



Η Εμφάνιση του Ιχθυοτοξικού  
Ραφιδοφύκους *Chattonella-like* sp. και  
οι Επιπτώσεις του στους  
Ιχθυοπληθυσμούς  
του Μαλιακού Κόλπου,  
την Άνοιξη 2009.  
-Μύθοι και Αλήθειες

Παρουσίαση:

Κ. Πάγκου, Ερευνήτρια Α', Ινστ. Ωκεανογραφίας, ΕΛΚΕΘΕ



## ΣΥΜΜΕΤΕΧΟΝΤΕΣ (\*)

Πέργου Καλλιόπη, Βιολόγος Ωκεανογράφος (Δρ)  
Χατζηενέστης Ιωάννης, Χημικός Ωκεανογράφος (Δρ)  
Μπαλόπουλος Ευστάθιος, Φυσικός Ωκεανογράφος (Δρ)  
Παπακωνσταντίνου Κων/νος, Ιχθυολόγος (Δρ)  
Ζέρη Χριστίνα, Χημικός Ωκεανογράφος (Δρ)  
Κοντογιάννης Χάρης, Φυσικός Ωκεανογράφος (Δρ)  
Παυλίδου Αλέκα, Χημικός Ωκεανογράφος (Δρ)  
Κανελλόπουλος Θεόδωρος, Γεωλόγος Ωκεανογράφος (Δρ)  
Καμιμάλης Βασίλης, Γεωλόγος Ωκεανογράφος (Δρ)  
Ψυλλίδου-Γκιουράνοβιτς Ρόζα, Χημικός Ωκεανογράφος  
Κιόρογλου Σωτήρης, Φυσικός Ωκεανογράφος (MSc)  
Βαρκατζή Ιωάννα, Βιολόγος Ωκεανογράφος (MSc)  
Ρουσελάκη Ελένη, Χημικός Ωκεανογράφος (MSc)  
Ηλιάκης Στέλιος, Τεχνολόγος τροφίμων  
Κωνσταντινοπούλου Αγγελική, Τεχνολόγος – Ιχθυολόγος

Καμπούρη Γεωργία, Τεχνολόγος Τροφίμων  
Παππάς Γιώργος, Τεχνικός  
Πυργάκη Χριστίνα, Τεχνολόγος τροφίμων  
Πλακίδη Ελβίρα, Τεχνολόγος τροφίμων  
Μόρφης Θανάσης, Τεχνικός  
Γεωργακάκης Ιωάννης, Τεχνικός  
Ρήγος Γεώργιος, Ιχθυολόγος (Δρ)  
Γιαννίση Μαρία, Βιολόγος Ωκεανογράφος (MSc)  
Νικολουδάκη Χρυσάνθη, Τεχνολόγος – Ιχθυολόγος  
Νέγκας Ιωάννης, Ιχθυολόγος (Δρ)  
Κώτου Ευθυμία, Οικοτοξικολόγος (Δρ)  
Διαπούλης Αριστείδης, Υδροβιολόγος (Δρ)  
Δημητρίου Ηλίας, Γεωλόγος (Δρ)



Σύμφωνα με:

ΕΚΘΕ (1994). "Μελέτη εντοπισμού ρύπανσης του Μαλιακού κόλπου σε συνδιασμό με τις ιχθυοπαραγωγικές και αλιευτικές δυνατότητες του". Τεχνική Εκθεση (υπευθ. Χ. Αναγνώστου και Ε. Παπαθανασίου), Ε.Κ.Θ.Ε., Αθήνα, Αύγουστος 1994, 175σελ.

**Χαρακτηριστικό γνώρισμα του οικοσυστήματος του Μαλιακού κόλπου είναι η εκβολή σε αυτόν του Σπερχειού, που εκφορτίζει μεγάλες ποσότητες γλυκών νερών και φερτών υλών.**

**Το απορροϊκό δίκτυο του Σπερχειού και των ποταμοχειμάρρων είναι επίσης ο φέρων οργανισμός του ανθρωπογενούς ρυπαντικού φορτίου που καταλήγει στο Μαλιακό.**

**Το άλλο σημαντικό γνώρισμα του Μαλιακού κόλπου είναι οι πύλες επικοινωνίας με την ανοικτή θάλασσα (με το Αιγαίο: διάυλος Ωρεών, με τον Β. Ευβοϊκό: στενά Λιγαδονήσων).**

- 22700 τόνοι λιπασμάτων/έτος
- 306 τόνοι γεωργικά φάρμακα/έτος
- Διπλασιασμός αναγκών σε λιπάσματα τα τελευταία 10 χρόνια (Μ. Δασενάκης)



- Τα νερά είναι καλά οξυγονωμένα καθ' όλο το έτος,
- Τα θρεπτικά άλατα είναι σε κανονικά έως σχετικά χαμηλά επίπεδα,
- ΣΝ/Ρ (αζώτου/φωσφόρου) παρουσιάζει απόκλιση από τη κανονική τιμή (16:1) με περιοριστικό παράγοντα το Ρ (φωσφόρο) το χειμώνα και το θέρος το Ν (άζωτο).
- Γέτοιες συνθήκες είναι δυνατό να ευνοήσουν την ανάπτυξη επιβλαβών φυτοπλακτονικών εξάρσεων (ΕΦΕ) ή/και τοξικού φυτοπλακτού.
- Ο Μαλιακός είναι μεσότροφος, αλλά δυνητικά θα μπορούσε να γίνει εύτροφος, λόγω των αστικών, βιομηχανικών και γεωργικών λυμάτων που καταλήγουν σε αυτόν,
- Οι φερτές ύλες φαίνεται να δρούν ανασταλτικά στην ανάπτυξη του ζωοπλακτού.
- Στο φυτοβένθος είχαν παρατηρηθεί σε ορισμένα σημεία είδη-δείκτες ρύπανσης,
- Το ζωοβένθος (βιοκοινωνία παράκτιας χερσογενούς ιλύος) χαρακτηριζόταν από μικρό αριθμό ειδών, μικρό δείκτη ποικιλότητας και ομοιομορφίας, που είναι συνέπεια του γρήγορου ρυθμού ιζηματογένεσης.



· **ΕΥΤΡΟΦΙΣΜΟΣ** είναι η αύξηση του ρυθμού ανάπτυξης των φυκών (κυρίως μικροσκοπικών), η οποία ακολουθεί έναν ταχύτερο ρυθμό παροχής θρεπτικών αλάτων στο θαλάσσιο περιβάλλον και οι συνέπειες της” (Steele 1976).

**Ο Ευτροφισμός** ορίζεται ως μία περιβαλλοντική διαταραχή που προκαλείται από περίσσεια στο ρυθμό παροχής οργανικού υλικού. Προτείνεται στο UNEP(DEC)/MED WG.231/14.

**N/P ≠ 16**



## ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΘΑΛΑΣΣΙΟΥ ΕΥΤΡΟΦΙΣΜΟΥ:

- α) μία σχετικά ρηχή και προφυλαγμένη λεκάνη με μικρή ανταλλαγή υδάτινων μαζών και η οποία να υφίσταται στρωμάτωση θερμοκρασίας ή πυκνότητας και
- β) μία πηγή μαζικής εισροής θρεπτικών (Fedra 1988).

## ΠΗΓΕΣ ΘΡΕΠΤΙΚΩΝ:

- α) Σημειακές (point), όπως εισροές θρεπτικών από οικιακά ή βιομηχανικά απόβλητα, ποτάμια.
- β) Μη σημειακές ή Διεσπαρμένες (‘non point’ ή ‘distributed’), όπως εισροές θρεπτικών από γεωργικές δραστηριότητες ή την ατμόσφαιρα ή ιζήματα, ή υπέδαφος.



