


# Παρακολούθηση Υδάτινων Σωμάτων

Χρήστος Ακράτος  
Αναπλ. Καθηγητής  
Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών  
Δ.Π.Θ.

# Στόχοι

- Οργάνωση μια εκστρατεία παρακολούθησης
- Προσδιορισμός παραμέτρων μέτρησης
- Καθορισμός σταθμών παρακολούθησης
- Επιλογή οργάνων
- Αξιολόγηση αποτελεσμάτων



Παρακολούθηση μιας μικρής  
λιμνοθάλασσας  
Λιμνοθάλασσα Βάσσοβα

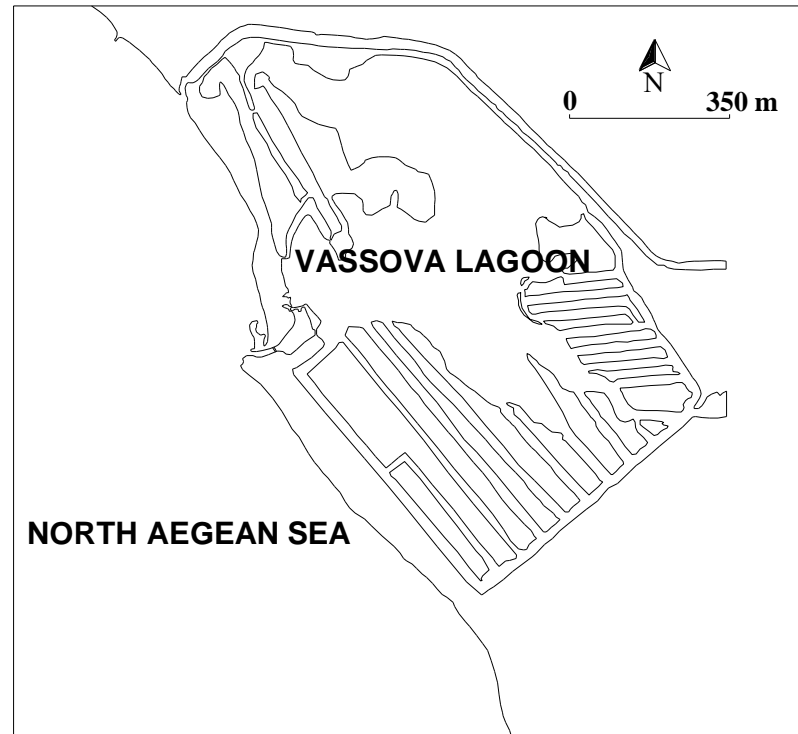
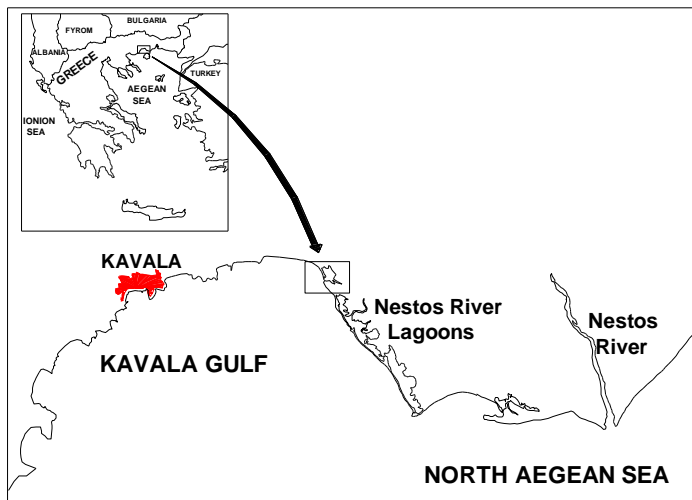
# Στόχοι

- Παρακολούθηση της χρονικής μεταβλητότητας των φυσικών παραμέτρων (παλιρροιακά ρεύματα, T, S, παλιρροιακό υψόμετρο) και των παραμέτρων ποιότητας του νερού (θρεπτικά συστατικά) στο στόμιο της λιμνοθάλασσας, εντός διαφορετικών παλιρροϊκών κύκλων
- Κατανόηση μηχανισμών μεταφοράς ρύπων (υπάρχοντες και δυνητικοί) από και προς την ανοιχτή θάλασσα
- Ποσοτικοποίηση των στιγμιαίων και υπολειμματικών ροών νερού, αλατιού και θρεπτικών ουσιών, σε σχέση με εξωτερικούς παράγοντες (φαινόμενο ανέμου, βροχόπτωση, παλιρροιακή κατάσταση)
- Μελέτη μεθόδων για τη βελτίωση των περιβαλλοντικών συνθηκών στη λιμνοθάλασσα και την αύξηση της παραγωγής ψαριών

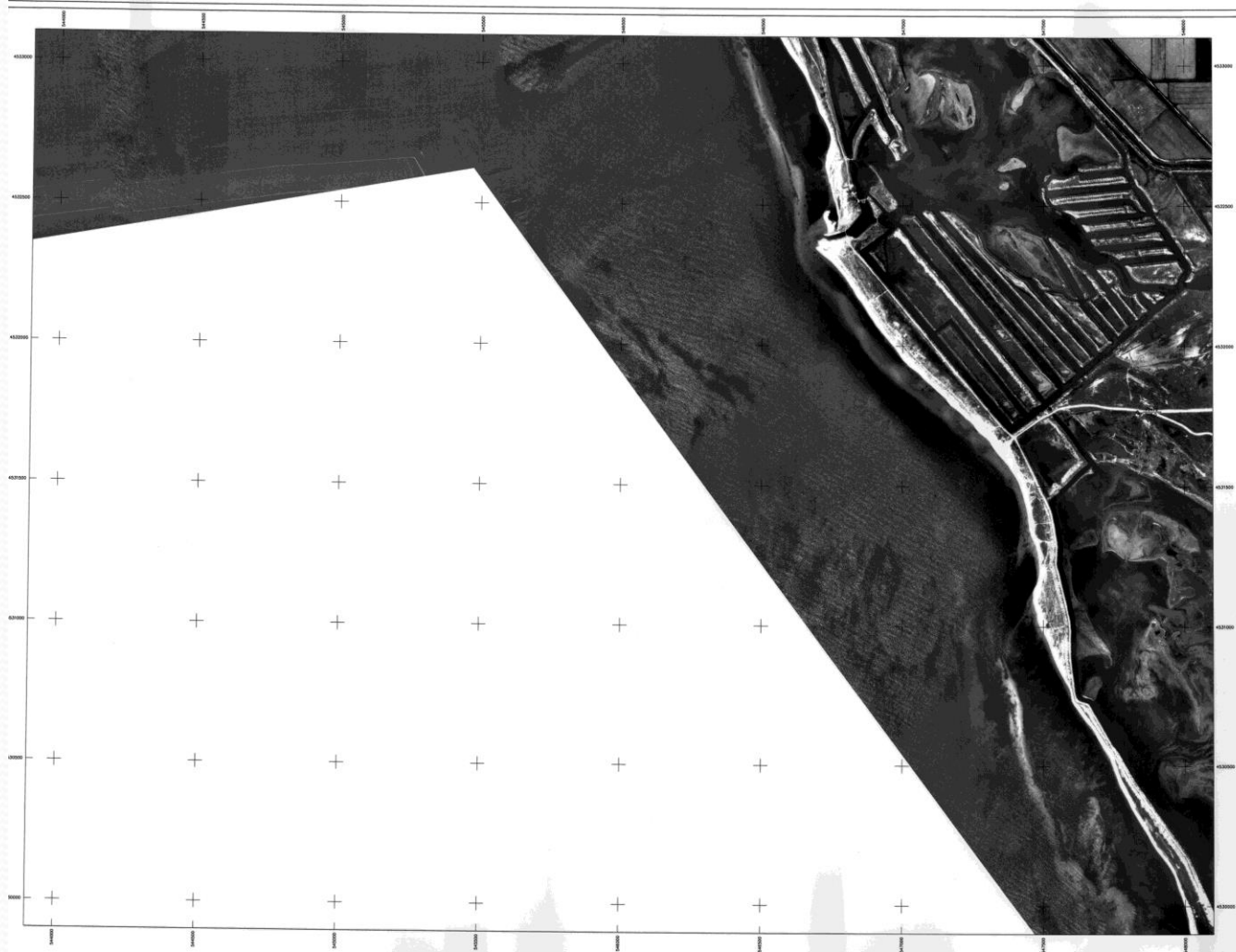
## Ελληνικές λιμνοθάλασσες

- 76 λιμνοθάλασσες συνολικής έκτασης 34.500 ha
- Συνολική παραγωγή ψαριών 1.860 τόνοι ετησίως
- 34 λιμνοθάλασσες στην περιοχή της Ανατολικής Μακεδονίας και Θράκης
- 9 λιμνοθάλασσες στο Δέλτα του ποταμού Νέστου
- Συνολική παραγωγή ψαριών 35 τόνοι ετησίως

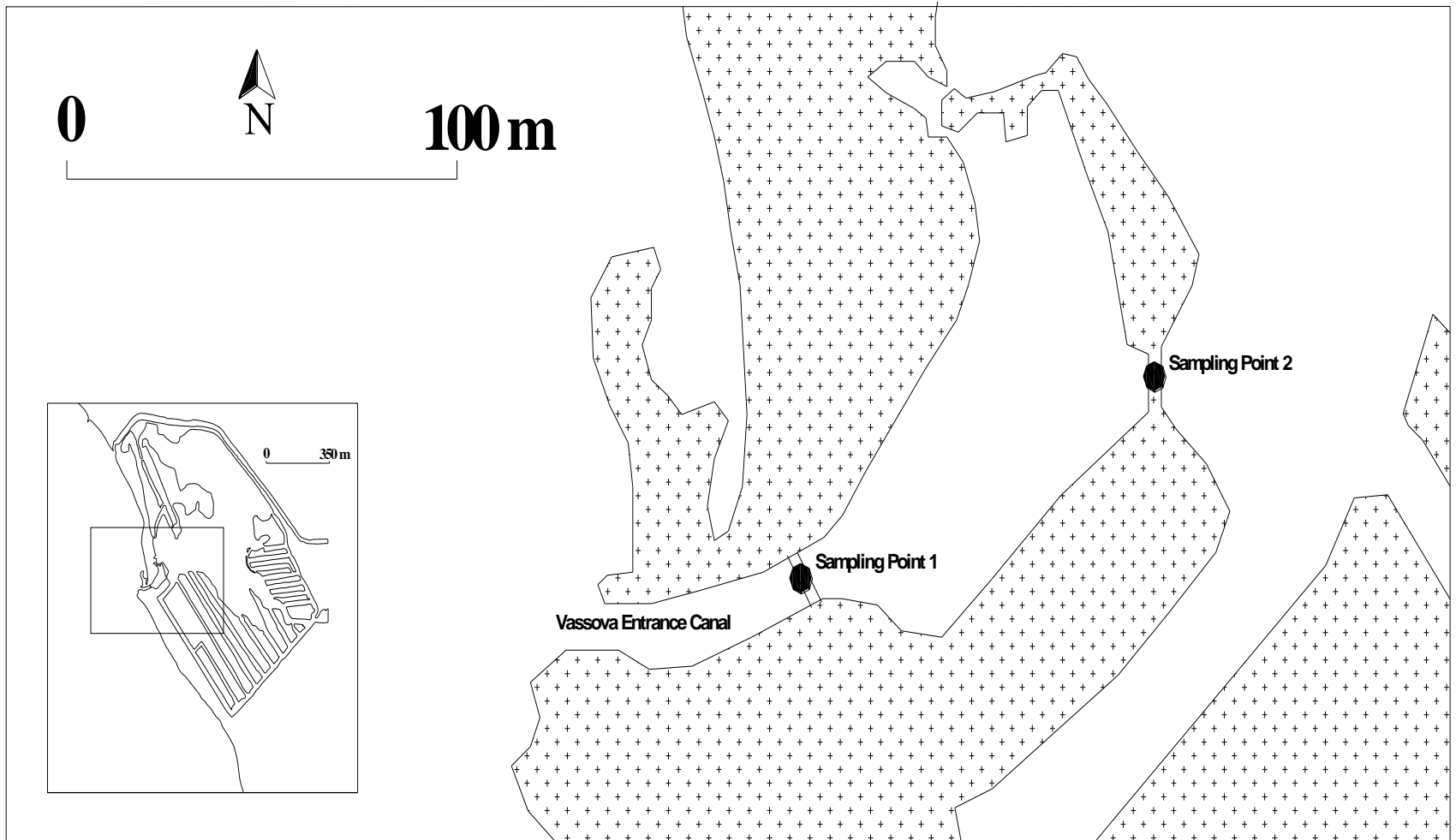
# Χάρτης λιμνοθάλασσας Βάσσοβας



# Εικόνα λιμνοθάλασσας Βάσσοβας



# Χάρτης της λιμνοθάλασσας της Βάσοβας που δείχνει το κανάλι εισόδου και τη θέση των τοποθεσιών δειγματοληψίας





# Φωτογραφία της κάτω γέφυρας



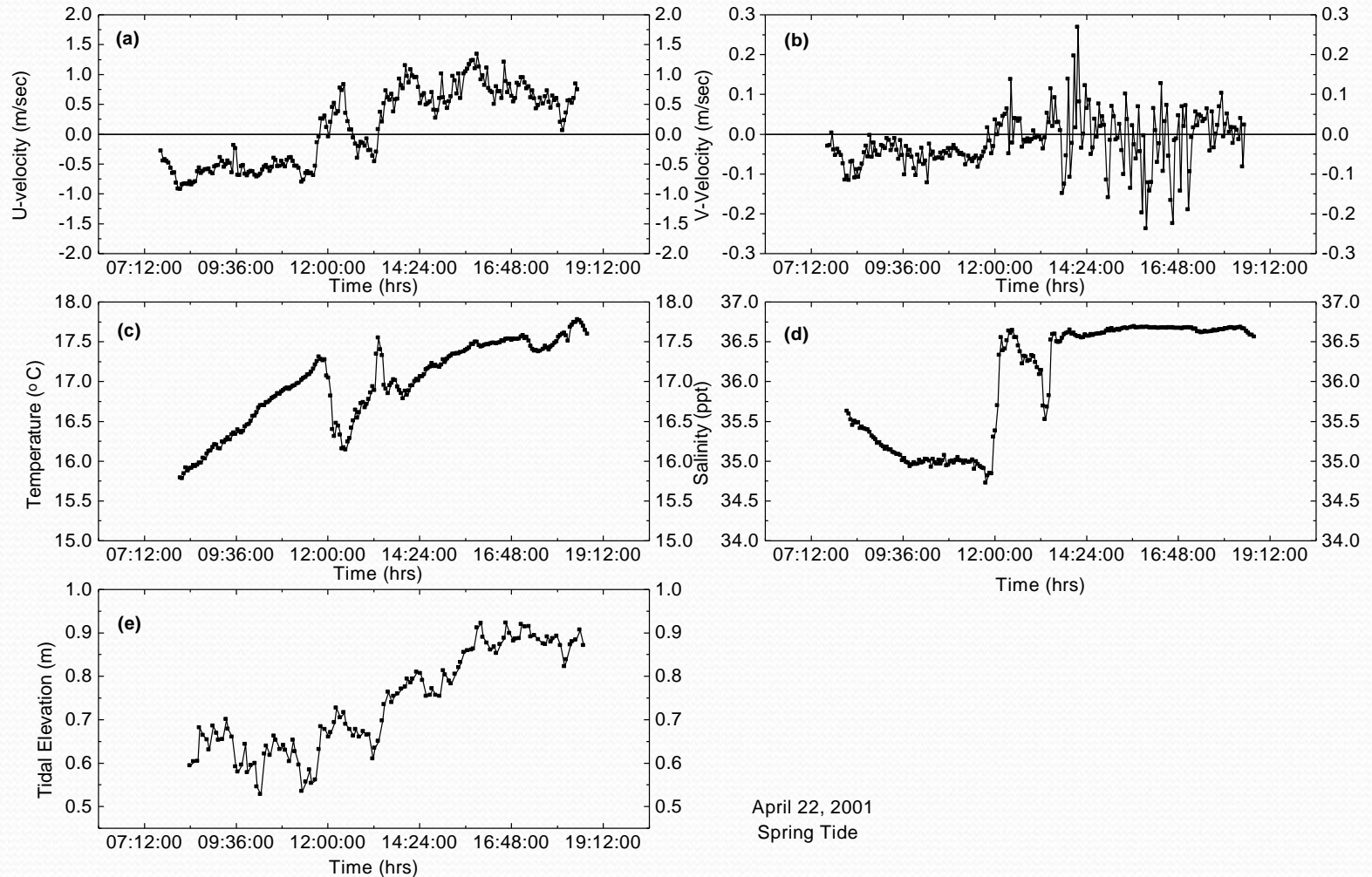
# Φωτογραφία της άνω γέφυρας



# Όργανα που χρησιμοποιούνται για την παρακολούθηση

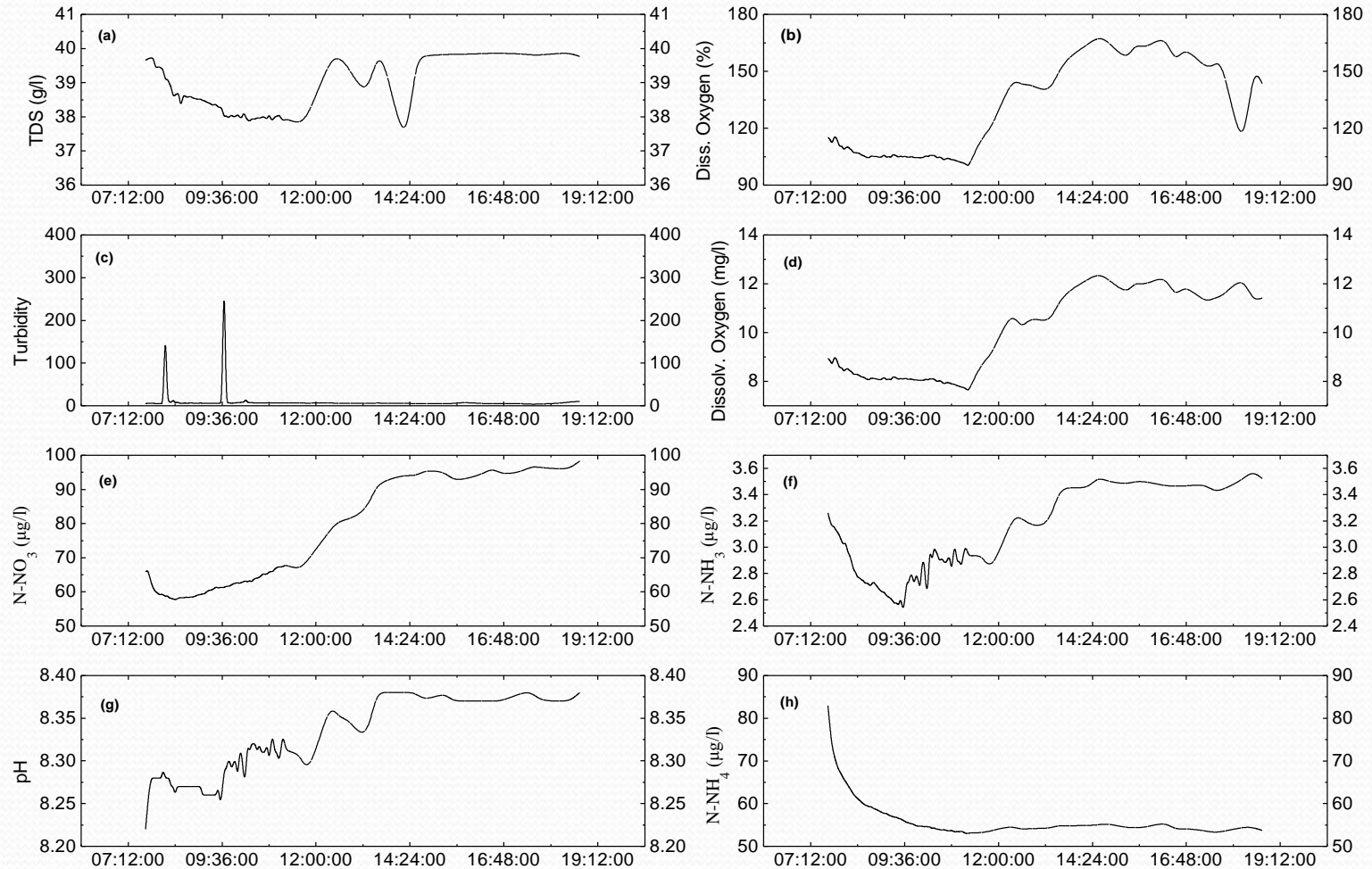
<b>Instrumentation</b>	<b>Parameters measured</b>	<b>Range</b>	<b>Accuracy</b>
Valeport 105	Velocity and direction		$\pm 0.6^\circ$
Valeport VLR 740	Tidal elevation	0 – 10 m	$\pm 0.1\%$
CTD Idronaut 301	Temperature	$(-1) - (+50)^\circ\text{C}$	$\pm 0.02\%$
	Conductivity	0 – 62 mS/cm	$\pm 0.03\%$
YSI 6820 Multi – parameter probe	Conductivity	0 – 100 mS/cm	$\pm 0.5\%$
	Dissolved Oxygen	0 – 50 mg/l	$\pm 2\%$
	pH	0 – 14	$\pm 0.2$
	Nitrate (NO <sub>3</sub> )	0 – 200 mg/l	$\pm 10\%$
	Ammonium (NH <sub>4</sub> )	0 – 200 mg/l	$\pm 10\%$
	Ammonia (NH <sub>3</sub> )	0 – 200 mg/l	$\pm 10\%$
	Total Dissolved Solids		
	Turbidity		
Valeport 801 Electromagnetic current-meter	Velocity and direction	0 – 5 m/s	
WTW 197	Conductivity	10 – $2 \times 10^6$ $\mu\text{S/cm}$	$\pm 1.5\%$
	Dissolved oxygen	0 – 50 mg/l	$\pm 1\%$
	pH	0 – 14	$\pm 0.01$

