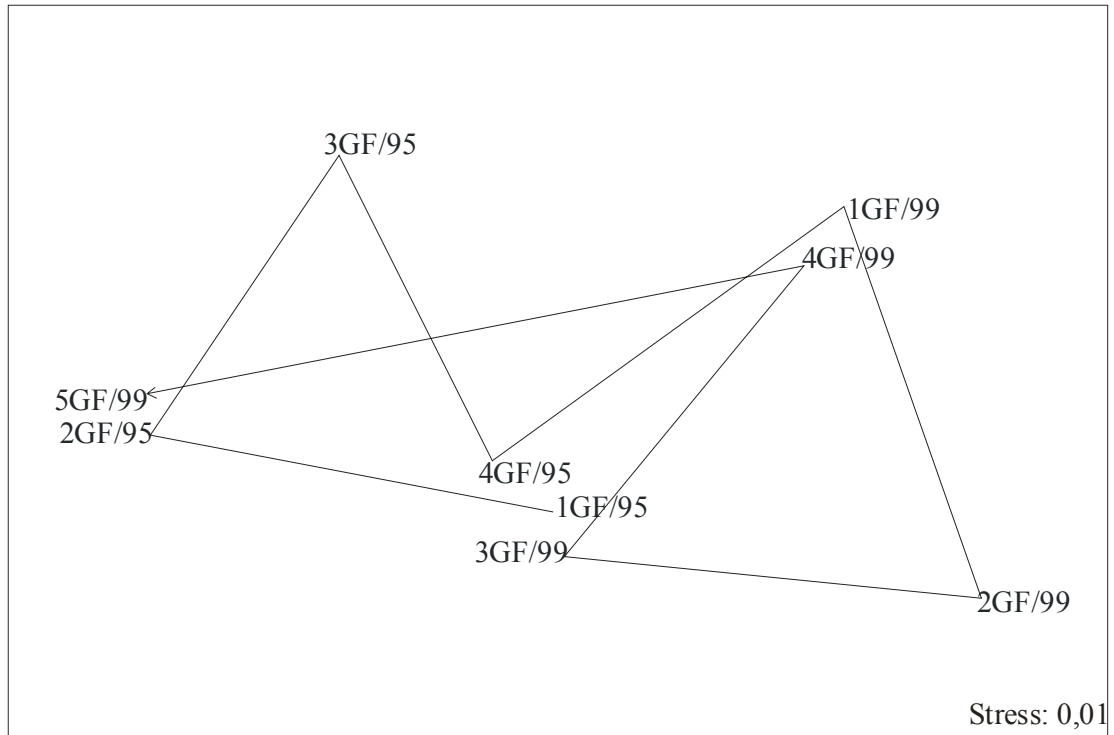
Εικ 12: Διάγραμμα Πολυδιάστατης Κλιμάκωσης των Μαλακίων στο σταθμό C



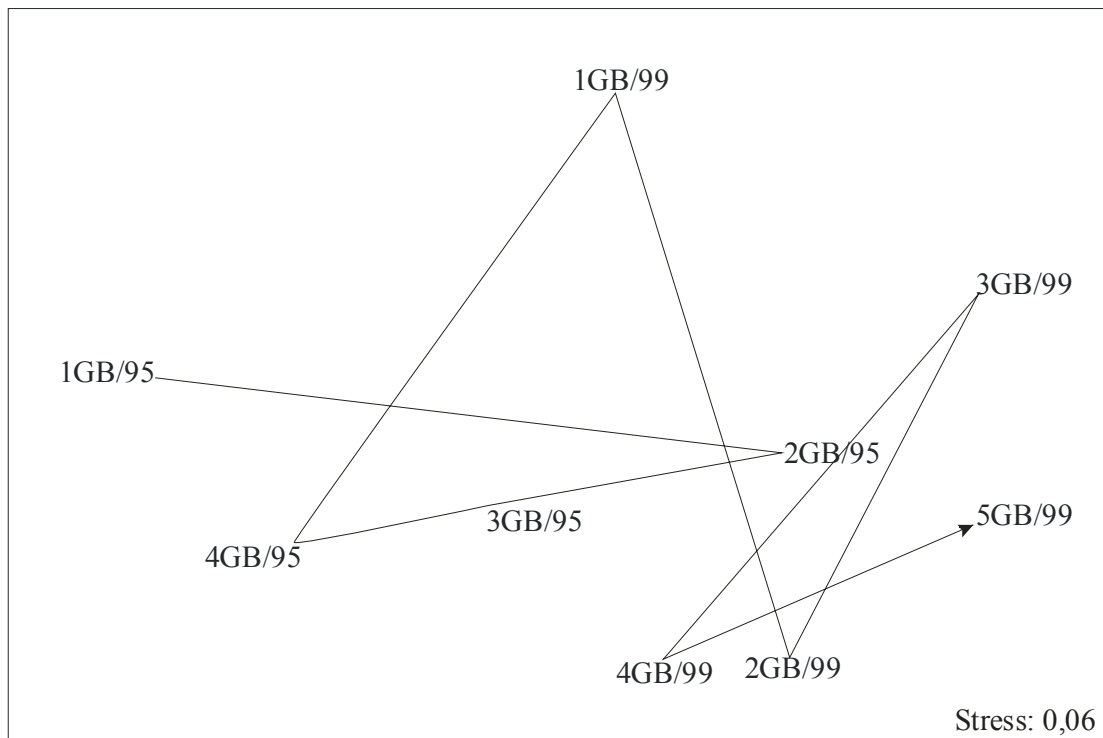
Εικ 13: Διάγραμμα Πολυδιάστατης Κλιμάκωσης των Μαλακίων στο σταθμό Ch



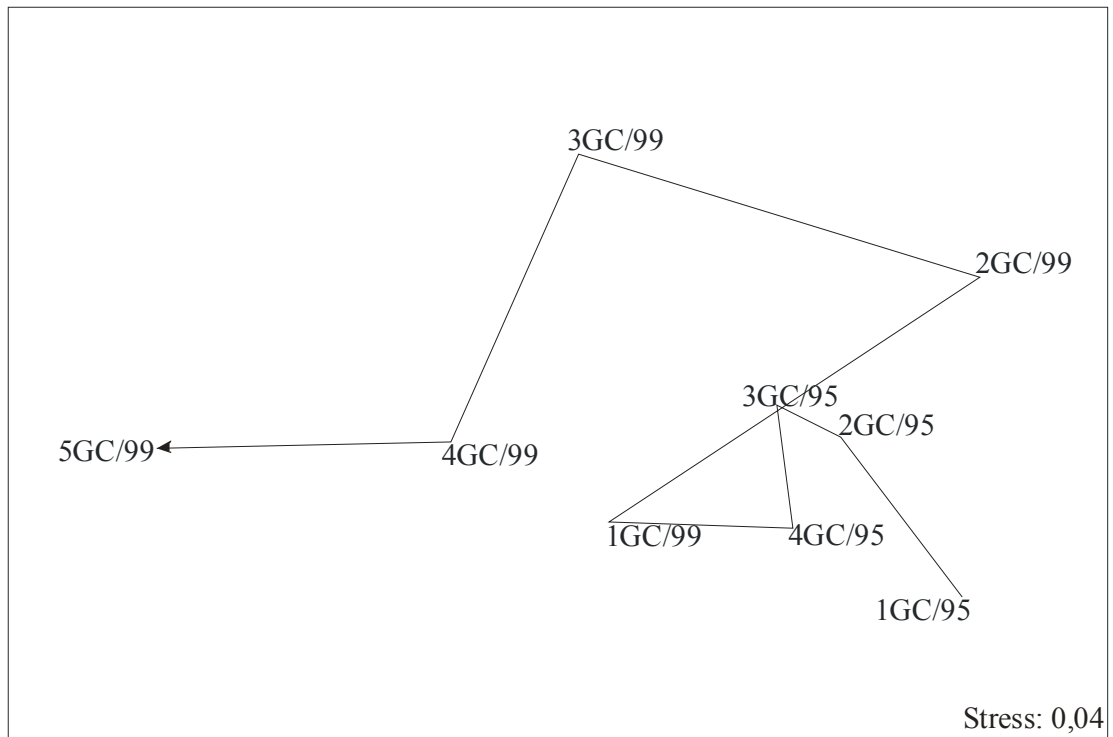
Εικ 14: Διάγραμμα Πολυδιάστατης Κλιμάκωσης των Μαλακίων στο σταθμό E



