

Παράκτια Υδραυλική & Τεχνολογία

Πλούμια Ποταμών – Εφαρμογή στο π. Νέστο

Δρ. Γιώργος Συλαίος
Ωκεανογράφος – Επ. Καθηγητής ΤΜΠ-ΔΠΘ

Σημαντικότητα των Ποταμών

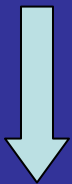
Αρχαιότητα:

- Καθιστούσαν την γη εύφορη – αύξηση των γεωργικών προϊόντων.
- Πηγή τροφής και ξυλείας από τα παραποτάμια δάση.
- Χρησιμοποιούνταν ως κύριες μεταφορικές αρτηρίες.

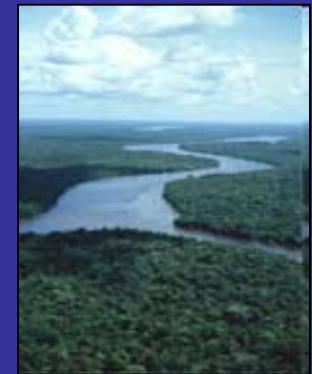


Σήμερα:

- Χαμηλό κόστος μεταφοράς προϊόντων
- Αποταμίευση υδάτων με την κατασκευή φραγμάτων.



- Αποτροπή πλημμυρικών καταστάσεων στο κατάντι τμήμα.
- Αποθήκευση νερού για πόση και άρδευση.
- Παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας.



Οικολογική Αξία

- Αποτελούν ενδιαιτήματα και καταφύγια πολλών ειδών, ενώ χρησιμοποιούνται ως φυσικοί διάδρομοι αποδόμησης των πτηνών.
- Ανακύκλωση θρεπτικών αλάτων
- Φυσικός καθαρισμός των υδάτων
- Εμπλουτισμός του υδροφόρου ορίζοντα
- Ρυθμίζουν την θερμοκρασία των υδάτων από τα ανάντι στα κατόντι.
- Συμβάλουν στον κύκλο του νερού.
- Εμπλουτίζουν με θρεπτικά άλατα και ιζήματα την παράκτια ζώνη – αύξηση της πρωτογενούς παραγωγής.

Οικολογική Αξία-Εκβολές

- Δυναμικό οικοσύστημα εξαιτίας του συνδυασμού της παλίρροιας με τις απορροές γλυκών υδάτων.
- Συντελούνται πλήθος βιολογικές – χημικές – γεωλογικές διεργασίες.
- Ρυθμίζουν τις συγκεντρώσεις των θρεπτικών αλάτων και την στοιχειομετρία τους.
- Ενδιάμεσο περιβάλλον για την σταδιακή μεταβολή των πληθυσμών που ζουν στα γλυκά νερά σε είδη που προσαρμόστηκαν στο θαλάσσιο περιβάλλον



Η Κατάσταση στη Μεσόγειο

- Ημίκλειστη θάλασσα με υψηλούς ρυθμούς εξάτμισης.
- Πληθυσμός 2000: 430 εκατ.
- Εκτίμηση 2025: 520 εκατ.
- Μεγάλη πληθυσμιακή πυκνότητα σε ορισμένες περιοχές (π.χ. Δέλτα Νείλου).
- Τεράστιες ποσότητες θρεπτικών χάνονται από την έξοδο των υδάτων στον Ατλαντικό.
- Η παραγωγικότητα περιορίζεται στις παράκτιες περιοχές.



Περιορισμός των ποτάμιων απορροών εξαιτίας:



- Κατασκευή φραγμάτων
- Κλιματικών αλλαγών

Υποβάθμιση των Ποτάμιων Οικοσυστημάτων

Κατασκευή Φραγμάτων:

- Μεταβολή του υδρολογικού καθεστώτος των ποταμών.
- Μεταβολή των φυσικοχημικών χαρακτηριστικών.
- Συσσώρευση των θρεπτικών αλάτων στους ταμιευτήρες.
- Κατακράτηση των φερτών υλικών.
- Απομόνωση των πληθυσμών των ιχθύων ανάντι ή κατόντι.

Ευτροφισμός:

- Εισαγωγή αζώτου και φωσφόρου από αστικά, βιομηχανικά λύματα και γεωργικές απορροές.
- Κατακράτηση πυριτίου από τα φράγματα.
- Μεταβολή της στοιχειομετρίας των  θρεπτικών  στοιχείων:
- Διατάραξη της τροφικής αλυσίδας.
- Ανάπτυξη αλγών-υποβάθμιση της ποιότητας υδάτων.

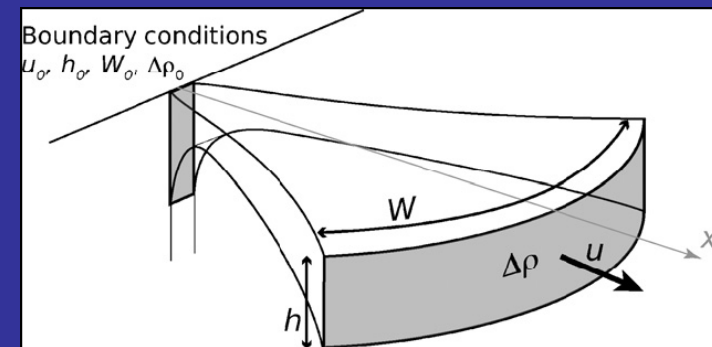
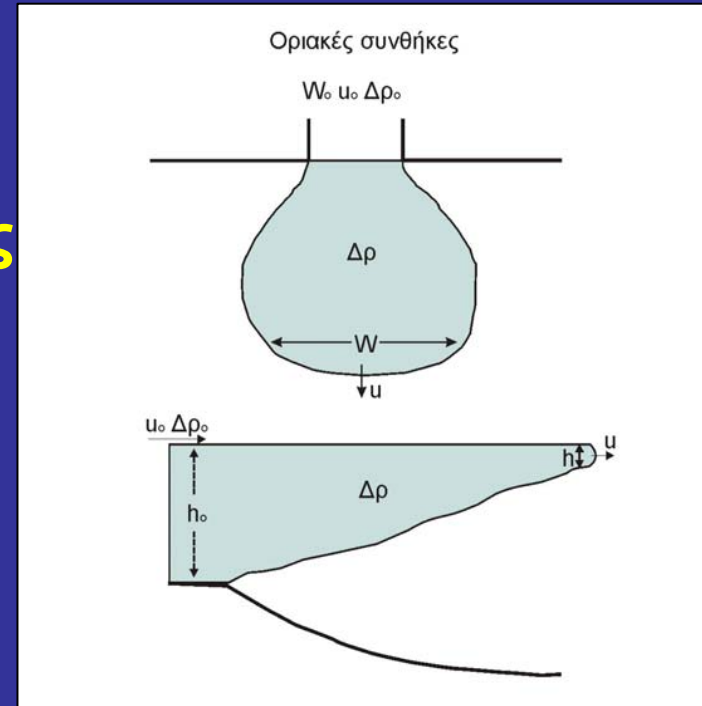
Πλούμιο

- Σχηματίζεται από την συνεχή εκροή γλυκών υδάτων στη θάλασσα.
- Η κύρια παράμετρος της δημιουργίας τους είναι η διαφορά πυκνότητας.
- Ο τύπος του πλουμίου καθορίζεται από την παράμετρο άνωση εξαιτίας της διαφοράς πυκνότητας g' :

$$g' = g \frac{\rho_o - \rho}{\rho_o}$$

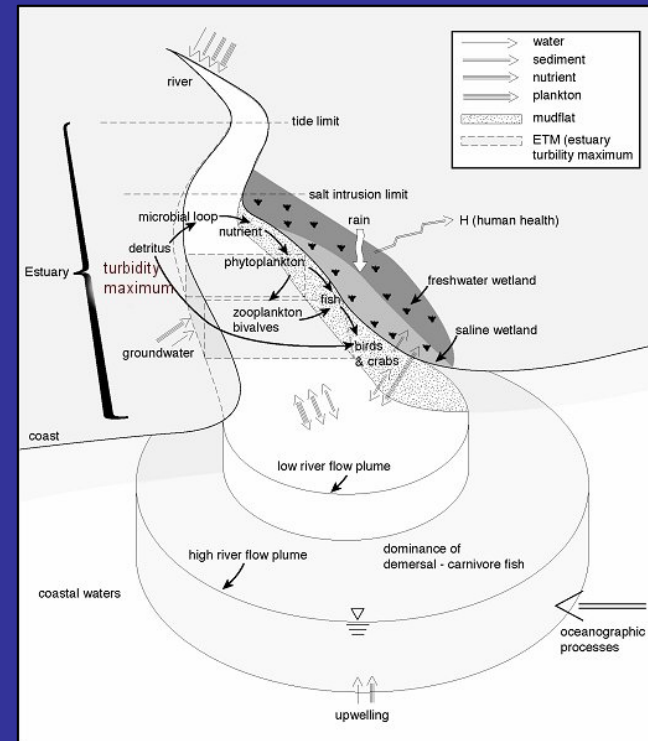
$g' > 0$: υπόπυκνο
 $g' < 0$: υπέρπυκνο
 $g' = 0$: ομόπυκνο

$g = 9,81 \text{ m/s}^2$, ρ_o η πυκνότητα του θαλασσινού νερού, ρ η πυκνότητα του πλουμίου (kg/m^3).



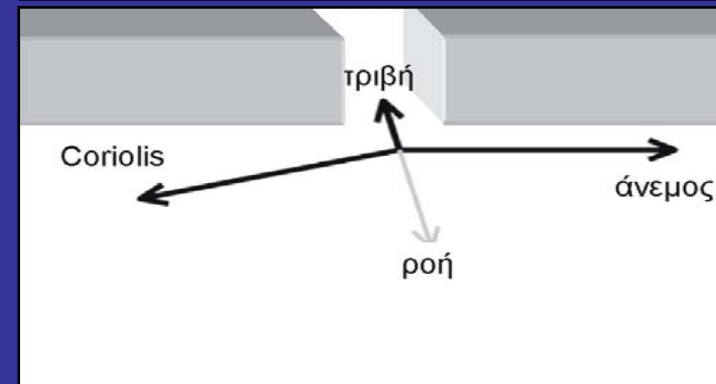
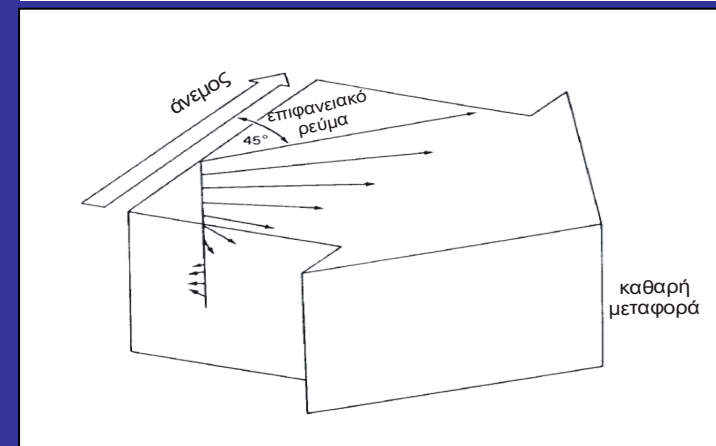
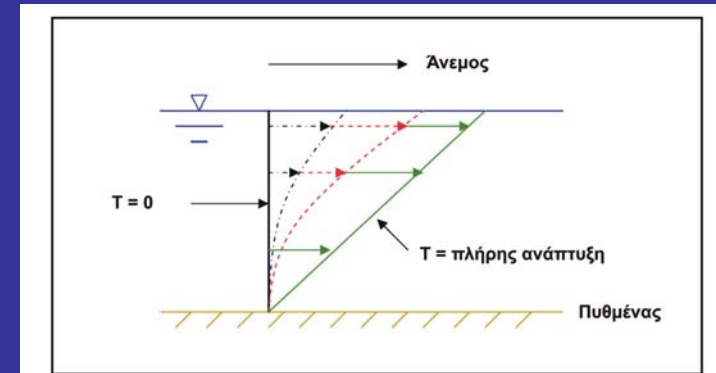
Σημαντικότητα του Πλουμίου

- Αποτελούν την συνέχεια των ποτάμιων υδάτων στον ωκεανό.
- Μεταφέρουν το 'ίχθος' και τα χαρακτηριστικά των ποτάμιων υδάτων σε μεγάλες αποστάσεις από το στόμιο.
- Επηρεάζουν την παράκτια κυκλοφορία.
- Δίνουν ώθηση στην πρωτογενή παραγωγή εξαιτίας της μεταφοράς των θρεπτικών αλάτων ή
- απαγορεύουν την πρωτογενή παραγωγή εξαιτίας της υπερβολικής θολερότητας.



Παράγοντες που επηρεάζουν την εξάπλωση του πλουμίου

- Ποτάμια παροχή
- Δύναμη Coriolis
- Ανεμογενής δραστηριότητα
- Παλιρροιακή δραστηριότητα
- Θαλάσσια ρεύματα
- Τοπογραφία της ακτογραμμής
- Ανάγλυφο βυθού



Environmental Monitoring & Modeling Nestos River and Coastal Zone Management

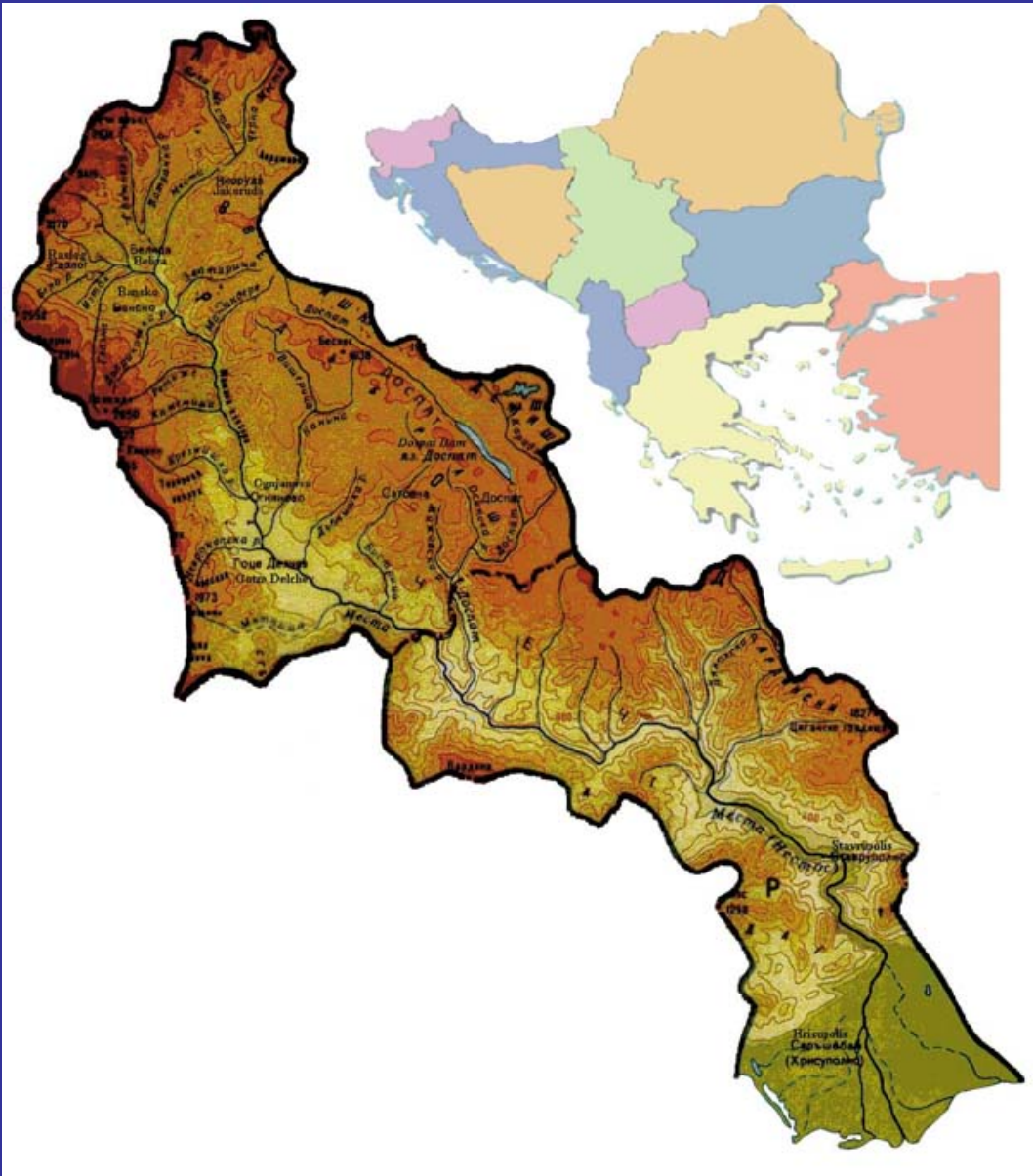
G. Sylaios¹, N. Kamidis^{1,2}, & V.A. Tsihrintzis¹

¹ Laboratory of Ecological Engineering & Technology, Department of Environmental Engineering, Democritus University of Thrace, Xanthi.

² Fisheries Research Institute, National Agricultural Research Foundation, Nea Peramos, Kavala.