# Μεταβλητότητα Φυσικών Παραμέτρων(22-4-2001)

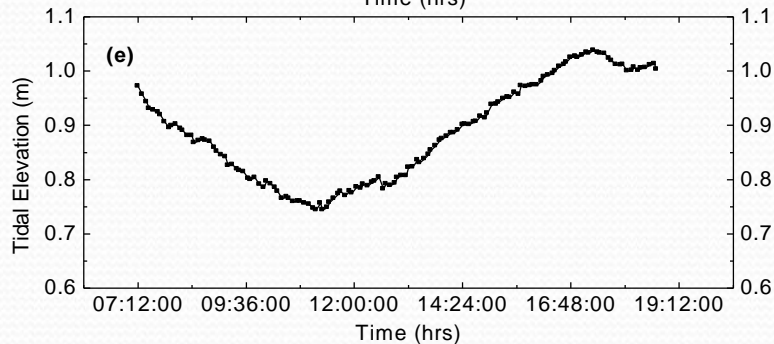
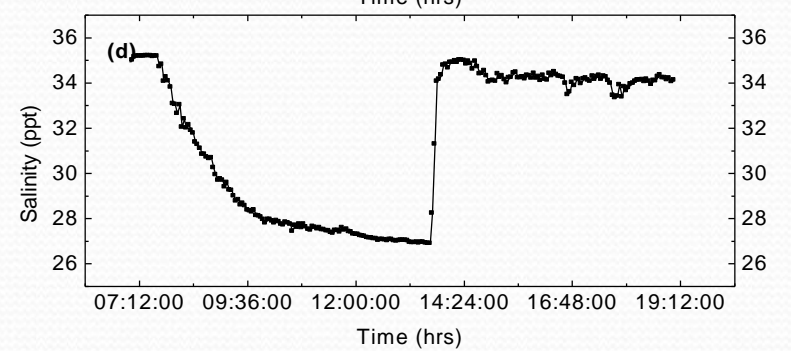
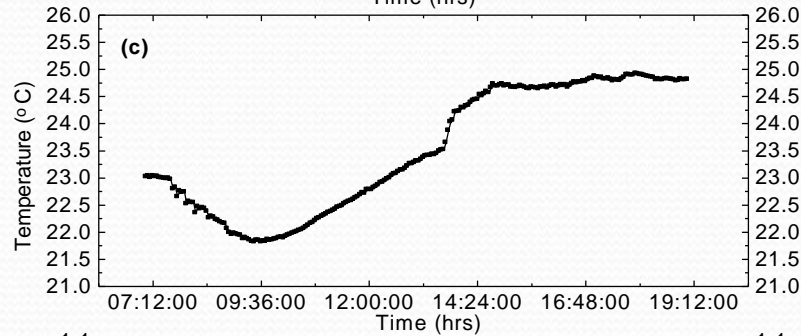
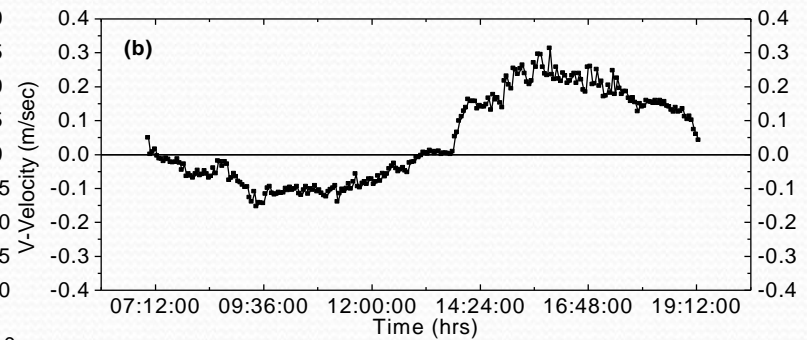
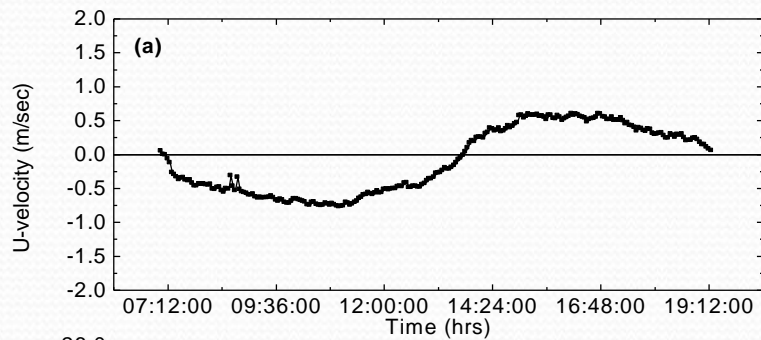


April 22, 2001  
Spring Tide

# Μεταβλητότητα παραμέτρων ποιότητας νερού(22-4-2001)

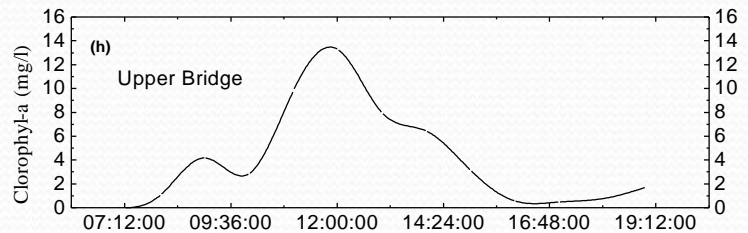
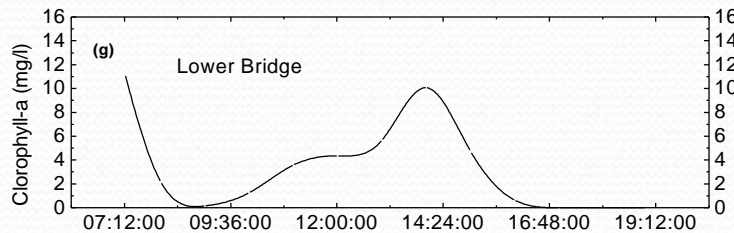
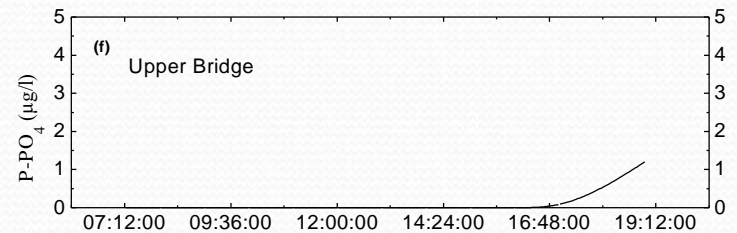
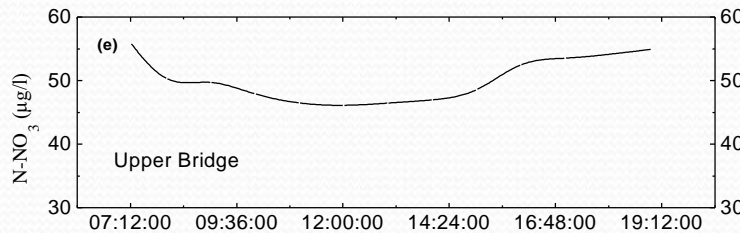
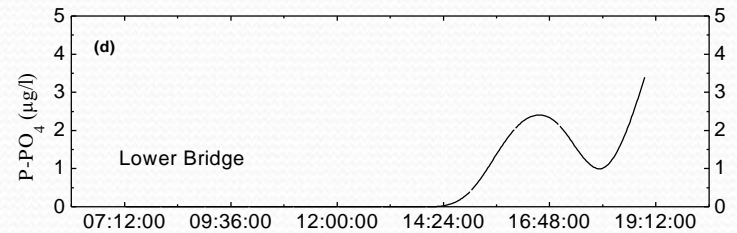
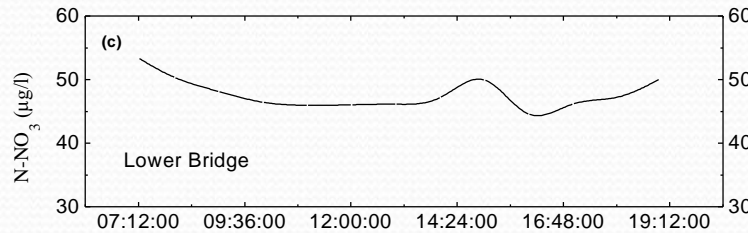
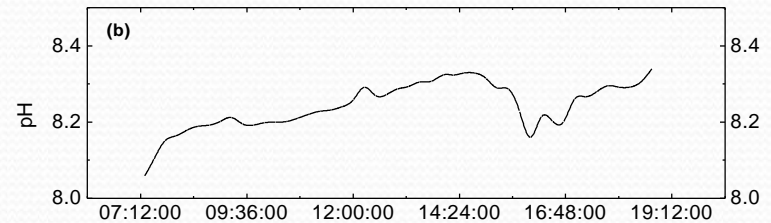
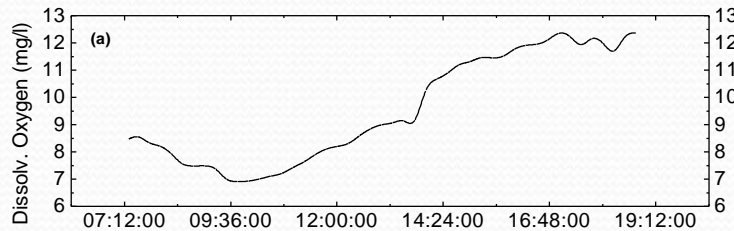


# Μεταβλητότητα Φυσικών Παραμέτρων(3-10-2001)



October 3, 2001  
Neap Tide

# Μεταβλητότητα παραμέτρων ποιότητας νερού(3-10-2001)



## Πίνακας μέσες συγκεντρώσεις αλατιού και θρεπτικών συστατικών (Κάτω Γέφυρα)

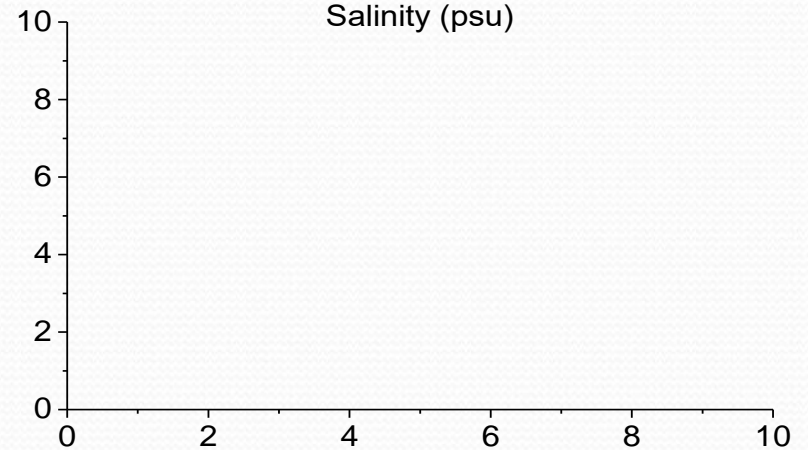
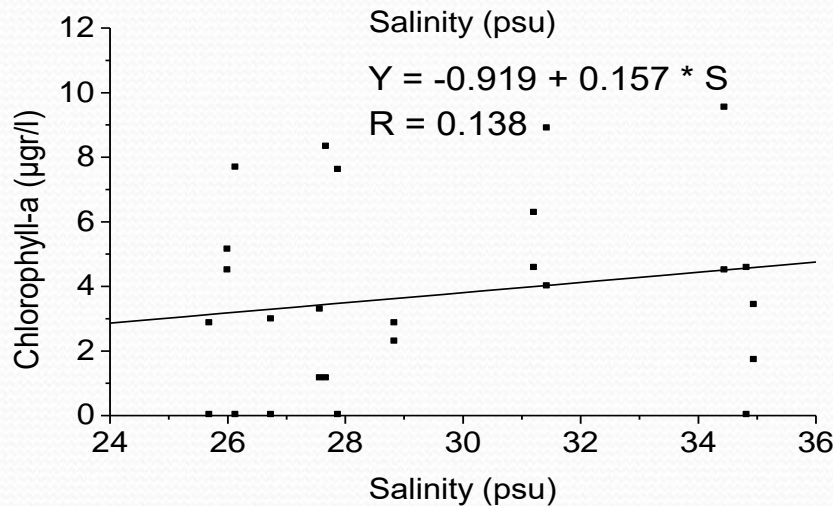
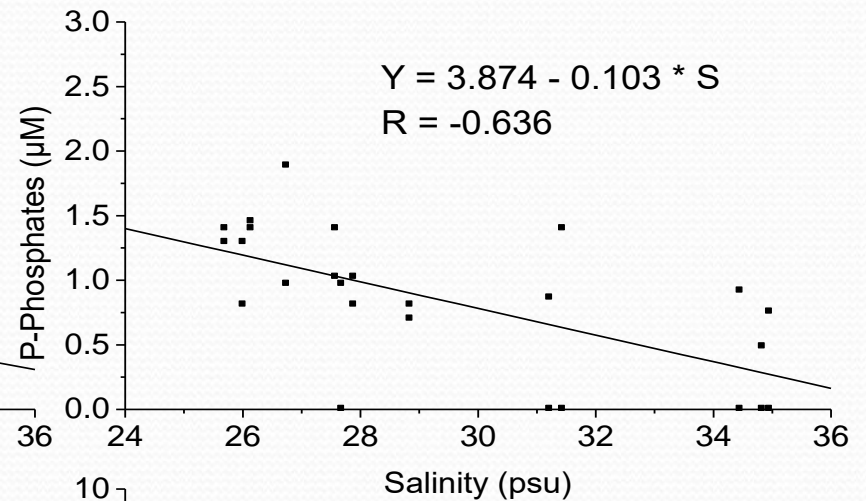
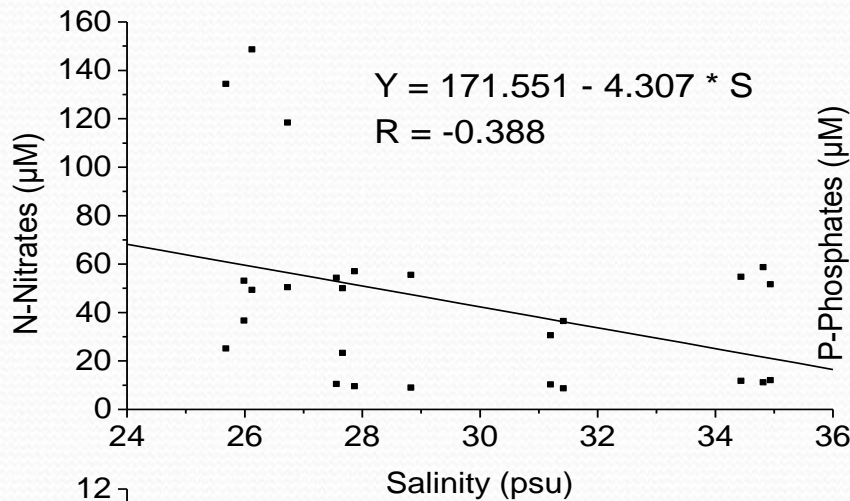
Concentrations	22-04-01	12-05-01	17-06-01	01-07-01	27-09-01	03-10-01	31-01-02
Salinity (psu)	36.02	35.77	34.18	33.65	27.93	31.77	36.34
N-NO <sub>2</sub> (μM)	0.002	0.011	0.057	0.13	0.20	0.40	0.009
N-NO <sub>3</sub> (μM)	7.26	6.12	7.75	5.90	47.77	12.02	69.19
P-PO <sub>4</sub> (μM)	0.71	0.41	0.64	2.31	0.59	0.65	7.44
Chlorophyll-a (μg/l)	-	-	4.3	8.77	3.63	4.01	1.81



## Πίνακας μέσες συγκεντρώσεις θρεπτικών ουσιών (άνω γέφυρα)

Concentrations	12-05-01	17-06-01	01-07-01	27-09-01	03-10-01	31-01-02
N-NO <sub>2</sub> (μM)	0.00	0.03	0.21	0.33	0.58	0.04
N-NO <sub>3</sub> (μM)	10.19	13.81	9.83	41.27	50.26	0.00
P-PO <sub>4</sub> (μM)	0.47	0.60	0.43	1.07	0.00	0.00
Chlorophyll-a (μg/l)	-	3.87	16.61	3.82	3.39	1.12

# Θρεπτικά συστατικά σε σχέση με την αλατότητα (3-10-2001)



## Σύνοψη των Παλιρροιακών Χαρακτηριστικών

Date	Tidal Range (m)	Average Depth (m)	Rainfall (mm)	Wind Speed (m/s)	Wind Direction	Evaporation (mm/hr)
22-04-01	0.395	0.740	0.025	1.73	S	--
12-05-01	0.144	0.792	0			0.03
17-06-01	0.208	0.665	0	0.70	S	0.57
01-07-01	0.183	0.664	0	0.60	S	0.44
27-09-01	0.231	0.970	31.20	0.80	S	--
03-10-01	0.294	0.895	0.30	0.30	NE	0.27
31-01-02	0.359	0.596	0.40	0.40	NE	0.40

## Σύνοψη των Παλιρροιακών Χαρακτηριστικών

Date	Flood Duration (min)	Ebb Duration (min)	Mean Flood Flow (m/s)	Mean Ebb Flow (m/s)	$V_{\text{FLOOD}}$ (m <sup>3</sup> )	$V_{\text{EBB}}$ (m <sup>3</sup> )	$V_{\text{PRISM}}$ (m <sup>3</sup> )
22-04-01	456	294	0.655	0.538	218.02	99.04	118.97
12-05-01	462	288	0.436	0.306	164.64	65.66	98.98
17-06-01	360	390	0.534	0.364	141.32	87.03	54.29
01-07-01	370	380	0.498	0.429	141.66	99.33	42.32
27-09-01	156	594	0.235	0.364	23.26	203.63	(180.37)
03-10-01	354	396	0.377	0.521	130.32	166.94	(36.62)
31-01-02	447	303	0.758	0.566	169.72	126.47	43.24

## Water and Salt Residual Currents and Fluxes

Date	<H> (m)	Eulerian Current, V1 (m/s)	Stokes Drift, V2 (m/s)	<S> (psu)	Eulerian Flux, VS1	Stokes Flux, VS2
22-04-01	0.738	0.136	0.078	36.017	7.708	0.362
12-05-01	0.791	0.152	0.015	35.735	5.791	0.106
17-06-01	0.664	0.076	0.031	33.786	3.620	0.398
01-07-01	0.662	0.047	0.036	33.403	2.766	0.655
27-09-01	0.969	-0.251	0.011	29.316	-7.048	0.569
03-10-01	0.894	-0.097	0.043	31.536	-1.725	1.165
31-01-02	0.612	0.223	-0.130	36.385	3.381	-0.120

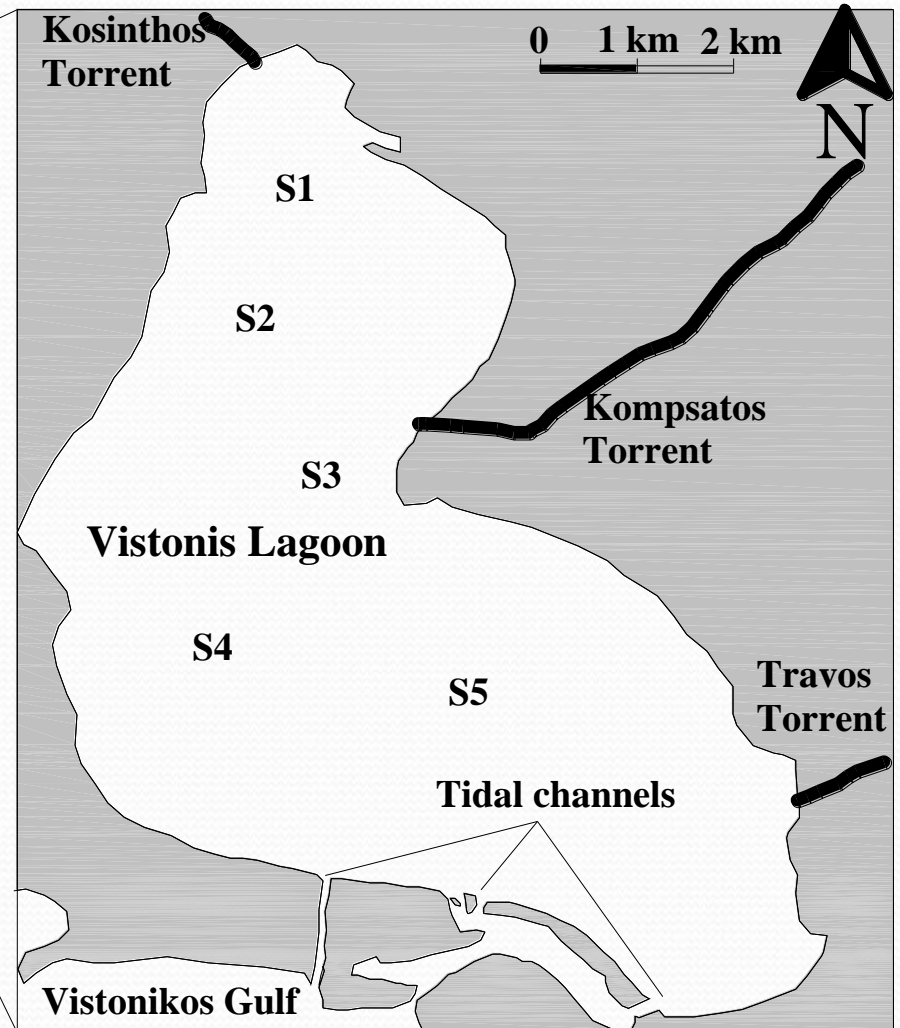
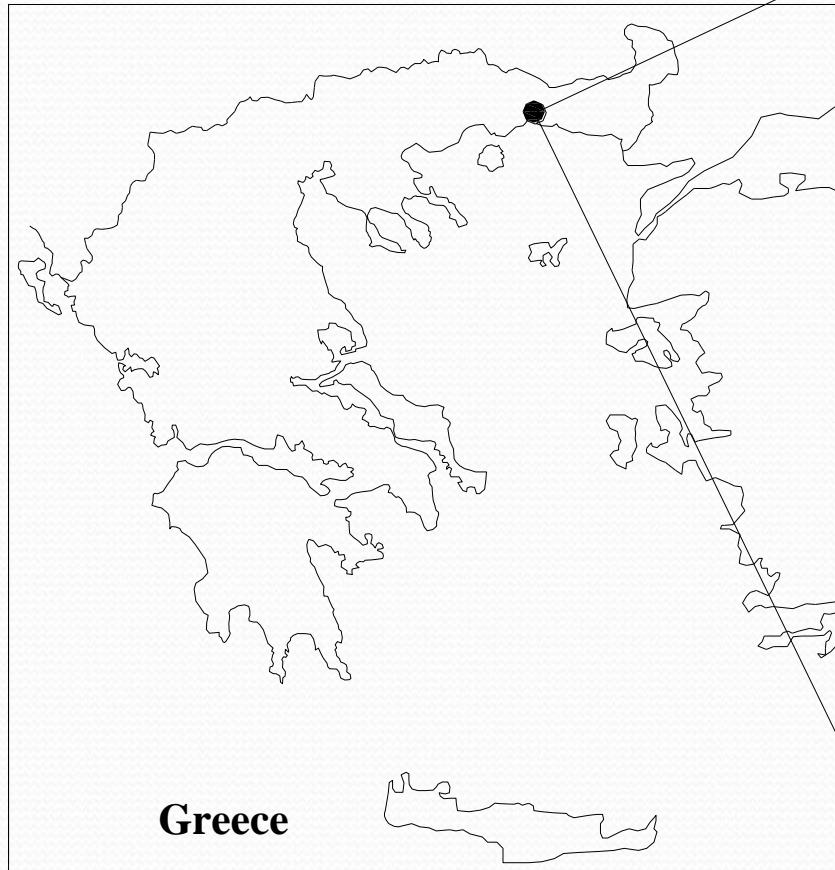
## Συμπεράσματα

- Η δυναμική ανταλλαγής στο στόμιο της λιμνοθάλασσας σχετιζόταν άμεσα με την παλιρροιακή κατάσταση, το μέγεθος του ανέμου, την κατεύθυνση του ανέμου και την επιρροή των βροχοπτώσεων
- Η διάρκεια της πλημμύρας και τα παλιρροιακά ρεύματα πλημμύρας ήταν υψηλότερα από την άμπωτη, προκαλώντας κυρίως μεταφορά προς τα μέσα
- Τα θρεπτικά συστατικά άζωτο και φώσφορος συσχετίστηκαν ως επί το πλείστον με το υφάλμυρο νερό της λιμνοθάλασσας, ενώ η χλωροφύλλη-α με πιο αλμυρό νερό ανοιχτής θάλασσας
- Τα υπολειμματικά ρεύματα και ροές Eulerian βρέθηκαν μια τάξη μεγέθους υψηλότερα από τον μηχανισμό μετατόπισης Stokes