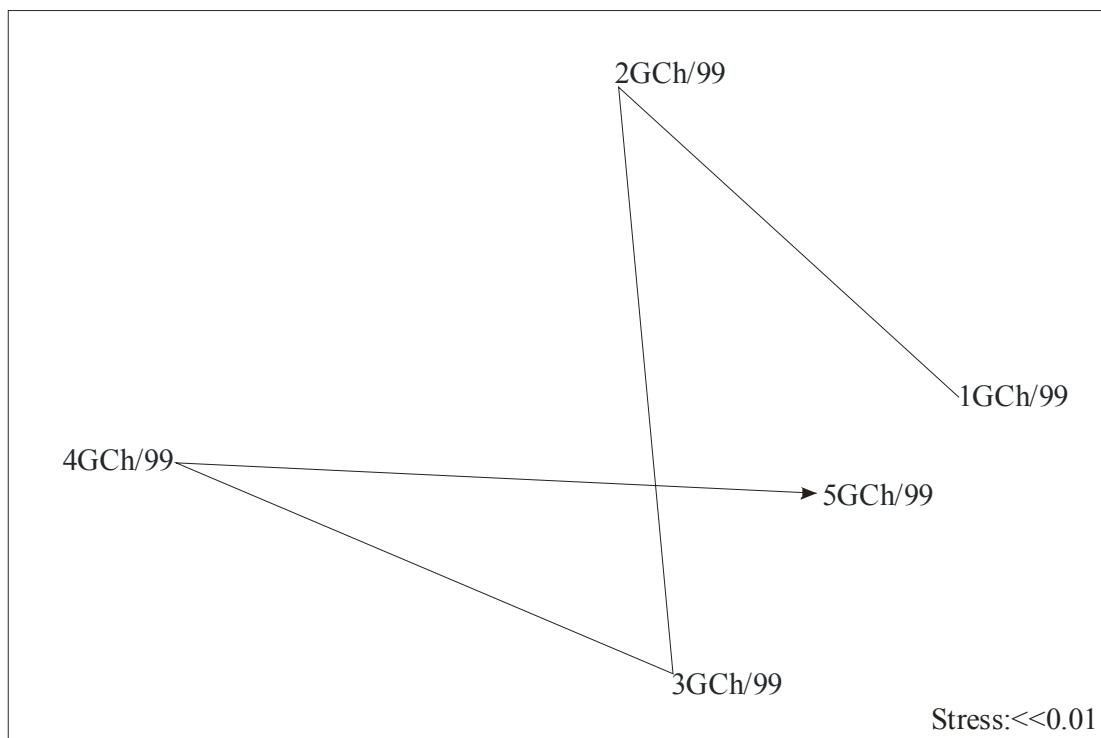
Εικ 15: Διάγραμμα Πολυδιάστατης Κλιμάκωσης των Μαλακίων στο σταθμό F



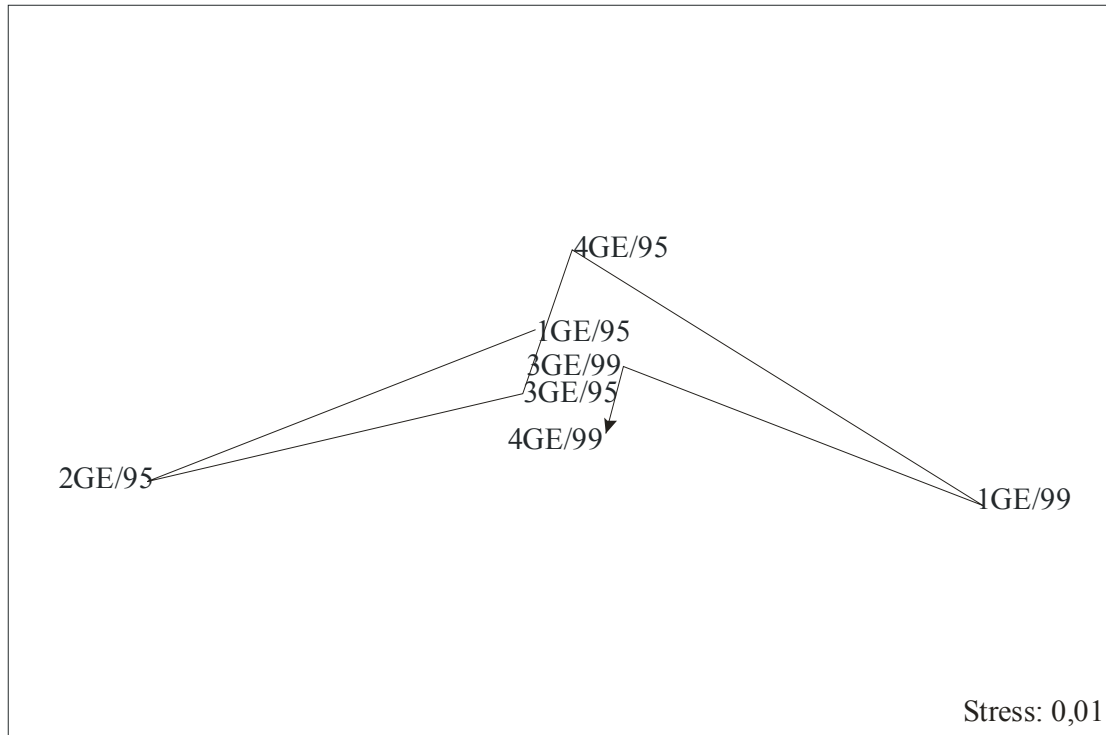
Εικ 16: Διάγραμμα Πολυδιάστατης Κλιμάκωσης των Πολυχαίτων στο σταθμό B



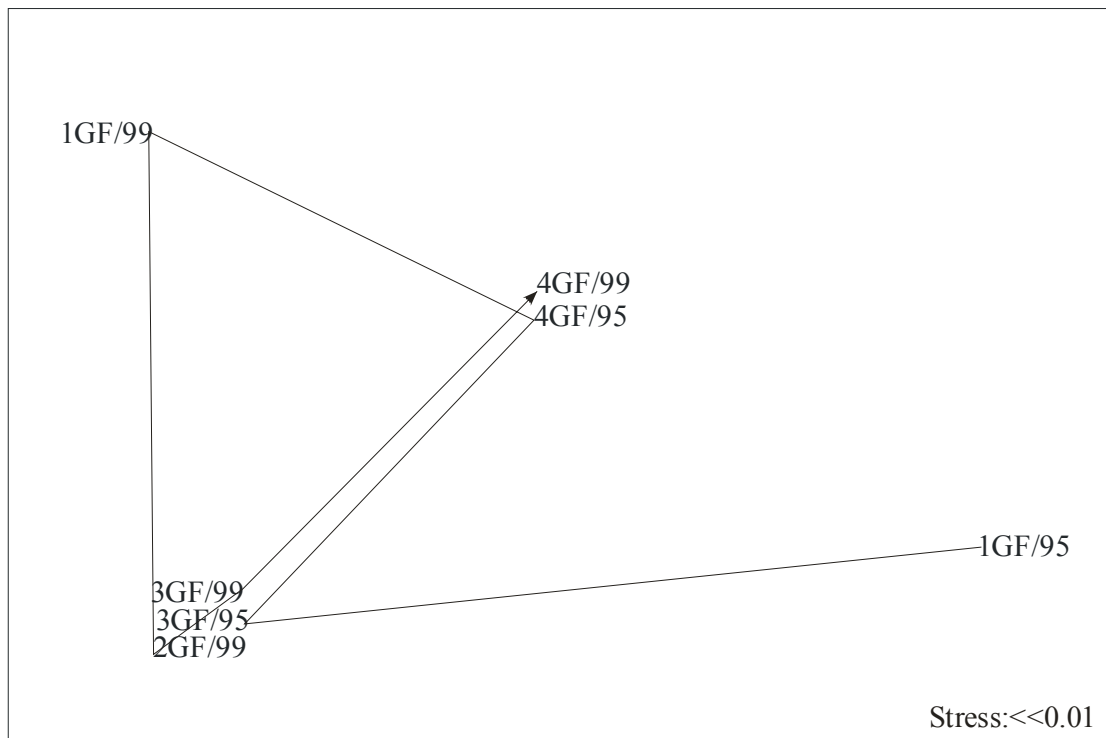
Εικ 17: Διάγραμμα Πολυδιάστατης Κλιμάκωσης των Πολυχαίτων στο σταθμό C