## ΤΙ ΕΙΝΑΙ ΟΙ ΕΠΙΒΛΑΒΕΙΣ ΦΥΤΟΠΛΑΚΤΟΝΙΚΕΣ ΕΞΑΡΣΕΙΣ (HARMFUL ALGAL BLOOMS - HABs)?

Blooms παρουσιάζονται κατά τη διάρκεια ευνοϊκών συνθηκών, όταν ξαφνικά το φυτοπλαγκτό αυξάνει ποσοτικά.

• Η υγιής περίπτωση είναι το ανοιξιάτικο bloom των διατόμων που παρουσιάζεται όταν το ηλιακό φως και τα θρεπτικά που ανεβαίνουν από τα βαθιά θαλ. νερά, λόγω ανεμογενούς ανάμειξης, γίνονται άμεσα διαθέσιμα στην επιφάνεια της θάλασσας.

• Τα HABs συμβαίνουν όταν η αύξηση του φυτοπλαγκτού βλάπτει άλλα είδη στο τροφικό πλέγμα.

• Πολλά HABs αφορούν σε είδη φυτοπλαγκτού που δεν είναι τοξικά αλλά είναι βλαβερά με άλλους τρόπους.

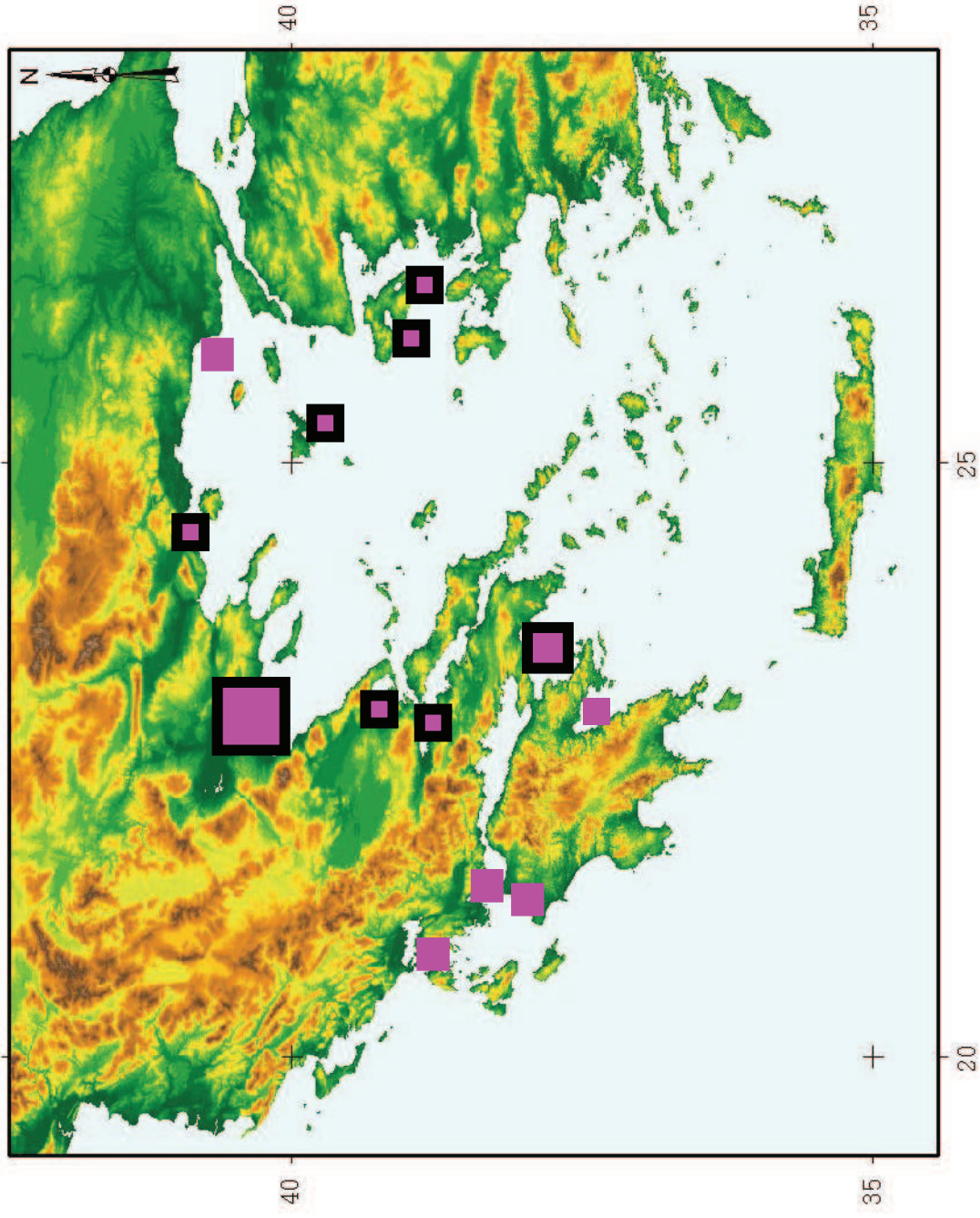
• Π.χ. πυκνά blooms σε επιφανειακά νερά μπορούν να εμποδίσουν το ηλιακό φως να φτάσει σε είδη που ζούν βαθύτερα, η αποσύνθεση των κυττάρων του bloom μπορεί να στερήσει άλλους οργανισμούς από οξυγόνο και blooms διατόμων με τα spines μπορούν να αποφράξουν τα βράγχια των ψαριών.

• Μερικά HABs προκαλούνται από περίσσεια θρεπτικών είτε από φυσικές ή ανθρωπογενείς πηγές (π.χ. αστικά απόβλητα).





# Παράκτιες περιοχές με φαινόμενα ΕΥΤΡΟΦΙΣΜΟΥ και HABs στην Ελλάδα







Η WFD είναι το τρέχον νομοθετικό πλαίσιο για την διαχείριση, χρήση, προστασία και αποκατάσταση των επιφανειακών και υπογείων υδάτινων πόρων και παράκτιων νερών της ΕΕ.

Στόχος είναι να διασφαλίσει αιεφόρο διαχείριση των νερών και να προσεγγίσει τουλάχιστον καλή ποιότητα νερών ως το **2016**.

Τα υδάτινα σώματα θα ταξινομηθούν σε **5** κατηγορίες ποιότητας:

- **Υψηλή (high)**
- **Καλή (good)**
- **Μέτρια (moderate)**
- **Φτωχή (poor)**
- **Κακή (bad)**

Βασισμένες στο λόγο **EQR (Ecological Quality Ratio)** μεταξύ συνθηκών αναφοράς και τρέχουσας κατάστασης των βιολογικών στοιχείων ποιότητας.