# Παρακολούθηση ευτροφικής λιμνοθάλασσας/λίμνης

## Περιοχή μελέτης





## Λιμνοθάλασσα Βιστώνιδα

- Στη δεκαετία του 1980 η λιμνοθάλασσα χαρακτηρίστηκε ως ευτροφική (Γιαννακοπούλου, 1989)
- Στα τέλη της δεκαετίας του 1990 η λιμνοθάλασσα μετατράπηκε σε υπερευτροφική (Γκίκας, 2002) αυτή η μετατόπιση πιστώθηκε στην απελευθέρωση φωσφόρου από τα ιζήματα του πυθμένα

Έτσι, προτάθηκε ότι πρέπει να εξεταστεί η συγκέντρωση θρεπτικών ουσιών των ιζημάτων του πυθμένα πρέπει να οργανωθεί ένα πείραμα απελευθέρωσης θρεπτικών συστατικών στο εργαστήριο

➤ Η παρούσα μελέτη σχετίζεται με τον πρώτο στόχο

## Παράμετροι πεδίου και εργαστηρίου

7 εκστρατείες πεδίου από τον Μάιο του 2003 έως τον Οκτώβριο του 2004

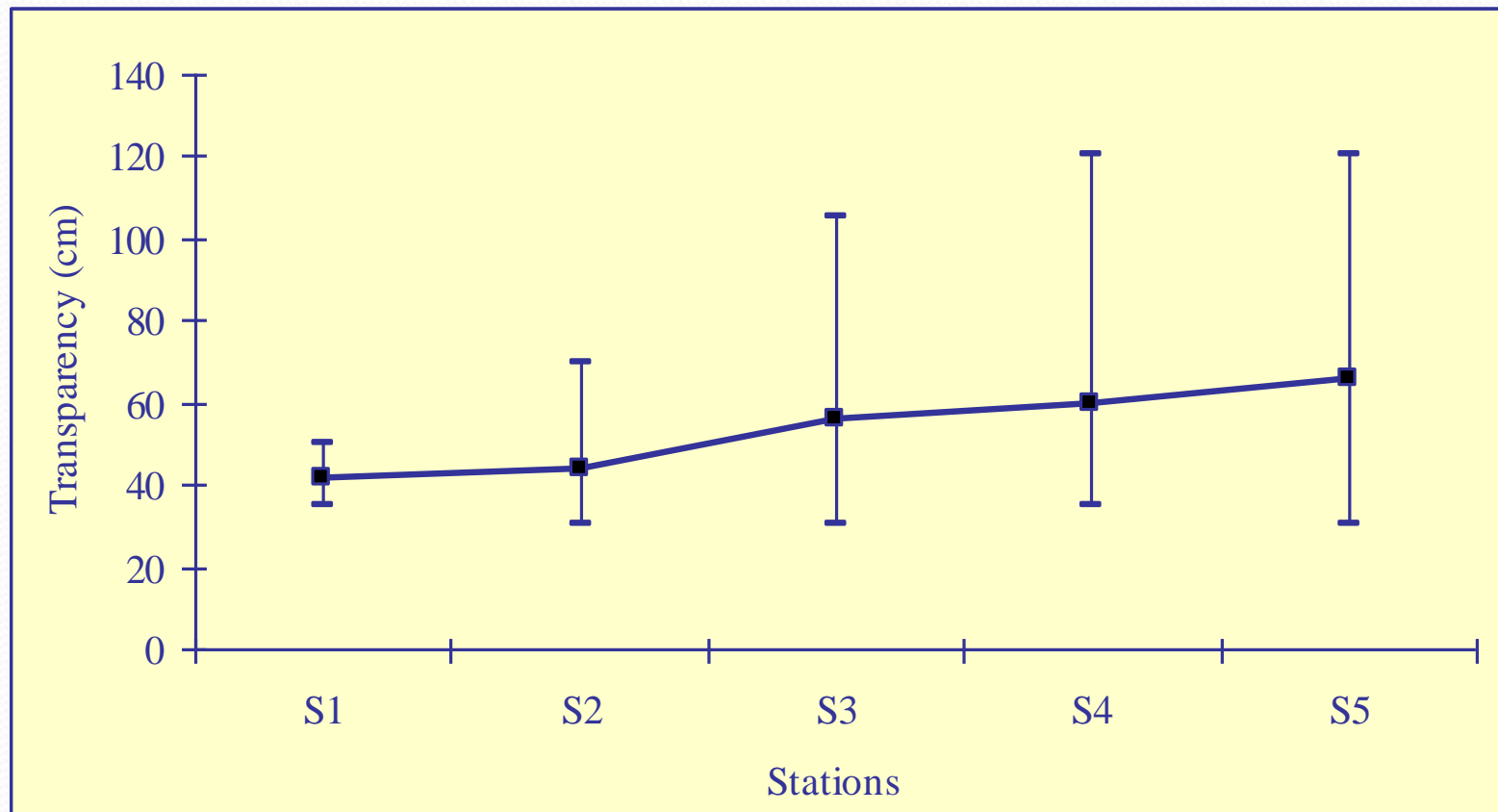
### Στήλη νερού

- Διαφάνεια (Tr)
- Θερμοκρασία (T)
- Αλατότητα (S)
- pH
- Διαλυμένο οξυγόνο (DO)
- Νιτρώδη (NO<sub>2</sub>)
- Νιτρικά (NO<sub>3</sub>)
- Ορθοφωσφορικά (PO<sub>4</sub>) – 4 τελευταίες δειγματοληψίες
- Ολικός φώσφορος (TP)
- Χλωροφύλλη-α (Chl-a)

### Ίζημα πυθμένα

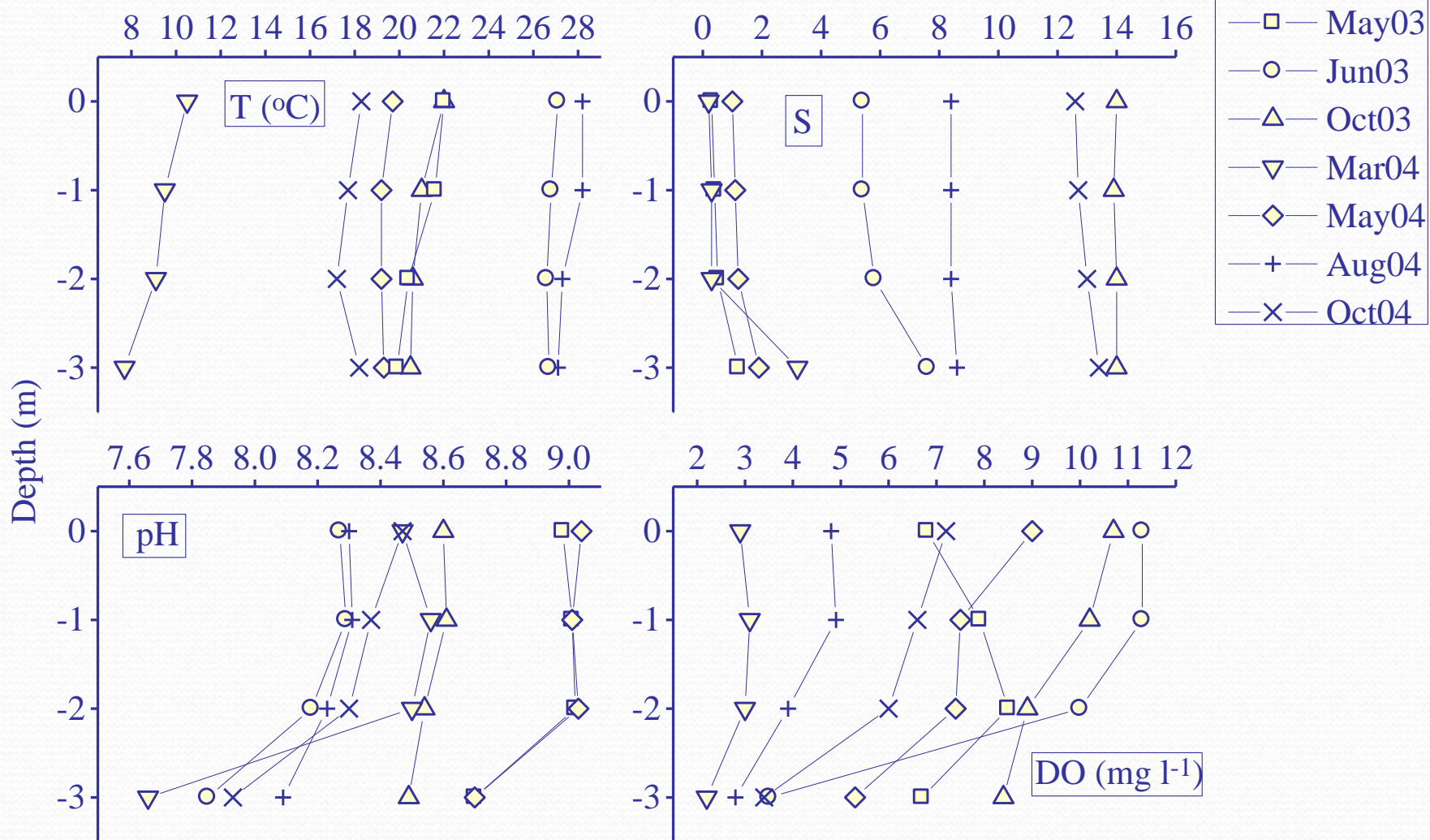
- Νιτρικά (NO<sub>3</sub>)
- Total Kjeldahl nitrogen (TKN)
- Ολικός φώσφορος (TP)