Εικ 18: Διάγραμμα Πολυδιάστατης Κλιμάκωσης των Πολυχαίτων στο σταθμό Ch

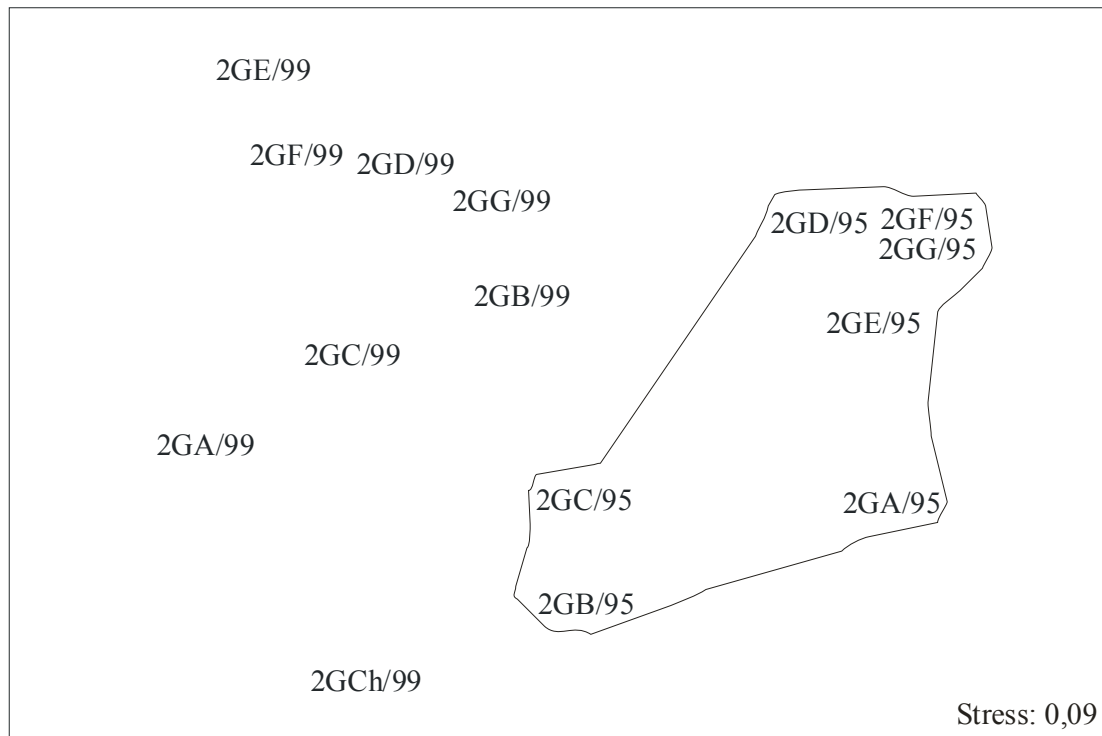


Εικ 19: Διάγραμμα Πολυδιάστατης Κλιμάκωσης των Πολυουαίτων στο σταθμό E

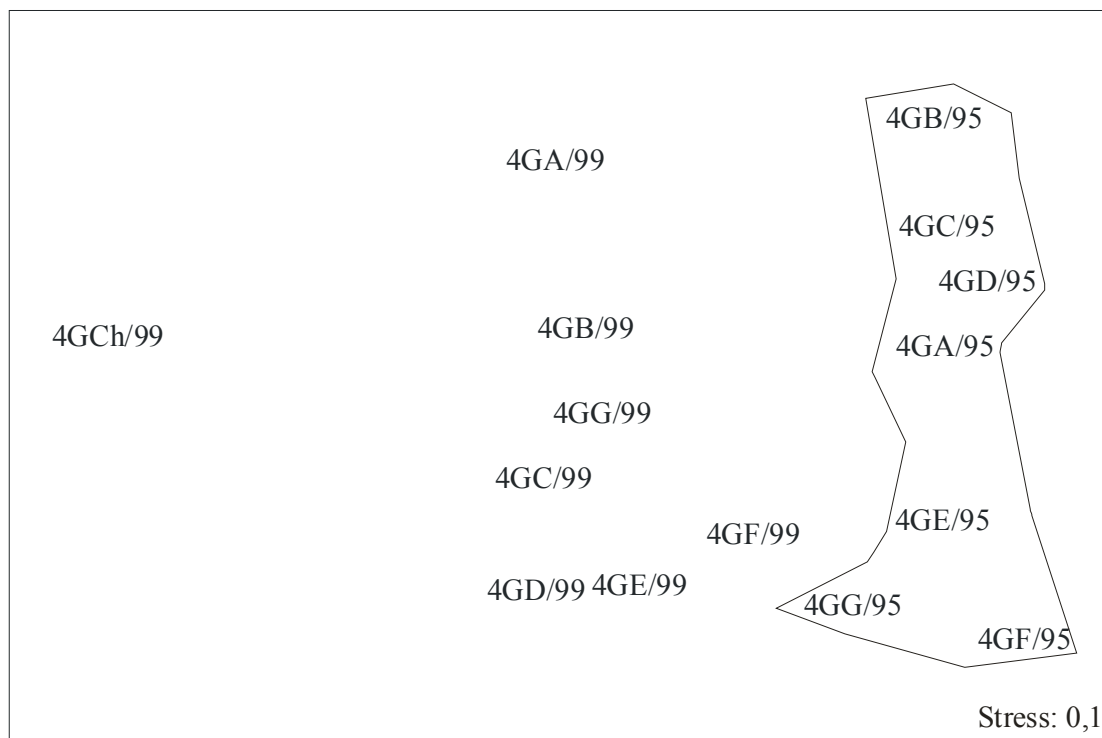


Εικ 20: Διάγραμμα Πολυδιάστατης Κλιμάκωσης των Πολυουαίτων στο σταθμό F

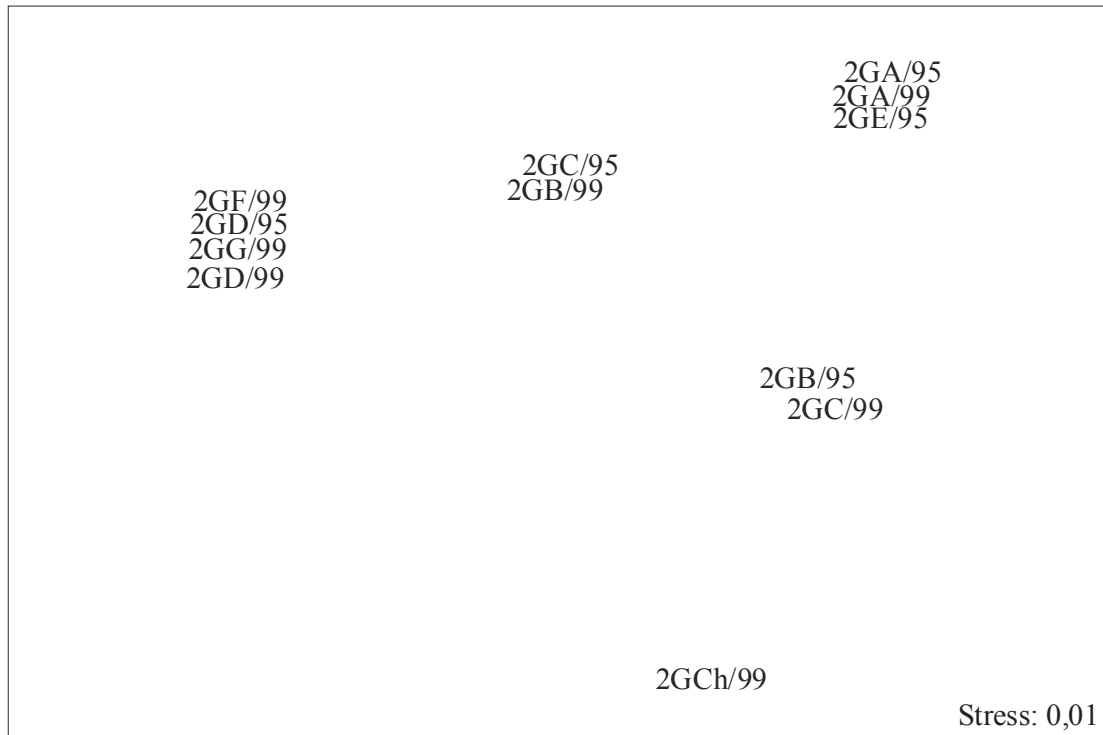
Παρακάτω παρουσιάζονται τα Χρονικά διαγράμματα Πολυδιάστατης Κλιμάκωσης της Μακροβενθικής Πανίδα, των Πολυχαίτων, των Μαλακίων και των Καρκινοειδών.



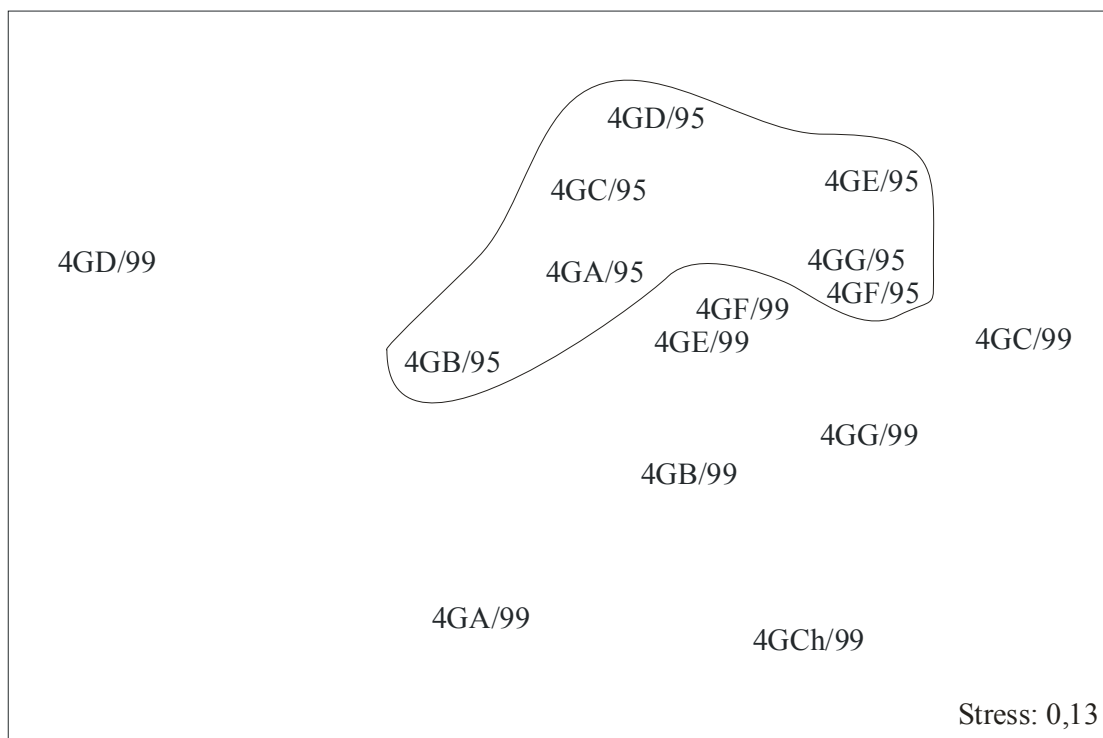
Εικ 21: Διάγραμμα Πολυδιάστατης Κλιμάκωσης της Μακροβενθικής Πανίδας την εποχή του Φθινοπώρου.