NESTOS RIVER DRAINAGE BASIN



Total length: 230 km

Drainage basin area: 5.800 km²

- 2.800 km² (48%, Greece)
- 3.000 km² (52%, Bulgaria)

Municipalities: 212

- 119 communities (Greece)
- 93 communities (Bulgaria)

Population: 179.000 habitants

- 42.000 (Greece)
- 137.000 (Bulgaria)

50 tributaries

- total area 1.350 km²

HUMAN IMPACT ALONG NESTOS RIVER

Dams

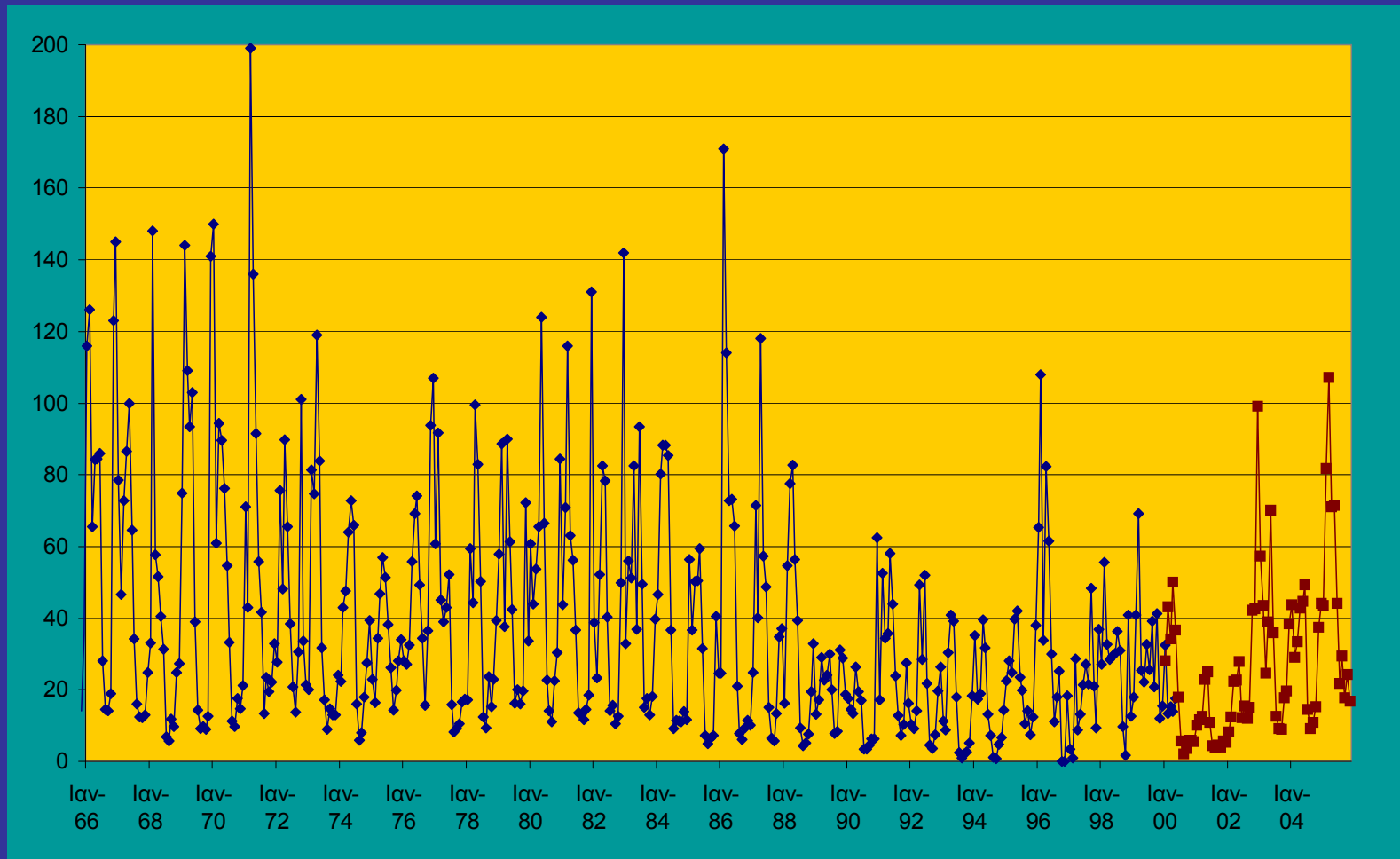
1. Sediment load impediment – coastal zone erosion
2. River discharge regulation
3. Downstream water temperature decrease
4. River discontinuity – implications in fish fauna
5. Rapid downstream flow changes depending on energy needs

Agricultural – Urban Activities

1. Nitrogen & Phosphorus loads
2. Application of pesticides and other toxic substances
3. Land Reclamations – Land use changes
4. Habitats Degradation



HISTORIC RIVER DISCHARGE DATA (Temenos)



- **Continuous reduction of mean river discharge**
- Higher mean monthly flow : 199 m³/sec (March 1971)
- Lowest mean monthly flow: 0.83 m³/sec (September 1994)



ELSEVIER

Contents lists available at ScienceDirect

Journal of Hydrology

journal homepage: www.elsevier.com/locate/jhydrol



Genetic modeling for the optimal forecasting of hydrologic time-series: Application in Nestos River

Theodoros Koutroumanidis^a, Georgios Sylaios^{b,*}, Eleni Zafeiriou^a, Vassilios A. Tsihrintzis^b

^aDepartment of Rural Development, Democritus University of Thrace, Orestiada, Greece

^bDepartment of Environmental Engineering, Democritus University of Thrace, 67100 Xanthi, Greece

ARTICLE INFO

Article history:

Received 26 June 2008

Received in revised form 19 October 2008

Accepted 29 January 2009

This manuscript was handled by K. Georgakakos, Editor-in-Chief, with the assistance of Emmanouil N. Anagnostou, Associate Editor

Keywords:

Optimal forecasting

SUMMARY

River flow forecasting consists one of the most important applications in modern hydrology, especially for the effective hydropower reservoir management. In this paper, an innovative non-linear time-series fitting and forecasting model is proposed, consisting of the following sub-modules: (a) the division of the time-series into generations, by identifying the structural change points, (b) the generation decomposition into linear trend, harmonic component and autoregressive component, consisting of several gene ARMA models, (c) the use of fuzzy methods to determine the relative weight of each gene model, and (d) the time-series expansion for the optimal forecasting. The method was applied to the mean monthly Nestos River discharge data for the 1966–2006 period, recorded at the Greek–Bulgarian border, serving as inflow to the Thissavros Hydropower Reservoir. The selected series was divided into five distinctive generations representing periods of gradual surface runoff reduction. It occurred that mean monthly discharge during the fifth generation was almost halved, compared to the corresponding value of the first generation. Harmonic decomposition produced periods in agreement with the large scale

GENETIC MODEL FOR THE OPTIMAL FORECASTING (GM-OF)

Model steps:

- testing (accepting or rejecting) the null hypothesis that for α -significant level, the hydrologic time-series has no structural change;
- defining the phase change points and dividing the time-series into generations;
- decomposing each generation into its linear trend, its main harmonics and residuals;
- performing autoregressive fitting on the residuals and defining the membership of fitness for the gene models;
- defining the leading model, and
- applying the optimal forecasting algorithm on the last generation.

STEP 1: “GENERATIONS” DEFINITION

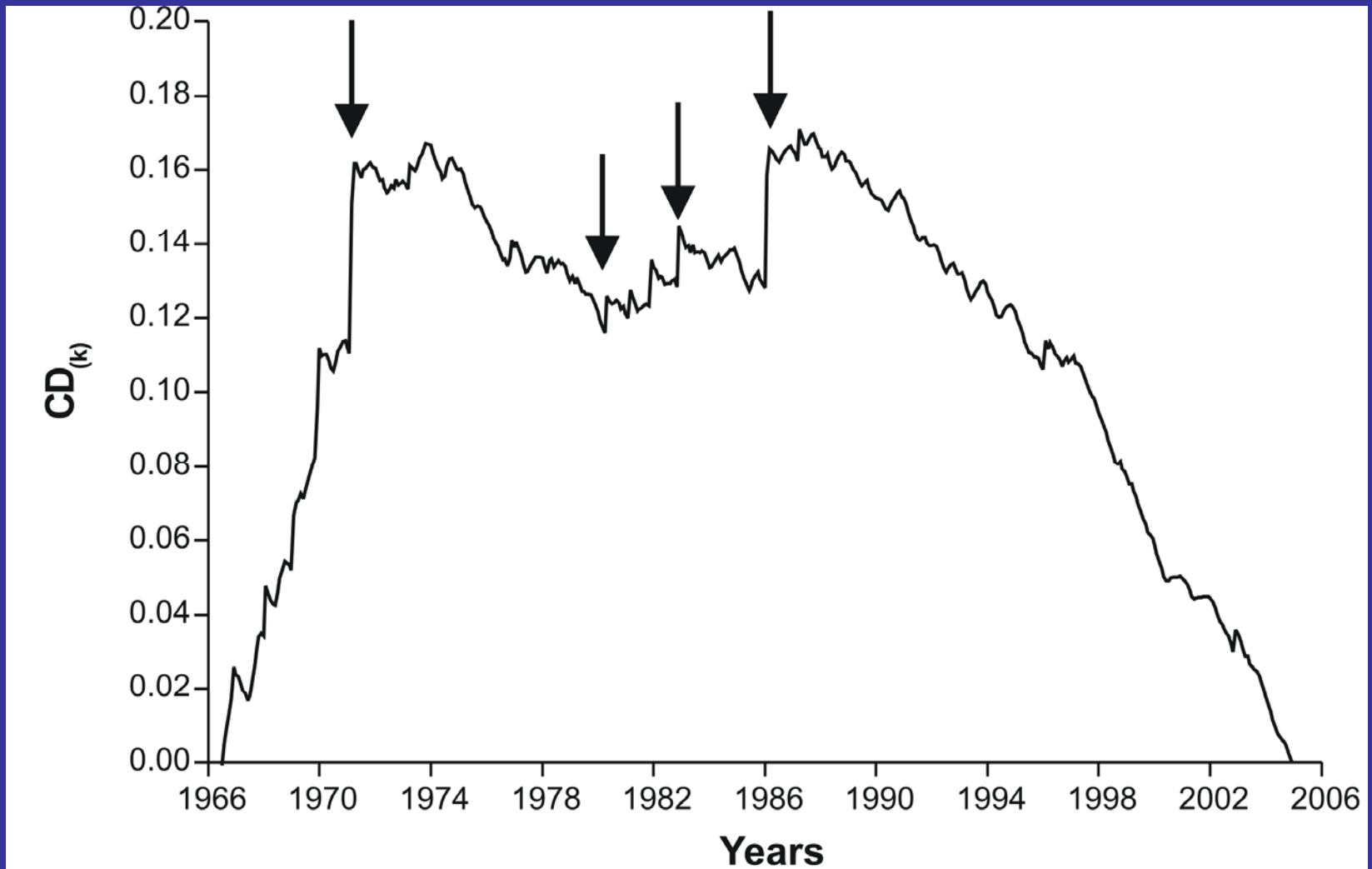


Figure 3.

Table 2. Hydrologic characteristics of the five generations defined in the Nestos River discharge time-series.

Generation	Time Period	Mean Annual Discharge (m ³ /s)	Total Annual Runoff (×10 ⁶ m ³ /yr)	Mean Daily Runoff (×10 ³ m ³ /d)	Annual Runoff Change from Generation 1
1	January 1966 – May 1971	36.41	1,132	3,102.36	0.00%
2	June 1971 – April 1980	28.47	886	2,426.30	-21.79%
3	May 1980 – December 1982	29.59	920	2,521.34	-18.73%
4	January 1983 – January 1986	22.31	694	1,900.89	-38.73%
5	February 1986 – December 2004	17.76	552	1,513.50	-51.21%

STEP 2: TREND IDENTIFICATION FOR EACH “GENERATION”

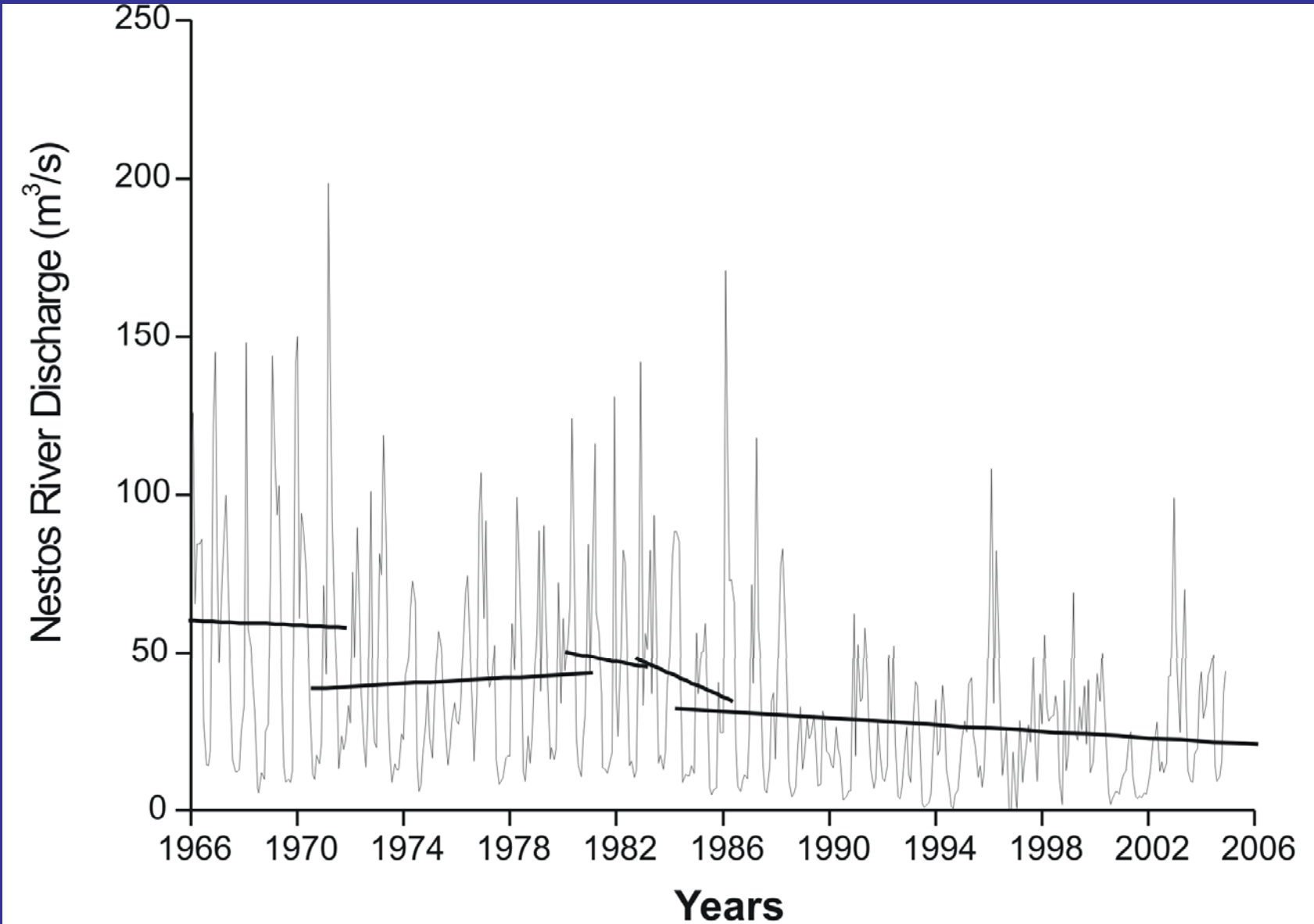


Figure 4.

STEP 3: HARMONIC COMPONENTS IDENTIFICATION FOR EACH “GENERATION”

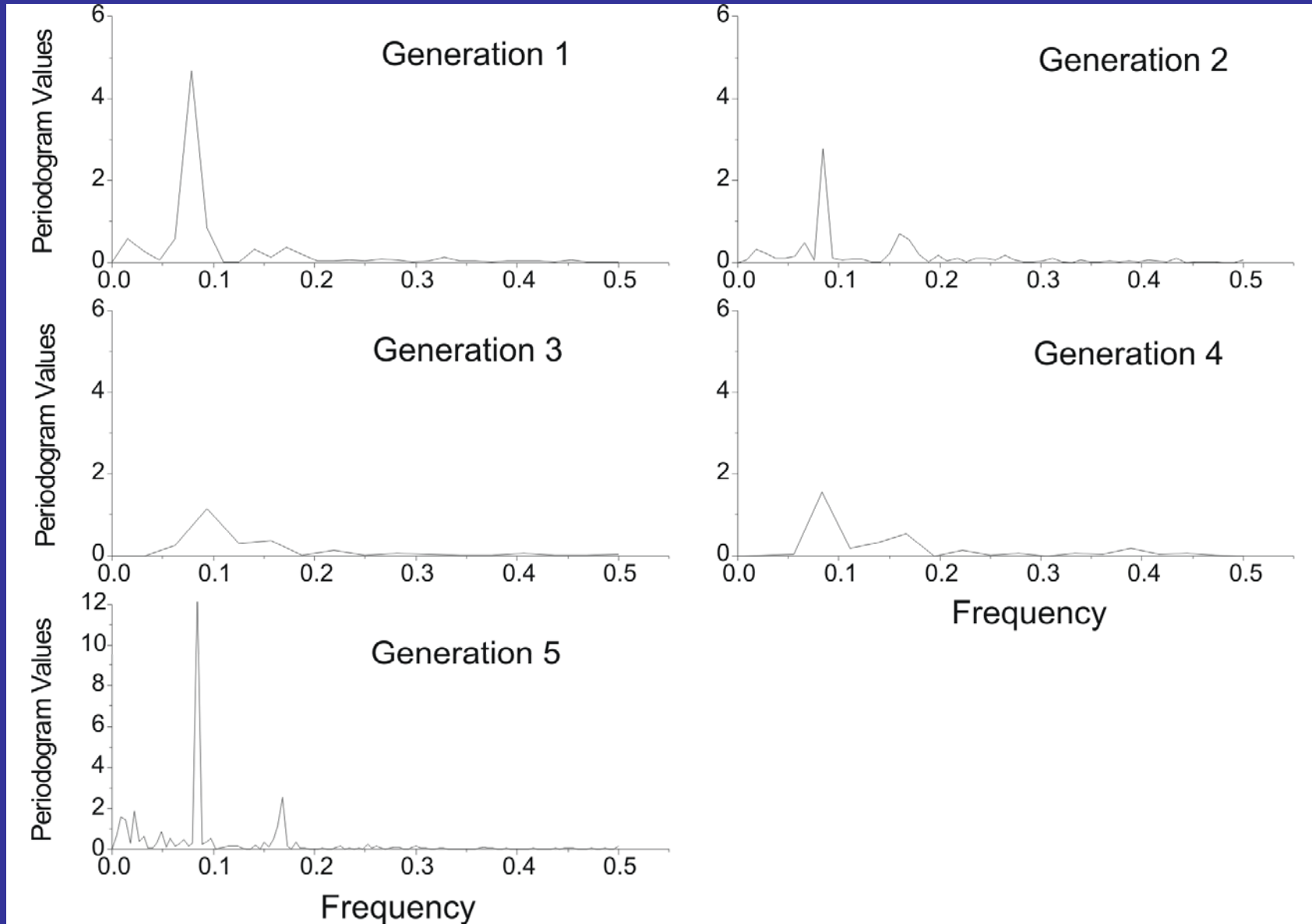


Figure 5.