**Ο ευτροφισμός είναι μία διεργασία , όπου ο εμπλουτισμός σε θρεπτικά μέσω των ανθρωπίνων δραστηριοτήτων προκαλεί επιβλαβείς αλλαγές στο υδάτινο οικοσύστημα, παρά ότι είναι ένα ιδιαίτερο επίπεδο παραγωγικότητας ή τροφικής κατάστασης**

**Ο ορισμός της καλής κατάστασης για τα βιολογικά στοιχεία «φυτοπλαγκτό», και «μακροφύκη και φυτοβένθος» χρησιμοποιεί ονοματολογία πολύ όμοια με τον ορισμό του ευτροφισμού, όπως χρησιμοποιείται σε UWWWT και Οδηγία για Νιτρικά και από OSPAR.**

**Καλή κατάσταση περιλαμβάνει την απουσία προβλημάτων ευτροφισμού.**



According to the **MEDGIG report (June 2007)** it is stated that on the basis of surface density values ( $\sigma_t$ ), three major water types have been defined, which in an ecological perspective, can be described as follows:

**Type 1:** coastal sites highly influenced by freshwater inputs  
( $\sigma_t < 25$ , annual mean salinity  $< 34.5$ )

**Type 2:** coastal sites not directly affected by freshwater inputs  
( $25 < \sigma_t < 27$ , annual mean salinity  $34.5 < S < 37.5$ )

**Type 3:** coastal sites not affected by freshwater inputs  
( $\sigma_t > 27$ , annual mean salinity  $> 37.5$ )

Type	Ecological Quality Ratios (EQRs)		Values ( $\mu\text{g/l}$ , 90%ile)
	<i>High-Good boundary</i>	<i>Good-Moderate boundary</i>	
Type IIIE	0.80	0.20	0.1
			0.4



Μεταξύ των φυτοπλαγκτονικών ειδών, τα Ραφιδοφύκη μαστιγωτά, όπως τα είδη του γένους *Chattonella*, είναι γνωστά ότι προκαλούν τοξικές ανθήσεις σε πολλές παράκτιες περιοχές παγκοσμίως. Τα είδη αυτά είναι εξαιρετικά τοξικά

**Τέτοιες τοξικές ανθήσεις προκαλούν θνησιμότητα σε καλλιεργούμενους και άγριους ιχθυοπληθυσμούς**



•δύσκολη η αναγνώριση των ειδών της *Chattonella* σε δείγματα που έχει προστεθεί το συνηθισμένο συντηρητικο-στερεωτικό για τη μικροσκοπική ανάλυση, (ίσως καλύτερη η γλουταραλδεύδη)

•γιατί τα κύτταρα τους χάνουν το σχήμα τους όταν προστεθεί αυτό το υλικό, καθώς και χαρακτηριστικά οργανίδια τους (τριχοκύστεις, βλενοκύστεις).

•βοηθά πολύ η εξέταση ζωντανών δειγμάτων και σε σύντομο χρονικό διάστημα, γιατί τα κύτταρα γρηγορά πεθαίνουν στο φως του μικροσκοπίου, όπως έγινε στη παρούσα περίπτωση με τις φωτογραφίες μη «συντηρημένων» κυττάρων από αυτά που έφρασαν τα βράγχια.

•ωστόσο η ποσοτική ανάλυση των κυττάρων από τις φωτογραφίες των βραγχίων δεν είναι εφικτή.





## **Περιοχές που έχουν καταγραφεί τέτοια τοξικά φαινόμενα εξαιτίας των Ραφιδοφυκών:**

Ιαπωνία (καταγραφές από 1954), Κορέα, Σιγκαπούρη,

Καναδά

Νέα Ζηλανδία

Αυστραλία

Αγγλία, Ολλανδία, Νορβηγία, Γαλλία, Ελλάδα

Αίγυπτος

Ανατολικές και Δυτικές ακτές Αμερικής, Βερμούδα, Μεξικό, Βραζιλία



Στο Μαλιακό κόλπο καταγράφηκε τον Μάρτιο-Απρίλιο 2009 αύξηση είδους ιχθυοτοξικού φυτοπλαγκτού.

**Πρόκειται για το ιχθυοτοξικό είδος του γένους *Chattonella* της κλάσης των Ραφιδοφυκών στο οποίο μπορούν να αποδοθούν οι εκτεταμένοι θάνατοι ιχθυοπληθυσμών**

Είναι ευρύθερμα και ευρύαλα είδη

Τα κύτταρα του είδους που ανιχνεύθηκαν έχουν μέγεθος που κυμαίνεται μεταξύ 15 και 30μm, διαθέτουν δύο μαστίγια, παρουσιάζουν σφαιρικό ή ελαφρά ελλειψοειδές σχήμα και πολυάριθμους χλωροπλάστες που δίνουν κοκκίωδη όψη στο κυτταρικό τοίχωμα.



## Α. Δείγματα 24 & 26/3/2009

- Η αφθονία των φυτοπλακτονικών πληθυσμών ήταν εξαιρετικά χαμηλή και δεν ήταν δυνατό να εξαχθεί συμπέρασμα για «ερυθρά παλίρροια», η οποία να σχετίζεται με τους θανάτους των ψαριών.
- Δυνητικά τοξικά είδη ήταν σπάνια αριθμητικά, ώστε να μη στοιχειοθετείται ο θάνατος ψαριών από ιχθυοτοξίνες
- Σε όλα τα δείγματα παρατηρήθηκαν υψηλές συγκεντρώσεις άμορφου υλικού.



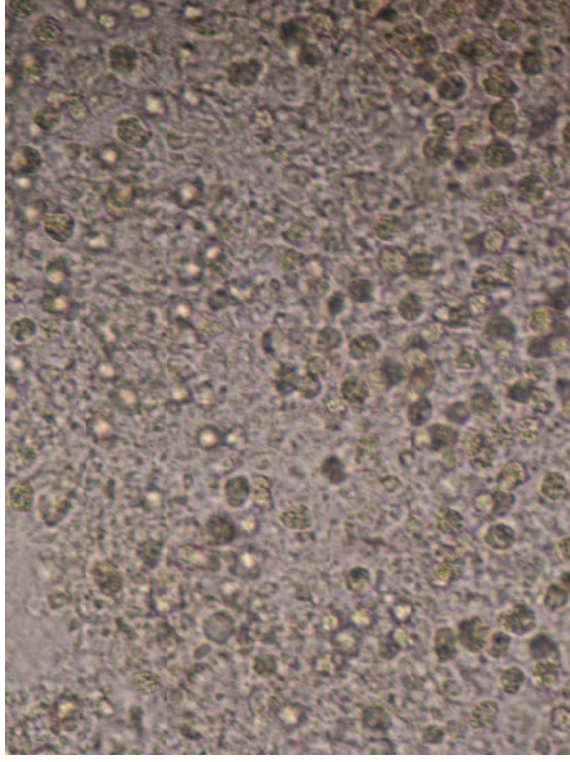
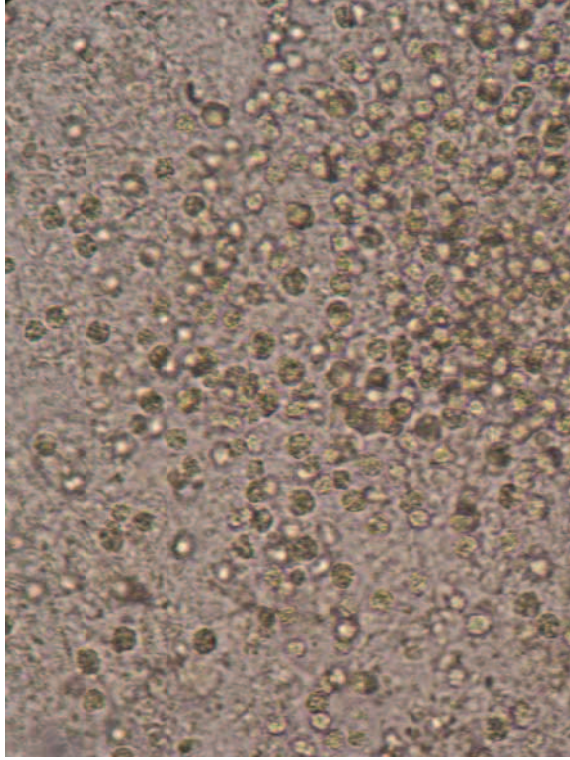
## **B. Δειγματοληψία 1/4/2009**

Κατά την μικροσκοπική ανάλυση εντοπίσθηκαν στο φυτοπλαγκτονικό πληθυσμό χαμηλές αφθονίες δυνητικά ιχθυοτοξικών δινομαστιγωτών, τέτοιες **ώστε να μη επιτρέπουν κατηγορηματική γνωμάτευση** για θνησιμότητες ή άλλες επιβλαβείς επιδράσεις στους καλλιεργούμενους ή άγριους ιχθυοπληθυσμούς.