Εικ 22: Διάγραμμα Πολυδιάστατης Κλιμάκωσης της Μακροβενθικής Πανίδας την εποχή της Άνοιξης.

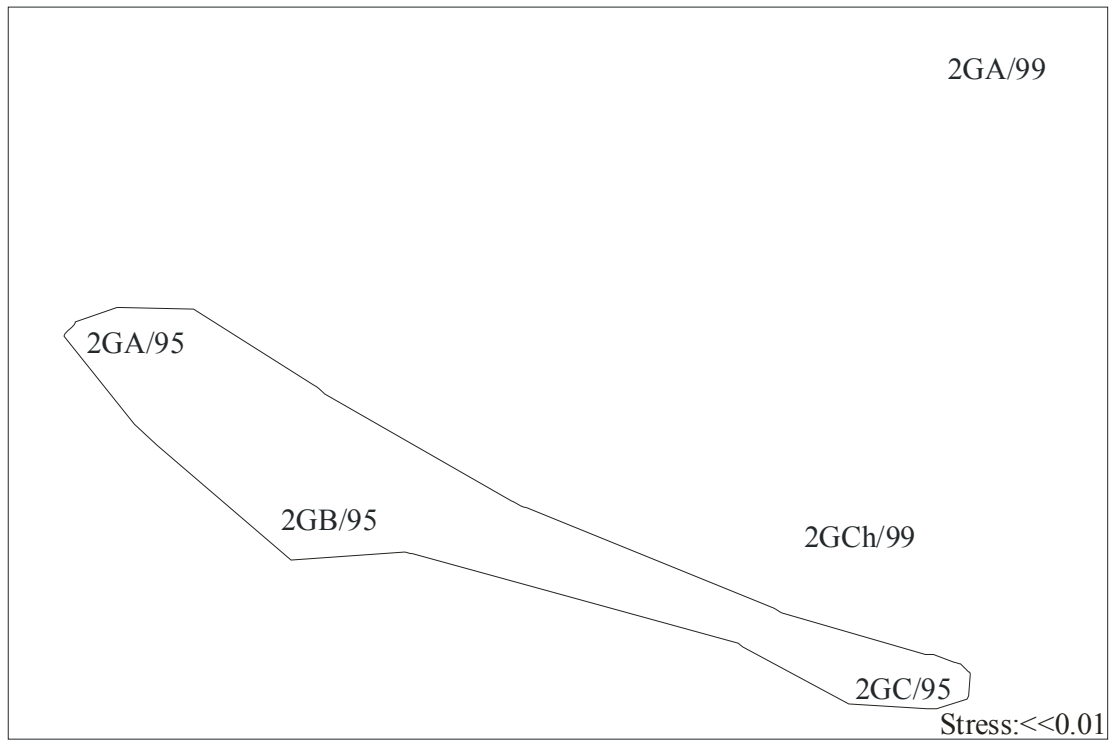


Εικ 23: Διάγραμμα Πολυδιάστατης Κλιμάκωσης των Πολυχαίτων την εποχή του Φθινοπώρου.

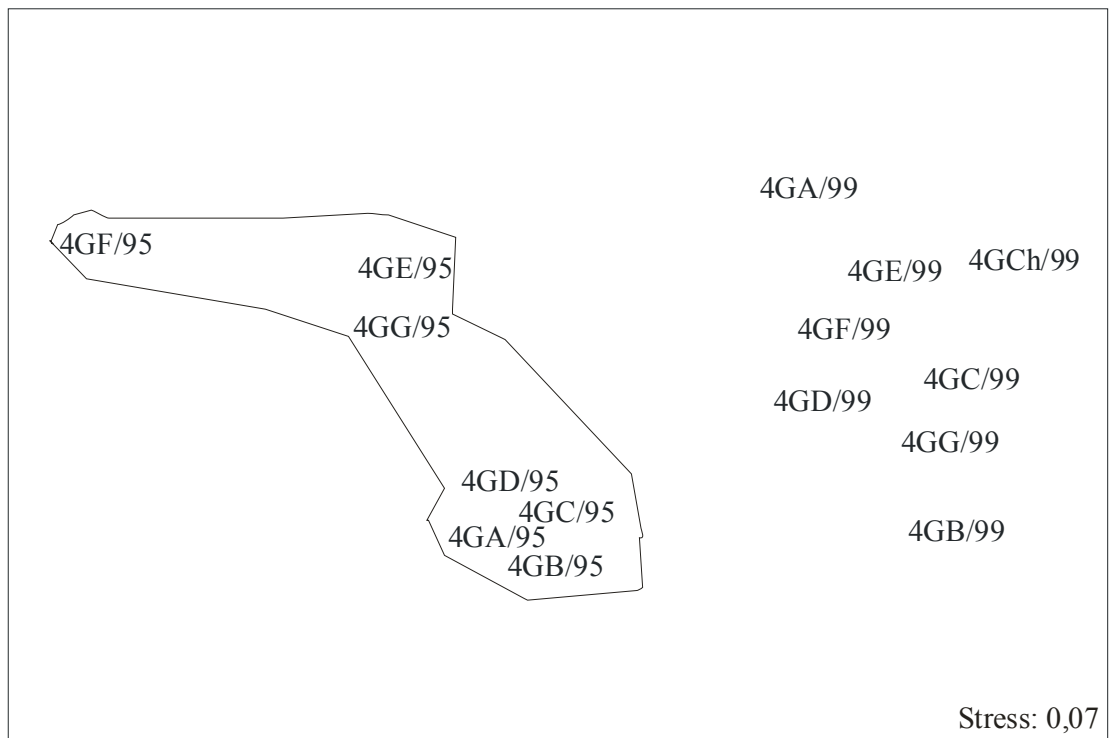


Εικ 24: Διάγραμμα Πολυδιάστατης Κλιμάκωσης των Πολυχαίτων την εποχή της Άνοιξης.