# Αποτελέσματα Στήλη νερού

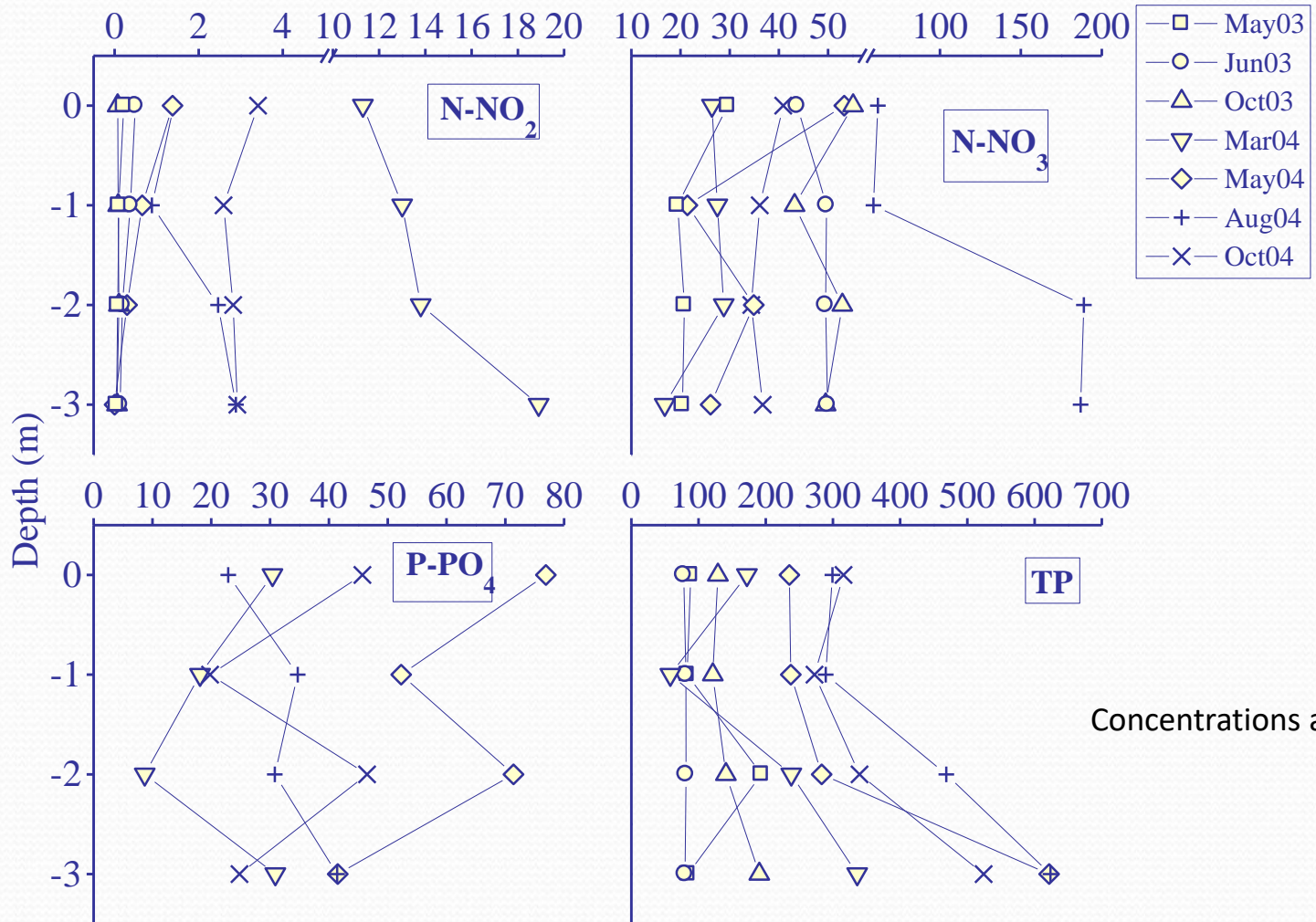


# Αποτελέσματα

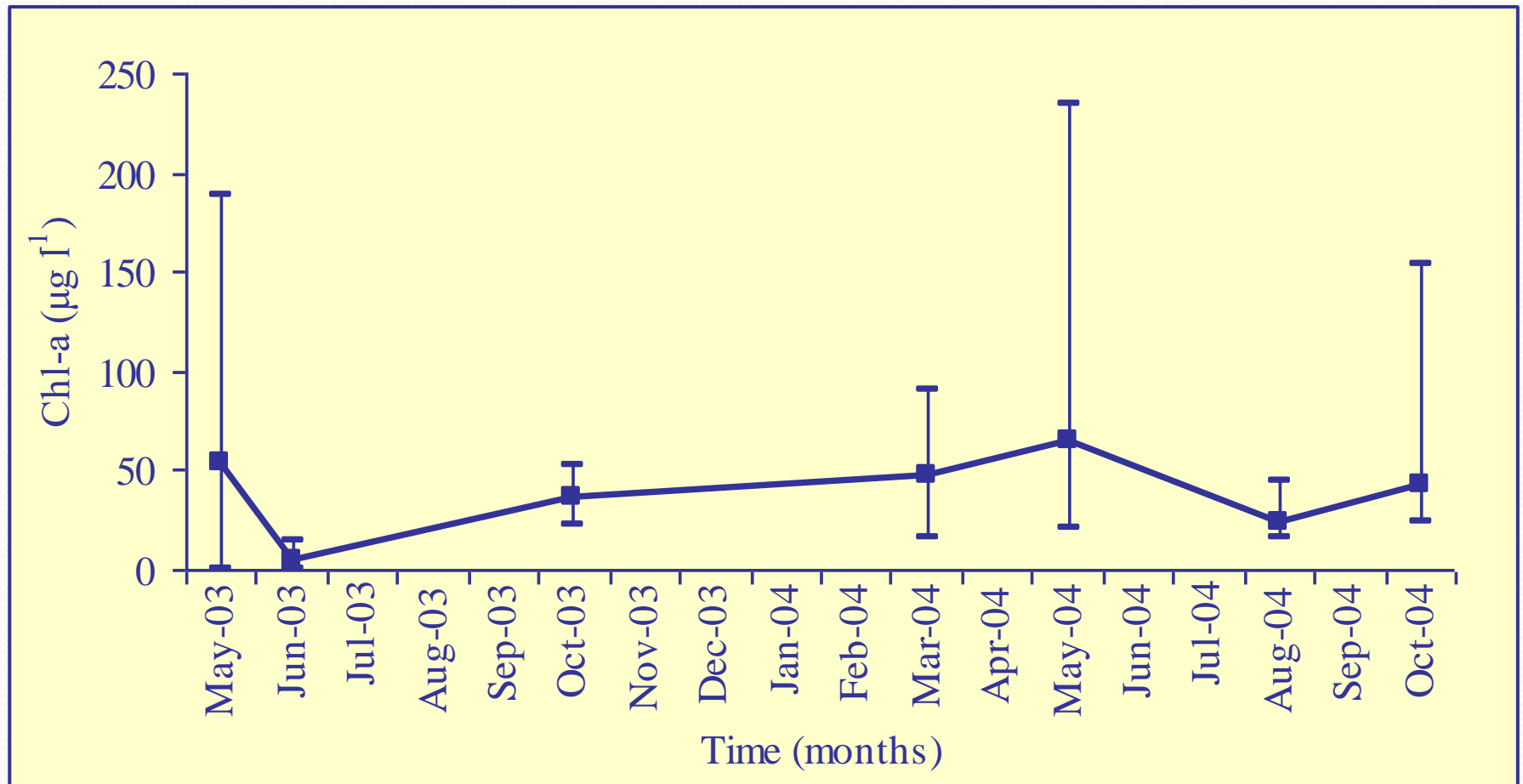
## Στήλη νερού



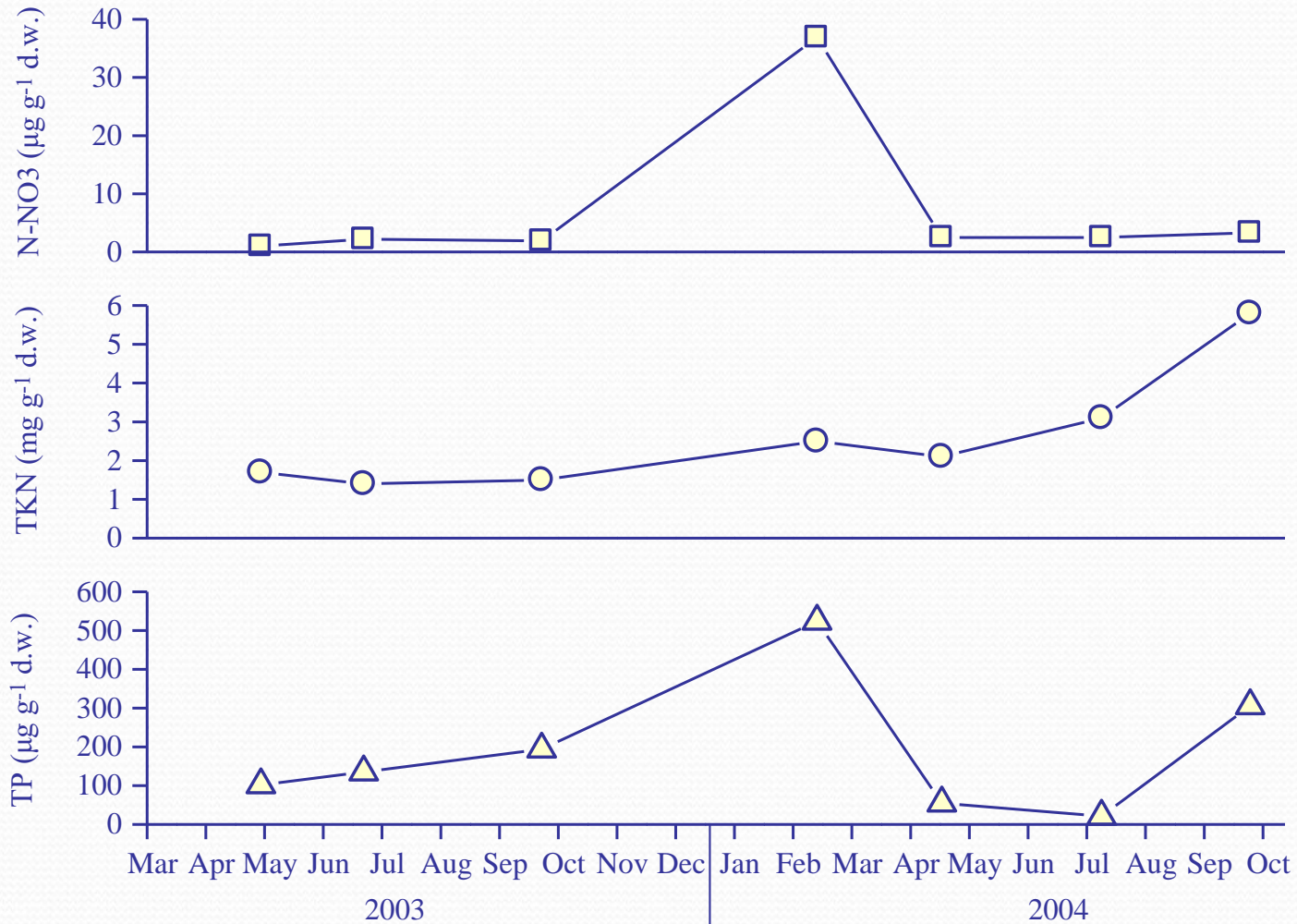
# Αποτελέσματα Στήλη νερού



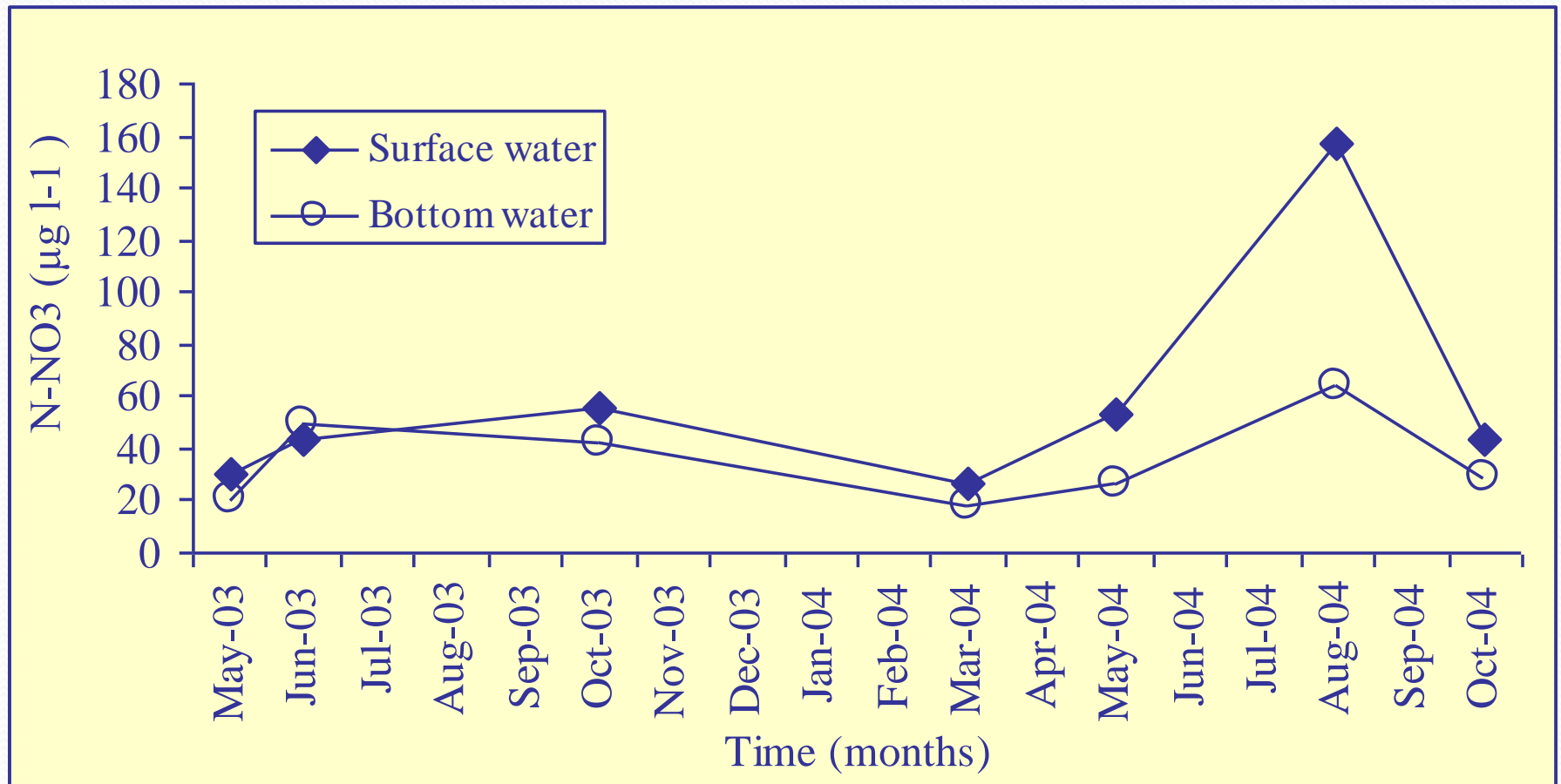
## Αποτελέσματα Στήλη νερού



# Αποτελέσματα Ίζημα

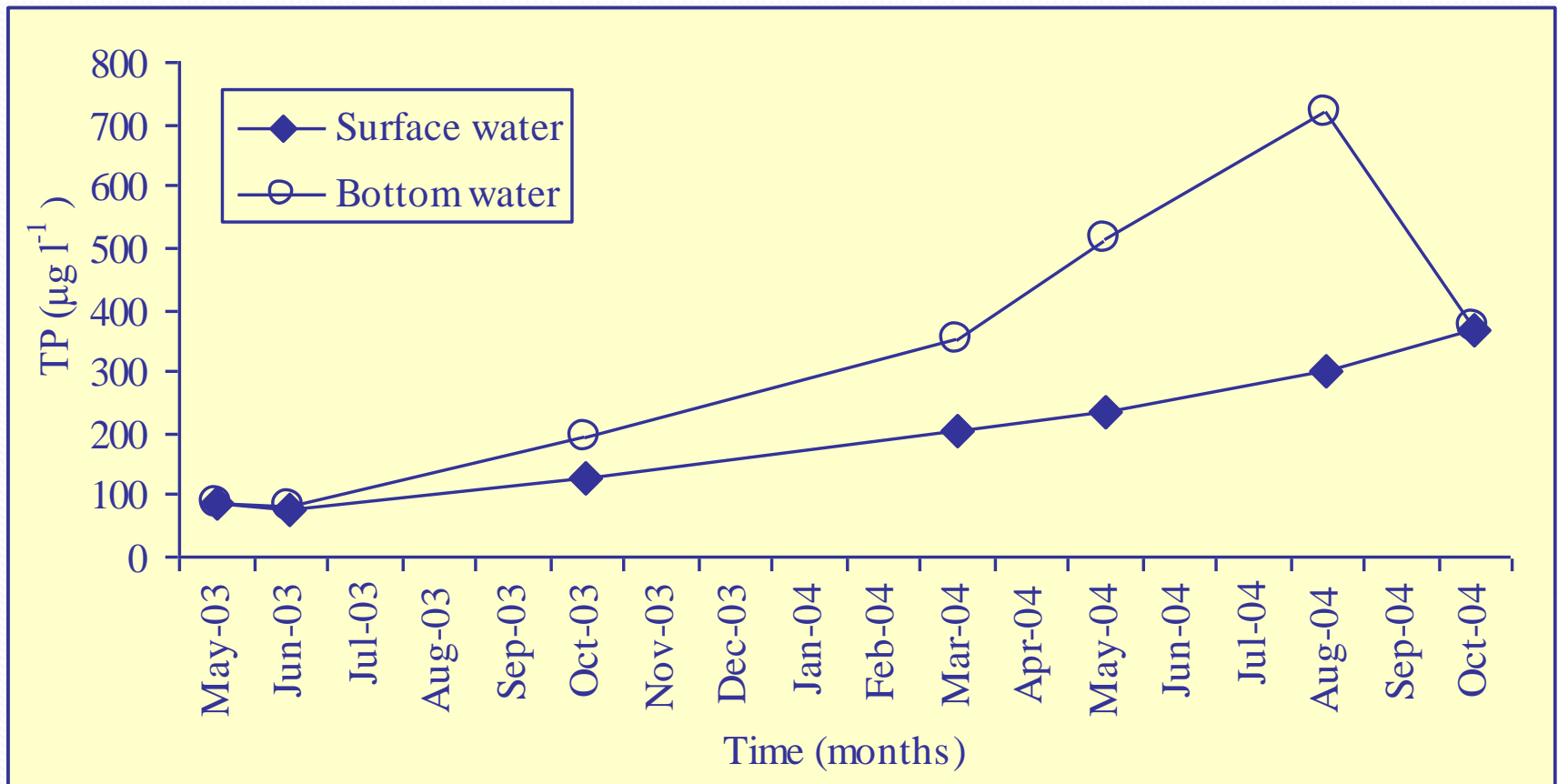


## Κατανομή θρεπτικών ουσιών στην επιφάνεια και τον πυθμένα

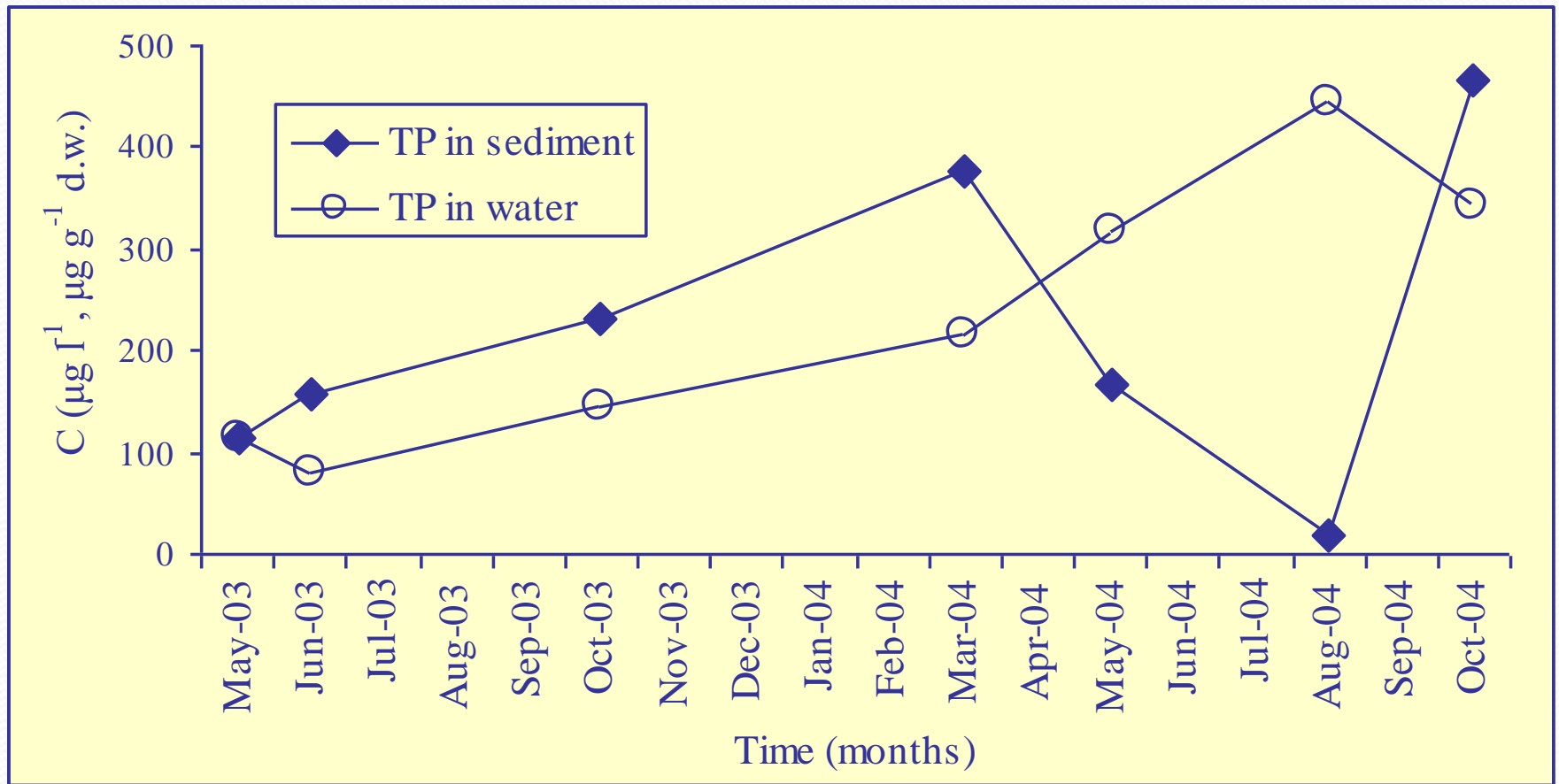




## Κατανομή θρεπτικών ουσιών στην επιφάνεια και τον πυθμένα



## TP εποχιακές διακυμάνσεις στα νερά και τα ιζήματα του πυθμένα



## Συμπεράσματα

- Υπήρξε σημαντική διαστρωμάτωση τον Μάρτιο του 2004
- Μια κατακόρυφη κλίση του pH και του διαλυμένου οξυγόνου παρατηρείται σε ολόκληρο το υδάτινο σώμα της λιμνοθάλασσας, με τις τιμές να μειώνονται με το βάθος λόγω της φωτοσύνθεσης στην επιφάνεια και της ανοργανοποίησης στο νερό του βυθού.
- Η συγκέντρωση θρεπτικών ουσιών στο νερό του βυθού ήταν γενικά υψηλότερη από τα επιφανειακά νερά
- Το Chl-a μέγιστο παρατηρήθηκε τον Μάιο και τον Οκτώβριο
- Η συνολική συγκέντρωση φωσφόρου στη στήλη του νερού αυξάνεται την καλοκαιρινή περίοδο, παρά τη σημαντική εξάλειψη της εισροής γλυκού νερού που καταδεικνύει την επίδραση των ιζημάτων του πυθμένα στην ποιότητα του νερού της λιμνοθάλασσας Βιστώνης



# Παρακολούθηση εκβολής ποταμού με αλμυρή σφήνα

## Σκοπός της μελέτης

- Μελέτη της δυναμικής της σφήνας αλατιού και της ποιότητας του νερού
- Προσδιορισμός της εξάρτησης των παραμέτρων από τις τιμές αλατότητας, προκειμένου να προσδιοριστεί η πηγή των θρεπτικών συστατικών (γη ή παράκτια ύδατα)
- Προσδιορισμός των εποχιακών και χωρικών διακυμάνσεων των φυσικοχημικών παραμέτρων και της θρεπτικής κατάστασης στις εκβολές του ποταμού Στρυμόνα

# Περιοχή μελέτης: Εκβολές ποταμού Στρυμόνα



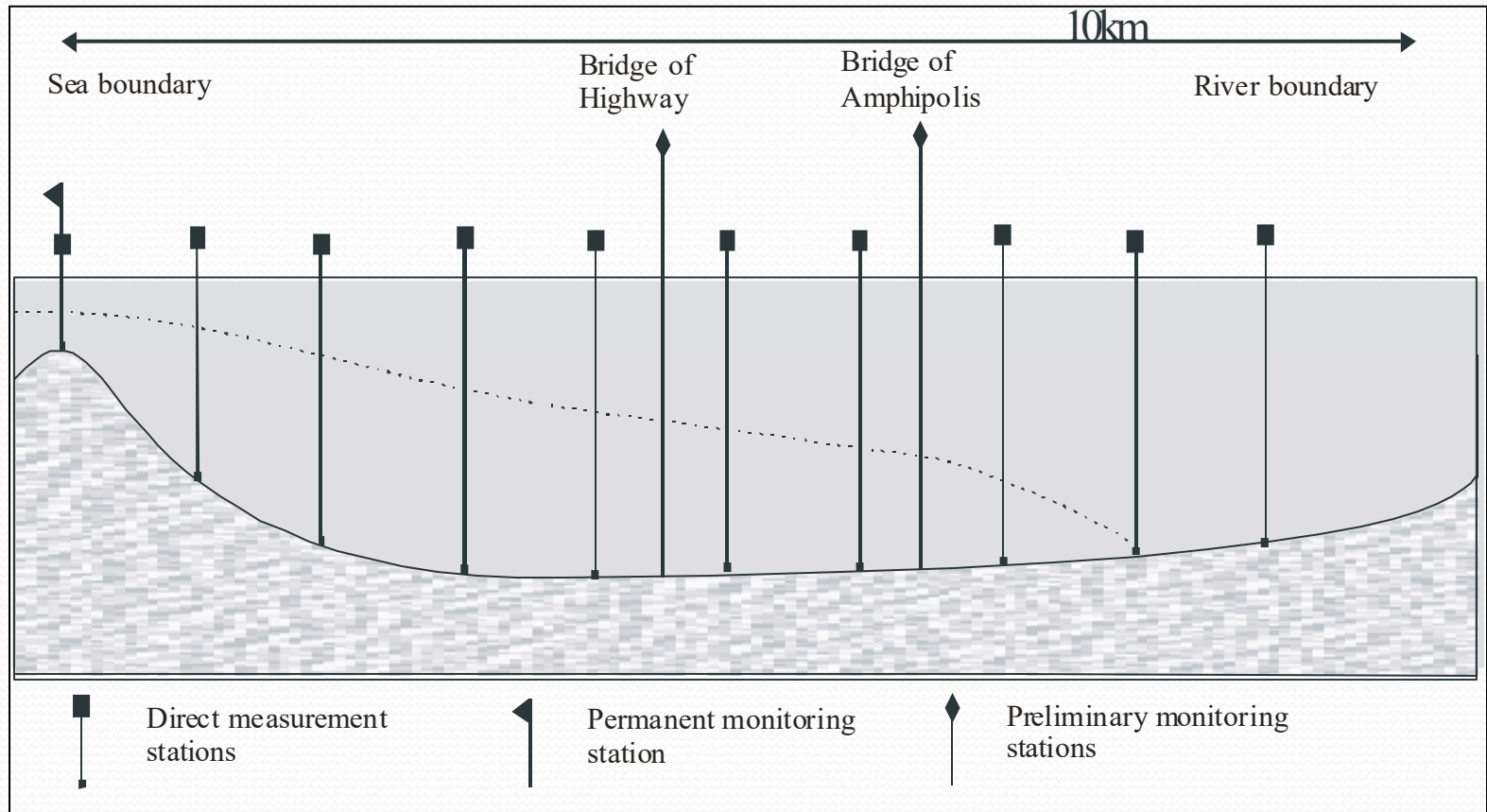
## Χαρακτηριστικά ποταμού

- Διασυνοριακός ποταμός
- Μήκος καναλιού 315 χλμ
- Παροχή Λίμνης Κερκίνης 0 – 253 m<sup>3</sup>/s

## Χαρακτηριστικά εκβολής

- Παράκτιος πεδινός τύπος
- Εύρος παλίρροιας: 0,45 m
- Εμβέλεια παλίρροιας: 0,10 m
- Μέσο βάθος: 3 m
- Μέσο πλάτος: 64 m

# Θέσεις δειγματοληψίας



# Τεχνική και συχνότητα παρακολούθησης

## Στο οριζόντιο επίπεδο

Κάθε 500-1.000 μ5-8 σταθμοί

## Στο κάθετο επίπεδο

κάθε 0,25 m στο γλυκό νερόκάθε 0,25 m σε αλμυρό νερό

## Συνθήκες δειγματοληψίας

- Περίοδος: Ιούλιος – Οκτώβριος (ελάχιστη απόρριψη γλυκού νερού)
- Παλίρροια: χαμηλή– υψηλή– μέση
- Διάφορες μετεωρολογικές συνθήκες: βροχή, άνεμος κ.λπ.
- Διάρκεια δειγματοληψίας
- 12-13 hrs



# Παράμετροι

## ΠΕΔΙΟ

- Θερμοκρασία
- Αγωγιμότητα
- Αλατότητα
- pH
- Διαλυμένο οξυγόνο
- Ταχύτητα
- Παλιρροιακό ύψος
- Μετεωρολογικά στοιχεία

## ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ

- BOD
- Ολικά αιωρούμενα στερεά
- Νιτρώδη
- Νιτρικά
- Ολικό άζωτο Kjeldahl
- Ορθοφωσφορικό
- Ολικός φώσφορος
- Χλωροφύλλη-α

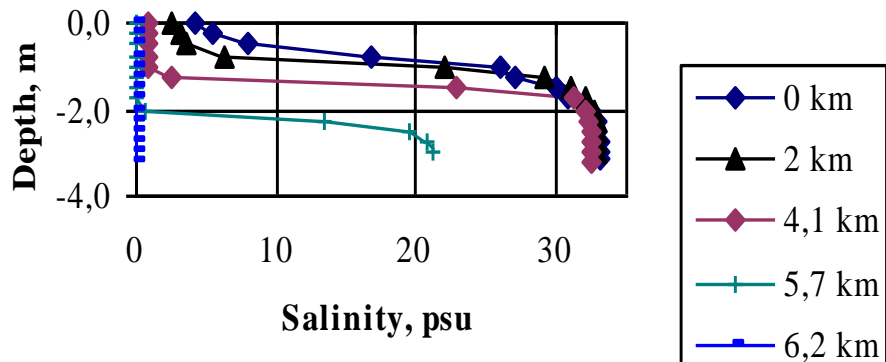
# Όργανα Δειγματοληψίας

Instruments	Type	Parameters
Current meter I	Valeport, BFM 001	Velocity $v_x$ direction
Current meter II	Valeport, 106	Velocity $v_x$ direction
Current meter III	Valeport, 801	Velocity $v_x$ direction
Current meter VI	Nortek, Vector	Velocity $v_x, v_y, v_z$ , water level, direction, temperature
Water level recorder	Valeport, VLR 740	Water level
CTD	Idronaut 301	Conductivity, temperature, dissolved oxygen
Oxygen meter	WTW, Oxi 197	Dissolved oxygen
pH meter	WTW, pH 197	pH
Conductivity	WTW, LF 197	Conductivity, salinity, TDS
GPS	Magellan	Longitude, latitude
Meteorological station	ELE	Rainfall, solar radiance, pressure, air temperature and moisture, soil temperature, wind direction and velocity

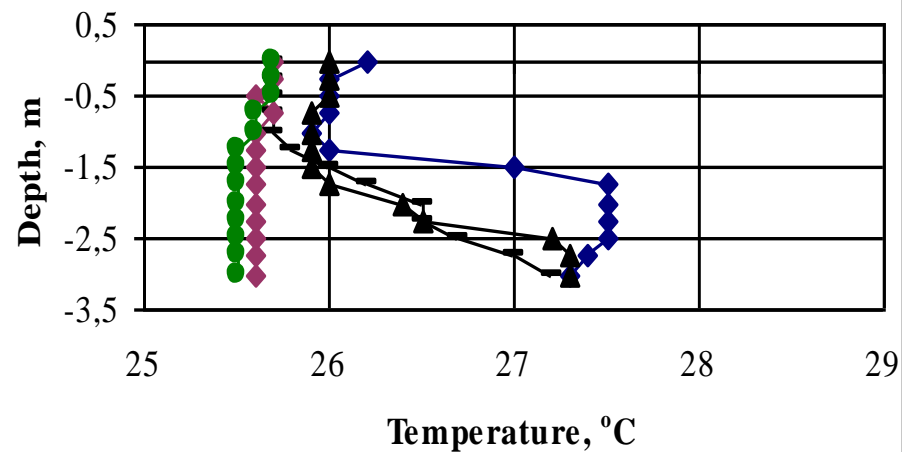
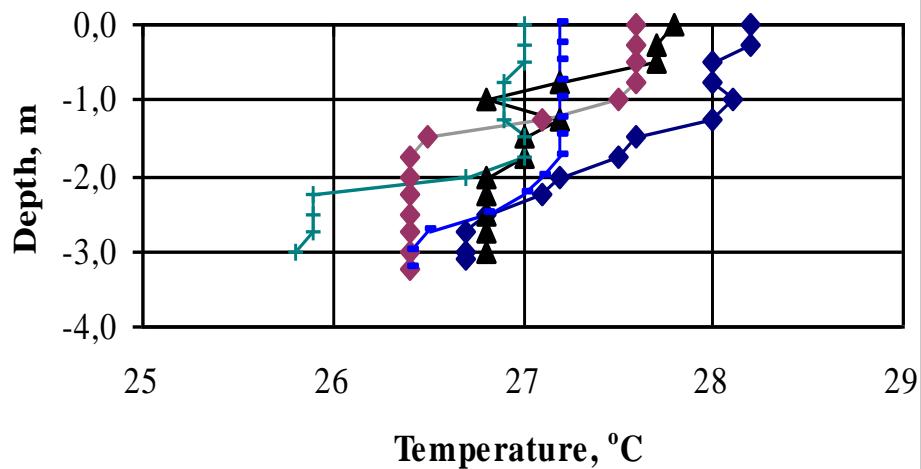
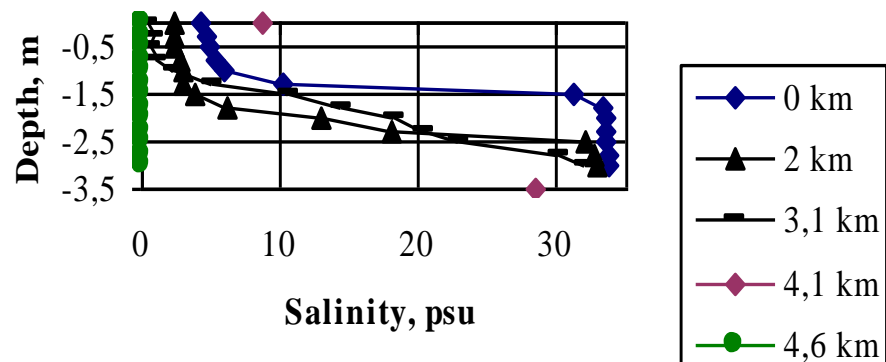