Ωστόσο, σε φωτογραφίες υλικού από βράγγια από ιχθείς που συλλέγησαν την προηγούμενη ημέρα (31/3/2009) στη περιοχή και μας εστάλησαν από τον ιχθυοπαθολόγο κ. Α. Πράπα, είναι φανερή η υψηλή συγκέντρωση στα βράγγια μορφών οι οποίες θα μπορούσαν να είναι **κύτταρα ιχθυοτοξικών φυτοπλαγκτονικών ειδών.**



## **Υλικό από βράγχια 31/3/2009**

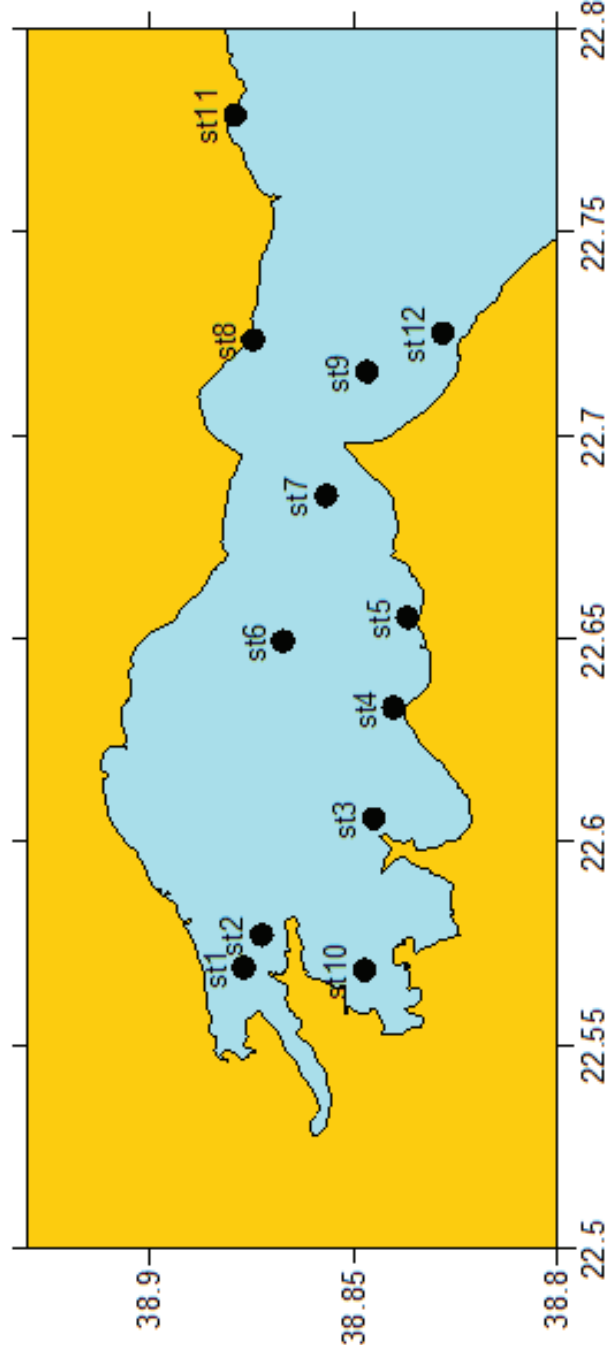






## Γ. Δειγματοληψίες 7-9/4/2009

Πραγματοποιήθηκε δειγματοληψία νερών και ιχθύων από το κλιμάκιο των επιστημόνων του ΕΛΚΕΘΕ που παρέμεινε στο Μαλιακό κόλπο σε πλέγμα σταθμών (χάρτης) και σε 2 βάθη.



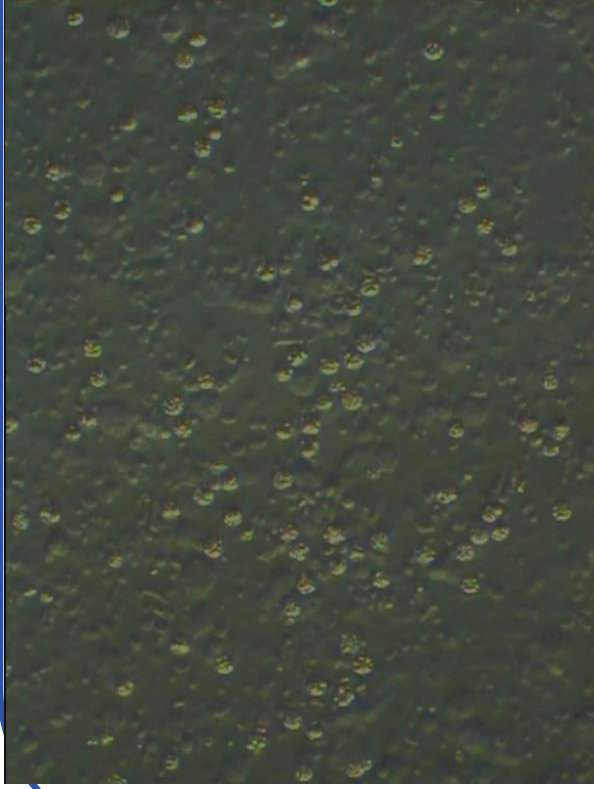


Σε παρασιτολογική εξέταση άγριων (μη εκτρεφόμενων) ιχθύων (κεφάλων), που είχαν συλλεχθεί από την ομάδα του ΕΛΚΕΘΕ, σε ημιθανή κατάσταση στις 8/4/2009 από τον κόλπο του Μαλιακού, βρέθηκε σε μικροσκοπική εξέταση βραγχίων μεγάλη συγκέντρωση μονοκύτταρων οργανισμών.

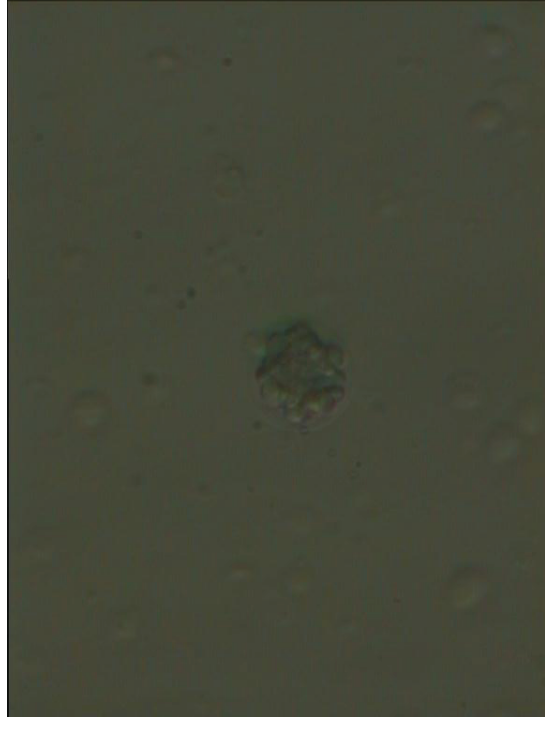
**Μακροσκοπικά τα βράγχια των εξεταζόμενων ψαριών είχαν εκτεταμένες αλλοιώσεις και πολύ μεγάλη έκκριση βλέννας. Τα ευρήματα αυτά ήταν καθολικά και παρουσιάστηκαν σε όλα τα εξεταζόμενα ψάρια**