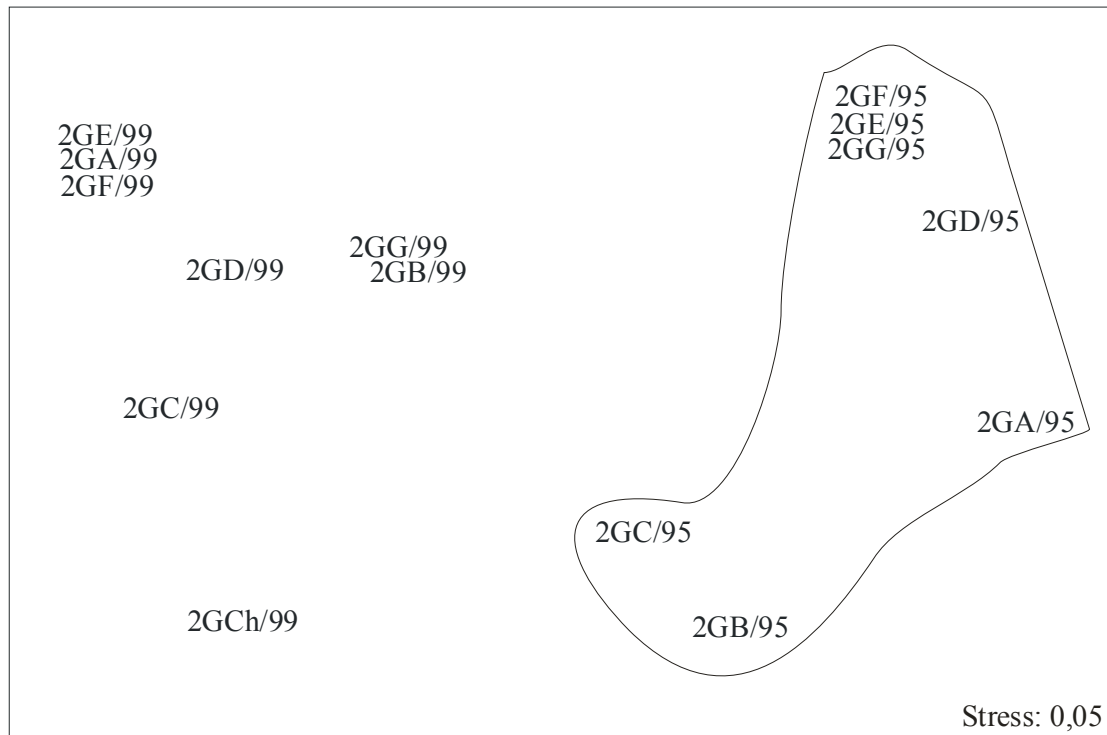




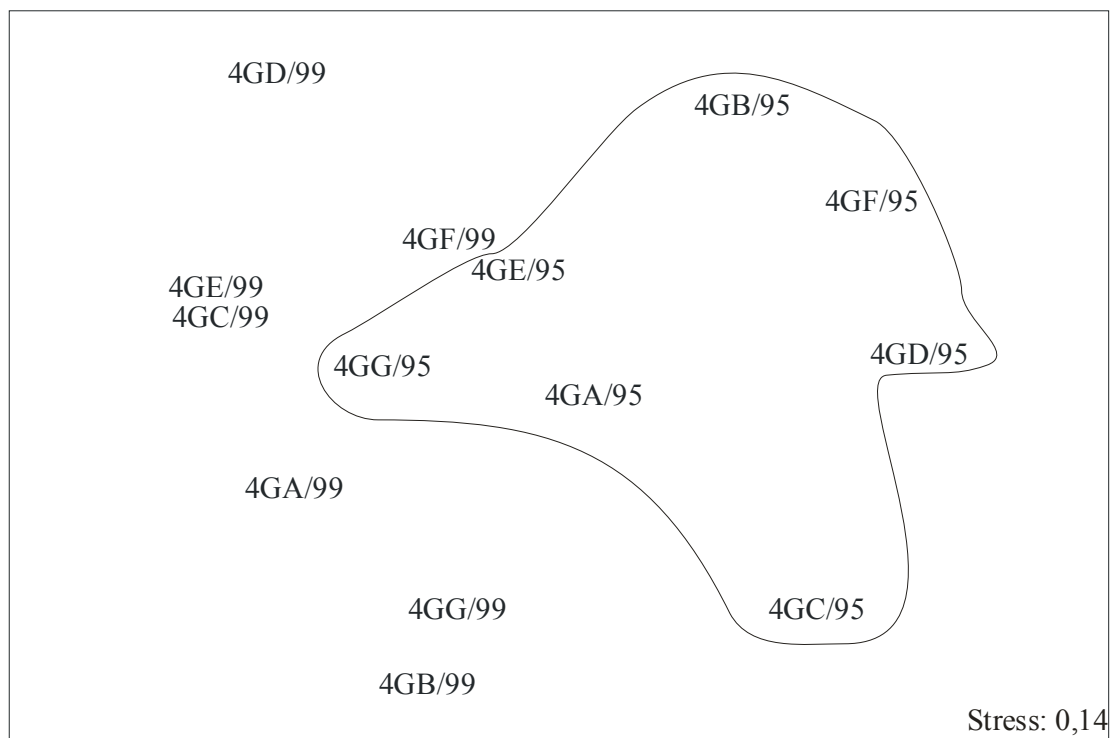
Εικ 26: Διάγραμμα Πολυδιάστατης Κλιμάκωσης των Καρκινοειδών την εποχή του Φθινοπώρου.



Εικ 26: Διάγραμμα Πολυδιάστατης Κλιμάκωσης των Καρκινοειδών την εποχή της Άνοιξης.



Εικ 27: Διάγραμμα Πολυδιάστατης Κλιμάκωσης των Μαλακίων την εποχή του Φθινοπώρου.



Εικ 28: Διάγραμμα Πολυδιάστατης Κλιμάκωσης των Μαλακίων την εποχή της Άνοιξης.

Αποτελέσματα Ανάλυσης Spearman μεταξύ των κυριότερων αβιοτικών παραμέτρων και των πιο άφθονων ειδών του συστήματος.

	Spearman	t(N-2)	p-level
HEDISTE & REDOX	-0,064884	-0,49518	0,622341
HEDISTE & CHL-A	0,174753	1,35168	0,181727
HEDISTE & NH4	0,158005	1,21864	0,227915
HEDISTE & PO4	0,165597	1,27880	0,206059
CERASTODERMA & REDOX	0,165591	1,27875	0,206077
CERASTODERMA & CHL-A	0,016749	0,12757	0,898928
CERASTODERMA & POC	-0,211547	-1,64840	0,104677
CERASTODERMA & PO4	-0,020993	-0,15991	0,873508
ABRA & REDOX	0,108809	0,83361	0,407919
ABRA & CHL-A	-0,023116	-0,17609	0,860836
ABRA & NH4	0,171899	1,32892	0,189078
ABRA & PO4	0,013578	0,10342	0,917987
DEXAMINE & POC	-0,124719	-0,95731	0,342386
DEXAMINE & PO4	-0,224020	-1,75058	0,085307
GAMMARUS & REDOX	-0,081727	-0,62451	0,534744
GAMMARUS & CHL-A	0,079467	0,60713	0,546137
GAMMARUS & POC	0,010700	0,08149	0,935331
GAMMARUS & NH4	-0,025446	-0,19386	0,846966
GAMMARUS & PO4	0,087043	0,66542	0,508417
MICROTEUTOPUS & POC	-0,201953	-1,57038	0,121766
MICROTEUTOPUS & PO4	-0,122433	-0,93949	0,351376
PERINEREIS & NH4	-0,133422	-1,02528	0,309488
PERINEREIS & PO4	-0,097610	-0,74694	0,458115
HYDROBIA & REDOX	0,064158	0,48962	0,626248
HYDROBIA & CHL-A	-0,150571	-1,15994	0,250825
HYDROBIA & NH4	-0,207425	-1,61482	0,111778
HYDROBIA & PO4	-0,163214	-1,25989	0,212754
PIRENELLA & REDOX	0,080088	0,61190	0,542996
PIRENELLA & CHL-A	-0,215790	-1,68306	0,097739
PIRENELLA & POC	-0,078366	-0,59866	0,551731
PIRENELLA & NH4	-0,070567	-0,53877	0,592110

Πιν 1: στο παραπάνω πίνακα παρουσιάζονται οι συσχετίσεις των κυριότερων ειδών της Μακροβενθικής Πανίδας με της κυριότερες αβιοτικές παραμέτρους του συστήματος.

## Αποτελέσματα Ποσοστιαίας Ανάλυσης Simper

### Σταθμός – Α

#### Group 2

Average similarity: 29,57

Species	Av.Abund	Av.Sim	Sim/SD	Contrib%	Cum.%	
Perinereis cultrifera (Grube, 1840)	59,86	13,90	2,41	47,00	47,00	
Abra (Abra) ovata (Philippi, 1836)	22,96	6,08	0,78	20,55	67,55	
Capitella capitata (Fabricius, 1780)	5,09	2,56	0,86	8,66	76,21	
Alpheus dentipes Guerin-Meneville, 1832		0,46	1,37	0,41	4,62	80,83
Microdeutopus gryllotalpa A. Costa, 1853		6,39	1,16	0,41	3,93	84,77
Heteromastus filiformis (Claparede, 1864)		2,59	0,86	0,41	2,92	87,68
Upogebia pusilla (Petagna, 1792)		0,56	0,69	0,41	2,34	90,03

#### Group 3

Average similarity: 47,18

Species	Av.Abund	Av.Sim	Sim/SD	Contrib%	Cum.%	
Microdeutopus gryllotalpa A. Costa, 1853	1137,04	11,21	2,33	23,75	23,75	
Perinereis cultrifera (Grube, 1840)	42,45	6,55	2,46	13,89	37,65	
Dexamine spinosa (Montagu, 1833)		7,73	4,67	3,33	9,89	47,53
Abra (Abra) ovata (Philippi, 1836)	571,20	4,28	0,90	9,08	56,61	
Capitella capitata (Fabricius, 1780)	210,74	3,36	0,91	7,11	63,72	
Cerastoderma glaucum (Poiret, 1789)	85,09	3,27	0,91	6,92	70,65	
Cerithium rupestre Risso, 1826	4,12	3,19	4,07	6,75	77,40	
Pirenella conica (Blainville, 1826)	81,44	2,68	0,85	5,67	83,07	
Cyclope neritea (Linnaeus, 1758)	4,03	1,58	0,86	3,34	86,42	
Janua pseudocorrugata (Bush, 1904)		33,80	1,48	0,41	3,13	89,55
Microdeutopus sp. 1	96,25	1,15	0,41	2,43	91,98	

## Σταθμός – Β

### Group 2

Average similarity: 51,04

Species	Av.Abund	Av.Sim	Sim/SD	Contrib%	Cum.%
Perinereis cultrifera (Grube, 1840)	194,58	12,23	5,54	23,96	23,96
Abra (Abra) ovata (Philippi, 1836)	17,73	11,92	1,98	23,35	47,30
Pirenella conica (Blainville, 1826)	98,80	9,10	1,68	17,82	65,12
Capitella capitata (Fabricius, 1780)	22,41	9,07	3,68	17,76	82,89
Microdeutopus gryllotalpa A. Costa, 1853	6,30	3,41	0,90	6,68	89,56
Cyclope neritea (Linnaeus, 1758)	14,49	1,14	0,41	2,24	91,80