# Αποτελέσματα

17/07/03

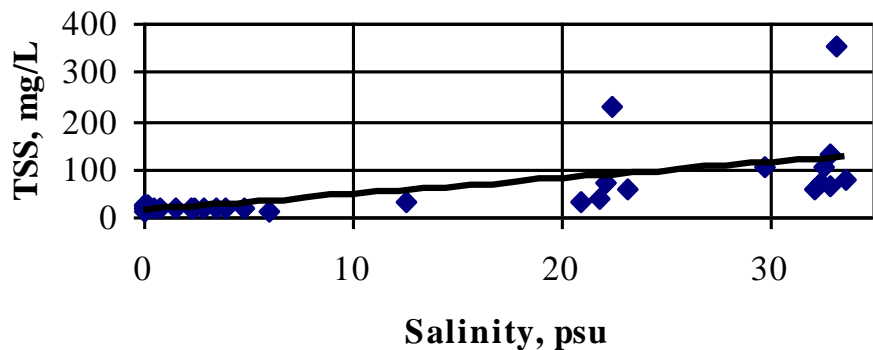


31/08/03

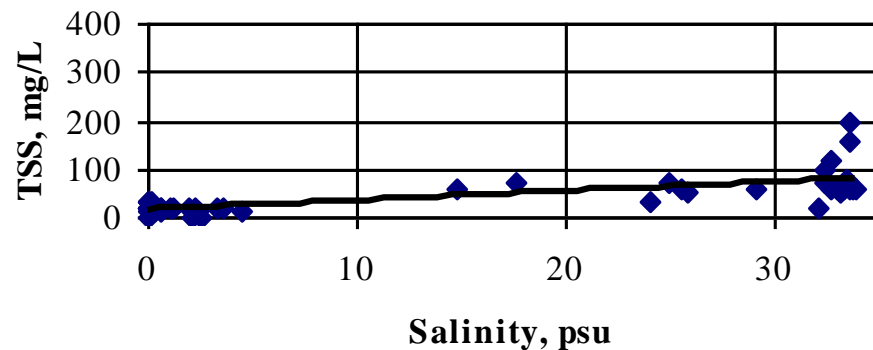


# Αποτελέσματα

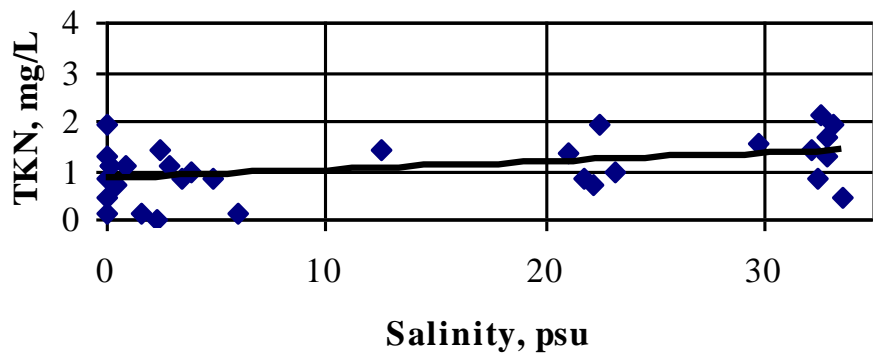
17/07/03



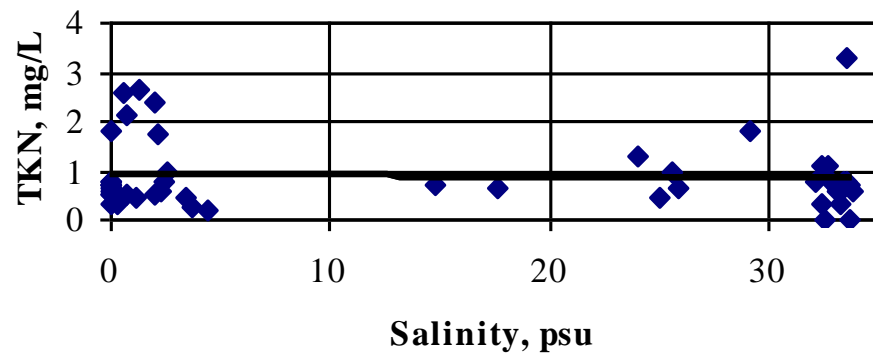
31/08/03



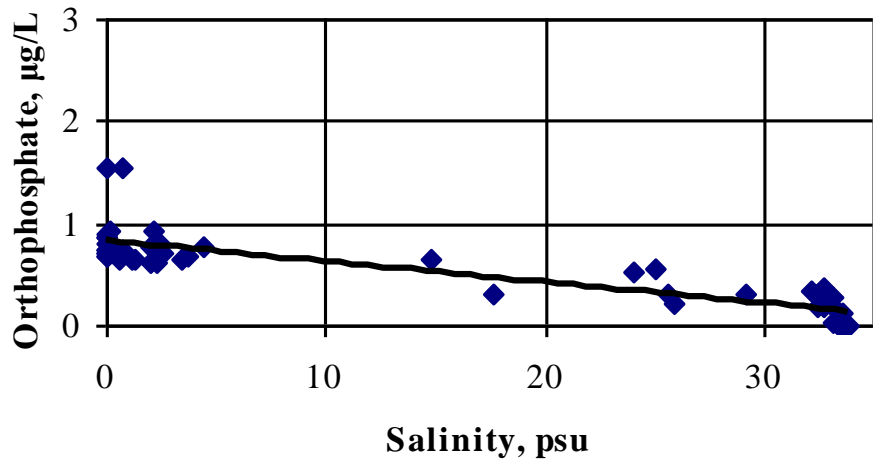
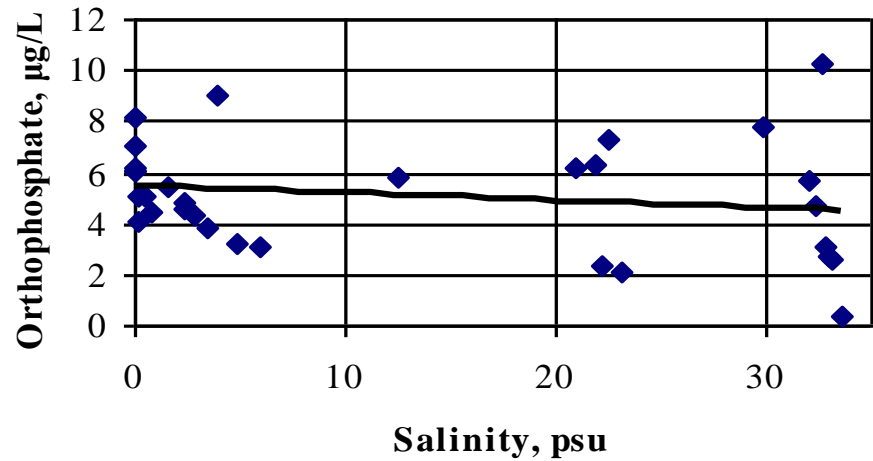
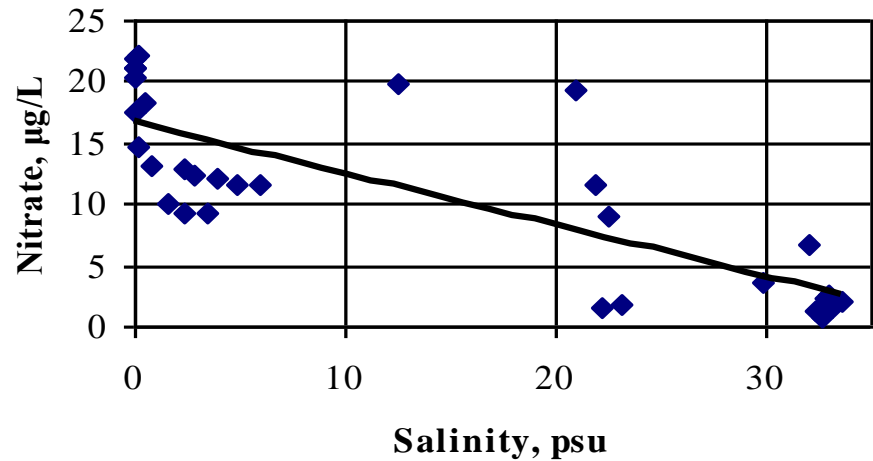
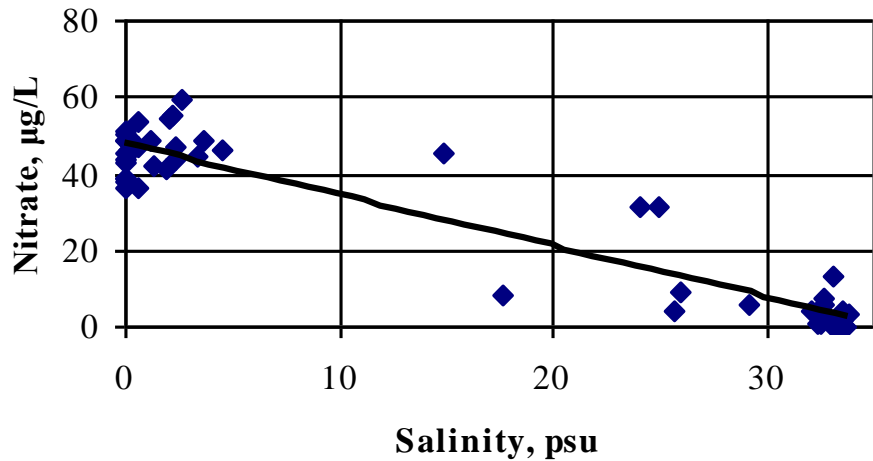
17/07/03



31/08/03



# Αποτελέσματα



# Αποτελέσματα – γλυκό νερό

	Nov-2002			Apr-2003			Jun-2003			Jul-2003			Aug-2003			
Qm <sup>3</sup> /s	90			85			25			14			15			
	μ	SD	n	μ	SD	n	μ	SD	n	μ	SD	n	μ	SD	n	
Values																
BOD	-	-	-	-	-	-	3.20	0.71	4	5.44	3.95	5	8.68	2.68	13	
TSS	-	-	-	-	-	-	53.33	39.45	4	26.28	33.40	37	17.83	12.09	46	
NO <sub>2</sub>	0.92	0.29	20	2.22	0.23	9	1.41	0.06	4	0.67	0.20	37	0.41	0.28	46	
NO <sub>3</sub>	29.23	18.37	20	35.02	3.05	9	161.86	40.23	4	17.65	5.94	37	38.31	11.12	46	
TKN	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.52	0.53	37	0.75	0.65	46	
PO <sub>4</sub>	5.86	1.94	10	-	-	9	16.43	5.59	4	4.34	1.61	37	0.67	0.29	46	
TP	-	-	-	-	-	-	4.59	2.47	4	12.63	9.35	37	2.40	2.73	46	
Chl	9.64	4.87	20	8.71	4.51	9	0.65	1.45	4	11.52	5.87	37	8.17	3.31	46	

# Αποτελέσματα – αλμυρό νερό

	Nov-2002			Apr-2003			Jun-2003			Jul-2003			Aug-2003		
Qm <sup>3</sup> /s	90			85			25			14			15		
	μ	SD	n	μ	SD	n	μ	SD	n	μ	SD	n	μ	SD	n
Values															
BOD	*			*			3.15	1.60	4	7.90	2.68	5	8.26	2.65	11
TSS							34.10	17.56	4	80.24	74.52	37	87.44	66.28	39
NO <sub>2</sub>							0.84	0.59	4	0.42	0.24	37	0.25	0.26	39
NO <sub>3</sub>							116.09	84.00	4	8.27	7.32	37	6.53	9.36	39
TKN							-	-	-	0.74	0.68	37	0.83	0.57	39
PO <sub>4</sub>							11.41	6.28	4	3.82	2.25	37	0.17	0.18	39
TP							3.35	1.90	4	12.33	10.17	37	1.39	1.12	39
Chl							0.00	0.00	4	6.52	5.54	37	3.93	3.39	39



## Συμπεράσματα

- Τα αιωρούμενα στερεά είναι υψηλότερα στο βαθύ στρώμα αλμυρού νερού, λόγω της συνδυασμένης επίδρασης της επαναιώρησης των ιζημάτων του πυθμένα και της παρουσίας της διεπαφής γλυκού αλμυρού νερού, η οποία λειτουργεί ως φίλτρο, συσσωρεύοντας αιωρούμενα ιζήματα που μεταφέρονται από τον ποταμό
- Τα νιτρώδη παρουσιάζουν μεγαλύτερες συγκεντρώσεις τον Απρίλιο, πιθανότατα προκύπτουν από μη σημειακές πηγές ρύπων
- Παρατηρήθηκαν υψηλά επίπεδα συγκεντρώσεων νιτρικών σε όλη την περίοδο δειγματοληψίας, παρουσιάζοντας μικρές απώλειες ή κέρδη από τη βιολογική δραστηριότητα. Στις περισσότερες περιπτώσεις ανιχνεύθηκε απότομη μείωση νιτρικών κάτω από τη διεπαφή γλυκού-αλατιού νερού

## Συμπεράσματα

- Τα μικρά επίπεδα χλωροφύλλης-α και η αντίστροφη σχέση μεταξύ χλωροφύλλης-α και TSS αποκαλύπτουν ότι η θολότητα και η κατακόρυφη στρωματοποίηση περιορίζουν το διερχόμενο ηλιακό φως και αναστέλλουν την πρωτογενή παραγωγή
- Οι εκβολές υφίστανται συνθήκες υποξίας κατά την καλοκαιρινή περίοδο
- Γενικά, το TSS και το TKN εμφάνισαν αυξημένες τιμές στο στρώμα του πυθμένα αλατιού και χαμηλότερες στο στρώμα του γλυκού νερού, εκτός από τον Αύγουστο του 2003. Αυτό μπορεί να οφείλεται στον θάνατο και την αποσύνθεση του φυτοπλαγκτού του γλυκού νερού και στην πρόσληψη οργανικού αζώτου στο κάτω στρώμα από το θαλάσσιο οργανισμών

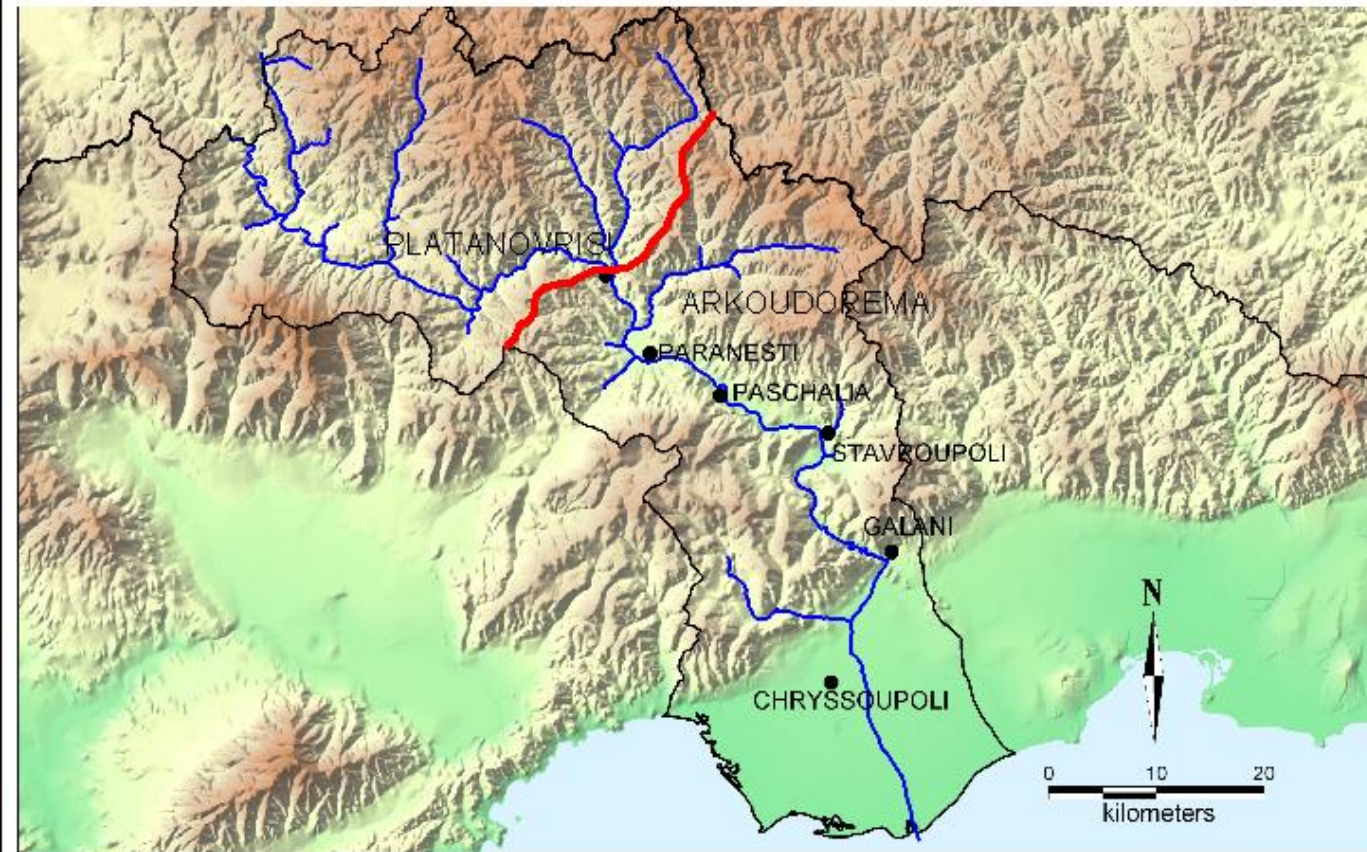


# Παρακολούθηση διασυνοριακού ποταμού

# Ποταμός Έβρος



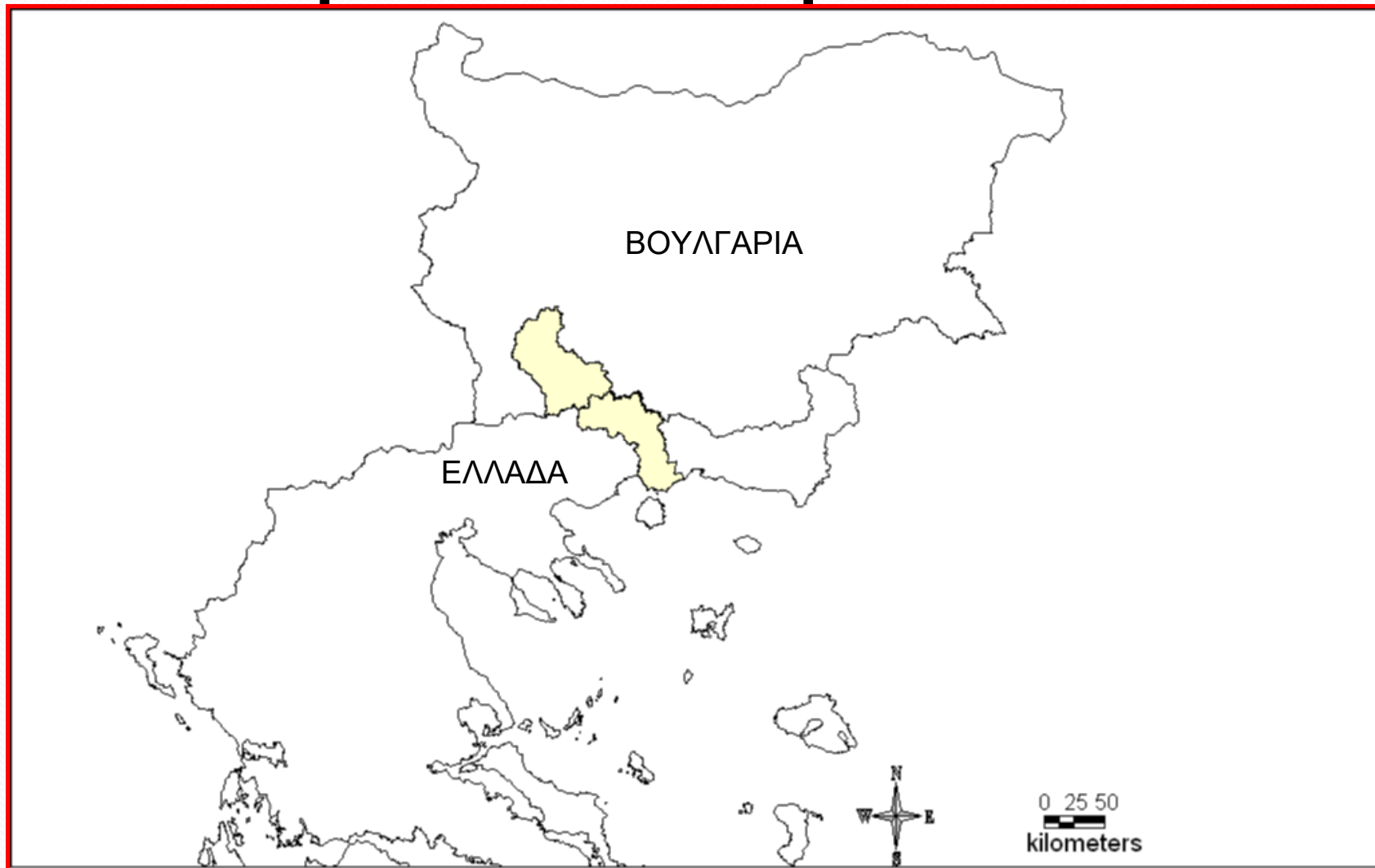
# Ποταμός Νέστος

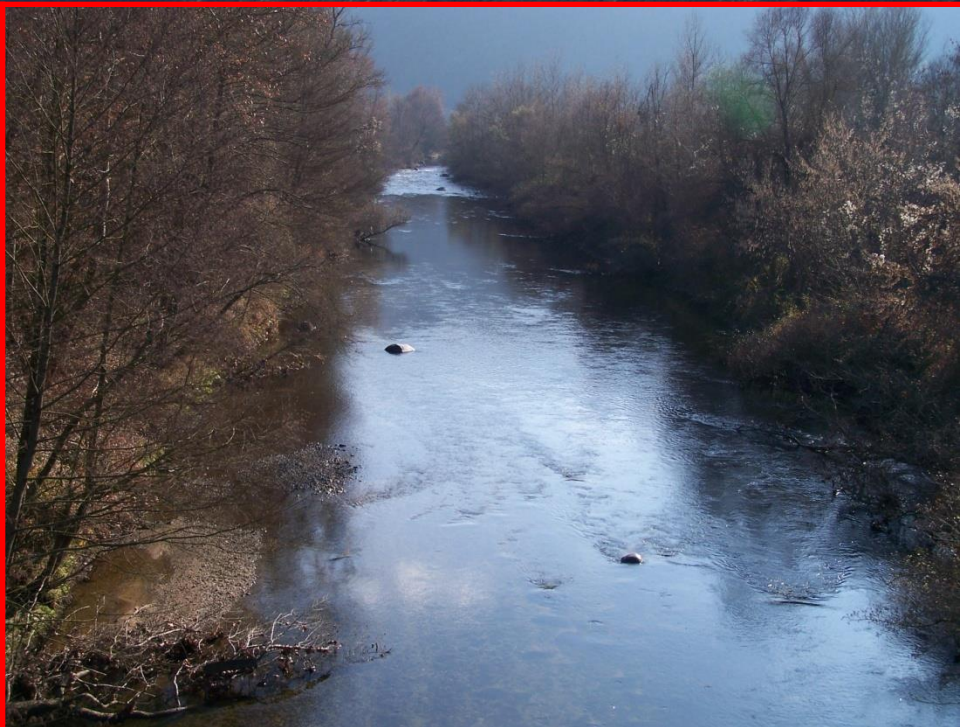
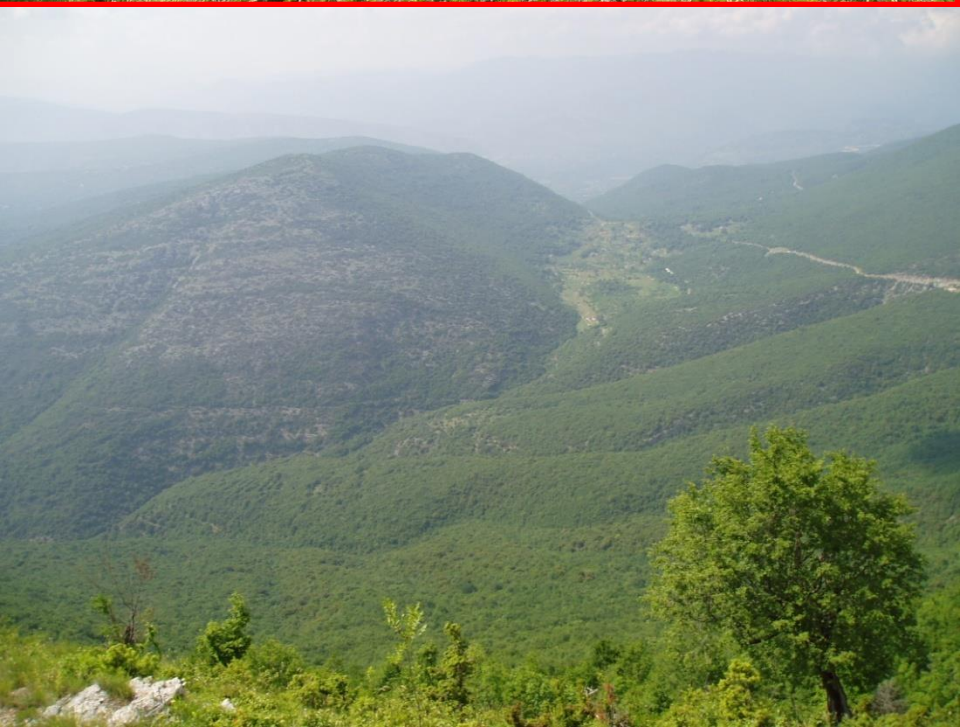