Generation 1

j	T(j) (months)	A(j)	B(j)	j	T(j) (months)	A(j)	B(j)
1	64.00	0.1334	-0.0203	10	5.33	0.0773	-0.0263
2	32.00	-0.0278	0.0870	11	4.57	-0.0334	0.0224
3	21.33	0.0423	-0.0255	12	4.26	-0.0425	0.0072
4	16.00	0.1000	0.0898	13	3.76	-0.0384	-0.0379
5	12.80	0.3822	0.0147	14	3.55	0.0262	0.0357
6	10.66	-0.1502	-0.0619	15	3.04	-0.0646	0.0034
7	7.11	-0.0727	-0.0718	16	2.56	-0.0255	0.0300
8	6.40	-0.0644	-0.0094	17	2.46	0.0056	0.0386
9	5.81	0.0611	-0.0901	18	2.20	-0.0204	0.0428

Generation 2

j	T(j) (months)	A(j)	B(j)	j	T(j) (months)	A(j)	B(j)
1	53.00	0.0268	0.0751	10	6.23	-0.1085	-0.0415
2	35.33	-0.0254	-0.0620	11	5.88	0.1039	-0.0027
3	26.50	-0.0451	0.0093	12	5.57	0.0402	-0.0476
4	21.20	0.0456	0.0052	13	5.04	0.0445	0.0408
5	17.66	0.0062	-0.0537	14	4.60	-0.0105	-0.0444
6	15.14	-0.0265	0.0922	15	4.24	-0.0317	-0.0320
7	11.77	0.1746	-0.1492	16	4.07	0.0129	-0.0438
8	10.60	0.0062	-0.0472	17	3.78	0.0431	0.0380
9	6.62	-0.0291	0.0577	18	3.21	0.0051	0.0451

Generation 5

j	T(j) (months)	A(j)	B(j)	j	T(j) (months)	A(j)	B(j)
1	250.00	0.1472	0.0015	10	14.70	-0.0447	-0.0421
2	125.00	0.1640	0.0061	11	11.90	0.1679	0.2914
3	83.33	-0.0037	-0.1064	12	11.36	0.0256	0.0399
4	50.00	-0.0141	0.0748	13	10.86	0.0275	0.0454
5	41.66	0.0551	-0.1025	14	10.41	-0.0008	0.0781
6	35.71	-0.0545	-0.0588	15	6.25	0.0425	0.0584
7	20.83	0.0513	-0.0352	16	6.09	-0.0161	0.1023
8	19.23	-0.0195	0.0549	17	5.95	-0.0621	-0.1242
9	16.66	0.0215	-0.0590	18	3.96	0.0409	0.0270

STEP 4: MODEL FITTING FOR EACH "GENERATION"

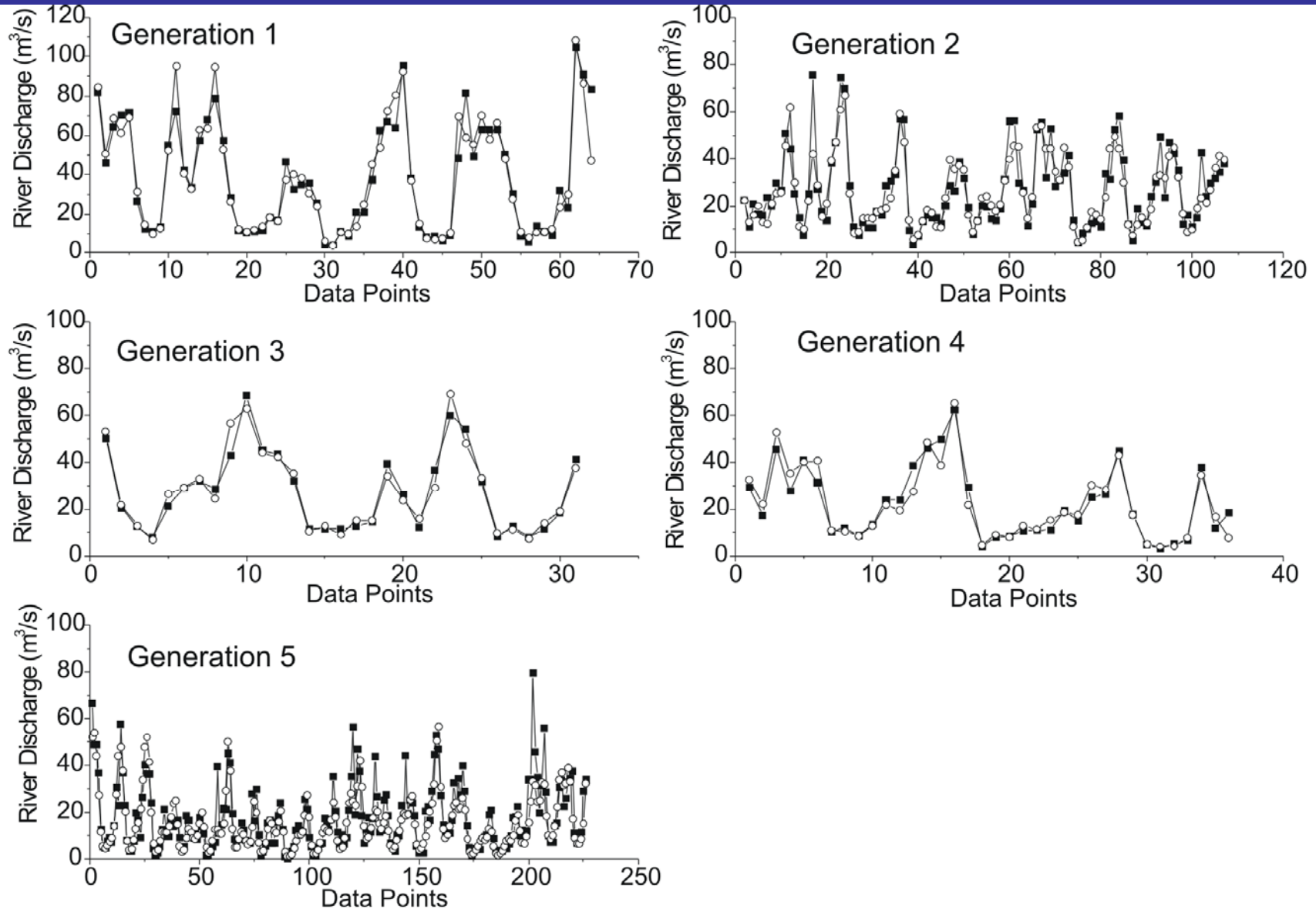


Figure 6.

Table 7. Transformation of M_{ij} to $n_i(j)$ values for each gene model applied on each generation and derivation of gene models frequency $S(j)$.

Generations	AR(1)	AR(2)	MA(1)	MA(2)	ARMA(1,1)
1	0.00	0.00	1.00	0.00	1.00
2	1.00	0.00	1.00	0.00	0.00
3	0.00	1.00	0.00	1.00	0.00
4	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00
5	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00
$S(j)$	0.20	0.20	0.60	0.40	0.20
$w(j)$	0.125	0.125	0.375	0.250	0.125

Thus, the optimal forecasting F_t formula which will be used for Nestos River mean monthly discharge forecasting is:

$$F_t = 0.125f_{1,t} + 0.125f_{2,t} + 0.375f_{3,t} + 0.250f_{4,t} + 0.125f_{5,t} \quad (19)$$

where $f_{1,t}$, $f_{2,t}$, $f_{3,t}$, $f_{4,t}$ and $f_{5,t}$ represent forecasts produced using the models AR(1), AR(2), MA(1), MA(2) and ARMA(1,1), respectively.

STEP 4: MODEL PREDICTION

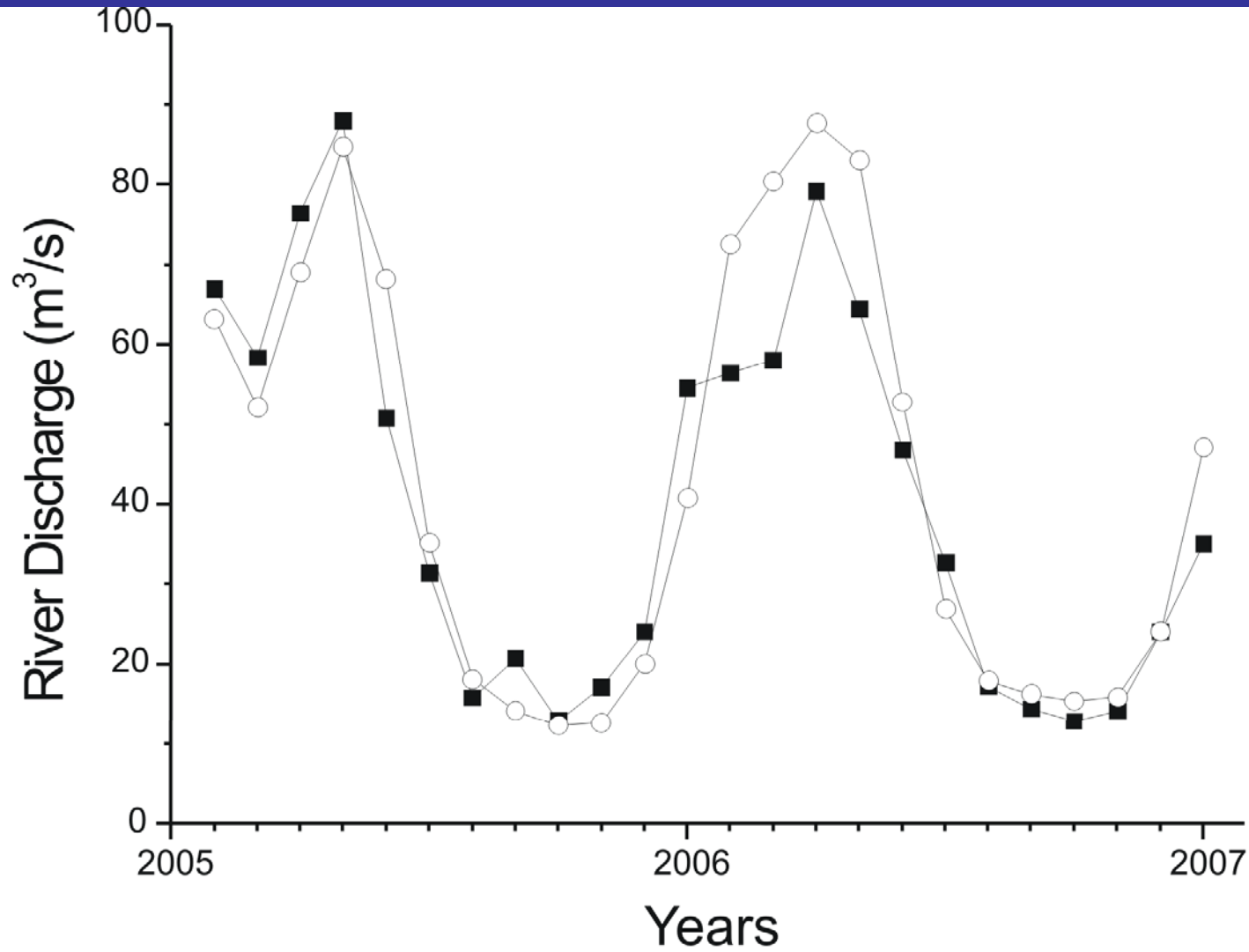


Figure 8.

Table 8. Performance indices for the GM-OF forecasting assessment.

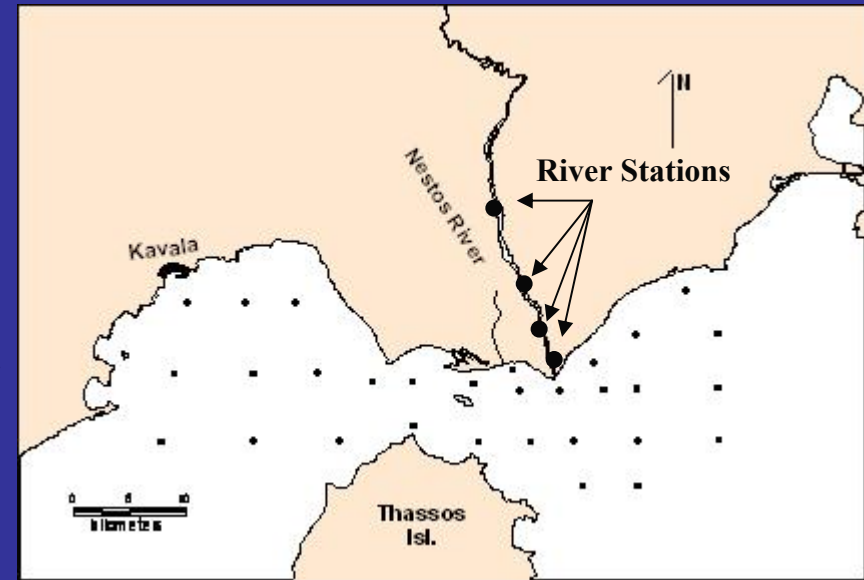
	MAPE (%)	RMSE	U-Statistic	R	R ²	Slope
2005	16.27	7.71	0.15	0.956	0.914	0.952
2006	18.48	10.84	0.25	0.977	0.955	1.262
2005-2006	17.37	9.41	0.14	0.941	0.886	1.063

MONITORING IN NESTOS DELTA



MATERIAL AND METHODS

- 17 River sampling at 4 stations during 2006
- 3 oceanographic samplings were contacted during March, May and August (flood, medium and low flow) in the coastal zone
- Water samples were collected from a network of 30 stations (multiple depth samplings from 8 stations)
- The samples were analyzed for the determination of NO_3 , NO_2 , PO_4 , NH_4 , SiO_2 και $\text{Chl-}\alpha$.



Sampling sites in the wider area of Nestos estuary

- Temperature and salinity were recorded using a SBE 19 plus CTD
- Nestos discharge were measured using a moored RCM-9 current meter

TELEMETRIC MONITORING STATION AT NESTOS DELTA



Hourly monitoring of physical & chemical water parameters:

- Temperature
- Conductivity
- pH
- DO
- REDOX
- Turbidity
- Chlorophyll-a
- Water flow
- Water stage



RIVER ENVIRONMENTAL MONITORING

Monthly sampling of physical & chemical water & sediment parameters:

A. Water

- Temperature
- Conductivity
- pH
- DO,
- SPM - Turbidity
- Nutrients
- Chlorophyll-a
- Heavy Metals (Cu, Cr, Ni, Zn, Hg, Fe, As, Cd).



B. Sediments

- Grain size analysis
- Heavy Metals (Cu, Cr, Ni, Zn, Hg, Fe, As, Cd)



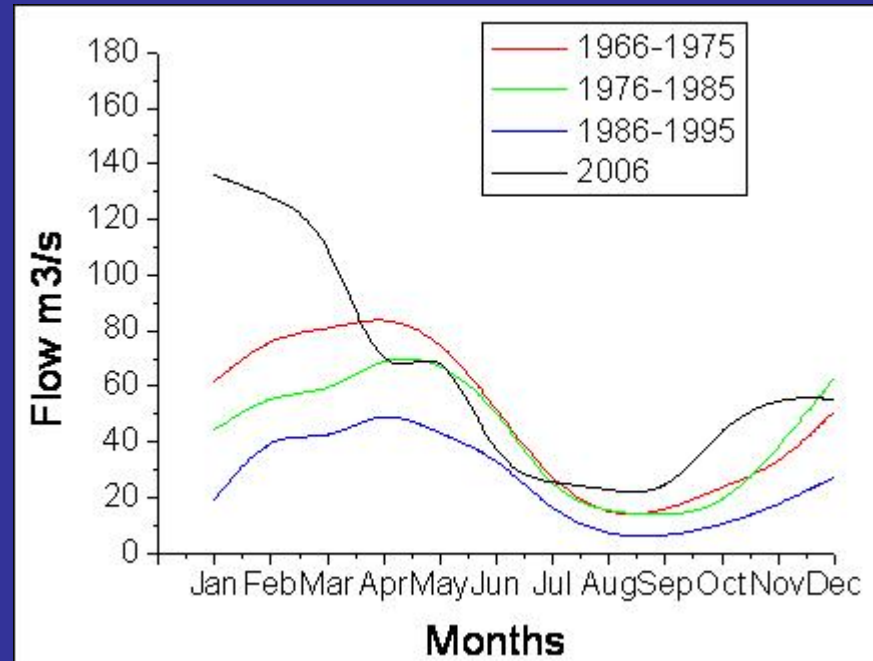
INSTRUMENTATION FOR IN-SITU SAMPLING

- ❖ River discharge monitoring (water flow and stage)
- ❖ Physical & Chemical water sampling
- ❖ Water quality monitoring
- ❖ Sediment quality sampling



RIVER DISCHARGE

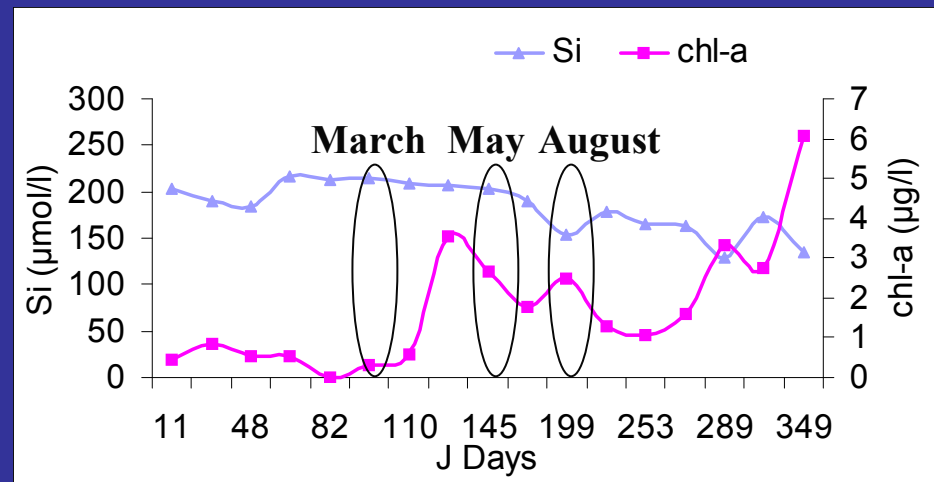
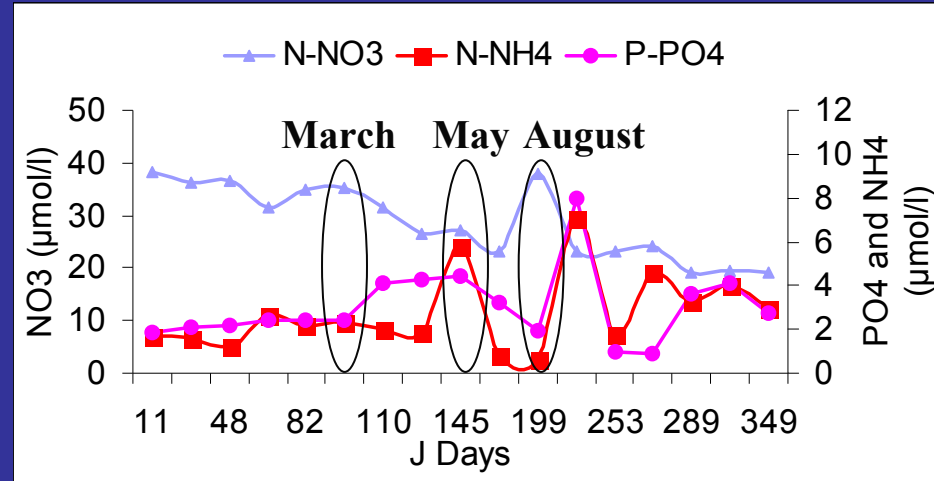
- **Strong seasonal variability during 2006 with Wet/Dry season ratio = 2.45**
- **Maximum river discharge during January 2006 ($136 \text{ m}^3/\text{s}$).**
- **The average discharge 9 days before the oceanographic samplings was measured to 85, 59 and $21 \text{ m}^3/\text{s}$ for March, May and August respectively**
- **Comparing to previous decades, year 2006 can be characterized as a 'wet' year.**