### Group 3

Average similarity: 52,36

Species	Av.Abund	Av.Sim	Sim/SD	Contrib%	Cum.%
Microdeutopus gryllotalpa A. Costa, 1853	1664,77	12,44	7,02	23,76	23,76
Capitella capitata (Fabricius, 1780)	2145,65	8,27	5,62	15,79	39,55
Abra (Abra) ovata (Philippi, 1836)	374,63	6,39	5,40	12,21	51,77
Perinereis cultrifera (Grube, 1840)	333,01	6,30	2,99	12,03	63,79
Pirenella conica (Blainville, 1826)	218,80	4,86	4,34	9,28	73,08
Cerastoderma glaucum (Poiret, 1789)	38,84	2,57	0,85	4,91	77,98
Dexamine spinosa (Montagu, 1833)	57,18	2,40	0,91	4,58	82,56
Heteromastus filiformis (Claparede, 1864)	40,28	2,24	0,90	4,28	86,84
Cyclope neritea (Linnaeus, 1758)	14,03	1,57	0,85	3,00	89,84
Cerithium rupestre Risso, 1826	1,76	1,06	0,41	2,03	91,87

## Σταθμός – C

### Group 2

Average similarity: 30,81

Species	Av.Abund	Av.Sim	Sim/SD	Contrib%	Cum.%
<i>Pirenella conica</i> (Blainville, 1826)	335,83	6,76	3,97	21,96	21,96
<i>Abra (Abra) ovata</i> (Philippi, 1836)	136,94	6,47	0,88	20,99	42,94
<i>Perinereis cultrifera</i> (Grube, 1840)	128,66	4,03	0,82	13,08	56,03
<i>Capitella capitata</i> (Fabricius, 1780)	144,81	3,86	0,86	12,54	68,56
<i>Cerithium rupestre</i> Risso, 1826	78,29	3,84	0,75	12,47	81,03
<i>Cyclope neritea</i> (Linnaeus, 1758)	8,06	2,81	0,86	9,12	90,15

### Group 3

Average similarity: 42,37

Species	Av.Abund	Av.Sim	Sim/SD	Contrib%	Cum.%
<i>Microdeutopus gryllotalpa</i> A. Costa, 1853	3825,56	9,75	9,06	23,01	23,01
<i>Capitella capitata</i> (Fabricius, 1780)	1470,93	6,56	1,91	15,49	38,49
<i>Abra (Abra) ovata</i> (Philippi, 1836)	231,39	6,47	4,81	15,26	53,76
<i>Cerastoderma glaucum</i> (Poiret, 1789)	67,04	3,73	2,51	8,81	62,56
<i>Pirenella conica</i> (Blainville, 1826)	326,94	3,67	0,90	8,67	71,23
<i>Cyclope neritea</i> (Linnaeus, 1758)	15,19	3,36	2,88	7,94	79,17
<i>Dexamine spinosa</i> (Montagu, 1833)	130,88	2,47	0,89	5,83	85,00
<i>Cerithium vulgatum</i> (Bruguere, 1792)	14,40	1,27	0,84	3,01	88,00
<i>Microdeutopus</i> sp. 1	423,75	1,12	0,41	2,65	90,65

## Σταθμός – D

### *Group 2*

Average similarity: 28,76

Species	Av.Abund	Av.Sim	Sim/SD	Contrib%	Cum.%
Abra (Abra) ovata (Philippi, 1836)	20,19	11,71	0,61	40,70	40,70
Pirenella conica (Blainville, 1826)	136,53	10,56	1,50	36,70	77,40
Capitella capitata (Fabricius, 1780)	12,92	5,80	0,80	20,18	97,58

### *Group 3*

Average similarity: 52,03

Species	Av.Abund	Av.Sim	Sim/SD	Contrib%	Cum.%
Microdeutopus gryllotalpa A. Costa, 1853	826,30	13,58	10,56	26,11	26,11
Abra (Abra) ovata (Philippi, 1836)	217,92	9,96	5,66	19,15	45,25
Dexamine spinosa (Montagu, 1833)	132,13	7,13	10,53	13,70	58,96
Cerastoderma glaucum (Poiret, 1789)	31,99	6,75	3,32	12,97	71,92
Pirenella conica (Blainville, 1826)	530,19	6,02	0,90	11,57	83,49
Capitella capitata (Fabricius, 1780)	1362,69	4,26	0,73	8,20	91,69

## Σταθμός – E

### *Group 2*

Average similarity: 20,43

Species	Av.Abund	Av.Sim	Sim/SD	Contrib%	Cum.%
Abra (Abra) ovata (Philippi, 1836)	18,52	18,90	0,58	92,50	92,50

### *Group 3*

Average similarity: 32,78

Species	Av.Abund	Av.Sim	Sim/SD	Contrib%	Cum.%
Capitella capitata (Fabricius, 1780)	76,90	15,43	1,93	47,08	47,08
Cerastoderma glaucum (Poiret, 1789)	280,14	9,96	0,86	30,38	77,47
Abra (Abra) ovata (Philippi, 1836)	455,37	3,26	0,41	9,93	87,40
Pirenella conica (Blainville, 1826)	101,25	2,28	0,41	6,97	94,37



## Σταθμός – F

### *Group 2*

Average similarity: 22,71

Species	Av.Abund	Av.Sim	Sim/SD	Contrib%	Cum.%
Pirenella conica (Blainville, 1826)	893,29	13,48	0,41	59,35	59,35
Abra (Abra) ovata (Philippi, 1836)	19,26	4,36	0,41	19,21	78,57
Capitella capitata (Fabricius, 1780)	11,57	2,50	0,41	10,99	89,56
Gammarus insensibilis Stock, 1966	0,74	2,37	0,41	10,44	100,00

### *Group 3*

Average similarity: 58,58

Species	Av.Abund	Av.Sim	Sim/SD	Contrib%	Cum.%
Pirenella conica (Blainville, 1826)	2299,49	22,89	1,79	39,07	39,07
Cerastoderma glaucum (Poiret, 1789)	163,52	12,60	3,49	21,50	60,57
Capitella capitata (Fabricius, 1780)	47,78	11,43	4,31	19,52	80,09
Abra (Abra) ovata (Philippi, 1836)	305,05	9,74	0,91	16,62	96,71

## Σταθμός – G

### Group 2

Average similarity: 27,65

Species	Av.Abund	Av.Sim	Sim/SD	Contrib%	Cum.%
Pirenella conica (Blainville, 1826)	2,96	10,80	0,70	39,07	39,07
Abra (Abra) ovata (Philippi, 1836)	35,56	10,09	0,85	36,50	75,58
Capitella capitata (Fabricius, 1780)	11,48	2,68	0,41	9,68	85,26
Gammarus insensibilis Stock, 1966	1,39	1,36	0,41	4,91	90,17

### Group 3

Average similarity: 56,27

Species	Av.Abund	Av.Sim	Sim/SD	Contrib%	Cum.%
Cerastoderma glaucum (Poiret, 1789)	530,93	18,52	8,01	32,91	32,91
Abra (Abra) ovata (Philippi, 1836)	582,82	16,00	6,96	28,44	61,35
Capitella capitata (Fabricius, 1780)	72,45	12,30	6,12	21,86	83,21
Microdeutopus gryllotalpa A. Costa, 1853	11,62	3,89	0,91	6,92	90,13

## Καλοκαίρι

### Group 1

Average similarity: 43,47

Species	Av.Abund	Av.Sim	Sim/SD	Contrib%	Cum.%
<i>Abra (Abra) ovata</i> (Philippi, 1836)	3542,50	5,76	#####	13,24	13,24
<i>Malacoceros girardii</i> Quatrefages, 1843	5087,50	4,73	#####	10,88	24,12
<i>Microdeutopus gryllotalpa</i> A. Costa, 1853	875,00	4,00	#####	9,20	33,33
<i>Capitella capitata</i> (Fabricius, 1780)	3157,50	2,90	#####	6,66	39,99
<i>Hydrobia acuta</i> (Draparnaud, 1805)	2002,50	2,71	#####	6,24	46,23
<i>Microdeutopus</i> sp. 1	132,50	2,67	#####	6,13	52,36
<i>Neodexiospira pseudocorrugata</i> (Bush, 1904)	5237,50	2,45	#####	5,64	58,00
<i>Pirenella conica</i> (Blainville, 1826)	152,50	2,39	#####	5,49	63,49
<i>Cerithium vulgatum</i> (Bruguiere, 1792)	1885,00	2,32	#####	5,33	68,82
<i>Bittium reticulatum</i> (Da Costa, 1778)	815,00	2,02	#####	4,64	73,46
<i>Amphiglena mediterranea</i> (Leydig, 1851)	632,50	1,64	#####	3,77	77,23
<i>Cyclope neritea</i> (Linnaeus, 1758)	60,00	1,58	#####	3,63	80,86
<i>Rissoa aartseni</i> Verduin, 1985	15,00	1,43	#####	3,28	84,15
<i>Gammarus subtypicus</i> Stock, 1966	1177,50	1,38	#####	3,17	87,32
<i>Cerastoderma glaucum</i> (Poiret, 1789)	122,50	1,38	#####	3,17	90,49