# Γενικά Χαρακτηριστικά του ποταμού Νέστου

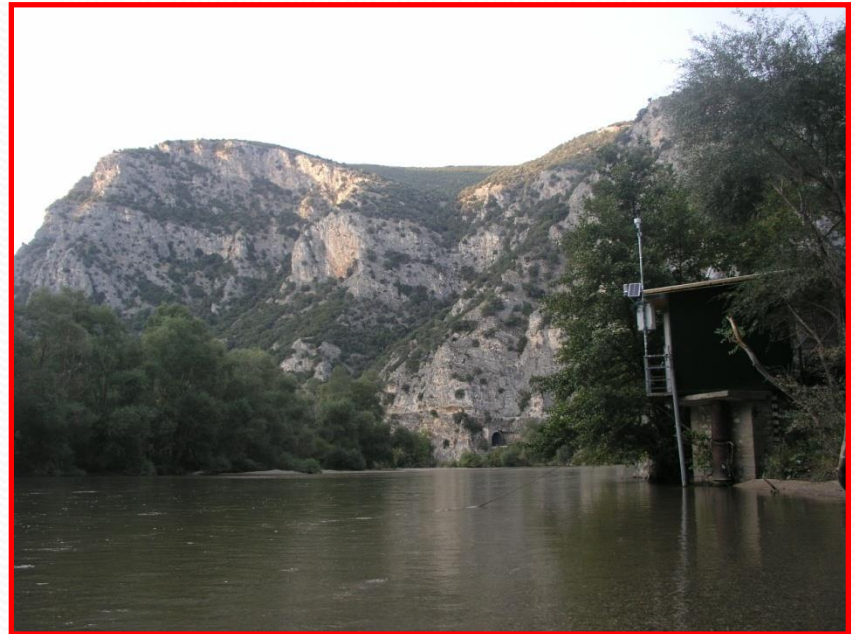
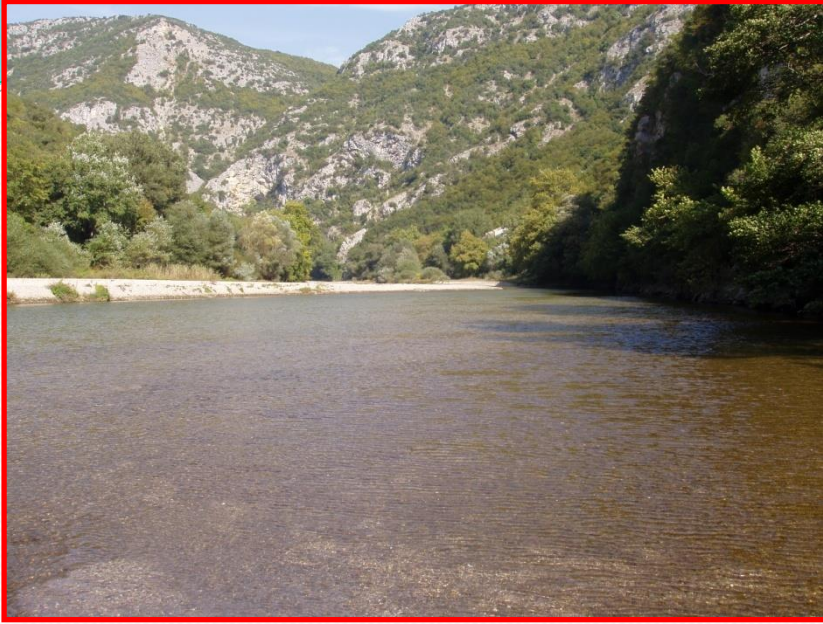
- Συνολική έκταση λεκάνης απορροής: 5.479 km<sup>2</sup>
  - Στη Βουλγαρία: περίπου 63%
  - Στην Ελλάδα: 2.042 km<sup>2</sup>
  - Δέλτα: 440 km<sup>2</sup>
- Total length: 243 km
  - In Greece: 130 km

# Λεκάνη του ποταμού Νέστου











# Περιβαλλοντικά προβλήματα του ποταμού Νέστου

- Αλλαγές της μορφολογίας και του υδρολογικού καθεστώτος του συστήματος
  - Κατασκευή δύο υδροηλεκτρικών φραγμάτων (Θησαύρου και Πλατανόβρυσης)
  - Συνεχής προσαρμογή της εκροής ποταμού
- Διακυμάνσεις ποιότητας νερού
  - Ρύπανση από σημειακές και μη σημειακές πηγές (αστική, βιομηχανική και γεωργική ρύπανση)

# Δράσεις

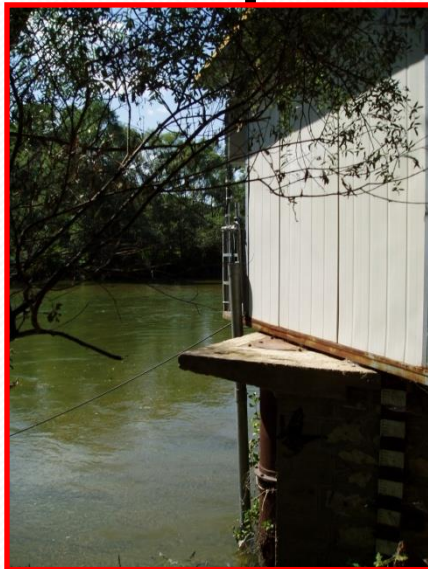
1. Ανάπτυξη δικτύου αυτογραφικών σταθμών συλλογής μετεωρολογικών, υδρολογικών και υδάτων
2. Παρακολούθηση ποσότητας και ποιότητας νερού του ποταμού Νέστου σε έξι επιλεγμένες θέσεις δειγματοληψίας κατά μήκος του ποταμού
3. Ανάπτυξη πρωτοκόλλου παρακολούθησης στην παράκτια ζώνη του ποταμού Νέστου σε 16 θέσεις δειγματοληψίας

# Δίκτυο αυτόματων σταθμών

- 2 τηλεμετρικοί μετεωρολογικοί σταθμοί
  - Θερμοκρασία
  - Υγρασία
  - Βαρομετρική πίεση
  - Βροχόπτωση
  - Ταχύτητα ανέμου και κατεύθυνση ανέμου
- 2 τηλεμετρικοί μετεωρολογικοί-υδρολογικοί σταθμοί ποιότητας
  - Θερμοκρασία
  - Υγρασία
  - Βαρομετρική πίεση
  - Βροχόπτωση
  - Ταχύτητα ανέμου και κατεύθυνση ανέμου
  - Βάθος νερού
  - Διαλυμένο οξυγόνο
  - pH
  - Χλωροφύλλη-α
  - Θολότητα



# Δίκτυο αυτόματων σταθμών



Galani

# Δίκτυο αυτόματων σταθμών



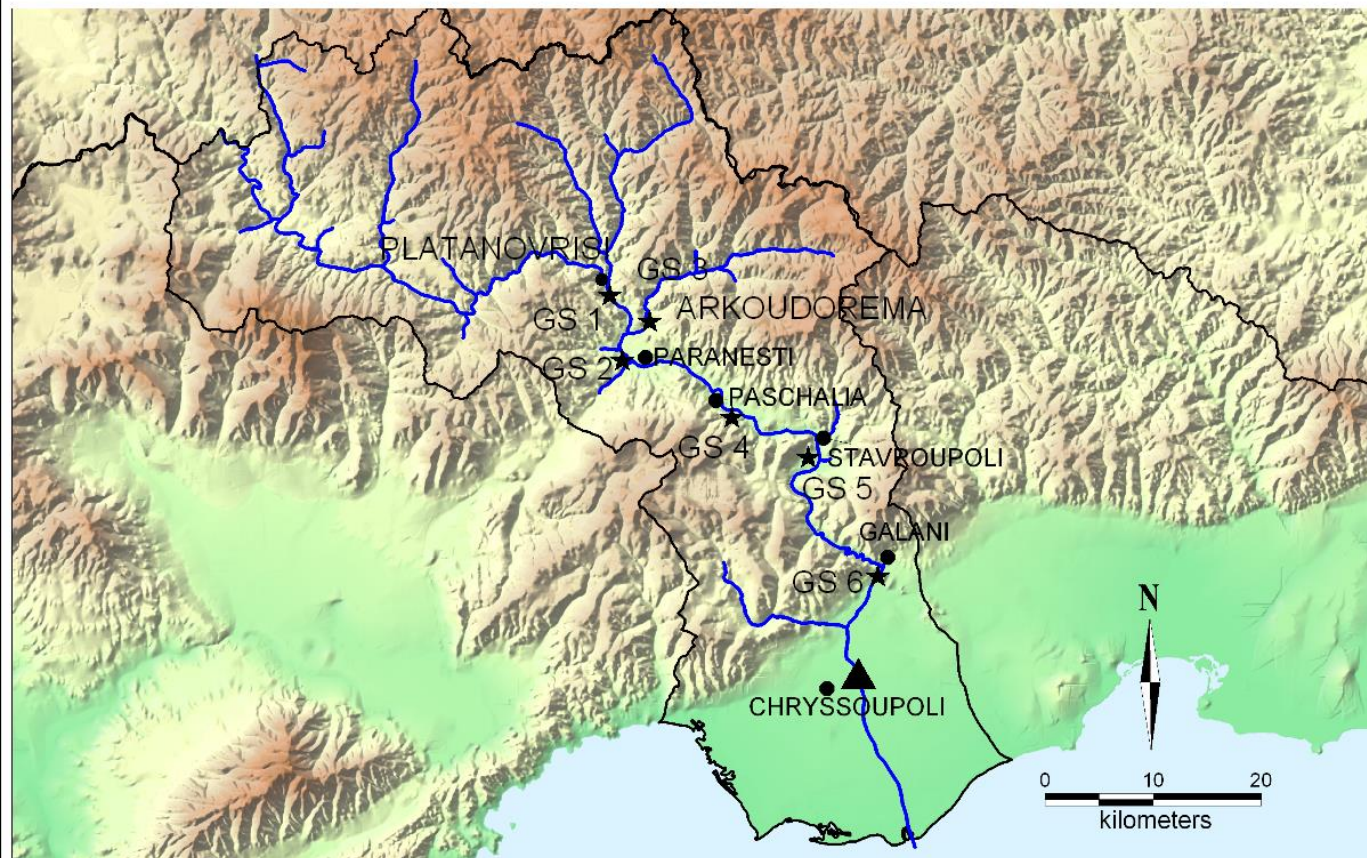
Kariofito



# Πρόγραμμα παρακολούθησης ποσότητας και ποιότητας νερού

- Εκστρατείες πεδίου σε 6 θέσεις κατά μήκος του ποταμού κάθε 15 ημέρες για:
  - Μετρήσεις βάθους και εκροής νερού με χρήση μετρητών ροής
    - Επιφανειακά νερά, πηγές
  - Επιτόπιες μετρήσεις φυσικοχημικών παραμέτρων
    - Θερμοκρασία, ηλεκτρική αγωγιμότητα, διαλυμένο οξυγόνο, pH, διαφάνεια
  - Συλλογή δειγμάτων νερού για προσδιορισμό παραμέτρων ποιότητας
    - Ολικός φώσφορος, ορθοφωσφορικά, αμμώνιο, νιτρώδες, νιτρικό, TKN, χλωροφύλλη-α, BOD, COD, βαρέα μέταλλα
  - Εποχιακή συλλογή δειγμάτων ιζήματος βυθού ποταμού για προσδιορισμό ποιοτικών παραμέτρων
    - Ολικός φώσφορος, ορθοφωσφορικά, αμμώνιο, νιτρώδες, νιτρικό, TKN, BOD, COD, βαρέα μέταλλα

# Πρόγραμμα παρακολούθησης ποσότητας και ποιότητας νερού



# Πρόγραμμα παρακολούθησης ποσότητας και ποιότητας νερού



# Πρόγραμμα παρακολούθησης ποσότητας και ποιότητας νερού



# Πρόγραμμα παρακολούθησης ποσότητας και ποιότητας νερού



Εκστρατείες κατά τη διαδρομή Σταυρούπολη-Γαλάνη

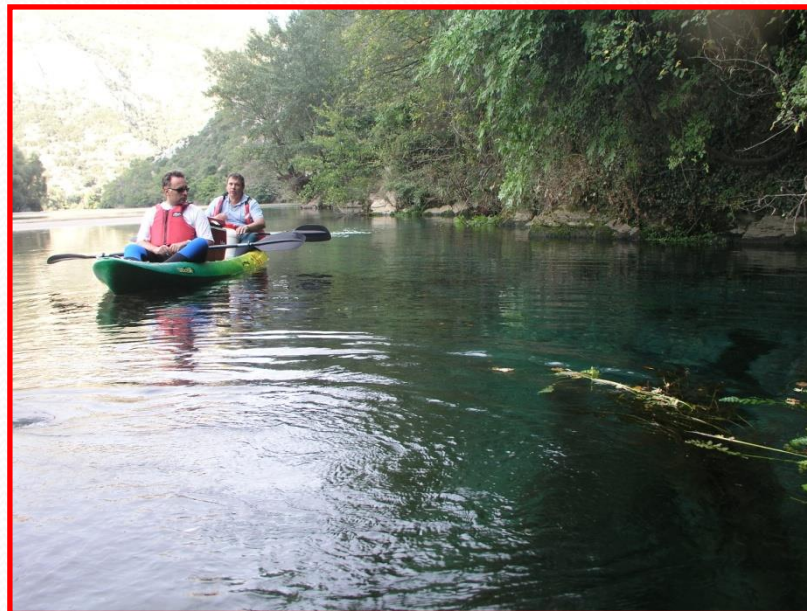
Μηνιαία / 2 εβδομάδες

Επιφανειακά νερά – με έμφαση στις πηγές





Galazia nera

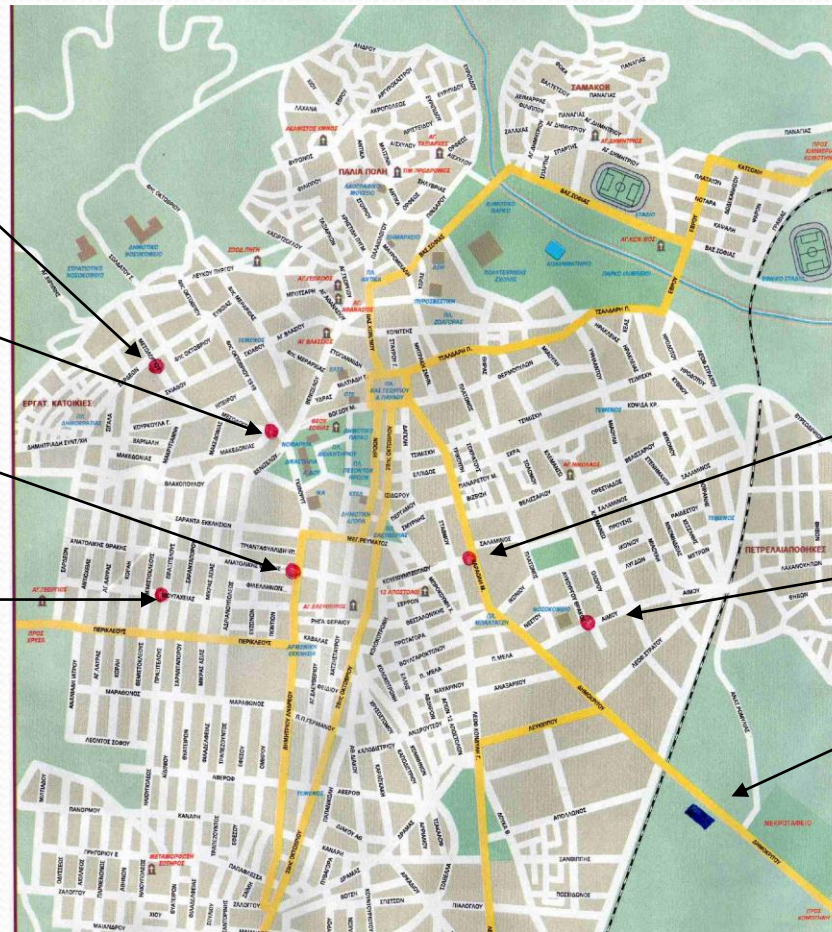


## Σκοπός της μελέτης

- Παρακολούθηση υδροδυναμικών και ποιοτικών χαρακτηριστικών των αστικών ομβρίων υδάτων στην κύρια αποχέτευση
- Μέτρηση των συγκεντρώσεων ρύπων και προσδιορισμός των πηγών ρύπων σε διάφορα σημεία δειγματοληψίας στην επιφάνεια του δρόμου και στις λεκάνες αλίευσης εντός της περιοχής αποστράγγισης



# Χάρτης της Ξάνθης με τα σημεία δειγματοληψίας



4. Messologiu Str.-End

5. Messologiu Str.-Start

2. Andreou Dimitriou Str.

1. Praksitelous Str.

3. Karaoli Str.

6. Aimou Str.

7. Main Storm Sewer

# Έξοδος Κεντρικού αγωγού ομβρίων και Θέση Δειγματοληψίας



# Όργανα που χρησιμοποιούνται στην παρακολούθηση

Instrumentation	Parameters measured	Range	Accuracy
Valeport 801 Electromagnetic current-meter	Velocity and direction	0 – 5 m/s	0.001 m/s
WTW LF 197	Conductivity	10 – $2 \times 10^6$ $\mu$ S/cm	<b><math>\pm 1.5\%</math></b>
WTW Oxi 197	Dissolved oxygen	0 – 50 mg/L	$\pm 1\%$
WTW pH 197	pH	0 – 14	<b><math>\pm 0.01</math></b>
Valeport VLR 740	Water depth	0 – 10 m	<b><math>\pm 0.1\%</math></b>

# Μετεωρολογικά Δεδομένα

Date	Rainfall (mm)	Wind Speed (m/s)	Air Temperature (°C)
02/12/02	4.4	3.2	9.1
04/12/02	21.8	2.7	12.5
05/12/02	42.4	3.4	11.3
12/12/02	0.6	2.6	1.2
17/02/03	0.0	6.4	1.1
11/03/03	0.0	2.4	7.5
14/03/03	8.8	1.9	5.1
21/03/03	1.6	2.2	5.6
22/03/03	1.4	2.4	1.7
01/04/03	5.4	2.1	9.3

# Ποιοτικά Χαρακτηριστικά Νερού στον Κύριο αγωγό ομβρίων

	Condu ctivity, μS/cm	Tempe rature °C	pH	DO, mg/L	TSS, mg/L	COD, mg/L	BOD, mg/L	PO <sub>4</sub> mg/L	NO <sub>3</sub> , mg/L	NO <sub>2</sub> , mg/L	Oil & Grease , mg/L	Total coli form, N/100 mL
<b>Min Value</b>	70.4	8.4	7.7	3.25	2.6	<3	0.3	0.12	0	0.01	1.4	0
<b>Max Value</b>	479.0	18.8	8.65	12.3	1176	40	192	22.42	1.75	0.3	1959	1700
<b>Mean Value</b>	224.8	12.7	8.31	6.01	143.4	10	24	2.68	0.41	0.07	255	522

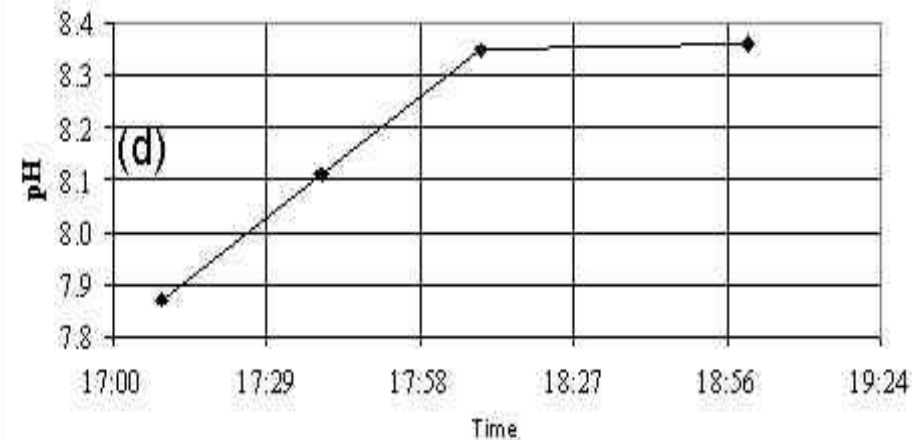
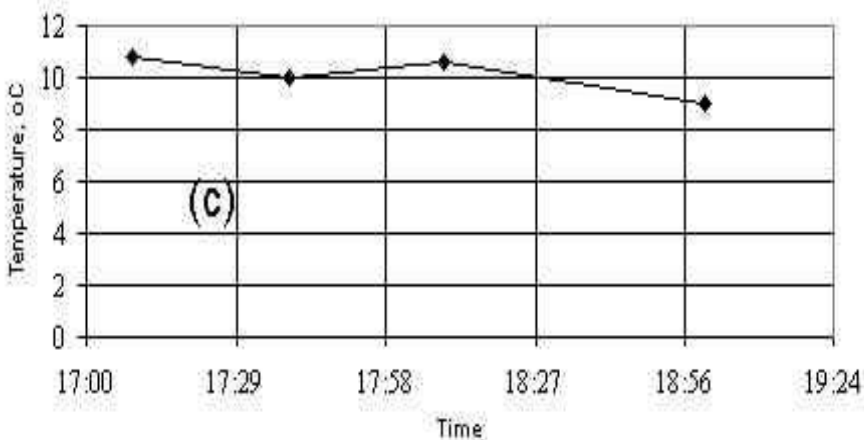
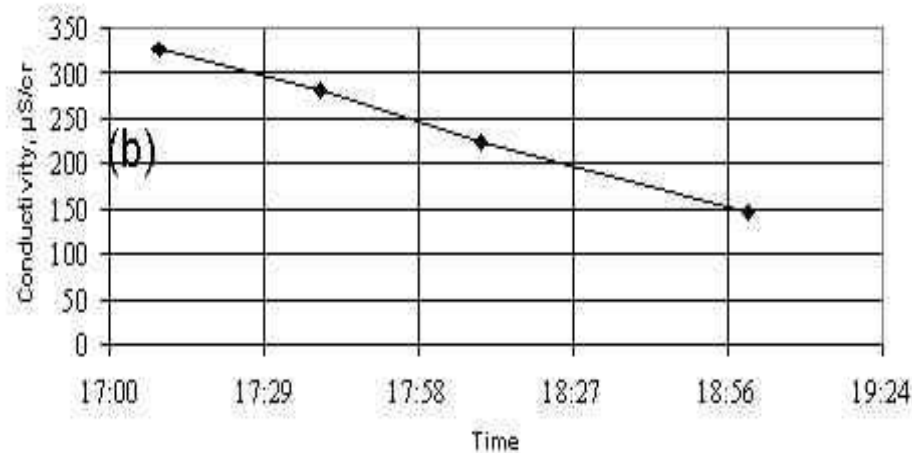
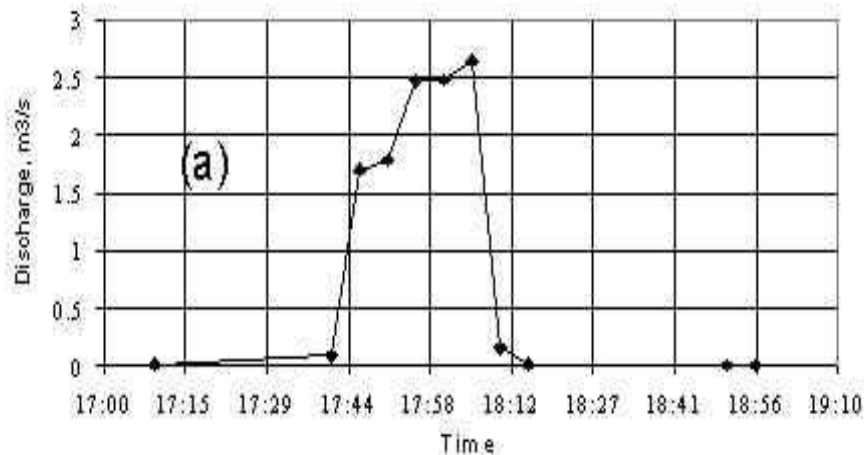
# Ποιοτικά Χαρακτηριστικά Νερού στην οδό Πραξιτέλους