Discharge comparison between 2006 and average values of 3 previous decades

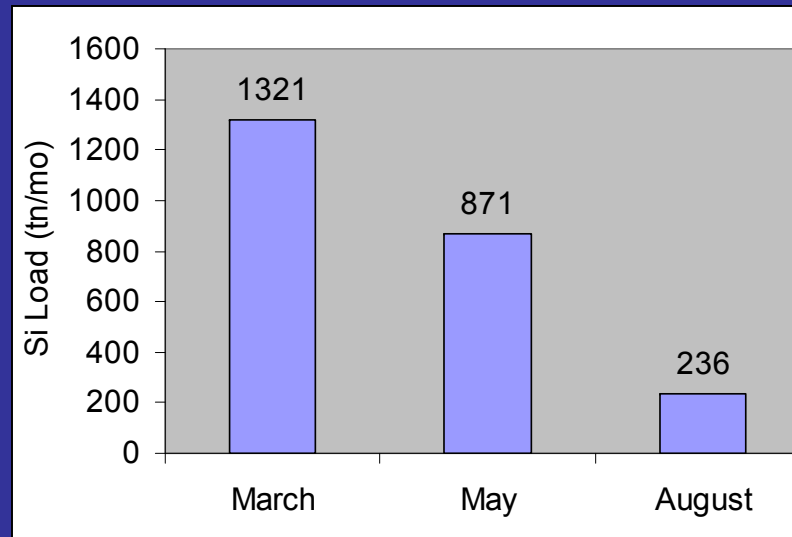
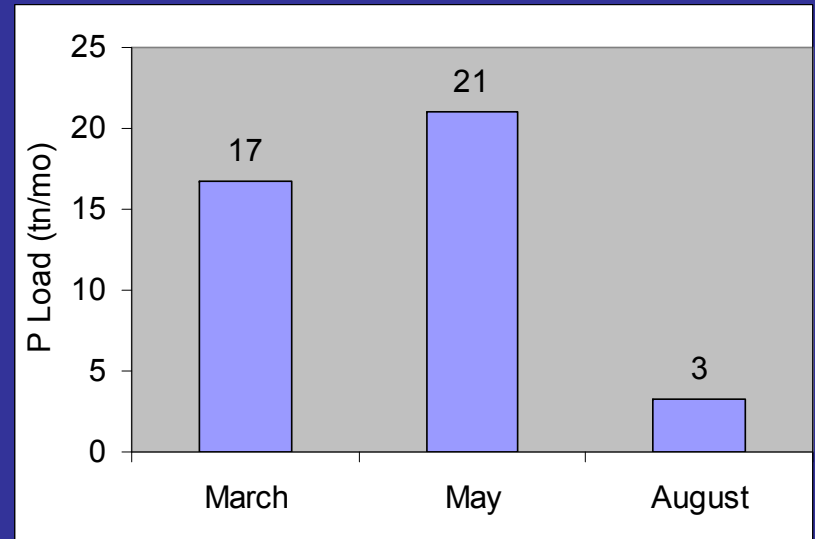
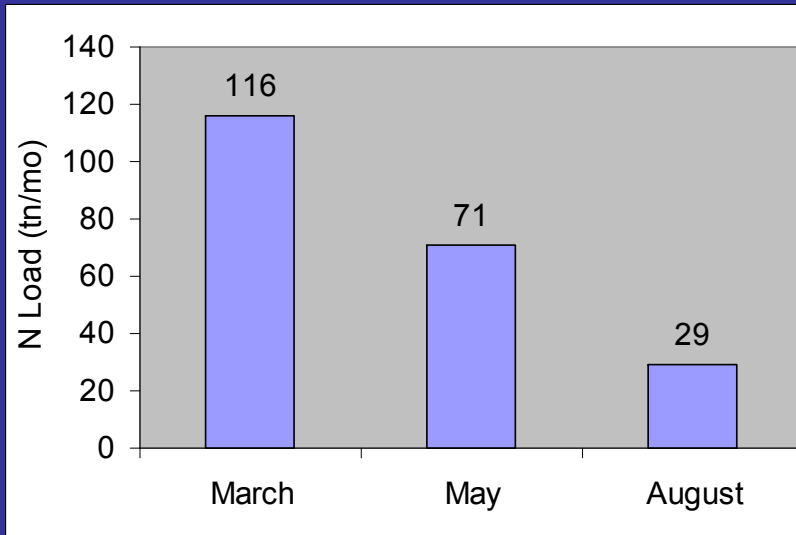
RIVER NUTRIENTS AND CHL-a

- Relatively stable nitrate values decreasing from March to July (average: $28.67 \mu\text{mol/l}$). Concentration increase during August ($37.8 \mu\text{mol/l}$)
- Phosphate and ammonium concentration increase during May (4.4 and $5.8 \mu\text{mol/l}$) and decrease during August (1.9 and $0.6 \mu\text{mol/l}$ respectively).
- Stability of silicate concentrations throughout the year (mean: $184 \mu\text{mol/l}$, stdev: $27 \mu\text{mol/l}$).
- Chlorophyll-a peak during April, October and December.

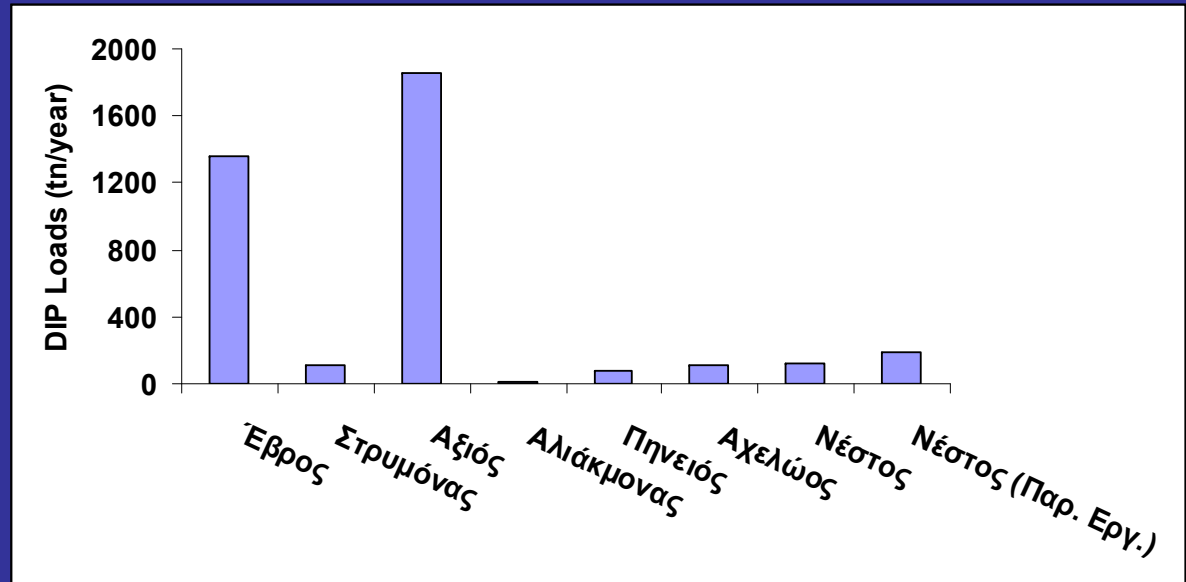
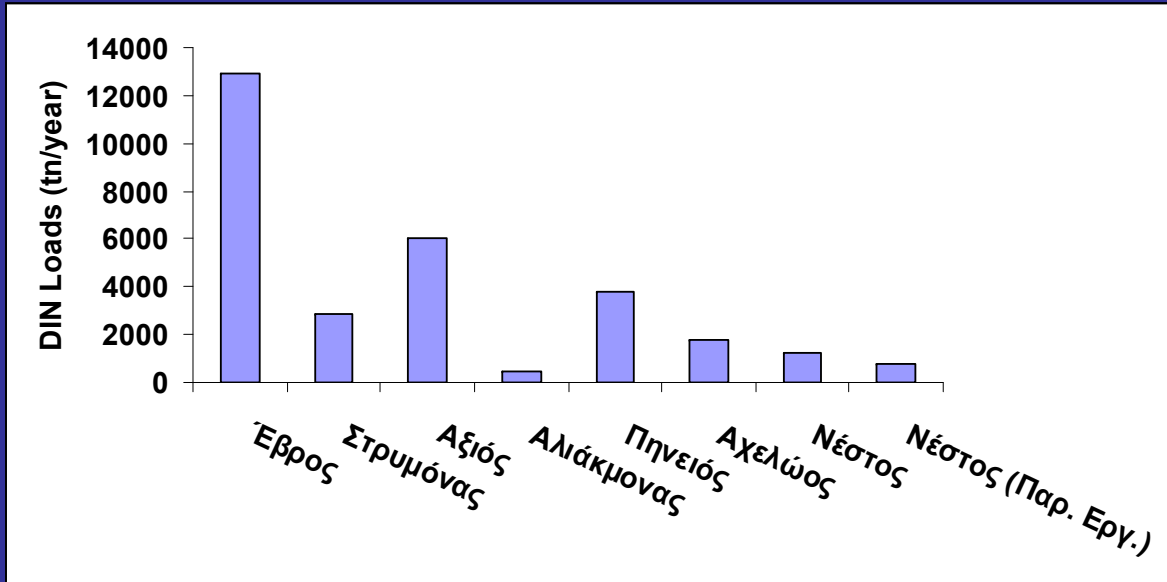


NUTRIENT FLUXES

➤ Taking into account the river nutrient concentrations and average river flows, nutrient fluxes were calculated to:



NESTOS NUTRIENTS LOADINGS COMPARED TO OTHER GREEK RIVERS



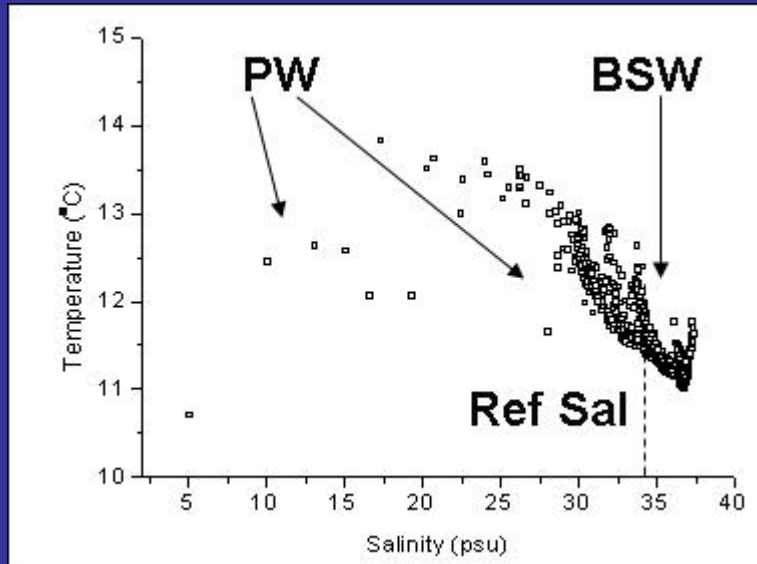
HEAVY METALS

Heavy metals concentrations ($\mu\text{g/g}$) in the SPM and the sediments of Nestos River. Standard deviation in brackets

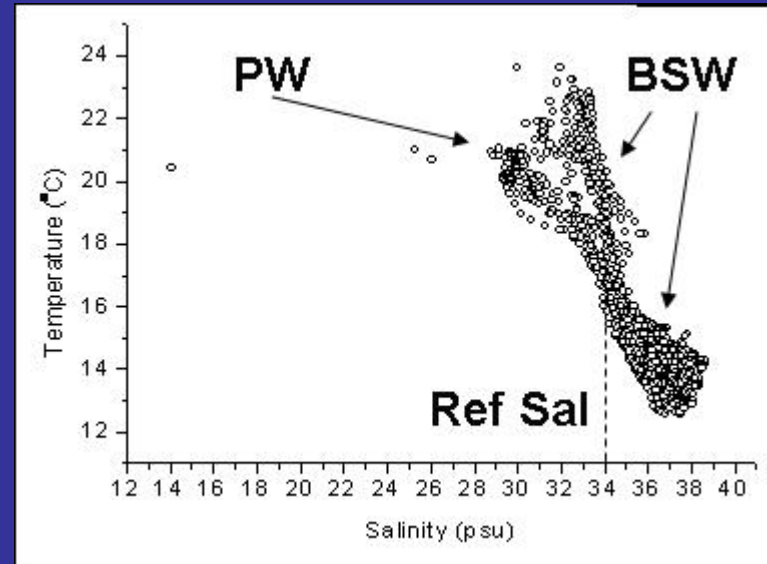
	Irrigation Canal	Drainage Canal T4	Nestos River
<u>SPM</u>			
Cu ($\mu\text{g/g}$)	30,47 (1,3)	51,63 (21)	48,90 (11,8)
Ni ($\mu\text{g/g}$)	27,60 (12)	45,23 (16,7)	56,68 (19,3)
Zn ($\mu\text{g/g}$)	5,15 (1,5)	45,05 (50,62)	14,46 (6,8)
<u>Sediment</u>			
Cu ($\mu\text{g/g}$)	8,67 (6,7)	6,63 (7,4)	2,17 (1,7)
Ni ($\mu\text{g/g}$)	15,47 (11,1)	8,13 (3,4)	9,43 (5)
Zn ($\mu\text{g/g}$)	30,06 (22,9)	17,55 (11,7)	13,49 (6,2)
Hg ($\mu\text{g/g}$)	0,03 (0,04)	0,04 (0,07)	0,03 (0,01)

WATER MASSES

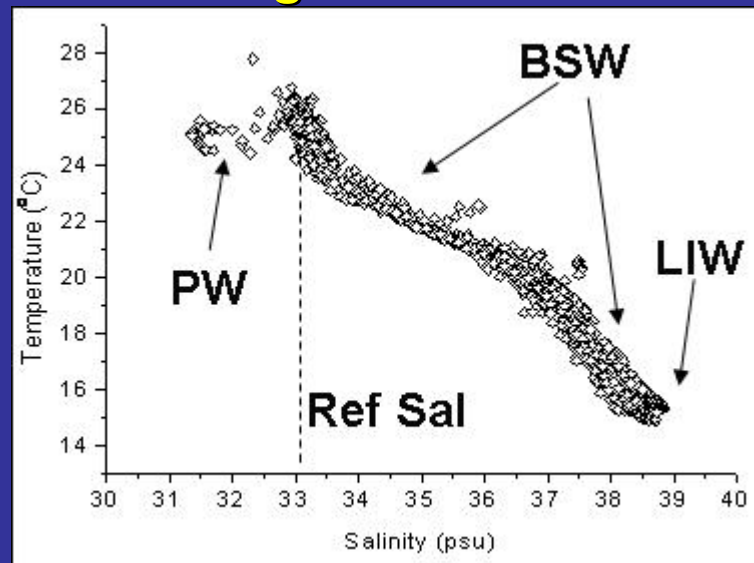
March 2006



May 2006



August 2006



FRESH WATER VOLUME ESTIMATION

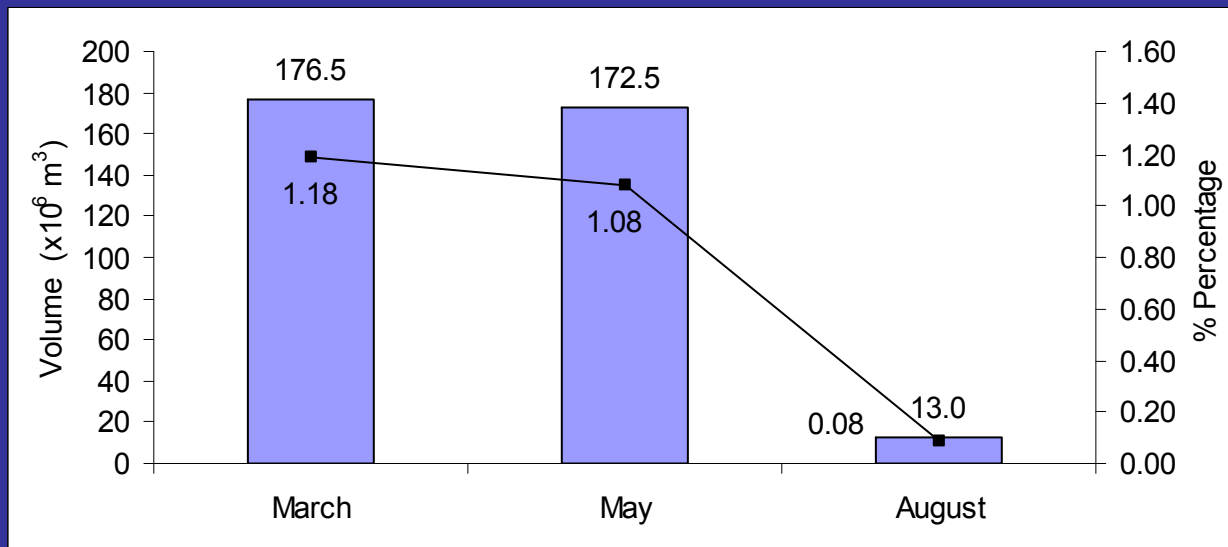
- The Fresh water volume were calculated from the equation:
(Sylaios *et al.*, 2006)

$$V_f = \sum_{x=1}^m \sum_{z=0.5}^n \frac{(S_o - S)}{S} \Delta A \Delta Z$$

Where:

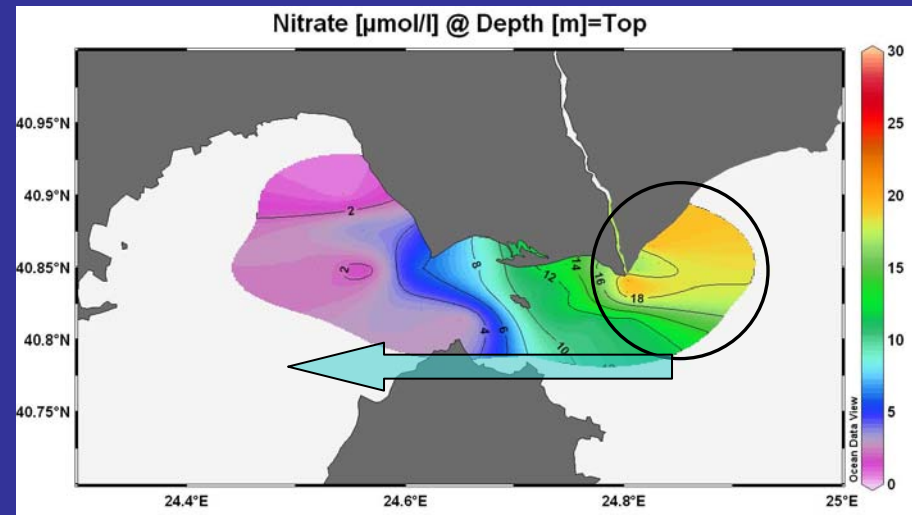
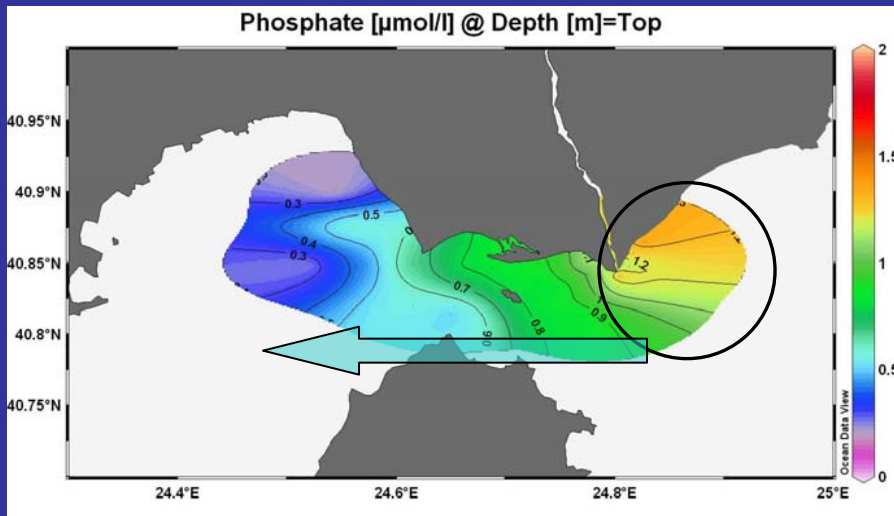
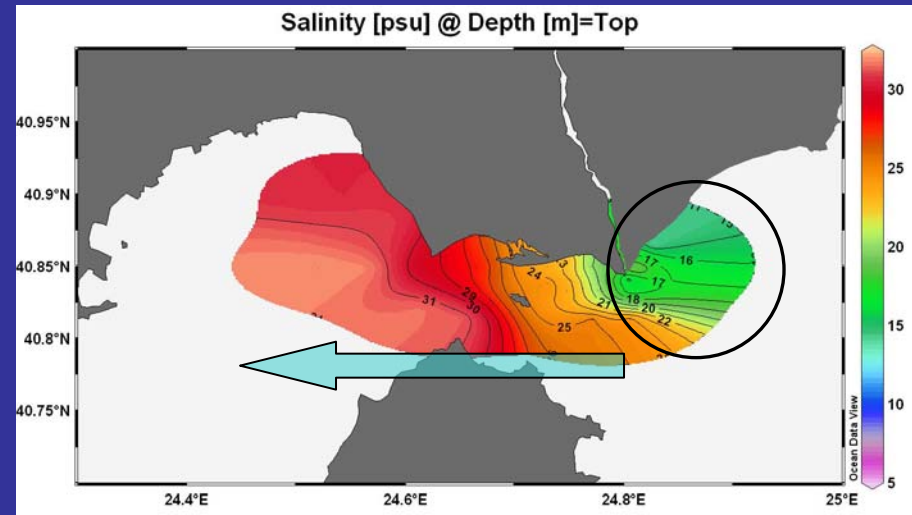
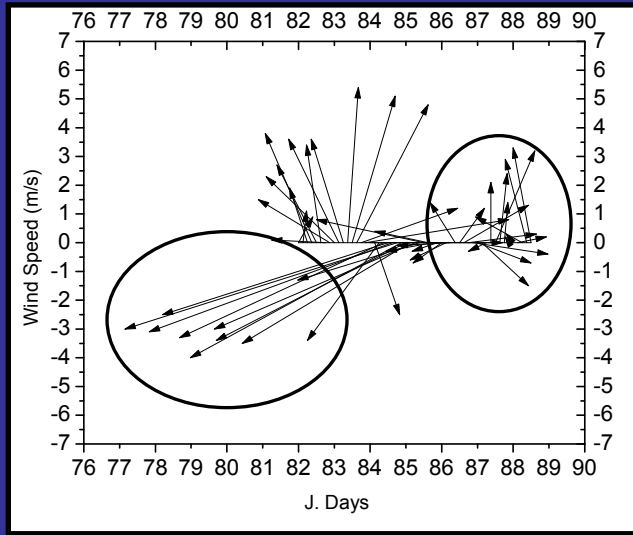
S_o = Reference salinity, S = salinity in every ΔZ (0.5 m),