### Group 2

Average similarity: 64,38

Species	Av.Abund	Av.Sim	Sim/SD	Contrib%	Cum.%
<i>Abra (Abra) ovata</i> (Philippi, 1836)	3010,00	7,10	#####	11,04	11,04
<i>Neodexiospira pseudocorrugata</i> (Bush, 1904)	857,50	5,46	#####	8,48	19,52
<i>Perinereis cultrifera</i> (Grube, 1840)	1165,00	5,40	#####	8,39	27,91
<i>Microdeutopus gryllotalpa</i> A. Costa, 1853	777,50	5,14	#####	7,98	35,89
<i>Hydrobia acuta</i> (Draparnaud, 1805)	525,00	4,59	#####	7,12	43,02
<i>Gammarus subtypicus</i> Stock, 1966	440,00	3,86	#####	6,00	49,02
<i>Bittium reticulatum</i> (Da Costa, 1778)	290,00	3,86	#####	6,00	55,02
<i>Pirenella conica</i> (Blainville, 1826)	340,00	3,70	#####	5,75	60,77
<i>Microdeutopus</i> sp. 1	85,00	3,13	#####	4,86	65,63
<i>Cerastoderma glaucum</i> (Poiret, 1789)	75,00	3,02	#####	4,70	70,33
<i>Gammarus crinicornis</i> Stock, 1966	97,50	2,98	#####	4,63	74,95
<i>Cyclope neritea</i> (Linnaeus, 1758)	130,00	2,68	#####	4,17	79,12
<i>Capitella capitata</i> (Fabricius, 1780)	1675,00	2,50	#####	3,89	83,01
<i>Echinogammarus</i> sp. 1	27,50	2,26	#####	3,52	86,52
<i>Dexamine spinosa</i> (Montagu, 1833)	25,00	2,00	#####	3,10	89,63
<i>Cerithium vulgatum</i> (Bruguiere, 1792)	77,50	1,90	#####	2,96	92,58

### Group 3

Average similarity: 76,22

Species	Av.Abund	Av.Sim	Sim/SD	Contrib%	Cum.%
<i>Abra (Abra) ovata</i> (Philippi, 1836)	2848,33	17,07	13,15	22,40	22,40
<i>Pirenella conica</i> (Blainville, 1826)	1756,67	14,55	5,16	19,09	41,49
<i>Cerastoderma glaucum</i> (Poiret, 1789)	976,67	12,01	7,80	15,76	57,25
<i>Hydrobia acuta</i> (Draparnaud, 1805)	578,33	11,12	20,13	14,59	71,84
<i>Capitella capitata</i> (Fabricius, 1780)	920,00	8,22	1,43	10,79	82,63
<i>Gammarus subtypicus</i> Stock, 1966	230,00	6,44	2,48	8,44	91,07

Group 4

Average similarity: 47,61

Species	Av.Abund	Av.Sim	Sim/SD	Contrib%	Cum.%
Perinereis cultrifera (Grube, 1840)	31,36	8,26	2,18	17,35	17,35
Abra (Abra) ovata (Philippi, 1836)	23,52	7,78	2,04	16,34	33,69
Microdeutopus gryllotalpa A. Costa, 1853	10,00	6,34	3,78	13,31	47,00
Capitella capitata (Fabricius, 1780)	8,83	5,46	5,74	11,46	58,47
Heteromastus filiformis (Claparede, 1864)	30,68	3,03	1,20	6,37	64,84
Glycera alba (O.F.Muller, 1776)	1,05	2,31	1,29	4,86	69,69
Lumbrineris latreilli Audouin & Milne Edwards, 1834	7,96	1,64	0,78	3,44	73,14
Neanthes caudata (Chiaje, 1828)	4,44	1,62	0,77	3,41	76,54
Cerastoderma glaucum (Poiret, 1789)	3,27	1,59	0,76	3,34	79,89
Janua pseudocorrugata (Bush, 1904)	2,28	1,27	0,78	2,67	82,56
Orbinia latreillii (A. & M. Edwards, 1833)	1,17	1,19	0,77	2,51	85,07
Phylo foetida (Claparede, 1870)	0,25	0,99	0,76	2,08	87,15
Malacoceros girardii Quatrefages, 1843	1,85	0,68	0,45	1,42	88,57
Pirenella conica (Blainville, 1826)	0,62	0,62	0,46	1,30	89,87
Upogebia pusilla (Petagna, 1792)	0,86	0,58	0,48	1,21	91,08

Group 5

Average similarity: 24,76

Species	Av.Abund	Av.Sim	Sim/SD	Contrib%	Cum.%
Abra (Abra) ovata (Philippi, 1836)	44,26	5,68	0,79	22,94	22,94
Pirenella conica (Blainville, 1826)	0,83	5,61	1,89	22,65	45,59
Gammarus insensibilis Stock, 1966	7,22	3,12	0,91	12,59	58,18
Cerastoderma glaucum (Poiret, 1789)	0,65	2,18	0,82	8,79	66,97
Microdeutopus gryllotalpa A. Costa, 1853	8,80	1,49	0,41	6,01	72,98
Capitella capitata (Fabricius, 1780)	23,70	1,47	0,41	5,95	78,92
Janua pseudocorrugata (Bush, 1904)	1,02	1,05	0,41	4,25	83,17
Cerithium rupestre Risso, 1826	12,04	0,91	0,41	3,66	86,83
Cyclope neritea (Linnaeus, 1758)	0,56	0,84	0,41	3,40	90,23

Group 6

Average similarity: 34,24

Species	Av.Abund	Av.Sim	Sim/SD	Contrib%	Cum.%
Abra (Abra) ovata (Philippi, 1836)	39,75	11,37	1,13	33,19	33,19
Cerastoderma glaucum (Poiret, 1789)	7,16	6,70	1,23	19,56	52,76
Gammarus insensibilis Stock, 1966	7,65	6,42	1,22	18,76	71,52
Microdeutopus gryllotalpa A. Costa, 1853	10,31	3,45	0,77	10,08	81,60
Capitella capitata (Fabricius, 1780)	23,09	2,60	0,47	7,61	89,20
Neanthes caudata (Chiaje, 1828)	1,71	1,39	0,48	4,05	93,25

## Φθινόπωρο

### Group 1

Average similarity: 42,17

Species	Av.Abund	Av.Sim	Sim/SD	Contrib%	Cum.%
Pirenella conica (Blainville, 1826)	225,00	18,20	#####	43,17	43,17
Perinereis cultrifera (Grube, 1840)	365,00	11,71	#####	27,78	70,95
Alpheus sp. 1	5,00	6,13	#####	14,53	85,47
Cerithium rupestre Risso, 1826	5,00	6,13	#####	14,53	100,00

### Group 2

Average similarity: 32,46

Species	Av.Abund	Av.Sim	Sim/SD	Contrib%	Cum.%
Pirenella conica (Blainville, 1826)	942,50	23,56	#####	72,57	72,57
Capitella capitata (Fabricius, 1780)	267,50	8,90	#####	27,43	100,00

### Group 3

Average similarity: 90,18

Species	Av.Abund	Av.Sim	Sim/SD	Contrib%	Cum.%
Pirenella conica (Blainville, 1826)	1313,33	90,18	10,60	100,00	100,00

### Group 4

Average similarity: 39,99

Species	Av.Abund	Av.Sim	Sim/SD	Contrib%	Cum.%
Abra (Abra) ovata (Philippi, 1836)	12,84	15,29	1,76	38,24	38,24
Perinereis cultrifera (Grube, 1840)	40,74	12,59	3,52	31,47	69,72
Capitella capitata (Fabricius, 1780)	1,73	7,96	2,59	19,91	89,63
Pirenella conica (Blainville, 1826)	0,74	2,29	0,58	5,73	95,36

### Group 5

Average similarity: 61,34

Species	Av.Abund	Av.Sim	Sim/SD	Contrib%	Cum.%
Abra (Abra) ovata (Philippi, 1836)	50,74	37,70	#####	61,46	61,46
Pirenella conica (Blainville, 1826)	0,56	11,82	#####	19,27	80,73
Capitella capitata (Fabricius, 1780)	0,56	11,82	#####	19,27	100,00

### Group 6

Average similarity: 74,28

Species	Av.Abund	Av.Sim	Sim/SD	Contrib%	Cum.%
Abra (Abra) ovata (Philippi, 1836)	18,27	66,28	4,59	89,24	89,24
Capitella capitata (Fabricius, 1780)	0,62	7,99	0,58	10,76	100,00

## Χειμώνας

### Group 1

Average similarity: 55,44

Species	Av.Abund	Av.Sim	Sim/SD	Contrib%	Cum.%
Microdeutopus gryllotalpa A. Costa, 1853	852,50	15,73	#####	28,37	28,37
Pirenella conica (Blainville, 1826)	295,00	11,71	#####	21,12	49,49
Perinereis cultrifera (Grube, 1840)	190,00	8,45	#####	15,24	64,73
Microdeutopus sp. 1	172,50	7,11	#####	12,82	77,55
Cyclope neritea (Linnaeus, 1758)	25,00	6,45	#####	11,63	89,18
Dexamine spinosa (Montagu, 1833)	17,50	6,00	#####	10,82	100,00