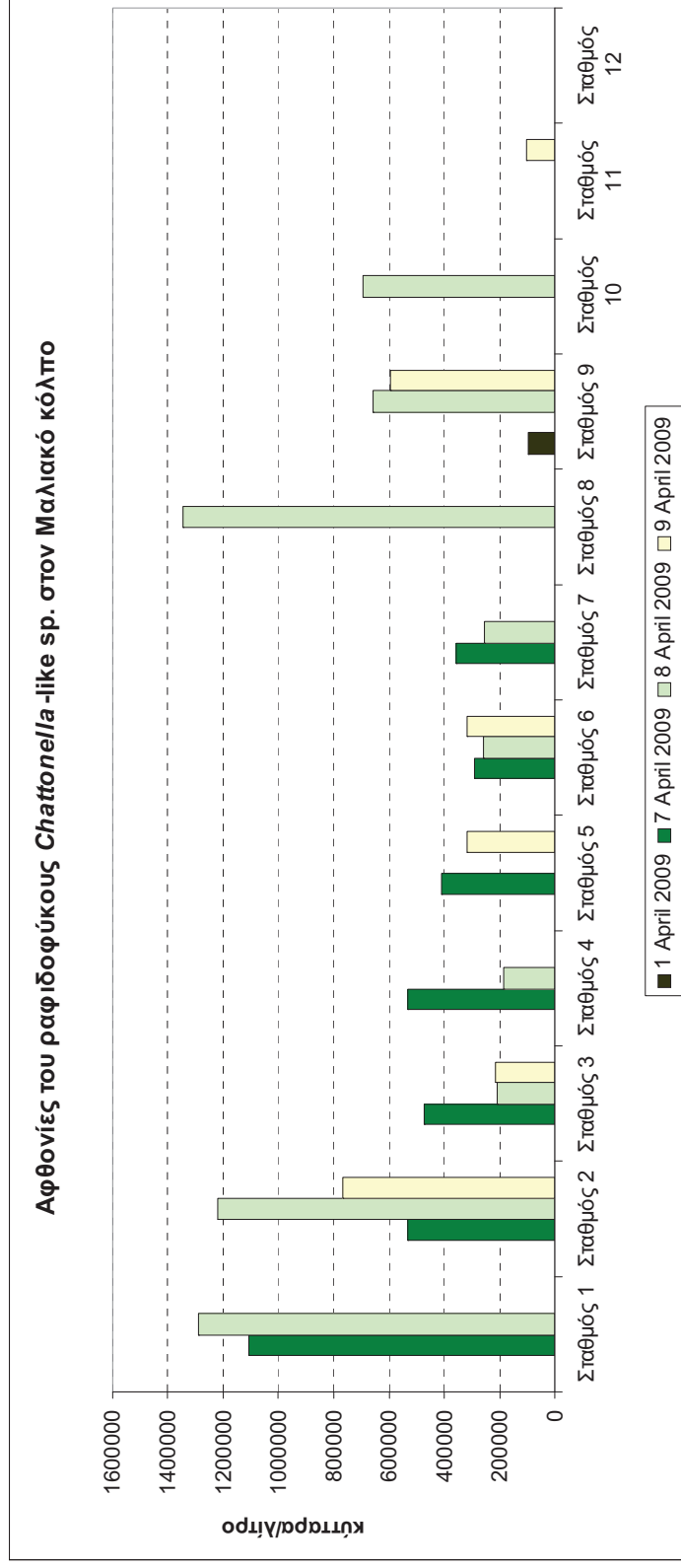


Στις νέες φωτογραφίες από τα ξέσματα των βραγχίων των ημιθανών κεφάλων της 8/4/2009, έγινε δυνατή η αναγνώριση των κυττάρων των ιχθυοτοξικών ειδών, που είχαν παρατηρηθεί και στα δείγματα της 31/3/2009 στο ΒΓΧ εργαστήριο του Ινστ. Ωκεανογραφίας ΕΛΚΕΘΕ.



Πρόκειται για κύτταρα ιχθυοτοξικού είδους του γένους *Chattonella* της κλάσης των Ραφιδοφυκών. Επίσης από τον ποιοτικό μικροσκοπικό έλεγχο των δειγμάτων θαλασσινού νερού επιβεβαιώθηκε η παρουσία του *Chattonella sp.* Τα κύτταρα που ανιχνεύθηκαν έχουν μέγεθος μεταξύ 15 και 30μm, διαθέτουν δύο μαστίγια, παρουσιάζουν σφαιρικό ή ελαφρά ελλειψοειδές σχήμα και πολυάριθμους χλωροπλάστες που δίνουν κοκκώδη όψη στο κυτταρικό τοίχωμα.





**Εικ. 3.4/7:** Χωρική και χρονική μεταβολή των συγκεντρώσεων του ραφιδοφύκους *Chattonella-like* sp., στο Μαλιακό κόλπο, στις 7, 8 & 9 Απριλίου 2009.



ΝΑ ΣΗΜΕΙΩΘΕΙ ΟΤΙ ΤΟΕΙΚΑ ΕΙΔΗ ΥΠΑΡΧΟΥΝ ΠΙΑΝΤΑ ΣΤΟΥΣ ΦΥΤΟΠΛΑΓΚΤΟΝΙΚΟΥΣ ΠΛΗΘΥΣΜΟΥΣ ΣΕ ΕΞΑΙΡΕΤΙΚΑ ΧΑΜΗΛΕΣ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΕΙΣ,

ΩΣΤΕ ΔΕΝ ΠΡΟΚΑΛΟΥΝ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ (ΤΑ ΤΟΕΙΚΑ ΕΙΔΗ ΕΙΝΑΙ ~100 ΚΑΙ ΤΑ ΓΕΝΙΚΩΣ ΕΠΙΒΛΑΒΗ ~300 ΜΕΤΑΞΥ ΤΩΝ ΧΙΛΙΑΔΩΝ ΕΙΔΩΝ ΦΥΤΟΠΛΑΓΚΤΟΥ ΔΙΕΘΝΩΣ)

• ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ ΑΡΧΙΖΟΥΝ ΝΑ ΕΜΦΑΝΙΖΟΝΤΑΙ ΟΤΑΝ ΑΛΛΑΞΟΥΝ ΚΑΠΟΙΕΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΚΑΙ ΓΙΝΟΝΤΑΙ ΕΥΝΟΙΚΕΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΤΟΥΣ ΣΥΧΝΑ ΛΟΓΩ ΑΝΘΡΩΠΟΓΕΝΩΝ ΕΠΙΔΡΑΣΕΩΝ ΠΧ ΕΥΤΡΟΦΙΣΜΟΣ ΔΗΛ. ΕΙΣΟΔΟΣ ΘΡΕΠΤΙΚΩΝ ΑΛΑΤΩΝ ΑΖΩΤΟΥ ΚΑΙ ΦΩΣΦΟΡΟΥ ΑΥΕΗΜΕΝΩΝ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΕΩΝ, ΣΧΕΤΙΚΑ ΧΑΜΗΛΗ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ ΚΑΙ ΣΧΕΤΙΚΑ ΧΑΜΗΛΕΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΕΣ ΟΠΩΣ ΣΥΜΒΑΙΝΕΙ ΤΗΝ ΑΝΟΙΞΗ





Στη βιβλιογραφία αναφέρεται ότι η μεγαλύτερη αύξηση των ειδών *Chattonella* έχει παρατηρηθεί (πχ στην Αλεξάνδρεια) σε περιόδους χαμηλότερης αλατότητας.

Στο Μαλιακό την 1η Απριλίου παρατηρήθηκαν χαμηλές αλατότητες (~30ppt).