	Conductivity, μS/cm	Temperature °C	pH	DO, mg/L	TSS, mg/L	PO <sub>4</sub> , mg/L	NO <sub>3</sub> , mg/L	NO <sub>2</sub> , mg/L	Oil & Grease, mg/L
<b>Street Surface Sample</b>									
<b>Min Value</b>	69.1	7.9	8.1	3.51	1.3	0.3	0.07	0.01	60
<b>Max Value</b>	331.0	13.9	9.35	7.8	193	3.32	0.56	0.12	60
<b>Mean Value</b>	141.8	11.4	8.64	5.58	88.6	1.63	0.29	0.05	60
<b>Catch Basin Sample</b>									
<b>Min Value</b>	68.1	7.9	8.05	4.26	2.6	0.22	0.09	0.01	71.4
<b>Max Value</b>	350	14.2	9.06	8.22	141.6	1.43	0.63	0.04	71.4
<b>Mean Value</b>	183.8	11.32	8.58	5.76	63.6	0.94	0.33	0.02	71.4

# Συγκεντρώσεις βαρέων μετάλλων στην οδό Πραξιτέλους

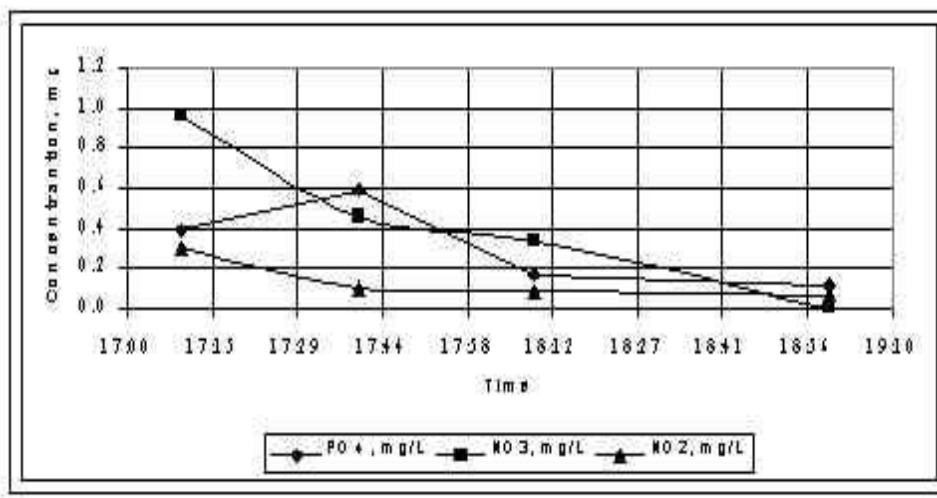
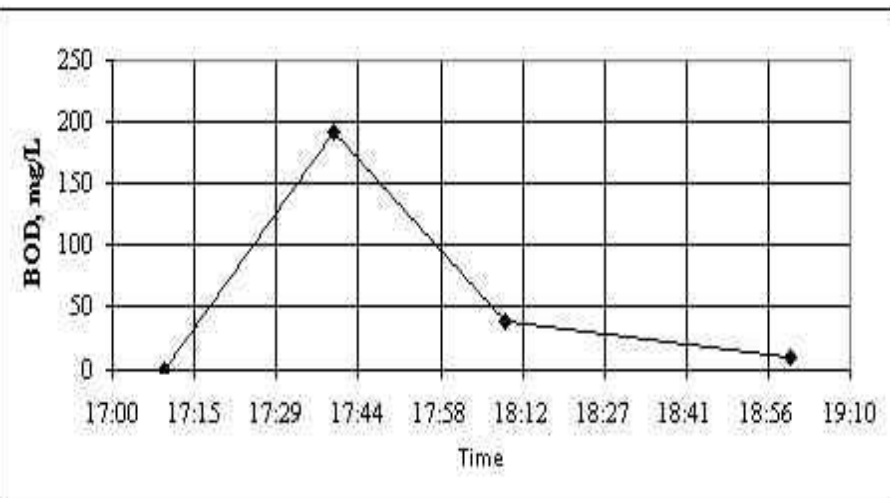
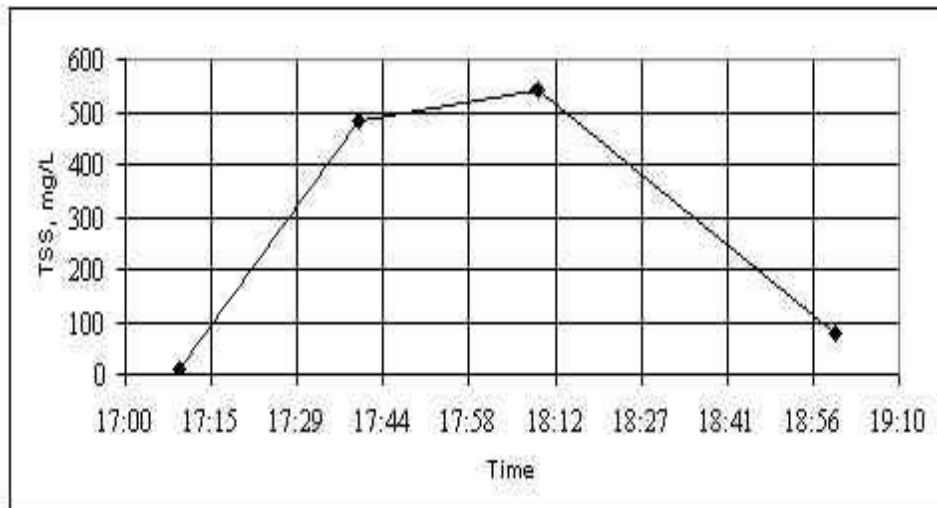
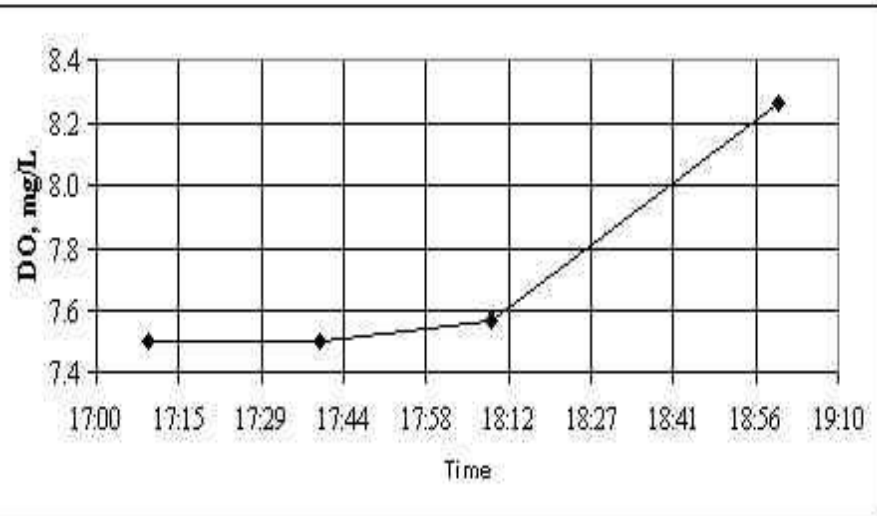
	Mn, mg/L	Pb, mg/L	Fe, mg/L	Cu, mg/L	Zn, mg/L
<b>Sewer Exit Point</b>					
<b>Min Value</b>	0	0	0.04	0	0
<b>Max Value</b>	0.23	0.24	2.5	0	0.62
<b>Mean Value</b>	0.5	0.07	0.94	0	0.22
<b>Praksitelous – Street Surface</b>					
<b>Min Value</b>	0	0.107	0.07	0	0.152
<b>Max Value</b>	0.01	0.139	0.112	0	0.187
<b>Mean Value</b>	0.006	0.123	0.09	0	0.170
<b>Praksitelous – Catch Basin</b>					
<b>Min Value</b>	0.007	0.08	0.01	0	0.09
<b>Max Value</b>	0.14	0.51	0.08	0.12	4.2
<b>Mean Value</b>	0.08	0.31	0.05	0.09	2.37

# Χαρακτηριστικά απορροής στην έξοδο του κυρίου αγωγού όμβριων (Μάρτιος 21, 2003)

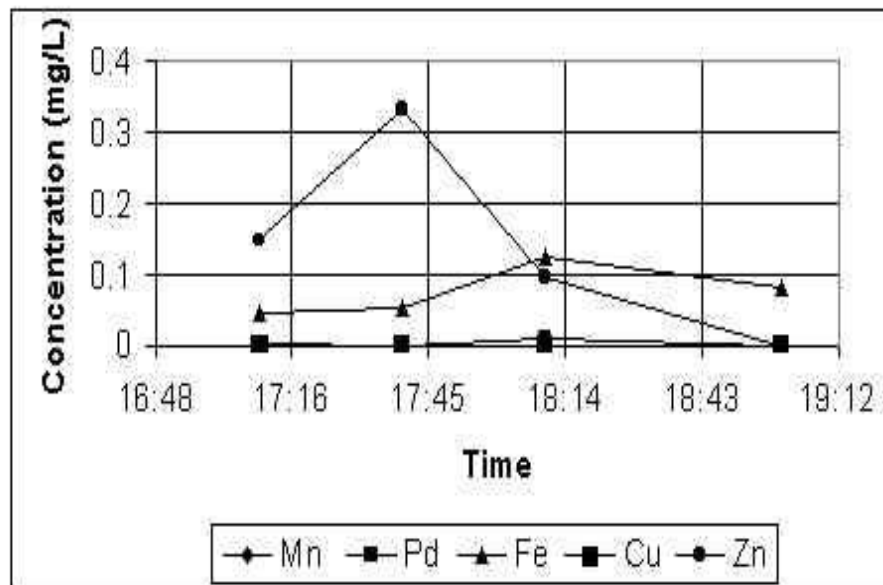
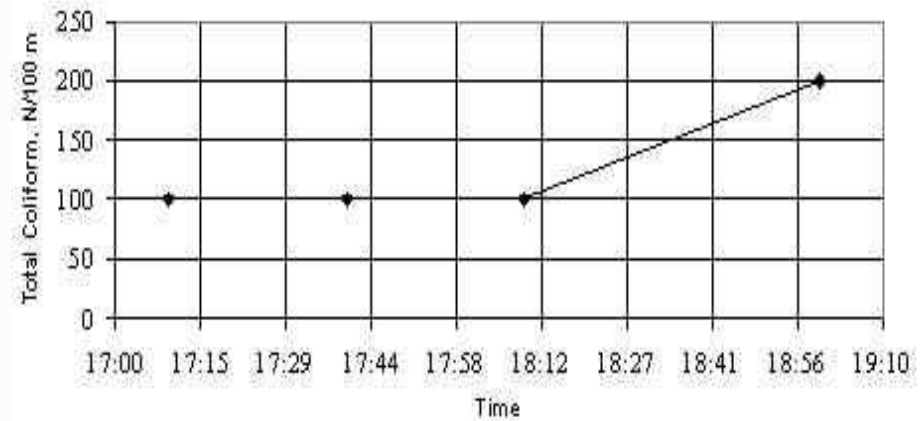
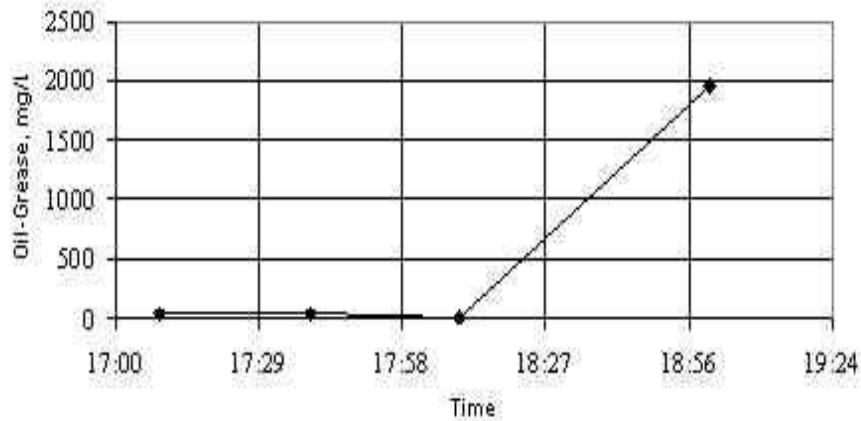




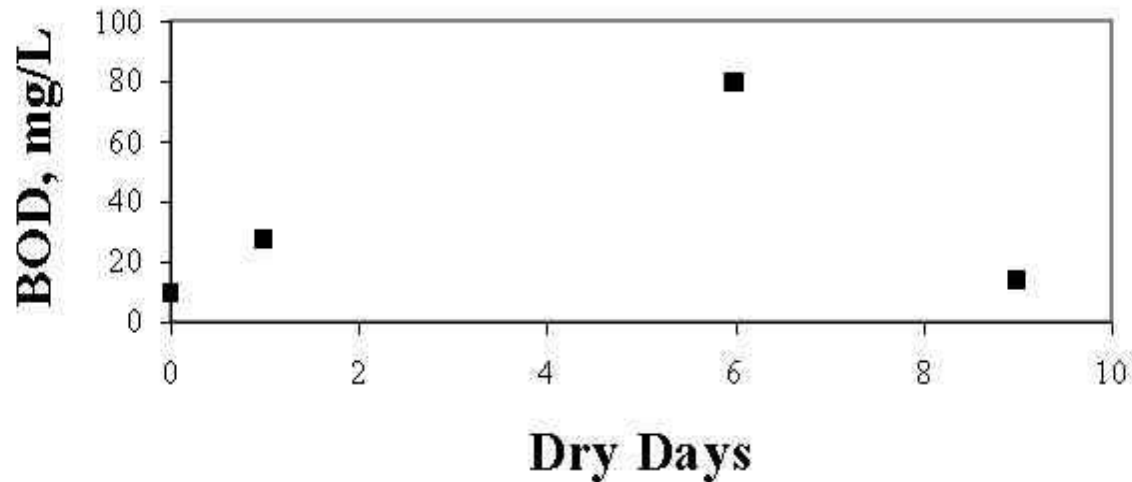
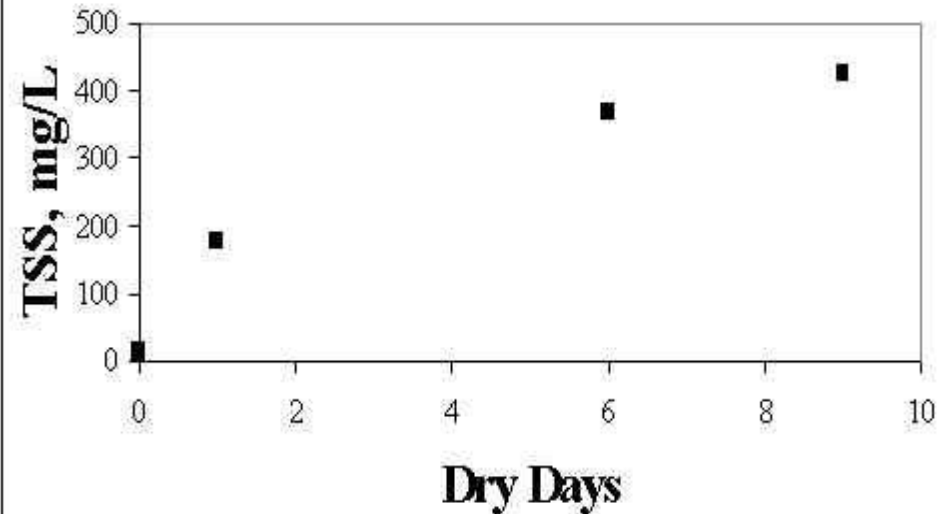
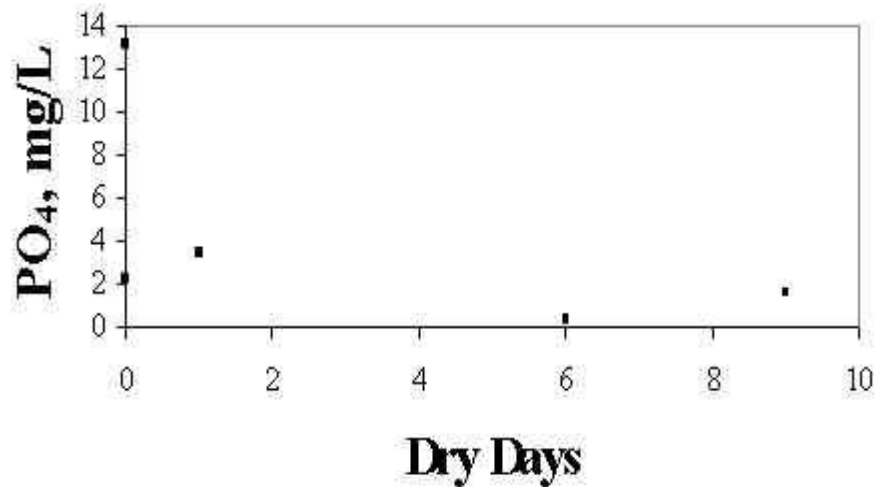
# Χαρακτηριστικά απορροής στην έξοδο του κυρίου αγωγού όμβριων (Μάρτιος 21, 2003)



# Χαρακτηριστικά απορροής στην έξοδο του κυρίου αγωγού όμβριων (Μάρτιος 21, 2003)



# Διαγράμματα συσχέτισης



# Συμπεράσματα

- Οι συγκεντρώσεις ρύπων εξαρτώνται σε μεγάλο βαθμό από τις ανθρώπινες δραστηριότητες στην πόλη:
  - Τα ορθοφωσφορικά είναι αποτέλεσμα της χρήσης απορρυπαντικών
  - Οι συγκεντρώσεις νιτρωδών και νιτρικών αλάτων είναι υψηλότερες σε περιοχές με αυξημένο κυκλοφοριακό
  - Οι συγκεντρώσεις TSS, ορθοφωσφορικών και BOD σχετίζονται στενά με το φαινόμενο της πρώτης έκπλυσης
  - Οι συγκεντρώσεις ρύπων δεν παρουσιάζουν μεγάλες διαφορές μεταξύ της επιφάνειας του δρόμου και των λεκανών αλίευσης, πιθανώς λόγω του τρόπου κατασκευής των λεκανών αλίευσης
  - Η αστική απορροή από την πόλη της Ξάνθης δεν πρέπει να αφεθεί να τελειώσει σε κανένα υδάτινο σύστημα
  - Είναι απαραίτητη η εφαρμογή Βέλτιστων Πρακτικών Διαχείρισης εντός της περιοχής αποχέτευσης

# Περιεχόμενα

- Σκοπός
- Περιγραφή Περιοχής Μελέτης
- Περιγραφή Δειγματοληψιών
- Αποτελέσματα
- Συμπεράσματα

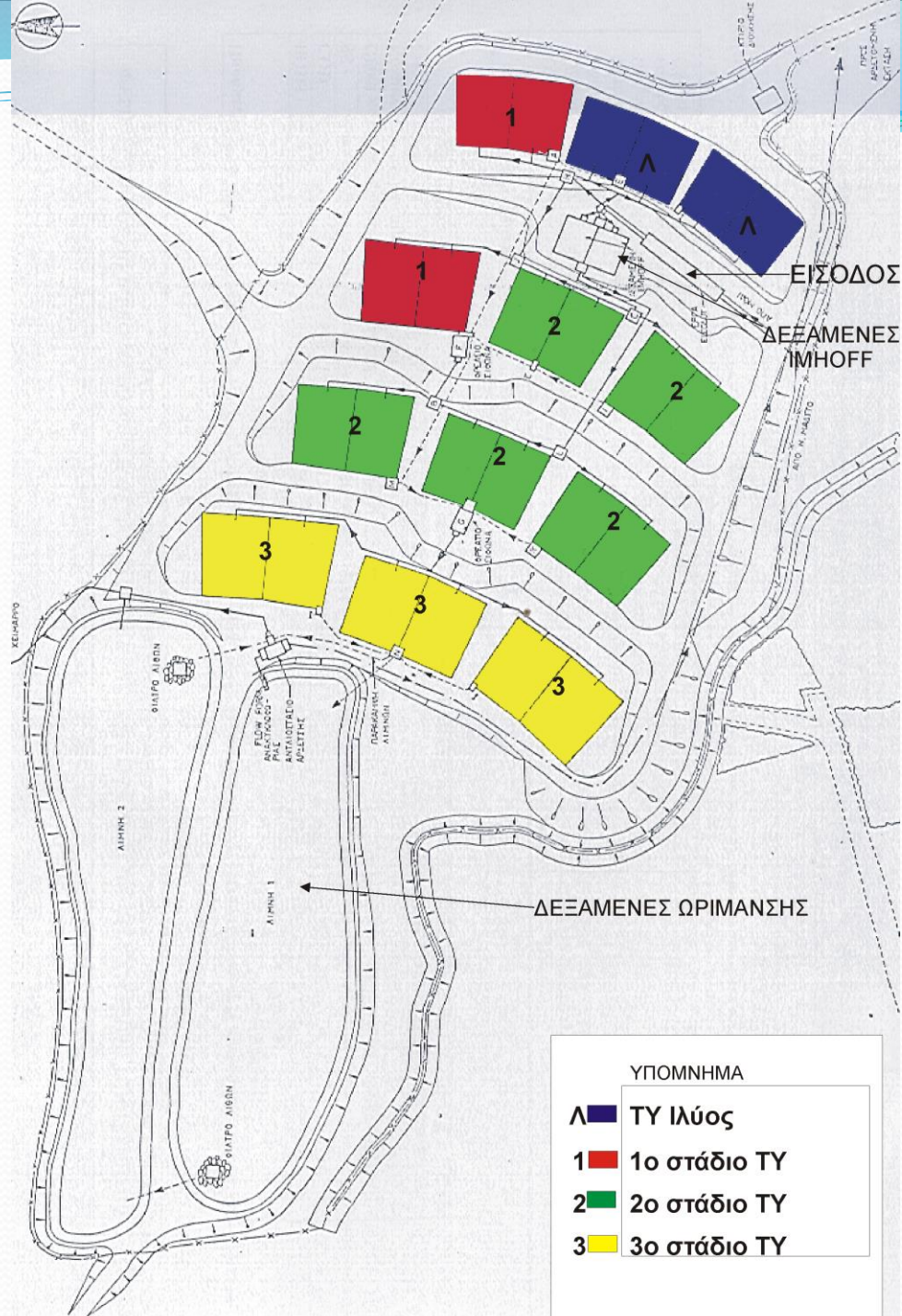
# Σκοπός της Εργασίας

- Η παρουσίαση των αποτελεσμάτων μετρήσεων ποιοτικών παραμέτρων για περίπου 1,5 χρόνο στο Τεχνητό Υγροβιότοπο της Ν. Μαδύτου
- Η εκτίμηση της λειτουργίας του Τεχνητού Υγροβιότοπου στην αφαίρεση ρύπων