ΔA = area of each cell, m = cell number, n = total depth of each cell



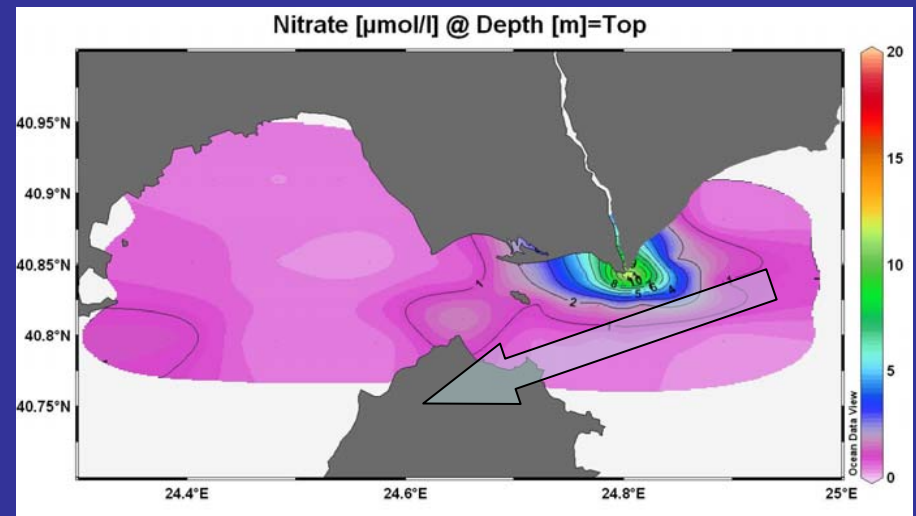
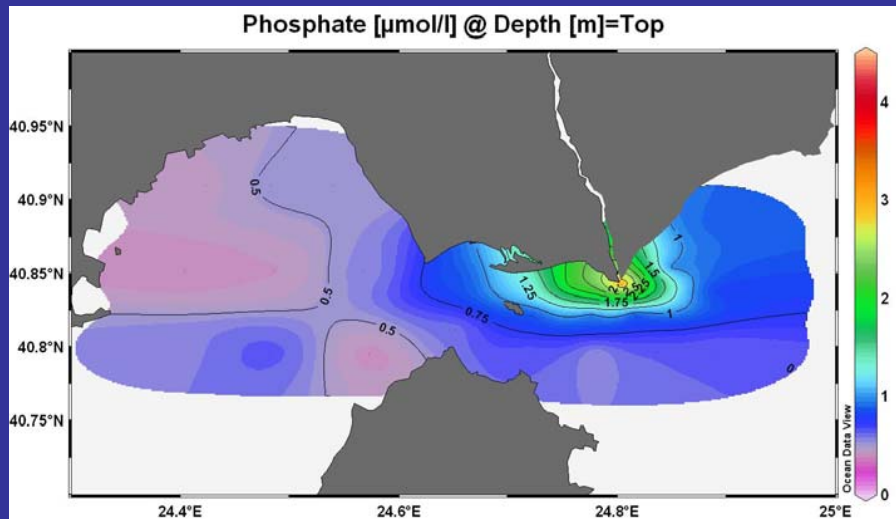
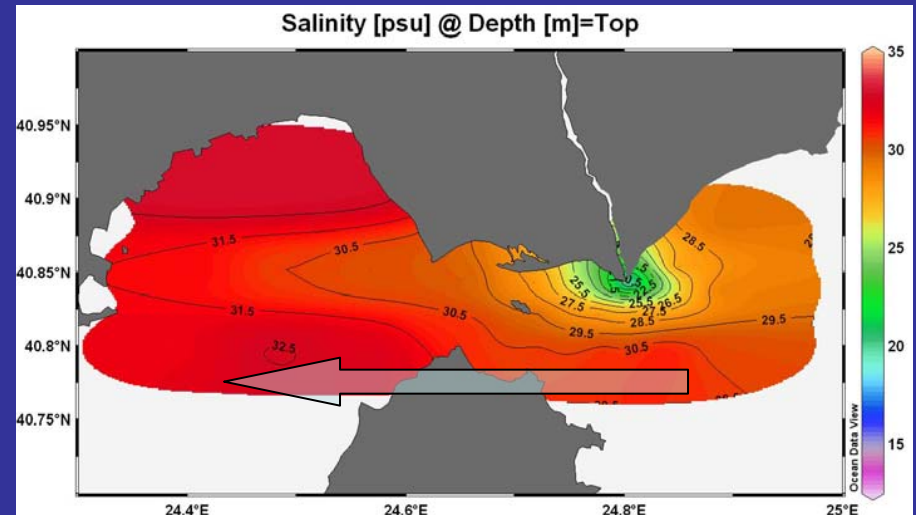
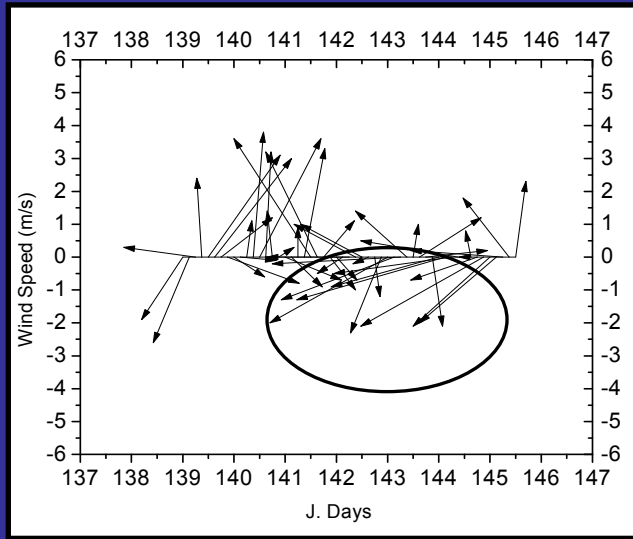
RESULTS – RIVER PLUME (HIGH RIVER FLOW)

March 2006



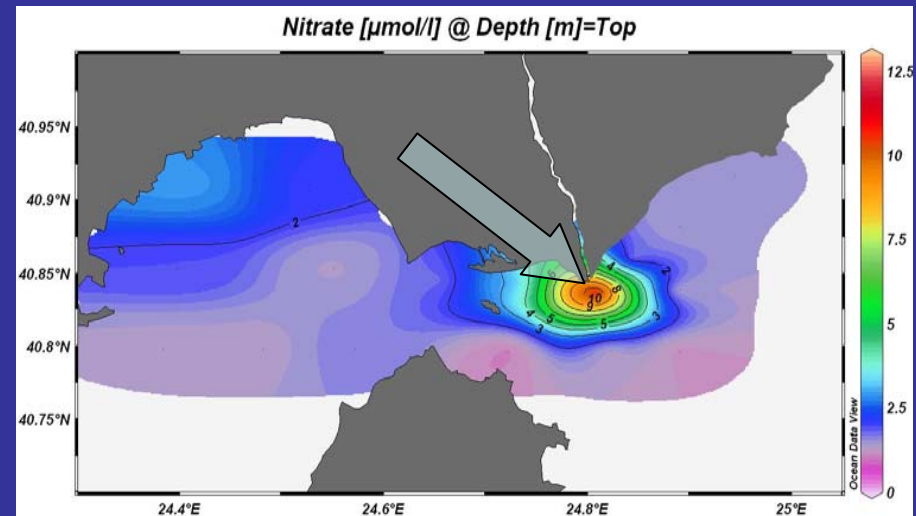
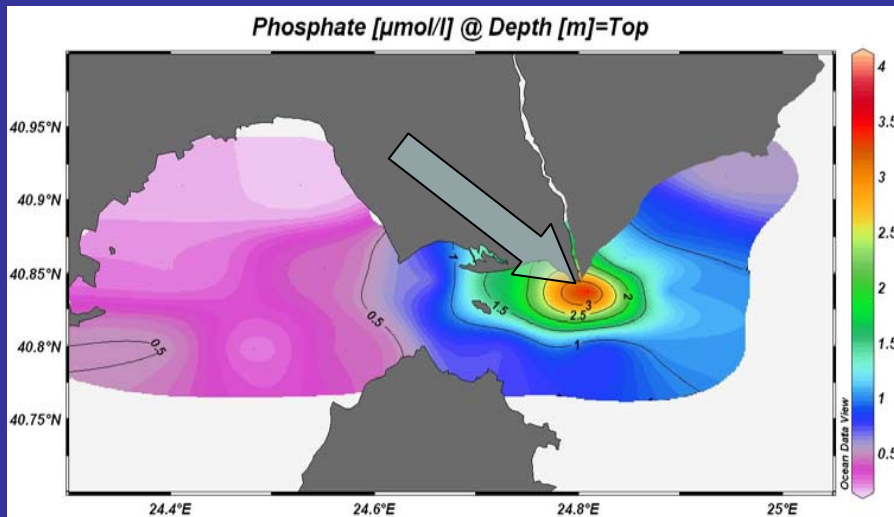
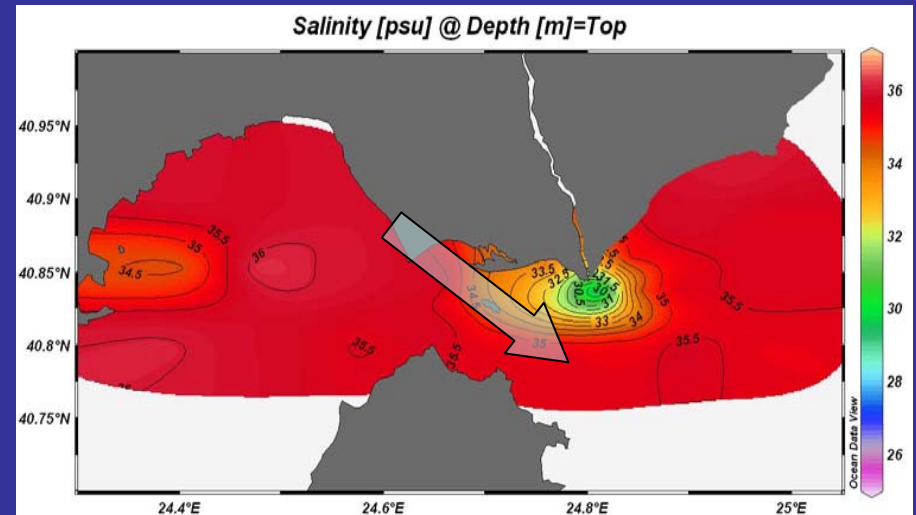
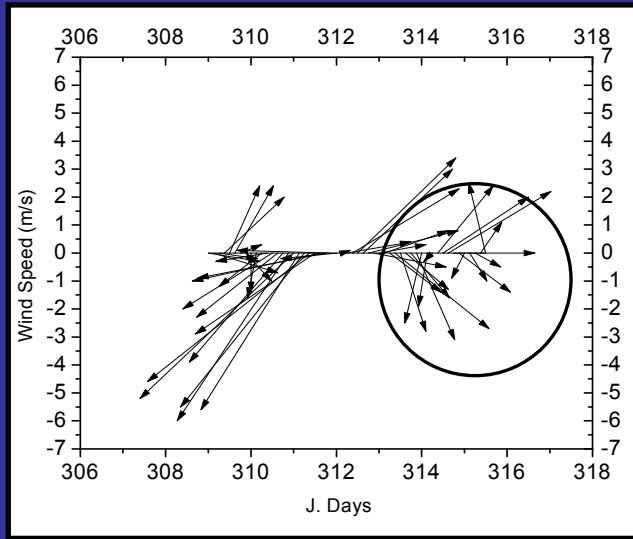
RESULTS – RIVER PLUME (MEDIUM RIVER FLOW)

May 2006



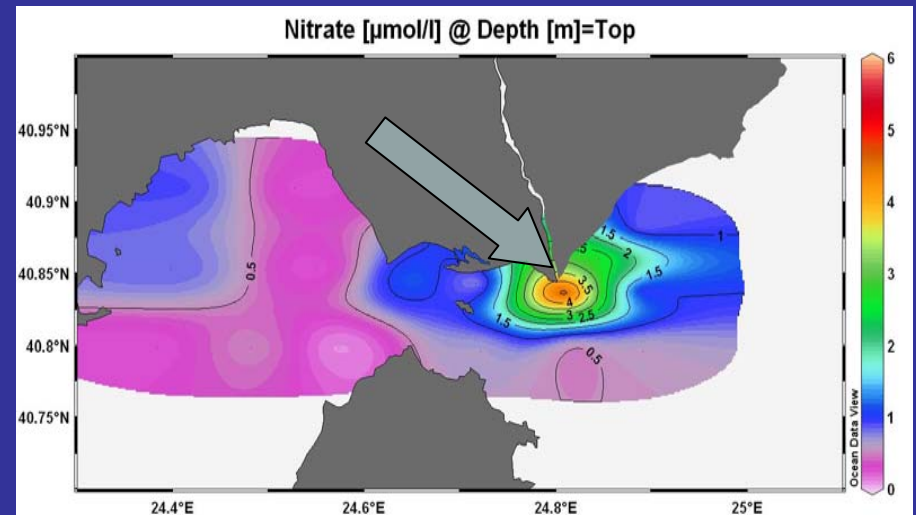
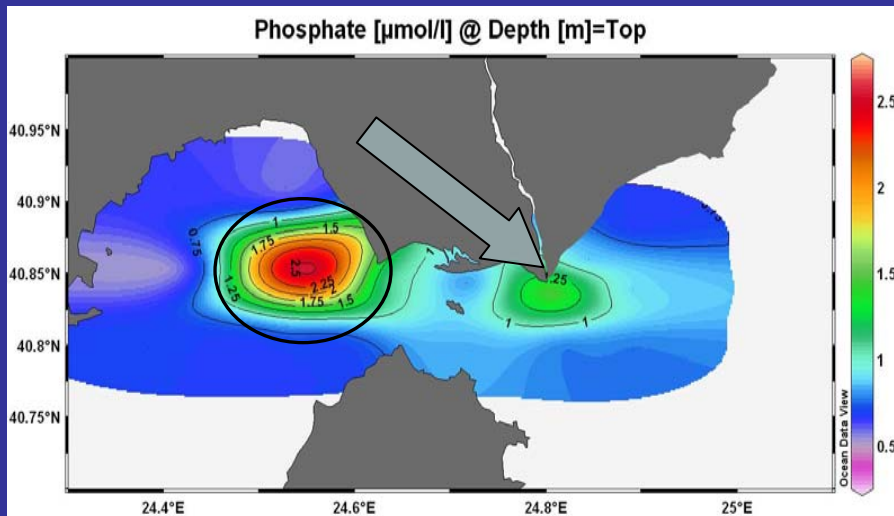
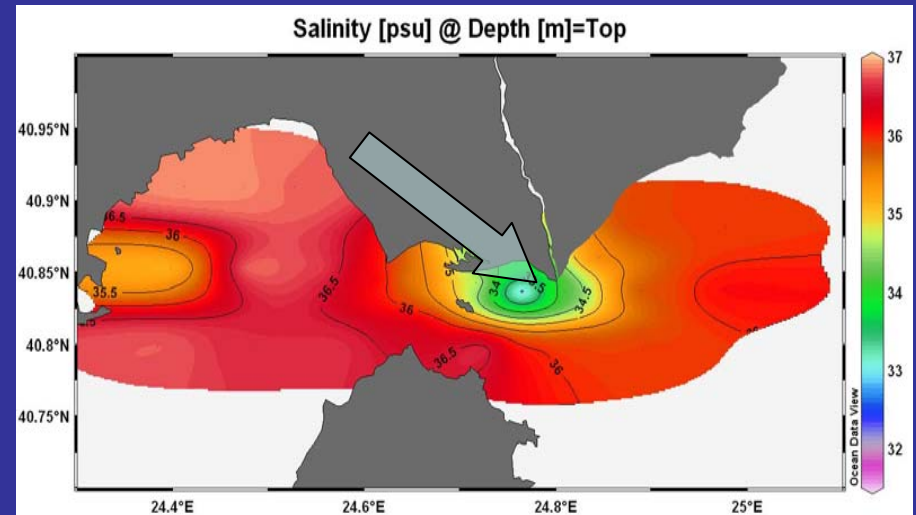
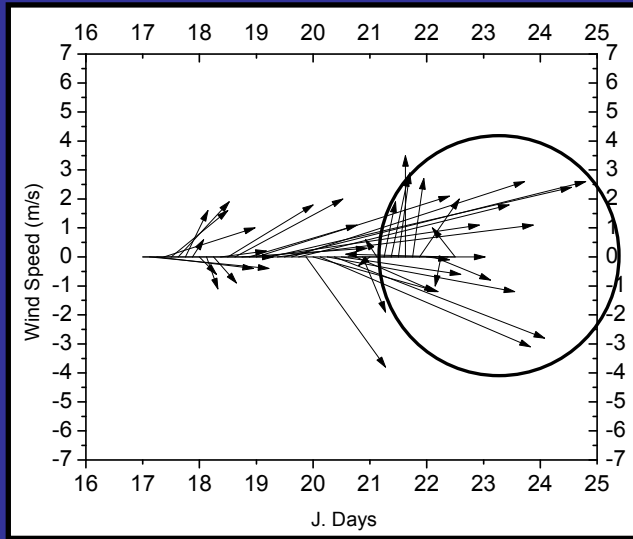
RESULTS – RIVER PLUME (LOW RIVER FLOW)