Η αύξηση των πληθυσμών των ειδών του γένους *Chattonella*, συσχετίζεται με ευτροφικά φαινόμενα. Επίσης με ανεπαρκή θήρευση από το μικροζωοπλαγκτό και το μεσοζωοπλαγκτό (πιθανότητα αποφυγής θήρευσης για χημικούς λόγους)

Τέλος, πρέπει να αναφερθεί ότι τα περισσότερα είδη των Ραφιδιοφυκών παράγουν «**κύστεις**», η παραγωγή των οποίων ευνοείται την άνοιξη με την μικρή αύξηση της θερμοκρασίας του νερού.

Οι κύστεις είναι «διαχειμάζουσες» μορφές που καθιζάνουν και παραμένουν στο ίζημα του βυθού μέχρι να παρουσιασθούν ευνοικές συνθήκες «εκβλάστησης», με αποτέλεσμα την εμφάνιση των λεγομένων φυτοπλακτονικών blooms ή ερυθρών παλλιρριών.



## Επίδραση στα ψαρια (1):

Η πρώτη αναφορά τοξικής άνθισης είδους του γένους *Chattonella* αναφέρθηκε στη Ιαπωνία το 1954, με μαζικούς θανάτους άγριων ψαριών λόγω της βλέννης, ενώ στη νήσο Seto της Ιαπωνίας το 1964, αναφέρθηκαν πολλά επεισόδια μαζικών θανάτων καλλιεργημένων ψαριών (10 blooms) μεταξύ των ετών 1970-1987.

Τα τελευταία χρόνια φαίνεται να υπάρχει μια παγκόσμια αύξηση νέων ανθήσεων (=blooms) των ειδών *Chattonella* με θανάτους και άγριων ψαριών.



## Επίδραση στα ψαρια (2):

Τα τοξικά είδη του γένους *Chattonella* και γενικότερα της κλάσης των Ραφιδοφυκών, σύμφωνα με τη διεθνή βιβλιογραφία φαίνεται να είναι από τα περισσότερο επικίνδυνα φύκη μεταξύ αυτών που γενικά δεν είναι τοξικά για τον άνθρωπο και ευθύνονται για μαζικούς θανάτους ψαριών, κυρίως σε ιχθυοκαλλιέργειες, αλλά και σε άγριους πληθυσμούς.

Ο μηχανισμός δράσης τους δεν είναι πλήρως κατανοητός.

Έχει βρεθεί ότι οι συγκεκριμένοι οργανισμοί φέρουν διάφορες κατηγορίες τοξικών ουσιών, που δρουν κυρίως στα βράγχια των ψαριών προκαλώντας βλάβες στο επιθήλιο, όπως οίδημα και υπερπλασία.

Επίσης, επειδή τα Ραφιδοφύκη παράγουν βλεννώδεις μάζες ενδέχεται σε υψηλές αφθονίες να δημιουργούν μηχανικά προβλήματα στην αναπνοή των ψαριών (απόφραξη βραγχίων).



### **Επίδραση στα ψαρια (3):**

Τα τελευταία χρόνια γίνεται αναφορά για την παραγωγή, από είδη του γένους *Chattonella*, αλλά και από άλλα Ραφιδιοφύκη, υπεροξειδίου του υδρογόνου ( $H_2O_2$ ), το οποίο θεωρείται παράγοντας που προάγει την τοξικότητα των τοξικών ουσιών. Μάλιστα η *Chattonella* θεωρείται ότι παράγει τις υψηλότερες ποσότητες υπεροξειδίου (Marshall *et al* 2005).

Παραγωγή NO που έχει επίδραση σε ενδοθήλιο

Παραγωγή  $O_2^-$  (απόπτωση και νέκρωση των κυτταρικών μεμβρανών, πληγές στα βράγχια), προάγει την τοξικότητα των τοξικών ουσιών (πχ ελεύθερα λιπαρά οξέα) .



## Επίδραση στα ψάρια (4):

Δεν είναι πάντα σαφές αν οι θάνατοι των ψαριών οφείλονται στα μηχανικά αίτια ή σε τοξίνες.

Πρέπει ωστόσο να αναφερθεί ότι τα είδη *Chattonella* δεν παράγουν πάντα ιχθυοτοξίνες.

Πχ οι Marshall *et al* (2003) αναφέρουν ότι “ η *C. marina* έχει θεωρηθεί ότι παράγει επίσης μία λιποδιαλυτή τοξίνη όμοια με τη brevetoxin, που πρώτα ταυτοποιήθηκε στο δινομαστιγωτό *Karenia brevis* (Opoue *et al.*, 1990; Khan *et al.*, 1995), αλλά η τοξίνη του ραφιδοφύκους χρειάζεται να ταυτοποιηθεί χημικά. Γενικά, υπήρξαν ενδείξεις σε κάποια τεστ για παραγωγή νευροτοξίνης που έμοιαζε με τη brevetoxin, αλλά μόνο σε ορισμένους κλώνους ορισμένων ειδών *Chattonella*, που ακόμη δεν έχουν πλήρως επιβεβαιωθεί. Πχ δεν επιβεβαιώθηκε σε κλώνους της Αυστραλίας και Ιαπωνίας.

Φαίνεται ότι η τοξικότητα τους ποικίλει μεταξύ ειδών και επηρεάζεται από εξωτερικούς παράγοντες (πχ αλατότητα, η τοξικότητα μειώνεται σε υψηλές αλατότητες)

Τα ψάρια πεθαίνουν μέσα σε λίγες ώρες μετά την έκθεσή τους σε υψηλές συγκεντρώσεις *Chattonella* (πχ ~1000000 κυττ./λίτρο)





## Επίδραση σε άλλους υδρόβιους οργανισμούς:

Είναι ασαφής η πληροφορία διεθνώς σχετικά με τις επιδράσεις των ειδών αυτών σε άλλους υδρόβιους οργανισμούς,

Έχουν ωστόσο αναφερθεί σποραδικές περιπτώσεις βλαβερών επιδράσεων σε άλλους υδρόβιους οργανισμούς (ασπόνδυλα πχ καβούρια, γαρίδες) (πχ Βραζιλία: Mafra Junior, 2006; Αλεξάνδρεια-Αιγύπτου: Mikhail, 2007) αν το bloom των ραφιδιοφυκών συμπέσει με την αναπαραγωγική περίοδο των ασπονδύλων

Η μεταφορά τοξινών σε διάφορα τροφικά επίπεδα είναι μικρή <10% προσφερόμενης τοξίνης (πχ πειράματα FATE)



### **Επίδραση σε ανθρώπους:**

Η επίδραση στους ανθρώπους είναι έμμεση μέσω καταστροφής της αλιείας, υδατοκαλλιέργειας, τουρισμού.

Άλλες επιβλαβείς επιδράσεις είναι γενικά αγνώστες

Ότι αναφορές υπάρχουν αναφέρονται σε ενδείξεις ή σε όσα γνωρίζουμε γενικά για τις brevetoxins σχετικά με επίδραση σε ανθρώπους (αναπνευστικά ή δερματολογικά προβλήματα) σύμφωνα με πληροφορίες από παρόμοιες τοξίνες που παράχθηκαν, αλλά από άλλα είδη.

Ελάχιστες αναφορές για δερματολογικά ή αναπνευστικά προβλήματα σε κολυμβητές σε ΗΠΑ σε ρηχα νερά (πχ ponds, creeks) κατά τη διάρκεια blooms *Chattonella*.