# Περιγραφή Τεχνητού Υδροβιότοπου

- Εξυπηρετούμενος Πληθυσμός: 3000 ι.κ. (2500 ι.κ. σήμερα)
- Συνολική έκταση Εγκατάστασης: 25 στρέμματα
- Στάδια Εγκατάστασης:
  - Εσχάρωση
  - Πρωτοβάθμια Καθίζηση (2 Δεξαμενές Imhoff)
  - 1ο Στάδιο Τ.Υ. Κατακόρυφης Ροής (4 κλίνες)
  - 2ο Στάδιο Τ.Υ. Κατακόρυφη Ροής (10 κλίνες)
  - 3ο Στάδιο Τ.Υ. Κατακόρυφη Ροής (6 κλίνες)
  - Δεξαμενές Ωρίμανσης (2 Δεξαμενές Συνολικής Έκτασης 5000 m<sup>2</sup>)
  - Τ.Υ. Κατακόρυφης Ροής για την Επεξεργασία Ιλύος (4 κλίνες)

K





# ΤΕΧΝΗΤΟΣ ΥΓΡΟΒΙΟΤΟΠΟΣ Ν. ΜΑΔΥΤΟΥ



Εισροή



Δεξαμενές  
Imhoff

# ... ΤΕΧΝΗΤΟΣ ΥΓΡΟΒΙΟΤΟΠΟΣ Ν. ΜΑΔΥΤΟΥ



Κλίνες Εήρασης Λάσπης

1<sup>ο</sup> Στάδιο Τεχν.  
Υγροβιοτόπων  
(26-3-2004)



# ... ΤΕΧΝΗΤΟΣ ΥΓΡΟΒΙΟΤΟΠΟΣ Ν. ΜΑΔΥΤΟΥ



# ... ΤΕΧΝΗΤΟΣ ΥΓΡΟΒΙΟΤΟΠΟΣ Ν. ΜΑΔΥΤΟΥ



26-3-2004

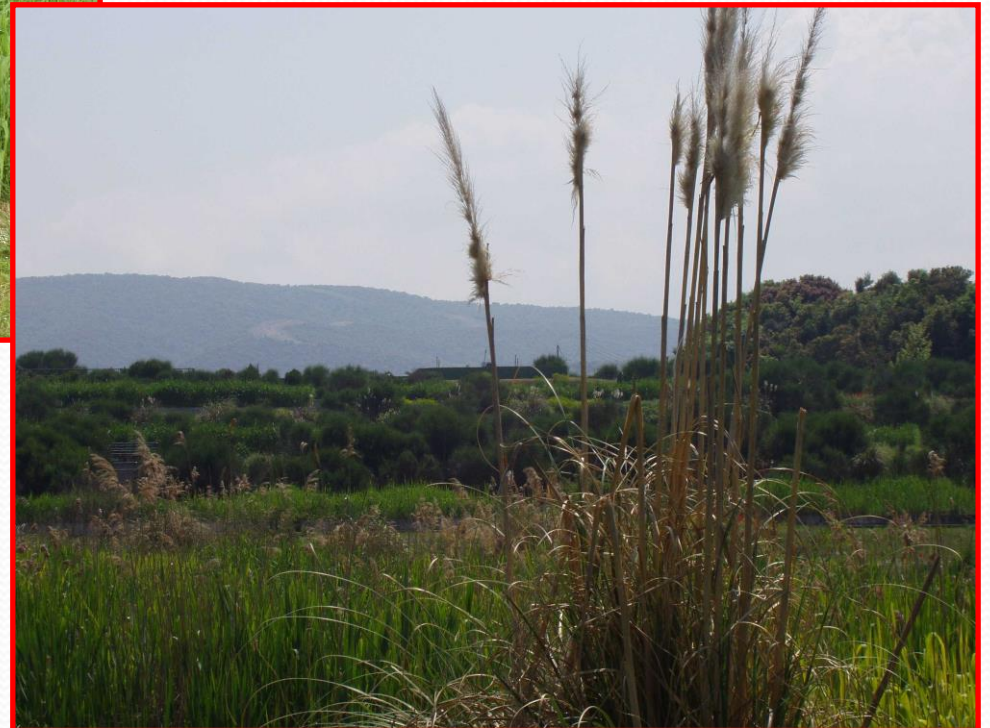
1-4-2004



# ... ΤΕΧΝΗΤΟΣ ΥΓΡΟΒΙΟΤΟΠΟΣ Ν. ΜΑΔΥΤΟΥ



22-4-2004



# ... ΤΕΧΝΗΤΟΣ ΥΓΡΟΒΙΟΤΟΠΟΣ Ν. ΜΑΔΥΤΟΥ



# Παράμετροι Πεδίου και Εργαστηριακών Αναλύσεων

24 δειγματοληψίες από Μάρτιο 2004 έως Σεπτέμβριο 2005

## □ Στο Πεδίο

- Θερμοκρασία (T)
- Αγωγιμότητα
- pH
- Διαλυμένο Οξυγόνο (DO)

## □ Στο Εργαστήριο

- BOD
- COD
- TKN
- Αμμωνία ( $\text{NH}_3$ )
- Νιτρώδη ( $\text{NO}_2$ )
- Νιτρικά ( $\text{NO}_3$ )
- Ορθό-φωσφορικά ( $\text{PO}_4$ )
- Ολικός Φώσφορος (TP)
- Ολικά Στερεά (TSS)
- Ολικά Κολοβακτηρίδια (TC)

# Στατιστικά Φυσικοχημικών Παραμέτρων

		Είσοδος	Imhoff	1ο Στάδιο Τ.Υ.	2ο Στάδιο Τ.Υ.	3ο Στάδιο Τ.Υ.
Θερμοκρασία (°C)	M.O.	18.5	19.6	19.4	18.9	18.8
	T.A.	4.9	5.0	5.5	5.6	5.8
	Min	4.9	5.0	5.5	5.6	5.8
	Max	27.7	28.8	30.3	30.4	30.0
Αγωγιμότητα (μS/cm)	M.O.	1221	1125	1117	1099	1022
	T.A.	579	505	506	522	492
	Min	191	188	184	188	185
	Max	1900	1600	1600	1984	1975
pH	M.O.	7.21	7.01	7.10	7.05	7.10
	T.A.	1.19	1.09	0.74	0.62	0.52
	Min	3.25	3.41	4.98	5.69	6.30
	Max	8.40	5.58	8.90	8.76	8.60
DO (mg/L)	M.O.	0.5	2.2	2.7	2.5	3.4
	T.A.	0.6	1.5	1.9	1.1	1.4
	Min	0.0	0.5	0.2	0.8	0.7
	Max	3.0	7.9	8.2	4.4	5.3



# Στατιστικά Συγκεντρώσεων Ρύπων

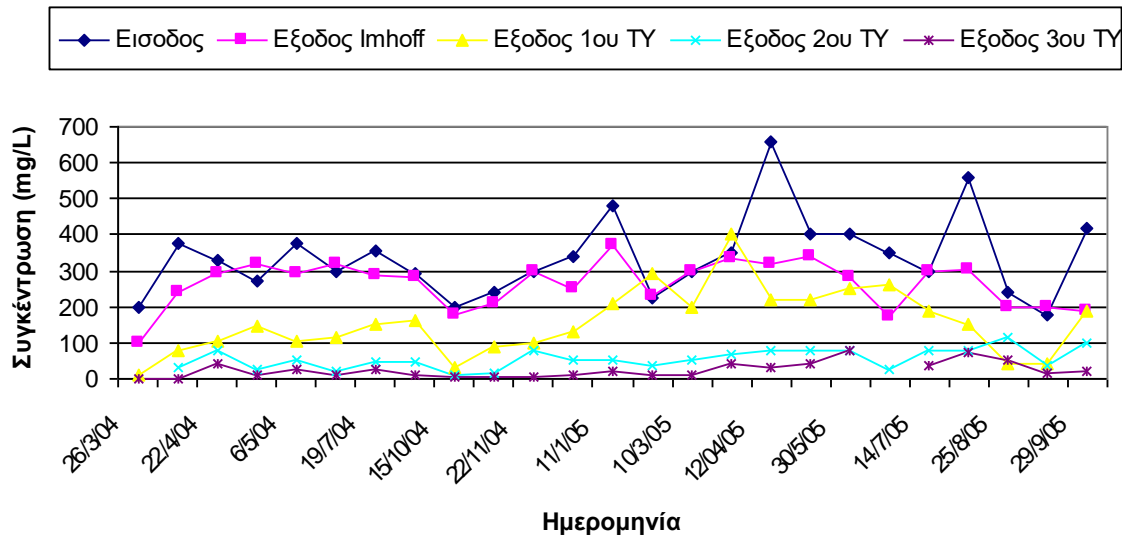
		Είσοδος	Imhoff	1ο Στάδιο Τ.Υ.	2ο Στάδιο Τ.Υ.	3ο Στάδιο Τ.Υ.	Ολική Απόδοση (%)
BOD (mg/L)	M.O.	343.4	271.3	161.6	55.9	24.8	93.2
	T.A.	107.6	55.0	85.4	21.3	20.9	5.8
	Min	107.6	55.0	30.0	12.0	1.1	79.0
	Max	660.0	370.0	400.0	117.0	80.0	99.7
COD (mg/L)	M.O.	510.7	374.4	187.2	94.7	62.8	84.1
	T.A.	229.9	83.3	75.5	45.6	52.0	19.6
	Min	153.6	83.3	43.2	28.8	0.0	1.9
	Max	1008.0	480.0	364.8	196.8	254.4	100.0
TKN (mg/L)	M.O.	98.7	67.1	74.2	33.5	13.9	85.7
	T.A.	30.2	16.3	15.4	10.7	9.6	10.9
	Min	30.2	16.3	14.0	10.7	0.0	66.0
	Max	157.6	101.9	80.6	54.3	33.9	100.0
NH <sub>3</sub> (μg/L)	M.O.	75.8	52.8	37.2	25.4	10.0	86.0
	T.A.	22.8	9.6	13.6	10.0	8.1	13.0
	Min	22.8	9.6	0.6	10.0	0.0	63.1
	Max	115.6	66.1	57.4	43.4	23.8	100.0

# Στατιστικά Συγκεντρώσεων Ρύπων

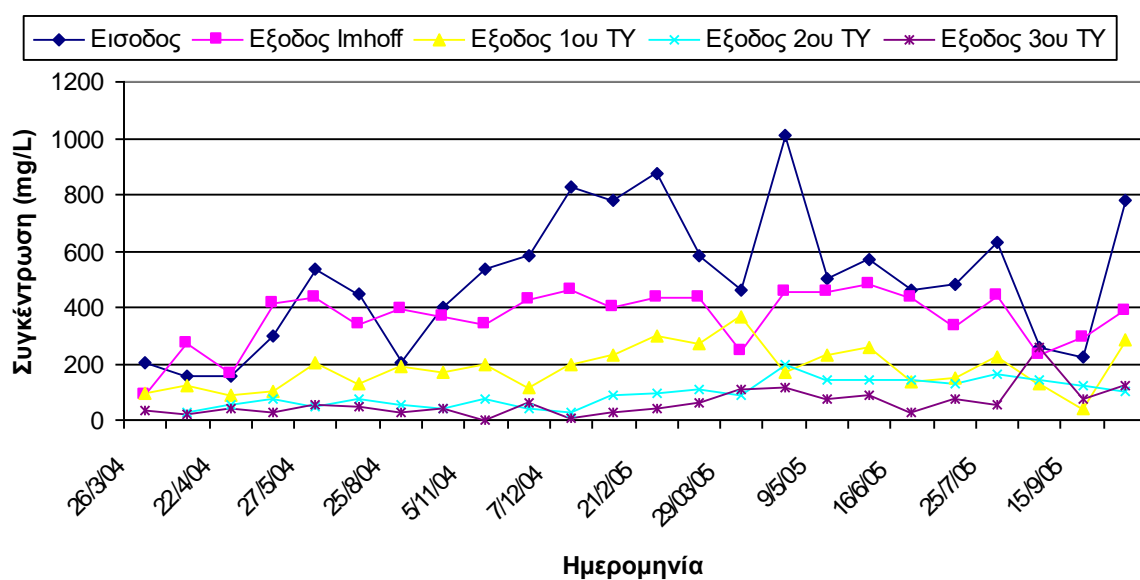
		Είσοδος	Imhoff	1ο Στάδιο Τ.Υ.	2ο Στάδιο Τ.Υ.	3ο Στάδιο Τ.Υ.	Ολική Απόδοση (%)
NO <sub>3</sub> + NO <sub>2</sub> (mg/L)	M.O.	0.3	0.2	1.2	1.9	1.9	
	T.A.	0.7	0.6	1.6	1.5	1.2	
	Min	0.0	0.0	0.0	0.1	0.04	
	Max	2.7	2.6	4.8	5.3	4.7	
TP (mg/L)	M.O.	7.7	5.8	5.8	6.2	5.5	21.8
	T.A.	2.8	1.3	2.3	2.5	2.1	35.8
	Min	2.8	1.3	2.3	2.5	0.0	-59.6
	Max	15.9	8.3	11.8	14.4	9.1	100.0
TSS (mg/L)	M.O.	143.3	122.5	93.2	31.7	14.6	90.0
	T.A.	79.4	79.0	139.6	32.8	33.2	7.0
	Min	25.3	30.5	0.0	0.0	0.0	67.0
	Max	309.0	433.5	717.0	146.8	166.2	100.0
TC (10 <sup>6</sup> N/100 mL)	M.O.	53.7	41.4	19.9	16.4	0.09	90.2
	T.A.	54.6	48.0	21.6	25.6	0.2	17.6
	Min	1.0	0.5	0.9	0.09	0.007	20.3
	Max	200.0	150.0	70.0	120.0	1.0	100.0

# Διαγράμματα Εποχιακής Διακύμανσης

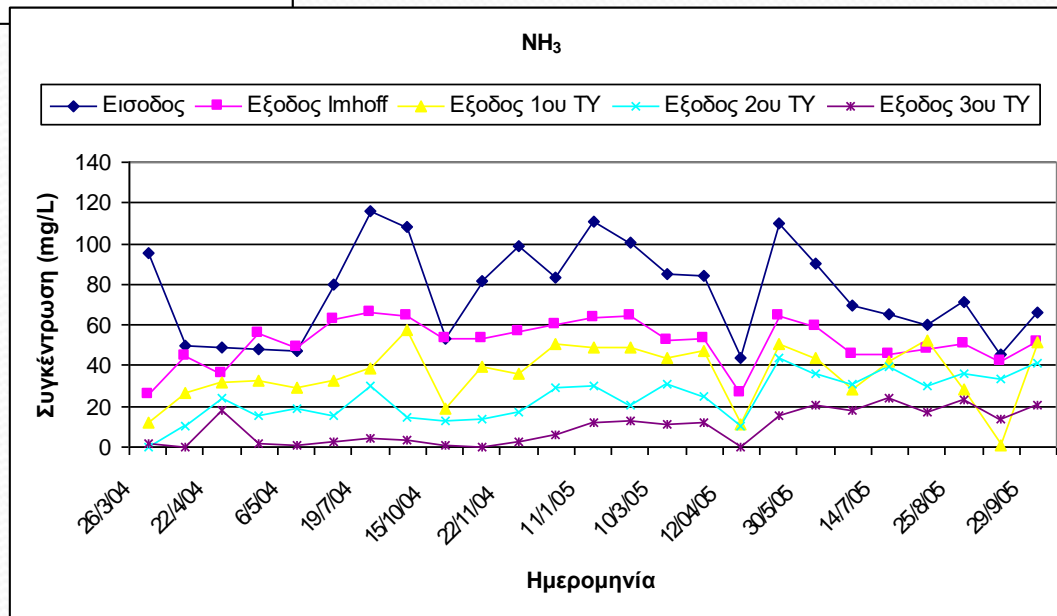
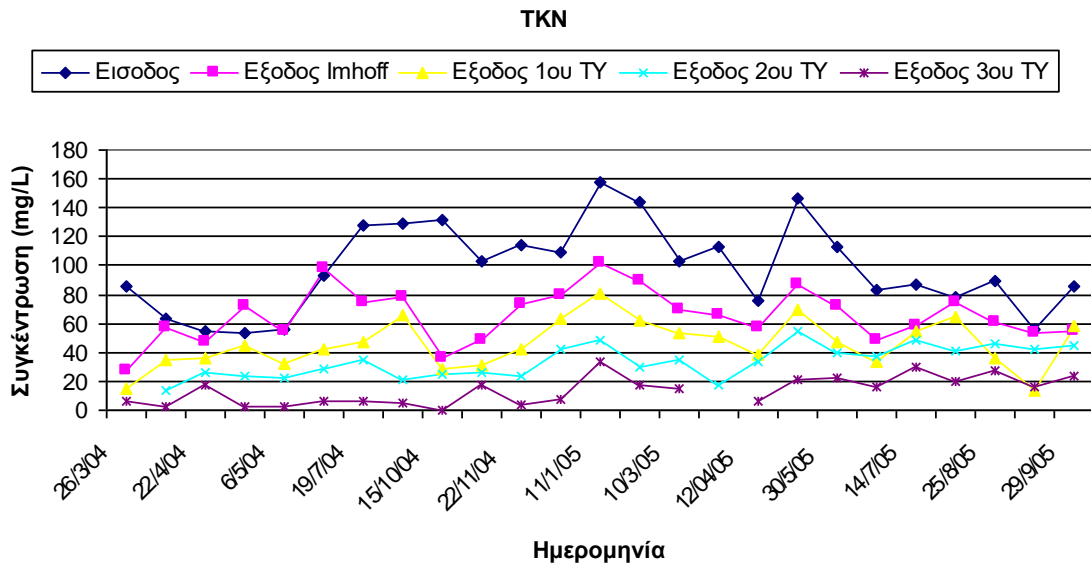
## BOD



## COD



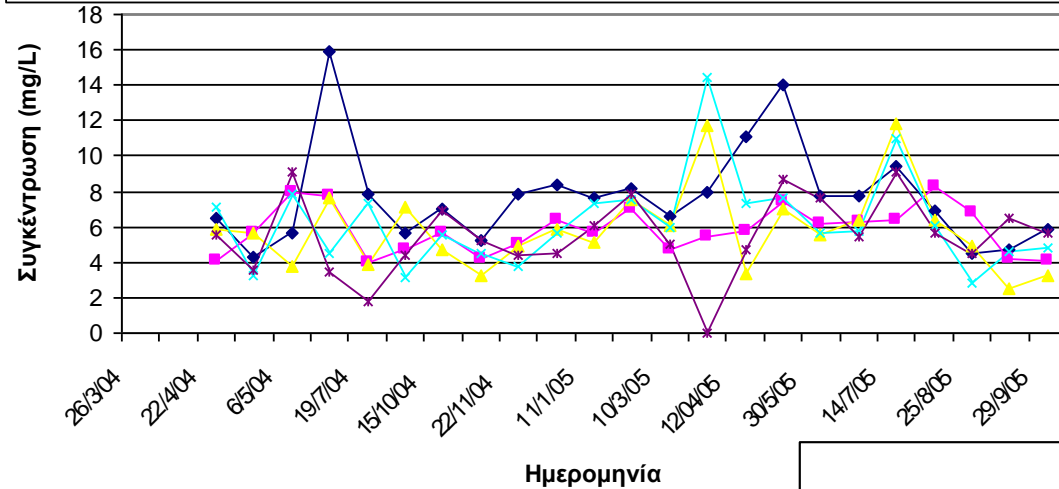
# ιακύμανσης



# Διαγράμματα Εποχιακής Διακύμανσης

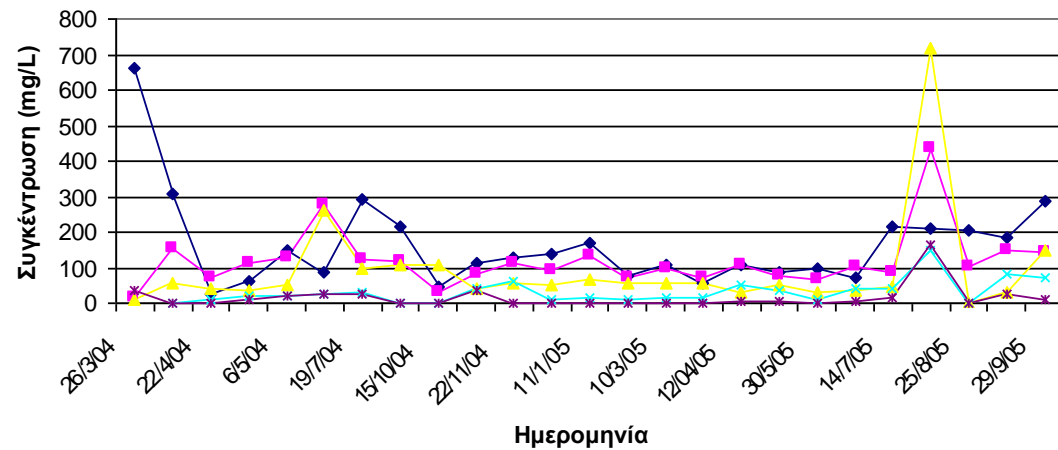
TP

◆ Εισοδος    ■ Εξοδος Imhoff    ▲ Εξοδος 1ου ΤΥ    ✕ Εξοδος 2ου ΤΥ    \* Εξοδος 3ου ΤΥ



TSS

◆ Εισοδος    ■ Εξοδος Imhoff    ▲ Εξοδος 1ου ΤΥ    ✕ Εξοδος 2ου ΤΥ    \* Εξοδος 3ου ΤΥ



# Συμπεράσματα

- Η Εγκατάσταση επιτυγχάνει:
  - Μεγάλη απομάκρυνση οργανικής ύλης (BOD και COD περίπου 90%)
  - Σημαντική αφαίρεση αζώτου (TKN και αμμωνία περίπου 85%)
  - Σχεδόν πλήρη αφαίρεση TSS και TC (μέσες απομακρύνσεις 90% και 98%, αντίστοιχα)
  - Μικρότερες αποδόσεις σε φώσφορο (μέση απομάκρυνση ολικού φωσφόρου 22%)
- Όλα τα αποτελέσματα δείχνουν ότι τέτοιου είδους συστήματα αποτελούν μια ικανοποιητική και οικονομική λύση για την επεξεργασία υγρών αποβλήτων στην Ελλάδα, κυρίως σε μικρούς οικισμούς και χωριά Καποδιστριακών Δήμων.