### Group 2

Average similarity: 57,51

Species	Av.Abund	Av.Sim	Sim/SD	Contrib%	Cum.%
Capitella capitata (Fabricius, 1780)	1702,50	14,19	#####	24,68	24,68
Microdeutopus gryllotalpa A. Costa, 1853	740,00	11,89	#####	20,67	45,35
Pirenella conica (Blainville, 1826)	610,00	11,18	#####	19,44	64,79
Abra (Abra) ovata (Philippi, 1836)	55,00	6,52	#####	11,33	76,12
Dexamine spinosa (Montagu, 1833)	22,50	5,39	#####	9,36	85,48
Perinereis cultrifera (Grube, 1840)	205,00	5,04	#####	8,76	94,24

### Group 3

Average similarity: 66,11

Species	Av.Abund	Av.Sim	Sim/SD	Contrib%	Cum.%
Cerastoderma glaucum (Poiret, 1789)	488,33	23,37	3,24	35,36	35,36
Pirenella conica (Blainville, 1826)	1381,67	18,71	1,70	28,31	63,67
Capitella capitata (Fabricius, 1780)	45,00	13,07	3,07	19,77	83,44
Hydrobia acuta (Draparnaud, 1805)	11,67	8,64	4,29	13,08	96,51

### Group 4

Average similarity: 63,22

Species	Av.Abund	Av.Sim	Sim/SD	Contrib%	Cum.%
Microdeutopus gryllotalpa A. Costa, 1853	233,46	12,39	4,34	19,59	19,59
Janua pseudocorrugata (Bush, 1904)	41,23	8,03	3,31	12,70	32,29
Perinereis cultrifera (Grube, 1840)	45,31	6,46	1,17	10,22	42,51
Capitella capitata (Fabricius, 1780)	31,85	6,08	4,34	9,62	52,13
Pileolaria militaris Claparede, 1870	9,26	5,39	2,45	8,53	60,66
Dexamine spinosa (Montagu, 1833)	25,06	4,94	4,34	7,81	68,47
Abra (Abra) ovata (Philippi, 1836)	8,27	4,47	3,11	7,07	75,54
Cerastoderma glaucum (Poiret, 1789)	4,94	3,85	1,38	6,09	81,63
Polyophthalmus pictus (Dujardin, 1839)	1,60	3,58	3,96	5,67	87,30
Pectinaria koreni (Malmgren, 1866)	0,62	2,65	1,99	4,19	91,48

### Group 5

Average similarity: 55,48

Species	Av.Abund	Av.Sim	Sim/SD	Contrib%	Cum.%
Pirenella conica (Blainville, 1826)	29,26	10,48	#####	18,90	18,90
Microdeutopus gryllotalpa A. Costa, 1853	25,74	8,77	#####	15,80	34,70
Gammarus insensibilis Stock, 1966	11,67	7,66	#####	13,81	48,51

Dexamine spinosa (Montagu, 1833)	13,15	7,29	#####	13,15	61,66
Abra (Abra) ovata (Philippi, 1836)	11,85	6,07	#####	10,93	72,59
Janua pseudocorrugata (Bush, 1904)	5,56	5,21	#####	9,40	81,99
Cerastoderma glaucum (Poiret, 1789)	0,74	3,33	#####	6,00	87,99
Alpheus dentipes Guerin-Meneville, 1832	0,56	3,33	#####	6,00	94,00

Group 6

Average similarity: 41,09

Species	Av.Abund	Av.Sim	Sim/SD	Contrib%	Cum.%
Capitella capitata (Fabricius, 1780)	7,78	24,15	3,57	58,77	58,77
Pirenella conica (Blainville, 1826)	38,52	7,12	0,58	17,32	76,09
Abra (Abra) ovata (Philippi, 1836)	13,58	6,98	0,58	16,98	93,07

## Αvouξη

### Group 1

Average similarity: 67,80

Species	Av.Abund	Av.Sim	Sim/SD	Contrib%	Cum.%
Microdeutopus gryllotalpa A. Costa, 1853	4575,00	10,26	#####	15,13	15,13
Capitella capitata (Fabricius, 1780)	4295,00	7,84	#####	11,56	26,69
Abra (Abra) ovata (Philippi, 1836)	1785,00	7,47	#####	11,01	37,70
Microdeutopus sp. 1	427,50	5,73	#####	8,45	46,15
Pirenella conica (Blainville, 1826)	302,50	5,29	#####	7,80	53,95
Cerastoderma glaucum (Poiret, 1789)	207,50	3,83	#####	5,65	59,60
Perinereis cultrifera (Grube, 1840)	465,00	3,56	#####	5,25	64,85
Dexamine spinosa (Montagu, 1833)	107,50	3,10	#####	4,57	69,42
Gammarus crinicornis Stock, 1966	82,50	2,74	#####	4,05	73,47
Armandia cirrhosa Philippi, 1861	75,00	2,60	#####	3,84	77,31
Malacoceros girardii Quatrefages, 1843	155,00	2,60	#####	3,84	81,15
Periculodes longimanus longimanus (Bate & Westwood, 1868)	35,00	2,19	#####	3,23	84,38
Cyclope neritea (Linnaeus, 1758)	10,00	2,19	#####	3,23	87,61
Spio decoratus Bobretzky, 1870	22,50	2,19	#####	3,23	90,83

### Group 2

Average similarity: 73,35

Species	Av.Abund	Av.Sim	Sim/SD	Contrib%	Cum.%
Microdeutopus gryllotalpa A. Costa, 1853	8530,00	12,12	#####	16,52	16,52
Capitella capitata (Fabricius, 1780)	3962,50	10,20	#####	13,90	30,42
Microdeutopus sp. 1	985,00	7,48	#####	10,19	40,61
Abra (Abra) ovata (Philippi, 1836)	802,50	7,47	#####	10,19	50,80
Pirenella conica (Blainville, 1826)	1075,00	7,00	#####	9,54	60,34
Dexamine spinosa (Montagu, 1833)	490,00	6,57	#####	8,95	69,30
Gammarus crinicornis Stock, 1966	202,50	4,95	#####	6,75	76,05
Cerastoderma glaucum (Poiret, 1789)	170,00	4,93	#####	6,72	82,77
Neodexiospira pseudocorrugata (Bush, 1904)	200,00	3,19	#####	4,35	87,12
Cyclope neritea (Linnaeus, 1758)	10,00	2,50	#####	3,40	90,52

### Group 3

Average similarity: 70,47

Species	Av.Abund	Av.Sim	Sim/SD	Contrib%	Cum.%
Abra (Abra) ovata (Philippi, 1836)	1675,00	17,31	6,60	24,57	24,57
Cerastoderma glaucum (Poiret, 1789)	770,00	13,71	6,44	19,46	44,03
Gammarus crinicornis Stock, 1966	258,33	11,75	7,59	16,67	60,70
Capitella capitata (Fabricius, 1780)	205,00	10,28	7,71	14,59	75,28
Gammarus subtypicus Stock, 1966	16,67	4,94	8,72	7,02	82,30
Hediste diversicolor (O.F. Muller, 1776)	8,33	4,79	7,48	6,79	89,09
Pirenella conica (Blainville, 1826)	1790,00	4,04	0,58	5,73	94,82

### Group 4

Average similarity: 44,96

Species	Av.Abund	Av.Sim	Sim/SD	Contrib%	Cum.%
Microdeutopus gryllotalpa A. Costa, 1853	20,86	8,42	3,19	18,74	18,74
Capitella capitata (Fabricius, 1780)	10,00	7,87	7,28	17,51	36,25
Gammarus insensibilis Stock, 1966	11,48	6,96	3,34	15,48	51,73



Janua pseudocorrugata (Bush, 1904)	34,57	5,37	4,15	11,95	63,68
Heteromastus filiformis (Claparede, 1864)	0,99	4,51	3,94	10,03	73,71
Abra (Abra) ovata (Philippi, 1836)	27,90	2,93	0,58	6,52	80,23
Cerastoderma glaucum (Poiret, 1789)	22,22	2,33	0,58	5,18	85,40
Carcinus aestuarii Nardo, 1847	0,99	1,46	0,58	3,26	88,66
Perinereis cultrifera (Grube, 1840)	19,75	1,38	0,58	3,07	91,73

Group 5

Average similarity: 52,03

Species	Av.Abund	Av.Sim	Sim/SD	Contrib%	Cum.%
Abra (Abra) ovata (Philippi, 1836)	29,26	19,66	#####	37,79	37,79
Microdeutopus gryllotalpa A. Costa, 1853	7,96	12,86	#####	24,72	62,51
Cerastoderma glaucum (Poiret, 1789)	4,81	11,29	#####	21,70	84,21
Gammarus insensibilis Stock, 1966	4,63	8,22	#####	15,79	100,00

Group 6

Average similarity: 69,17

Species	Av.Abund	Av.Sim	Sim/SD	Contrib%	Cum.%
Abra (Abra) ovata (Philippi, 1836)	77,41	20,24	6,37	29,27	29,27
Cerastoderma glaucum (Poiret, 1789)	36,91	15,99	5,78	23,11	52,38
Gammarus insensibilis Stock, 1966	8,52	11,27	5,92	16,29	68,67
Capitella capitata (Fabricius, 1780)	5,06	8,78	7,27	12,69	81,36
Microdeutopus gryllotalpa A. Costa, 1853	4,44	6,93	12,65	10,02	91,38