## Οι νευροτοξίνες γενικά προκαλούν σε ανθρώπους:

- Αναπνευστική δυσκολία (συγκεντρώσεις >105-106 κυττ./λίτρο)
- Ερεθισμοί οφθαλμών, ρινικού βλενογόνου, όταν εκτεθούν σε σπρέυ αεροζόλ από θάλασσα
- Ή και άμεση επαφή με τοξικό bloom κατά τη κολύμβηση.
- Δεν έχουν αναφερθεί θάνατοι ανθρώπων



ΥΠΑΡΧΟΥΝ ΠΟΛΛΑ ΕΡΩΤΗΜΑΤΙΚΑ ΣΕ  
ΣΧΕΣΗ ΜΕ ΤΙΣ ΕΠΙΒΛΑΒΕΙΣ  
(=ΙΧΘΥΟΤΟΕΙΚΕΣ) ΕΠΙΔΡΑΣΕΙΣ ΤΗΣ  
*CHATTONELLA* (σε υδρόβιους οργανισμούς  
και πιθανά ανθρώπους)

ΠΕΡΑΙΤΕΡΩ ΕΡΕΥΝΕΣ ΧΡΕΙΑΖΟΝΤΑΙ  
και στην Ελλάδα



## ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ -1

- (i) Ουσίες που μεταφέρονται στο Μαλιακό Κόλπο από τις εκβολές του ποταμού Σπερχειού επηρεάζουν περισσότερο και πρώτιστα τη νότια ακτή του κόλπου, στη συγκεκριμένη περίοδο των μετρήσεων.
- (ii) Οι συγκεντρώσεις διαλελυμένου οξυγόνου κυμάνθηκαν σε υψηλά επίπεδα σε όλη τη στήλη νερού και σε καμιά περίπτωση δεν βρέθηκαν στοιχεία που να υποδηλώνουν πιθανή έλλειψη οξυγόνου.
- (iii) Οι τιμές των φωσφορικών, νιτρωδών και αμμωνιακών αλάτων ήταν μικρές και γενικά μικρότερες από αυτές που έχουν μετρηθεί σε άλλες περιοχές της Ελλάδος ενώ οι τιμές των νιτρικών αλάτων κυμαίνονταν στα αυτά επίπεδα με αυτές που έχουν μετρηθεί σε άλλες παράκτιες περιοχές της χώρας. Αντίθετα, οι τιμές των πυριτικών αλάτων, λόγω της χερσογενούς επίδρασης, ήταν γενικά αυξημένες και σαφώς μεγαλύτερες από αυτές που έχουν μετρηθεί σε άλλες παράκτιες περιοχές της Ελλάδας (ως ανωτέρω).
- (iv) Οι οργανικοί ρύποι (οργανοφωσφορικά φυτοφάρμακα και ζιζανιοκτόνα, τριαζίνες, DDTs, PCBs, εξαχλωροβενζόλιο, πολυκυκλικοί αρωματικοί υδρογονάνθρακες, φαινόλες, φθαλικοί εστέρες) με εξαίρεση τους φθαλικούς εστέρες ήταν σε συγκεντρώσεις χαμηλότερες από το όριο ανίχνευσης της μεθόδου και καταδεικνύουν ότι δεν υπήρχε στην περιοχή κανένα πρόβλημα από οργανικές τοξικές ουσίες.
- (v) Οι συγκεντρώσεις βαρέων μετάλλων στο νερό κυμαίνονταν σε χαμηλά επίπεδα καταδεικνύοντας ότι δεν υπάρχει πρόβλημα ρύπανσης από βαρέα μέταλλα στην περιοχή.



## ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ-2

(vi) Με βάση τα αποτελέσματα των χημικών αναλύσεων στη στήλη νερού μπορεί αβίαστα να προβληθεί ο ισχυρισμός, ότι κατά τη συγκεκριμένη χρονική περίοδο των δειγματοληψιών, η θάλασσα του Μαλιακού Κόλπου είχε όλα τα χαρακτηριστικά μιάς “καθαρής” θάλασσας.

(vii) Η αιωρούμενη ύλη του Μαλιακού Κόλπου αποτελείτο από ένα συνδυασμό χερσογενούς προέλευσης στοιχείων και σκελετικών υπολειμμάτων θαλάσσιων οργανισμών. Τόσο τα χερσογενή όσο και βιογενή σωματίδια που παρατηρήθηκαν στο Μαλιακό Κόλπο είναι συνηθισμένα και έχουν παρατηρηθεί και σε εκβολικές περιοχές άλλων Ελληνικών Κόλπων.

(viii) Οι λόγοι των συγκεντρώσεων των αζωτούχων προς τα φωσφορικά άλατα (ΣΝ/Ρ) παρουσίαζαν αρκετά μεγάλη διακύμανση, γεγονός που δείχνει κάποια ανισορροπία στο οικοσύστημα, η οποία ενδεχομένως και να σχετίζεται με το πρόβλημα του ομαδικού θανάτου ψαριών στην περιοχή, κατά τη συγκεκριμένη χρονική περίοδο, επειδή πιθανά συνδέεται με τη δομή του φυτοπλαγκτού και την εμφάνιση τοξικών ειδών.





### ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ-3

- (ix) Στους φυτοπλακτονικούς πληθυσμούς του θαλασσινού νερού είχε μία σημαντική αύξηση το ιχθυοτοξικό είδος *Chattonella-like sp.* της κλάσης των ραφιδοφυκών. Μερικές από τις συγκεντρώσεις αυτές θα μπορούσαν να προκαλέσουν εκτεταμένους θανάτους ιχθύων.
- (x) Το παραπάνω είδος φαίνεται ότι είχε μία σημαντική αύξηση, λόγω της έντονης εισόδου γλυκού νερού το Μάρτιο στη θαλάσσια περιοχή (έντονες βροχοπτώσεις και μεταφορά από Σπερχειο Ποταμό), μείωση της αλατότητας, ευνοϊκές θερμοκρασίες και αύξηση θρεπτικών αλάτων, λόγω της αλλόχθονης εισόδου από τις απορροές (γεωργικές, αστικές, καλλιέργειες), τα οποία γρήγορα μπόρεσε να εκμεταλλευθεί αυτό το ευκαιριακό είδος.
- (xi) Παρασιτολογικές, βακτηριολογικές και ιστολογικές εξετάσεις σε δείγματα εκτρεφόμενων (σε ιχθυοτροφείο της περιοχής) ιχθύων έδωσαν αποτελέσματα που δεν θα μπορούσαν να δικαιολογήσουν εκτεταμένους θανάτους ιχθύων.
- (x) Τα βράγχια άγριων (μη εκτρεφόμενων) ιχθύων, ημιθανών, παρουσίαζαν (μακροσκοπικά) εκτεταμένες αλλοιώσεις και πολύ μεγάλη έκκριση βλέννας, που οφείλονταν (μικροσκοπική εξέταση ξεσμάτων βραγχίων) στην παρουσία μεγάλης συγκέντρωσης μονοκύτταρων οργανισμών ιχθυοτοξικού είδους του γένους *Chattonella*.
- (xi) Λαμβάνοντας υπόψη το γεγονός ότι το φαινόμενο ομαδικού θανάτου ιχθύων στο Μαλιακό Κόλπο έχει και στο παρελθόν, παρατηρηθεί (έστω και σε μικρότερη έκταση), είναι προφανές ότι η συγκεκριμένη περιοχή παρουσιάζει ένα ευαίσθητο οικοσύστημα.



## ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ -1

### **Καταγραφή της παρούσας κατάστασης**

1. μελέτη και καταγραφή των ανθρωπογενών πιέσεων σε όλη τη λεκάνη απορροής του Σπερχειού και της παράκτιας περιοχής του Μαλιακού κόλπου (ποτάμια, γεωργικές, βιομηχανικές δραστηριότητες, μονάδες υδατοκαλλιεργειών, βιολογικοί καθαρισμοί κ.α.)
2. ολοκληρωμένη μελέτη και παρακολούθηση του τρόπου λειτουργίας του οικοσυστήματος (φυσική, χημική, γεωλογική, βιολογική ωκεανογραφία, μελέτη ιχθυοποθεμάτων και άλλων αλιευμάτων)

### **Ανάπτυξη προγράμματος συνεχούς παρακολούθησης**

1. Εγκατάσταση και λειτουργία αυτόνομων μετρητικών σταθμών (πλωτήρες)
2. Συνεπές και συνεχές πρόγραμμα καταγραφής και δειγματοληψιών *in situ* (συνεχής παρακολούθηση κρίσιμων παραμέτρων ποιότητας για την λειτουργία του οικοσυστήματος και πιθανή επιβάρυνση του από ρύπανση ή άλλες ανθρωπογενείς δραστηριότητες)
3. δορυφορική τηλεπισκόπηση (φυσικές παράμετροι, χλωροφύλλη)

## ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ-2



### Ανάπτυξη διαχειριστικού εργαλείου

1. δημιουργία βάσης δεδομένων (ιστορικά δεδομένα και όσα αποκτηθούν κατά το πρόγραμμα παρακολούθησης)
  2. συλλογή, επεξεργασία, διάχυση, βάση δεδομένων δορυφορικών (χλωροφύλλη, θερμοκρασία)
  3. μοντέλο κυκλοφορίας
  4. μοντέλο οικολογικό
  5. σύστημα έγκαιρης διάγνωσης και ειδοποίησης (warning system) επιβλαβών γεγονότων
- διατύπωση σεναρίων εξέλιξης του οικοσυστήματος

### Διάδοση της πληροφορίας

1. δημιουργία επιχειρησιακού κέντρου για τη βελτίωση της ποιότητας ζωής μέσω της χρήσης Τεχνολογιών Πληροφορικής Επικοινωνιών.
2. μεταφορά τεχνογνωσίας και εκπαίδευσης προσωπικού σε περιβαλλοντικά γραφεία και σχετικές υπηρεσίες σε επίπεδο νομαρχίας, περιφέρειας.
3. δημιουργία ιστοσελίδας



## ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ:

Κατόπιν των ανωτέρω συνιστάται:

- Αφενός η καταγραφή των συγκεντρώσεων των παραμέτρων ευτροφισμού στο κόλπο (πχ θρεπτικά άλατα αζώτου και φωσφόρου),
- Αλλά και των χαρακτηριστικών των υδάτινων μαζών (η τελευταία πλήρης έχει από δεκαετία του 1990)
- Αφετέρου η συστηματική παρακολούθηση των φυτοπλακτονικών πληθυσμών στην υδάτινη στήλη σε διαφορετικά βάθη, αλλά και εξέταση των πληθυσμών των κύστεων στα ιζήματα, με σκοπό την έγκαιρη πρόγνωση έναρξης εμφάνισης τοξικών επεισοδίων.
- Αμεση απομάκρυνση νεκρών ιχθυων για αποφυγή περαιτέρω επιπτώσεων στο οικοσύστημα
- Εναρμόνιση με επιταγές Οδηγίας για τα Νερά



# **ΜΥΘΟΙ**

## **Παραπληροφόρηση, Μισές αλήθειες**



Λάθος στρατηγική δειγματοληψίας στο χώρο

Γεωλογικά φαινόμενα-εκκυση αερίων

Το φυτοπλαγκτό όταν αυξάνεται καταναλώνει οξυγόνο

Ανοξία μέχρι την επιφάνεια

Εφταιγε η βροχή και τα λασπόνερα που έφερε ο Σπερχειός?

Αλλόχθονα είδη –μεταφορά με έρμα πλοίων

Πρωτόγνωρο φαινόμενο στην Ελλάδα (δες Σαρωνικός 1980)

Επίδραση σε λούμενους, δερματολογικά αναπνευστικά

Απορύπανση Μαλιακού, απομάκρυνση φυτοπλαγκτού?

Το ΕΛΚΕΘΕ γνώριζε ? Σύγκυση φαινομένων Σύγκυση ειδών





## Προτάσεις Προγραμμάτων υπό ΕΛΚΕΘΕ

- Βιοπαρακολούθηση της πληθυσμιακής κατάστασης των ειδών *Ostrea edulis* και *Venus verrucosa* (Bivalvia Mollusca) και σχεδιασμός βιώσιμου διαχειριστικού πλαισίου των αλιευτικών τους αποθευμάτων στον Μαλιακό κόλπο. 2005, ΕΠΑΛ 2000-2006, Αναμένεται αξιολόγηση?
- Ποσοτική και ποιοτική παρακολούθηση των πληθυσμών φυτοπλαγκτού στο παράκτιο οικοσύστημα του Μαλιακού κόλπου με έμφαση στην εμφάνιση και καταγραφή τοξικών ειδών. Υπεβλήθη προς Νομαρχία Φθιώτιδας, Ιούλιος 2009, 43250 Ευρώ, (Φυσική, Χημεία, Φυτοπλαγκτό, κύστεις/15μέρο).
- Ολιστική προσέγγιση του παράκτιου οικοσυστήματος του Μαλιακού κόλπου: Κατανόηση δομής και λειτουργίας οικοσυστήματος και βιώσιμη διαχείριση του. Υπεβλήθη προς Περιφέρεια Στερεάς Ελλάδας, ~1000000 Ευρώ , Ιούνιος 2009
- Σύστημα παρακολούθησης και αντιμετώπισης φυσικών καταστροφών στο φυσικό περιβάλλον του Μαλιακού κόλπου και του Σπερχειού ποταμού. Ε.Π. Ψηφιακή Σύγκλιση, ΕΤΠΑ – Ταμείο Συνοχής, ~800000 Ευρώ. Σεπτέμβριος 2009, Βασίσθηκε στη προηγούμενη πρόταση Υπεβλήθη από την περιφέρεια (χωρίς το ΕΛΚΕΘΕ) στη ΨΗΦΙΑΚΗ ΣΥΓΚΛΙΣΗ !!!
- Ανάπτυξη ενός εύχρηστου και ευαίσθητου βιοαισθητήρα για την ανίχνευση βιοτοξινών που εμφανίζονται κατά τη διάρκεια επιβλαβών φυτοπλαγκτονικών εξάρσεων στο θαλάσσιο περιβάλλον και εφαρμογές του στην ποιοτική ασφάλεια των αλιευμάτων. ΕΛΚΕΘΕ.ΙΩ, ΕΛΕΚΘΕ.ΙΥ, Δημόκριτος, Food Alergens, ThetaMetritis, ΤΕΔΚ Φθιώτιδας, Υπεβλήθη σε ΓΓΕΤ στο πλαίσιο ΕΣΠΑ-Συνεργασία (βιοτεχνολογία), Νοέμβριος 2009, 400000Ευρώ
- Dynamics of Harmful Algal Blooms in three eutrophicated bays in Greece and Turkey. Resting cysts and their role in the establishment of HABs. Ελληνο-Τουρκική συνεργασία, ΓΓΕΤ, Οκτώβριος 2009.



Τα δεδομένα, συμπεράσματα, προτάσεις, που περιελήφθησαν σε αυτή τη παρουσίαση βασίζονται στην εργασία της επιστημονικής ομάδας που διενήργησε την μελέτη αυτοψίας στο Μαλιακό κόλπο και περιέχονται στην τεχνική έκθεση:

**ΕΛΚΕΘΕ (2009). ΜΑΛΙΑΚΟΣ ΚΟΛΠΟΣ: ΘΑΛΑΣΣΙΕΣ  
ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΚΑΙ ΑΙΤΙΑ  
ΟΜΑΔΙΚΟΥ ΘΑΝΑΤΟΥ ΨΑΡΙΩΝ (Περίοδος Μάρτιος-  
Απρίλιος 2009) Ανάβυσσος, Μάιος 2009,  
Τελική Έκθεση Αυτοψίας, 50 σελ.**



**Ευχαριστούμε για την προσοχή σας**