November 2006



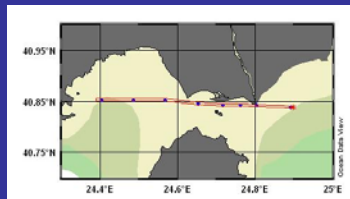
RESULTS – RIVER PLUME (VERY LOW RIVER FLOW)

January 2007

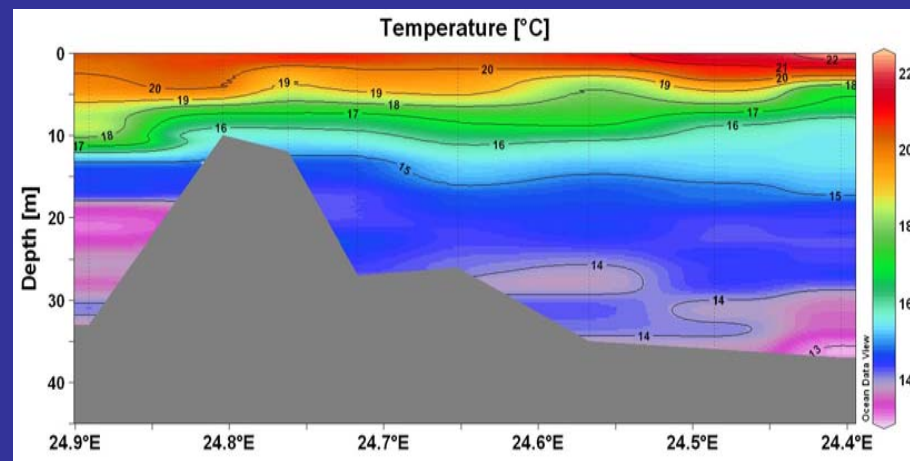
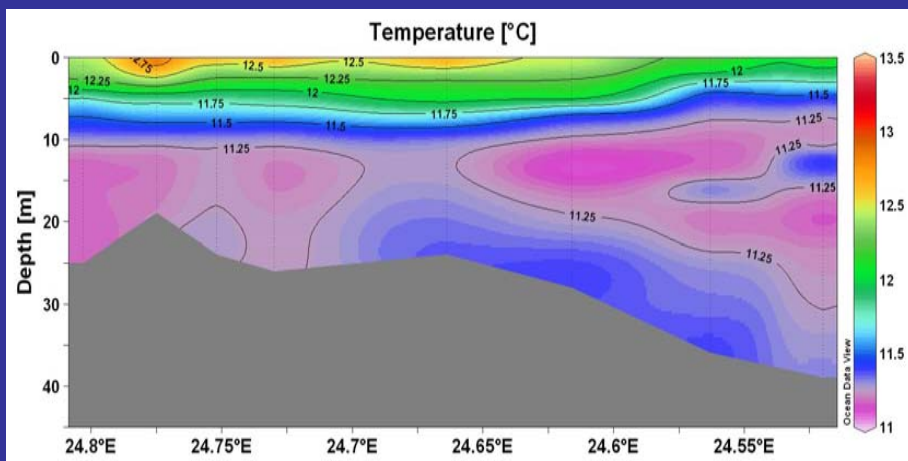


VERTICAL DISTRIBUTION OF TEMPERATURE

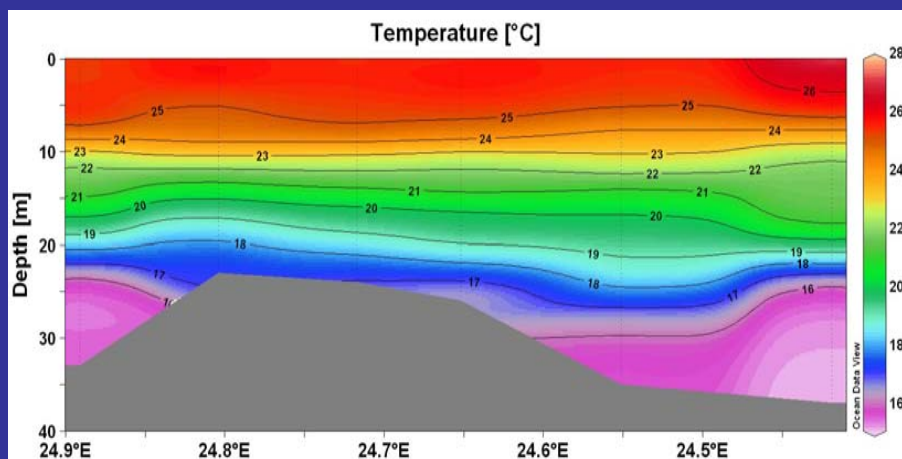
March 2006



May 2006

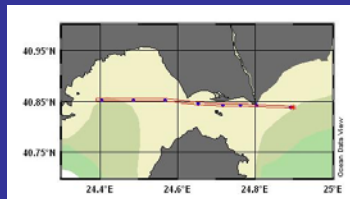


August 2006

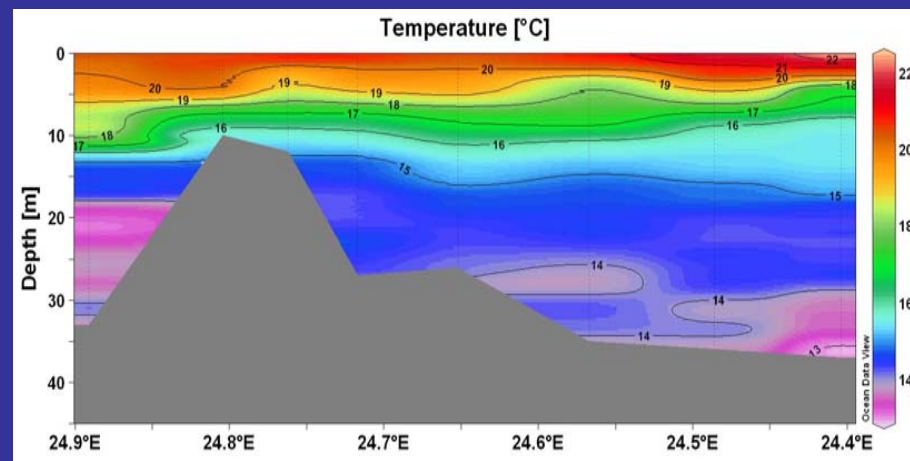
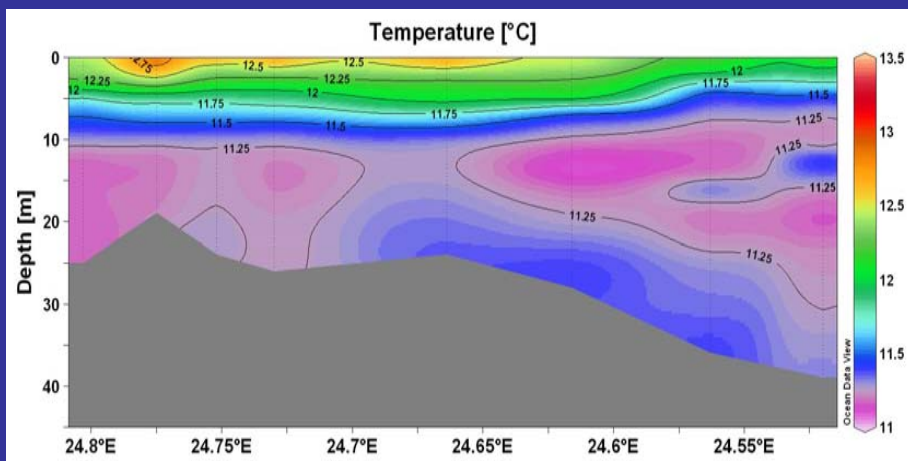


VERTICAL DISTRIBUTION OF TEMPERATURE

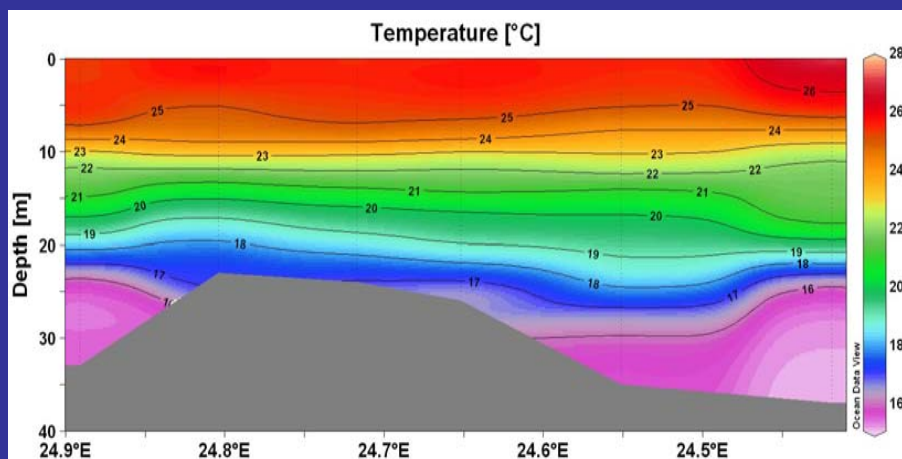
March 2006



May 2006

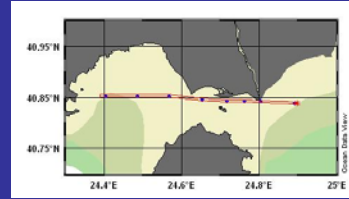


August 2006

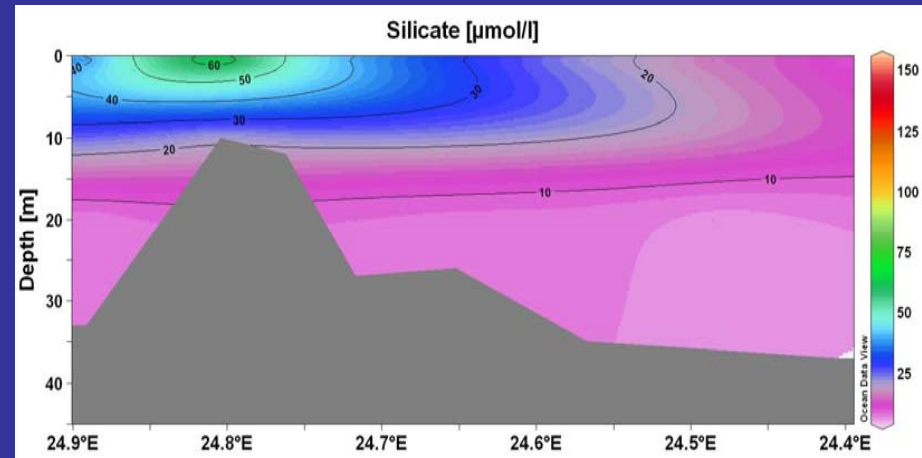
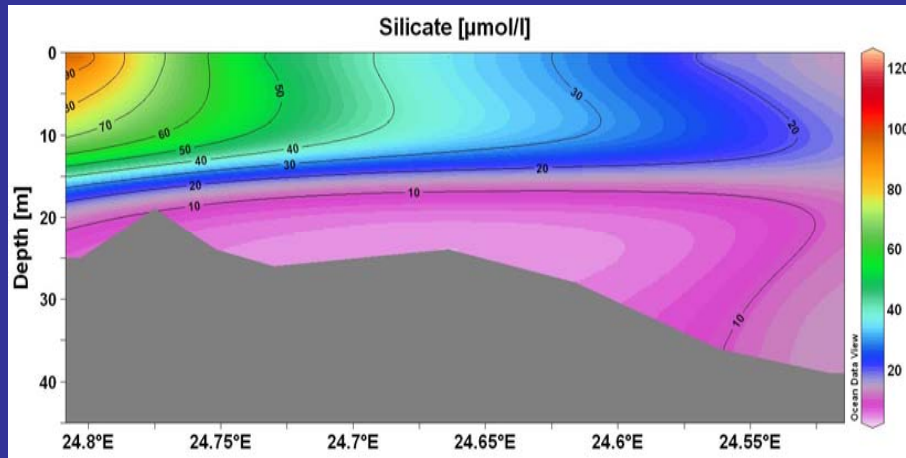


VERTICAL DISTRIBUTION OF SILICATE

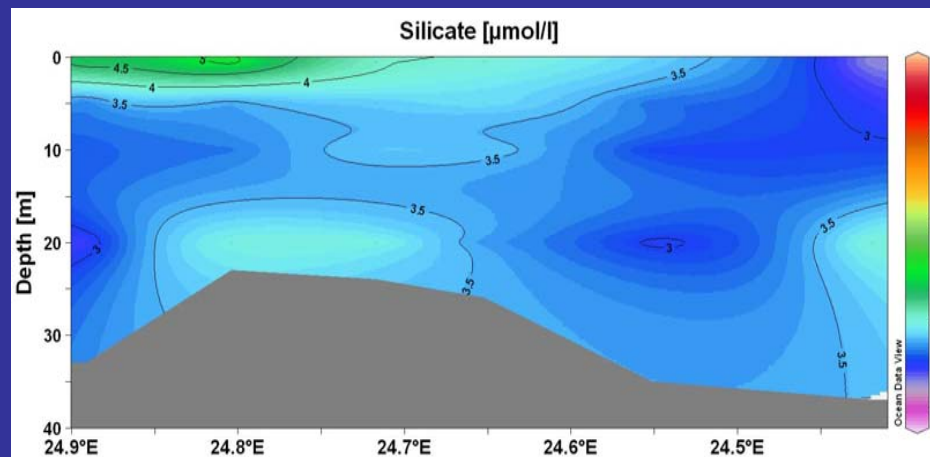
March 2006



May 2006



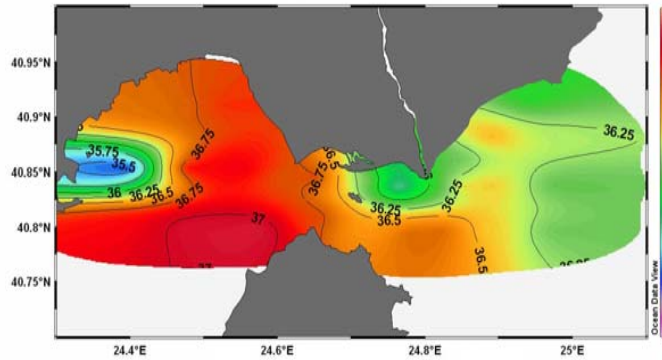
August 2006



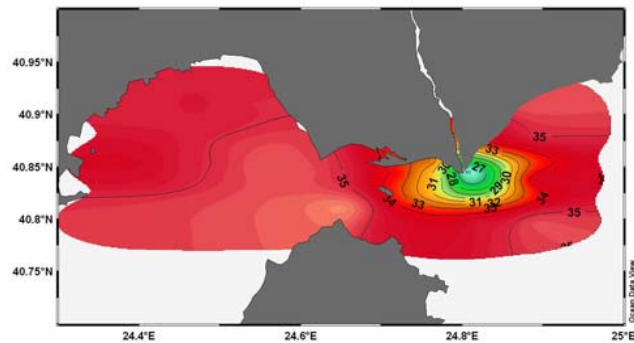
ΑΠΟΤΕΛΕΜΣΑΤΑ

Πλούμιο-Αλατότητα

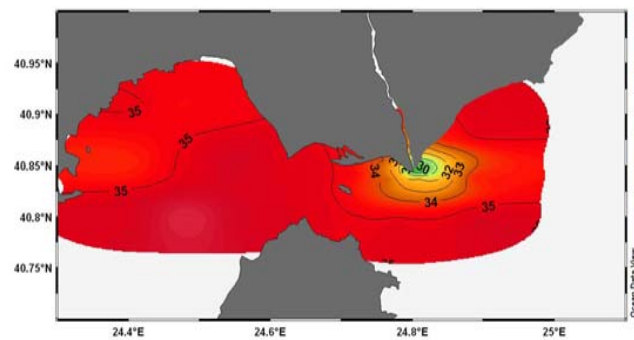
Φεβρουάριος 2007



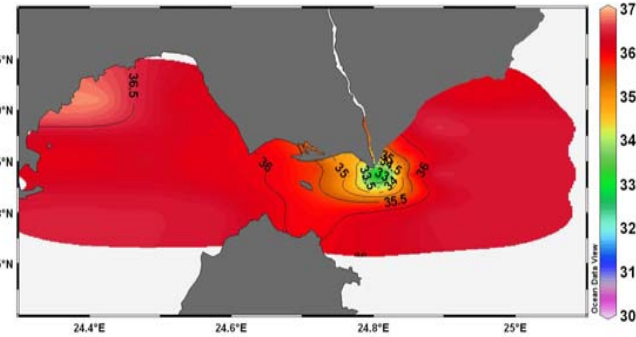
Μάιος 2007



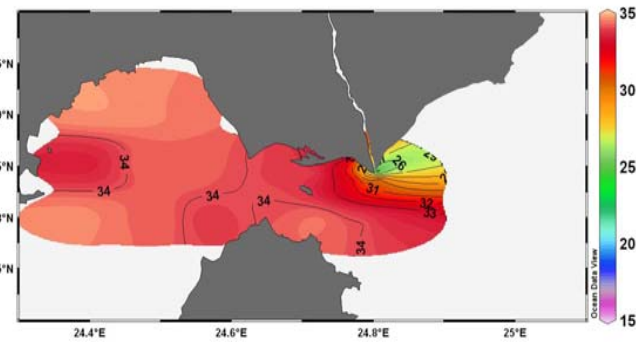
Σεπτέμβριος 2007



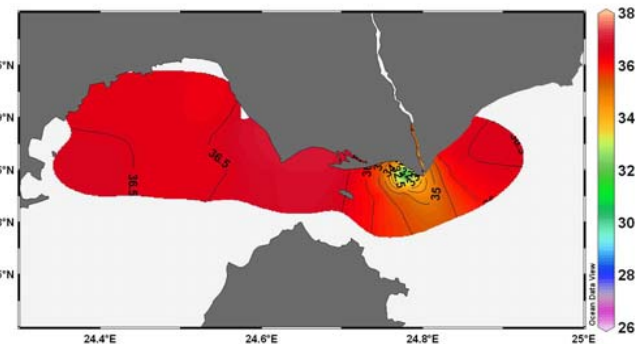
Απρίλιος 2007



Αύγουστος 2007



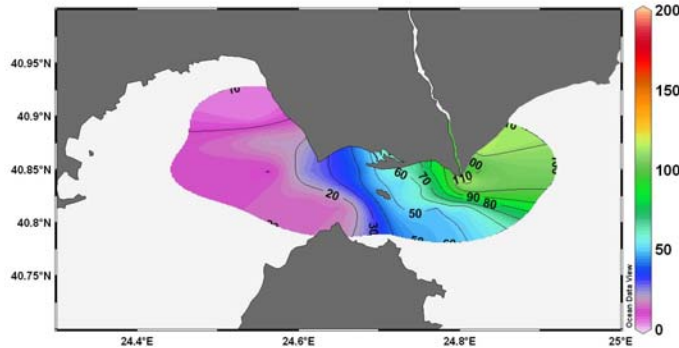
Νοέμβριος 2007



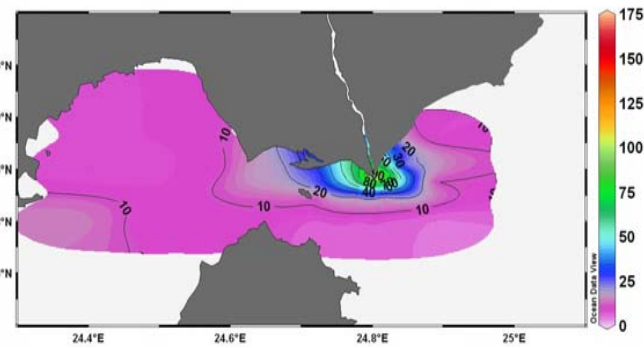
ΑΠΟΤΕΛΕΜΣΑΤΑ

Πλούμιο-Πυριτικά άλατα

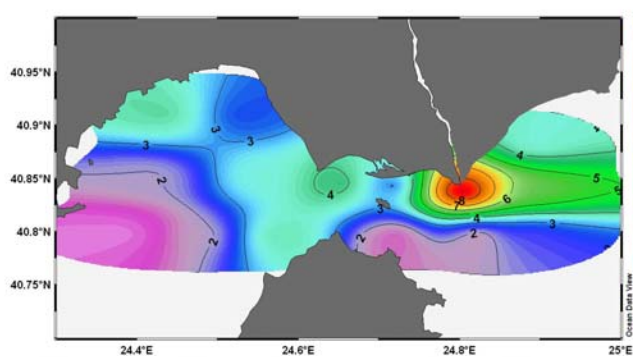
Μάρτιος 2006



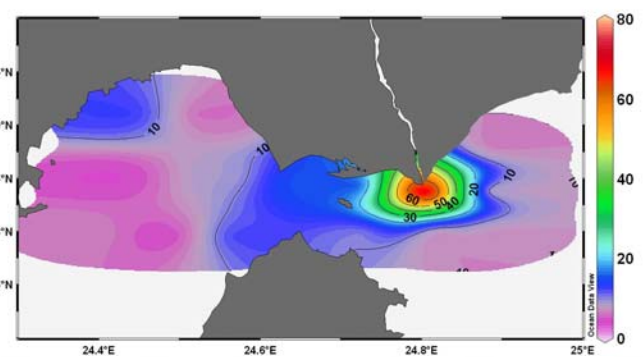
Μάιος 2006



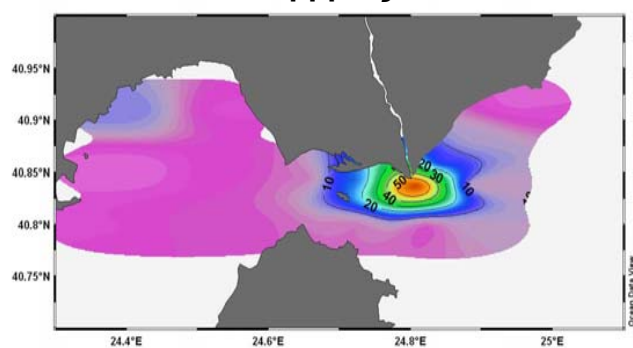
Αύγουστος 2006



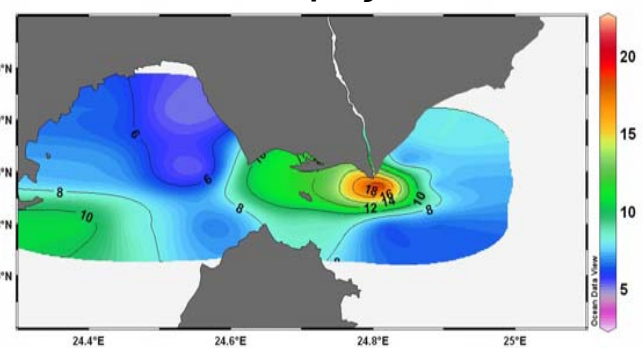
Οκτώβριος 2006



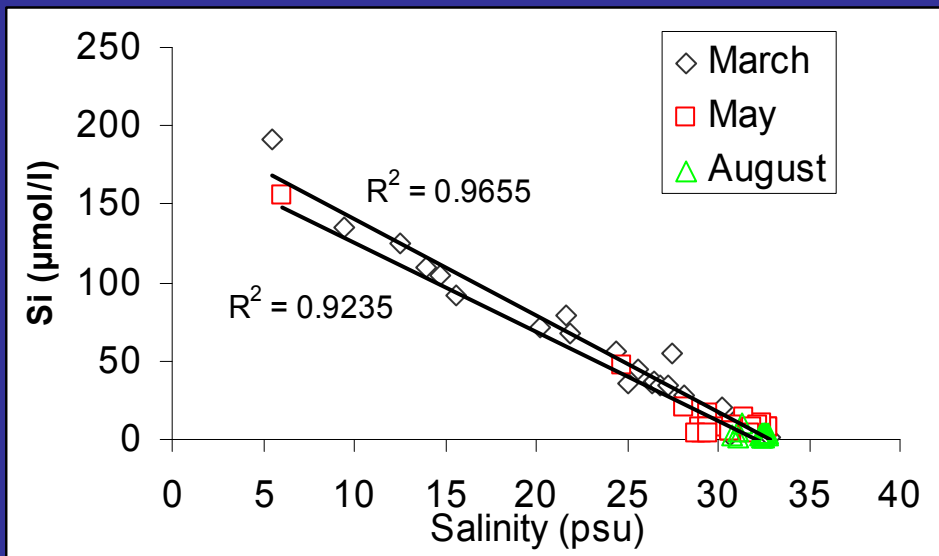
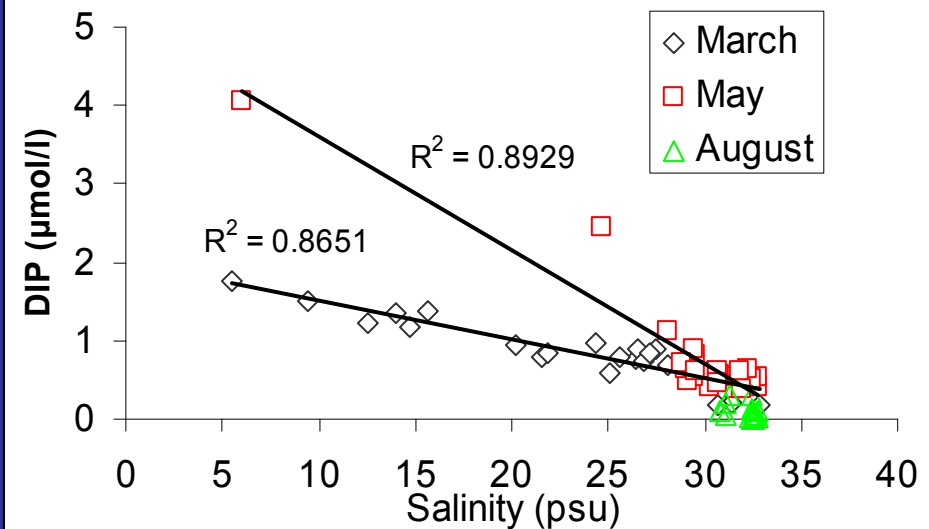
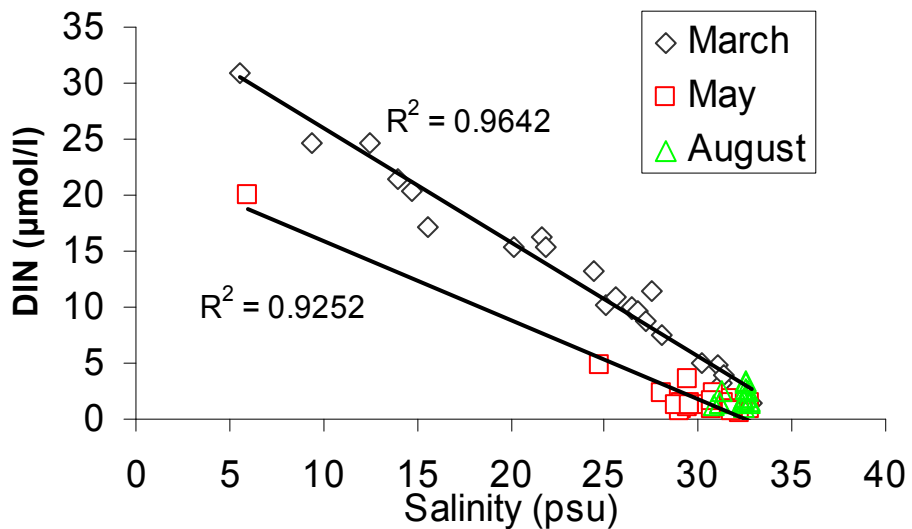
Νοέμβριος 2006



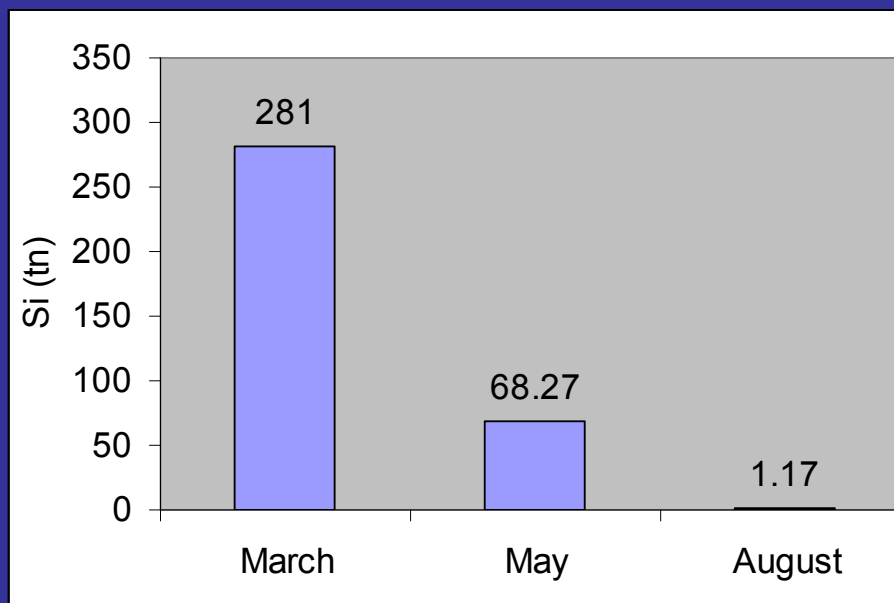
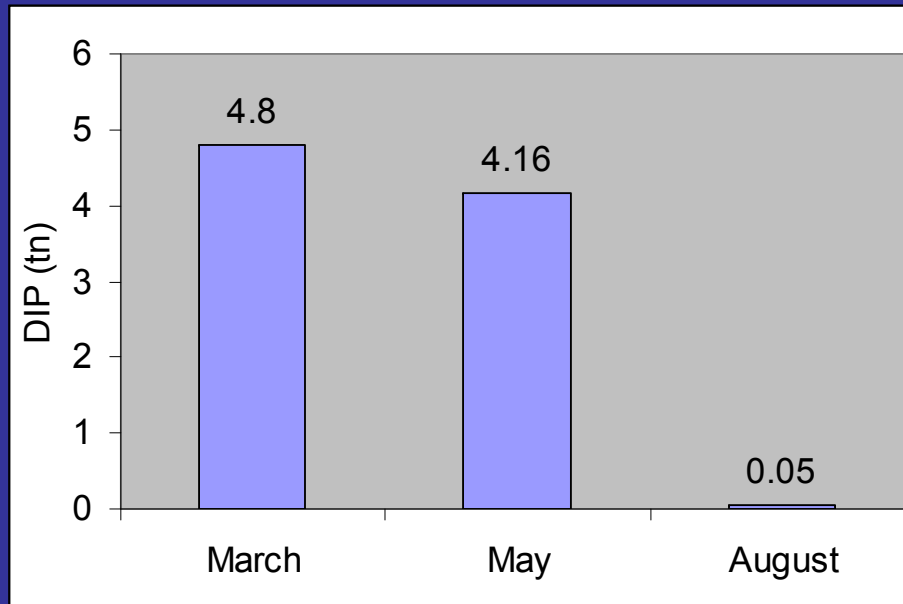
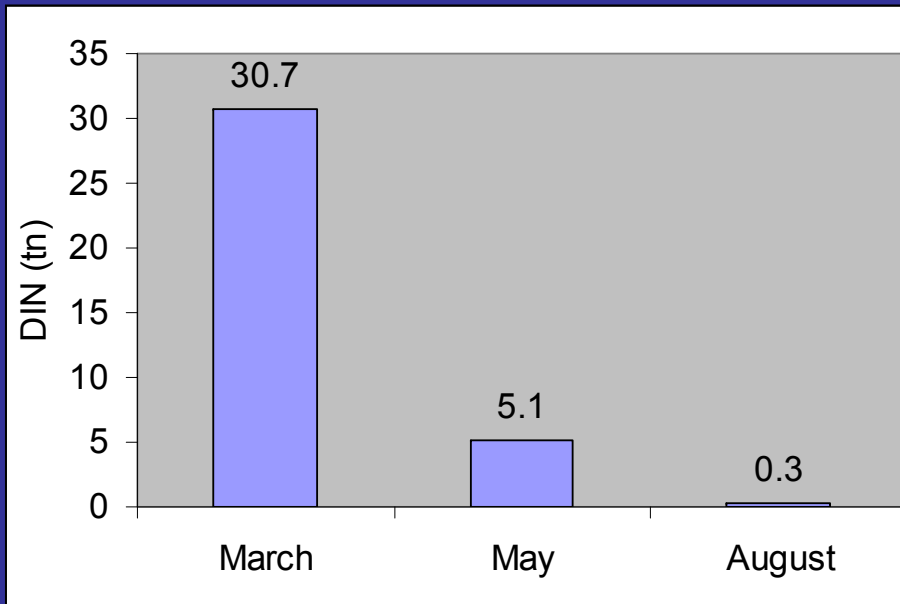
Ιανουάριος 2006



NUTRIENTS ORIGIN

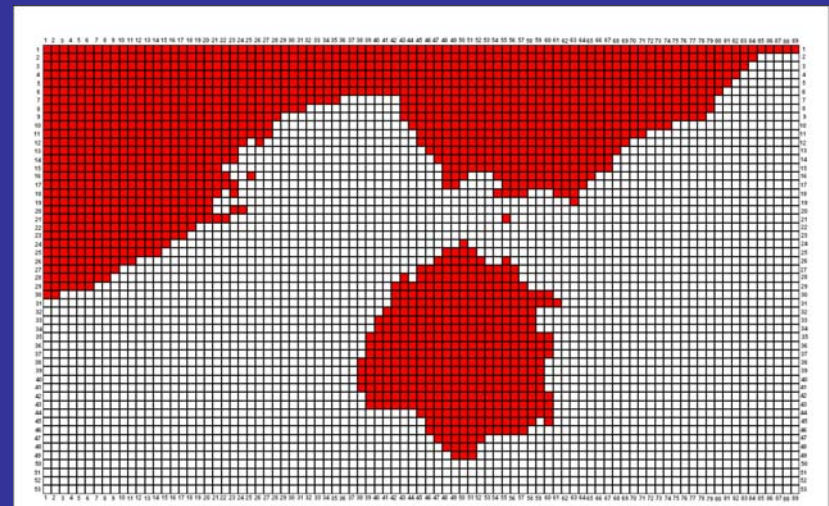
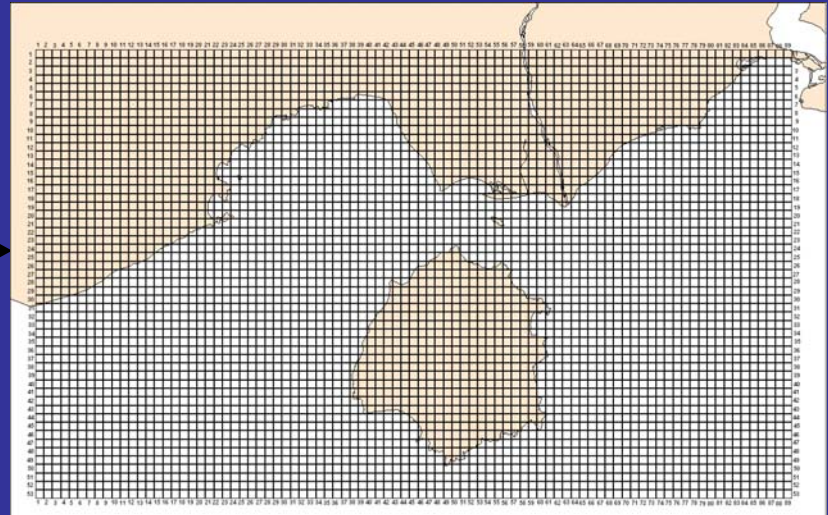
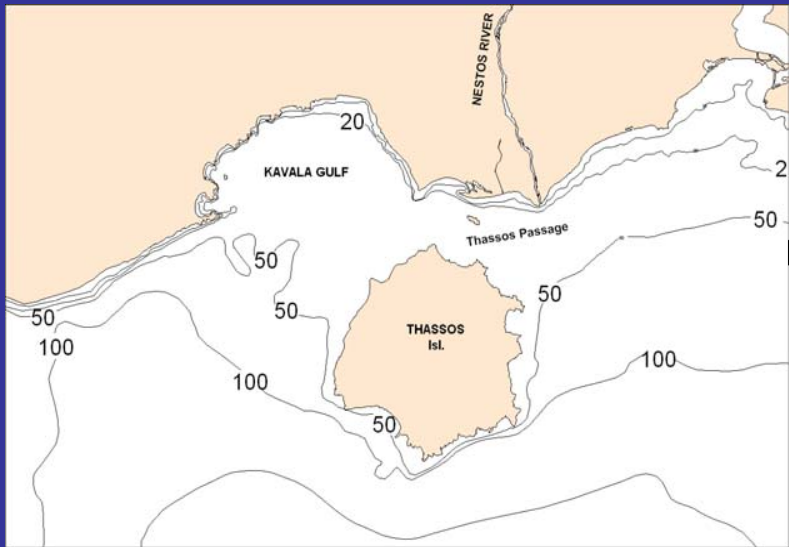


NUTRIENTS IN THE PLUME



CWR-ELCOM

Εφαρμογή του ομοιώματος στην περιοχή μελέτης

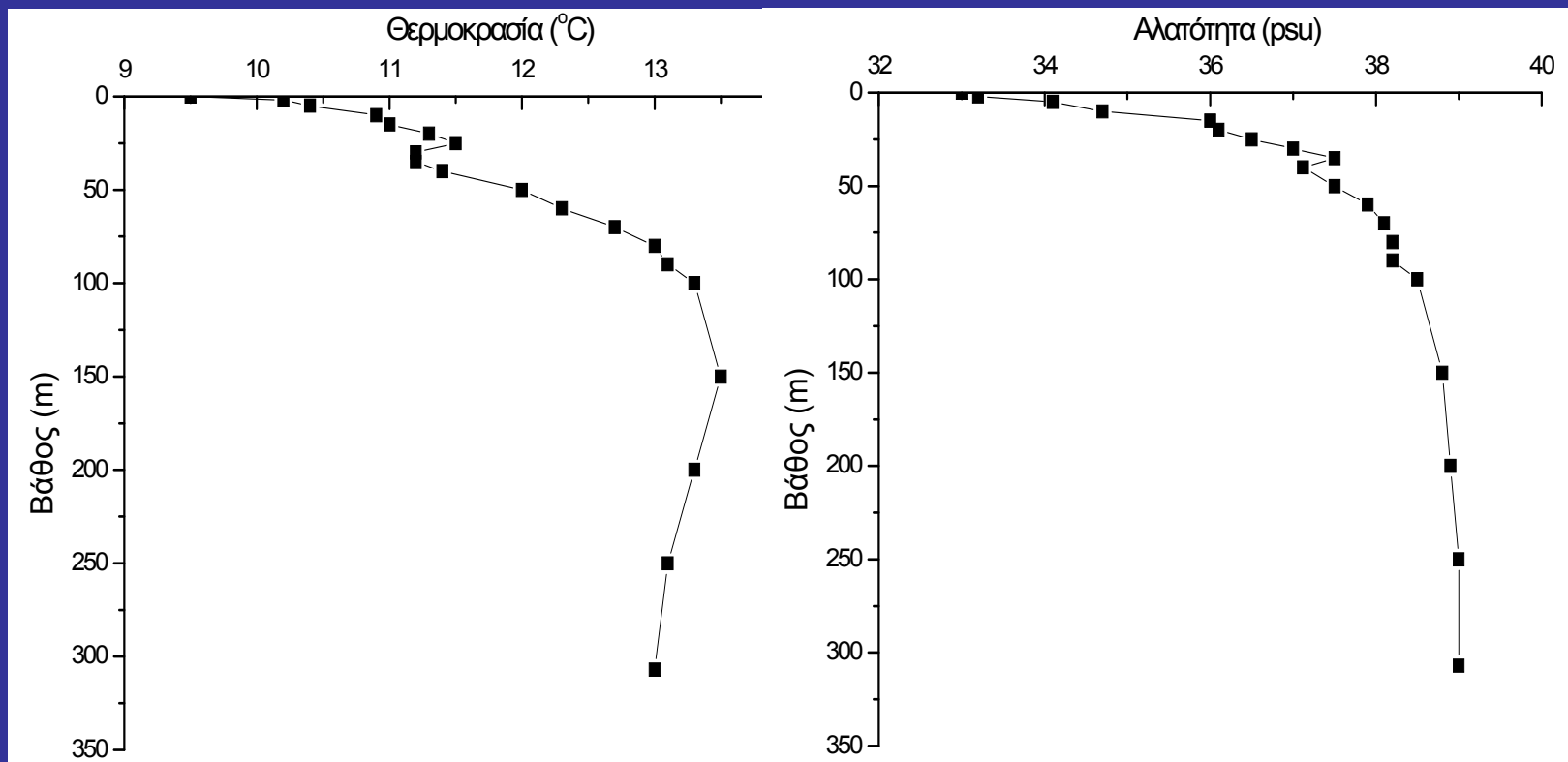


Ο διαχωρισμός των κελιών που αντιπροσωπεύουν την ξηρά για όλους του κάρναβους ορίστηκε με τον κωδικό '999'. Το βάθος του κάθε 'υδάτινου' κελιού προσδιορίστηκε από τον χάρτη της Υδρογραφικής Υπηρεσίας του Ναυτικού.

CWR-ELCOM

Αρχικές συνθήκες

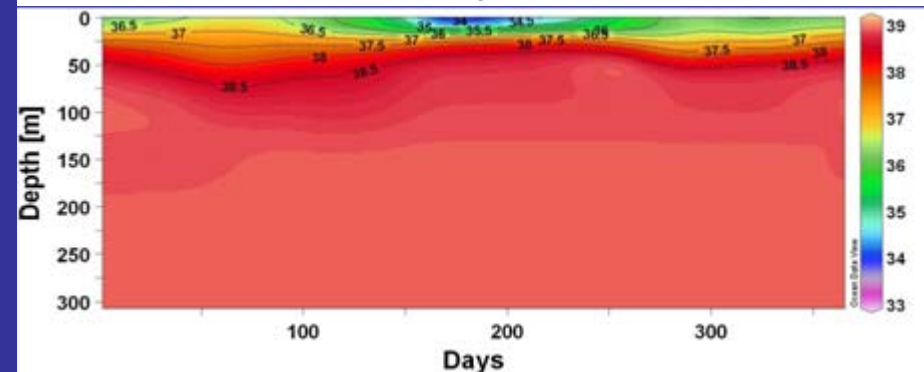
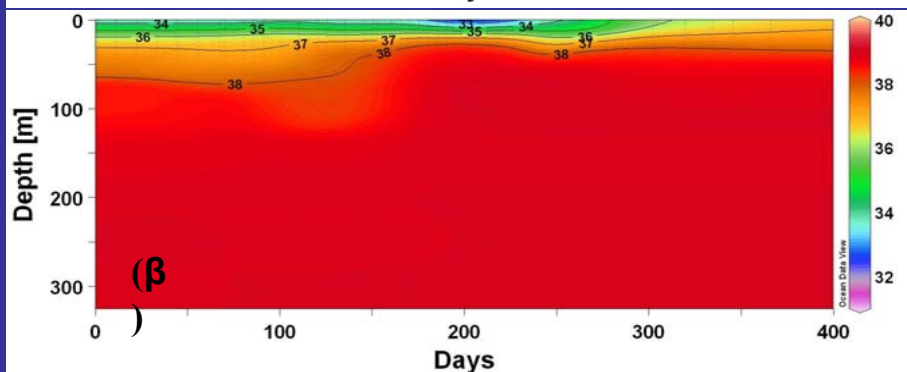
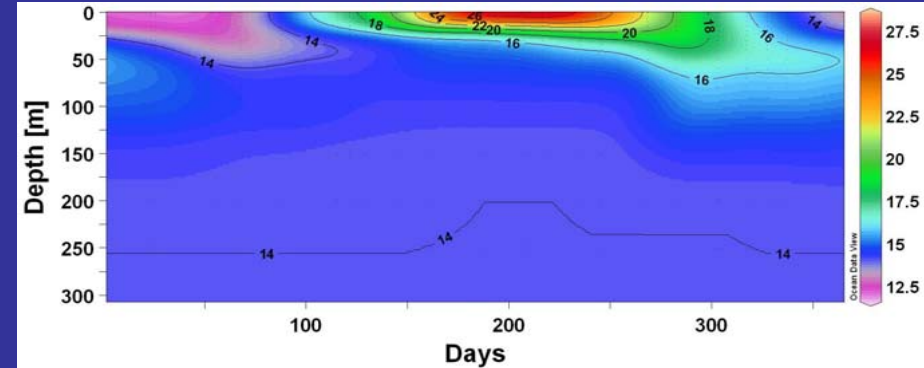
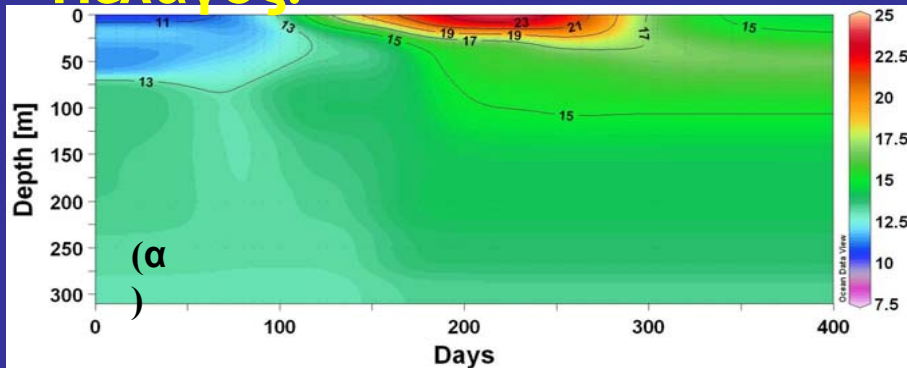
- ❖ Οι αρχικές συνθήκες της θερμοκρασίας και της αλατότητας έως και τα 40 m βάθος προσδιορίστηκαν από μία δειγματοληψία που διενεργήθηκε στις 25 Νοεμβρίου 2005.
- ❖ Οι τιμές στα βαθύτερα στρώματα συμπληρώθηκαν από την διεθνή βιβλιογραφία.



CWR-ELCOM

Οριακές συνθήκες

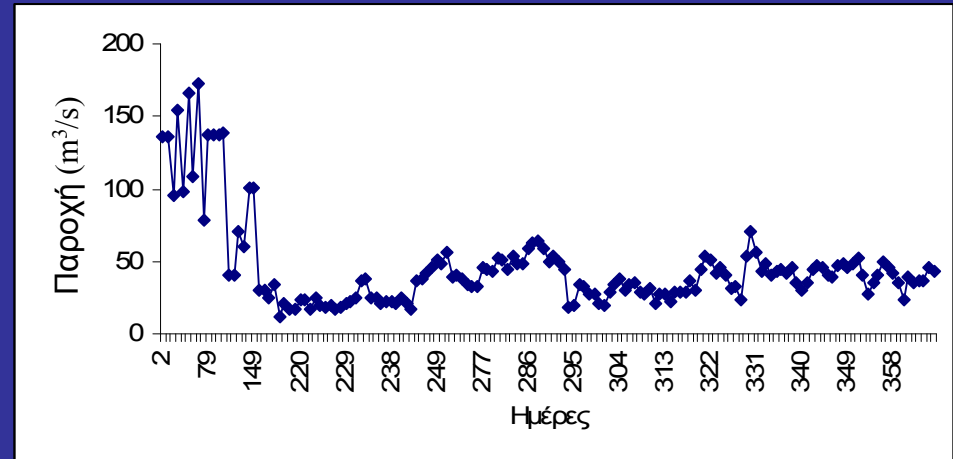
- ❖ Ορίστηκαν 3 ανοιχτά όρια: το νότιο το δυτικό και το ανατολικό όριο της περιοχής διακριτοποίησης. Στα όρια αυτά εφαρμόστηκαν οι συνθήκες παλιρροιακής μεταβολής και ελεύθερης διάβασης των υδάτων.
- ❖ Οι οριακές συνθήκες (αλατότητα-θερμοκρασία) για τα έτη 2006 και 2007 προέκυψαν από μηνιαίες δειγματοληψίες στο Θρακικό Πέλαγος.



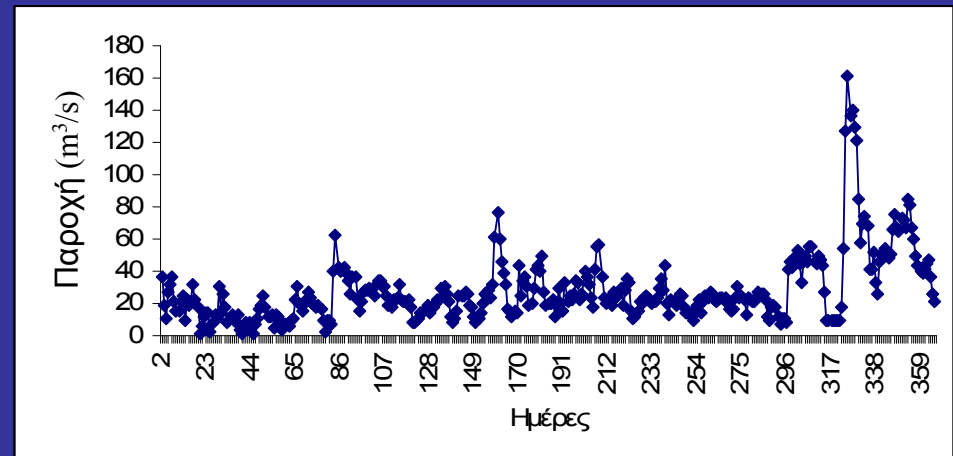
CWR-ELCOM

Οριακές συνθήκες

- ❖ Εισαγωγή των απορροών των γλυκών υδάτων από την Τάφρο Τ4 (μηνιαίες μέσες τιμές).
- ❖ Εισαγωγή των απορροών των γλυκών υδάτων από τον Νέστο όπως προέκυψαν από τις συστηματικές μετρήσεις της στάθμης του τηλεμετρικού σταθμού.
- ❖ Το παλιρροιακό εύρος εφαρμόστηκε στα όρια και υπολογίστηκε με βάση τις συνιστώσες M_2 και S_2 , έχοντας εύρος 0,2 και 0,15 m



Παροχή Νέστου 2006

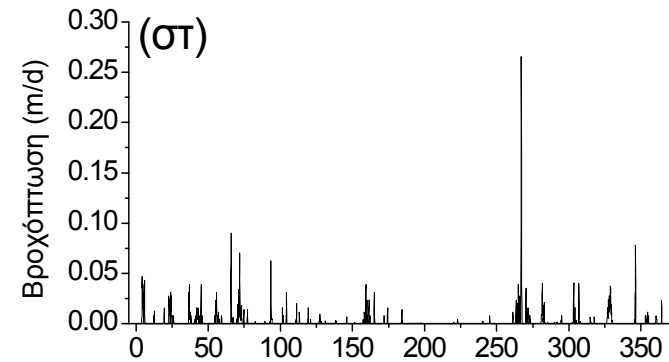
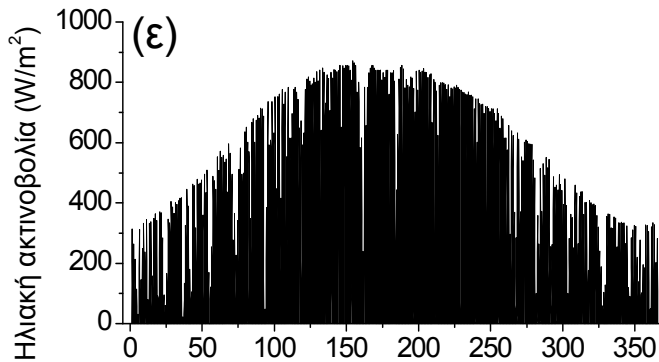
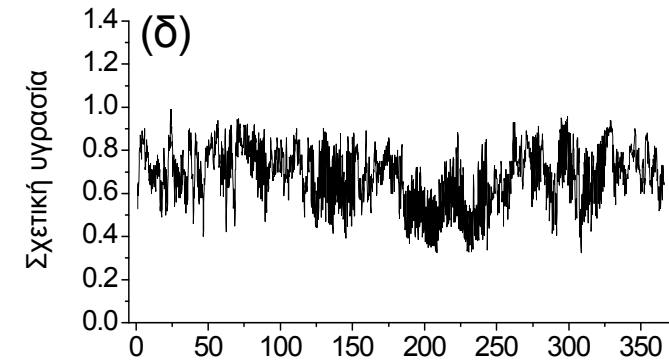
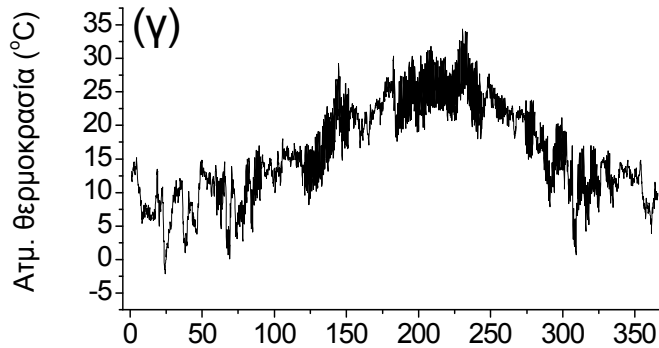
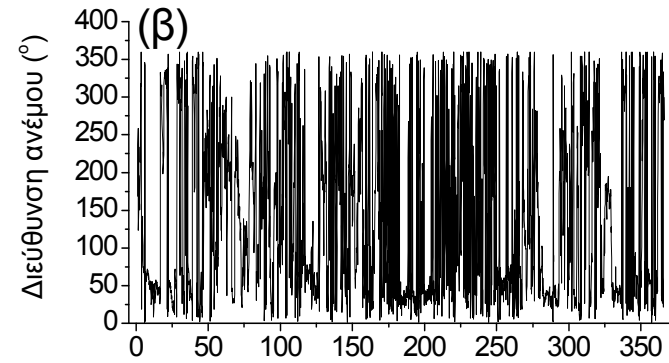
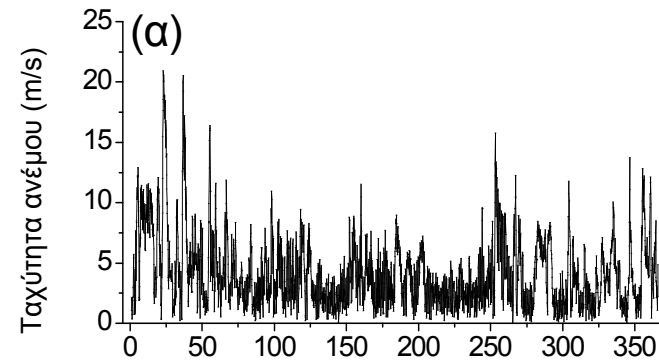


Παροχή Νέστου 2007

CWR-ELCOM

Οριακές συνθήκες

2006



Ημέρες

Ημέρες

CWR-ELCOM

Βαθμονόμηση του ομοιώματος

- Η βαθμονόμηση του ομοιώματος διενεργήθηκε και για τους 3 κάνναβους και για τις τιμές θερμοκρασίας-αλατότητας.
- Εξετάστηκαν πλήθος συνδυασμών του συντελεστή τραχύτητας του πυθμένα C_D και του συντελεστή οριζόντιας διάχυσης των παθητικών ρύπων κ :
- Άλλες παράμετροι όπως η αντανάκλαση του μικρού και μεγάλου μήκους κύματος ηλιακής ακτινοβολίας

- Η βαθμονόμηση έγινε για τους μήνες Μάρτιος και Μάιος 2006, όπου το πλούμιο βρέθηκε ισχυρότερο και το εύρος της αλατότητας μετρήθηκε στα υψηλότερα επίπεδα.

$$\tau_c = \rho C_D |U_c| U_c$$

$$\frac{dC}{dt} = \kappa \nabla C$$

- Οι μετεωρολογικές παράμετροι εφαρμόστηκαν σε ολόκληρη τη περιοχή μελέτης σε ύψος 10 m από την ελεύθερη στάθμη της θάλασσας .

CWR-ELCOM

Βαθμονόμηση του ομοιώματος

➤ Η απόδοση της κάθε προσομοίωσης που διενεργήθηκε για την βαθμονόμηση ελέγχθηκε με την χρήση 4 στατιστικών κριτηρίων.

➤ Συντελεστής προσδιορισμού R^2 :

$$R^2 = \frac{\left[N \left(\sum_{i=1}^N x_i y_i \right) - \left(\sum_{i=1}^N x_i \right) \left(\sum_{i=1}^N y_i \right) \right]^2}{\left[N \left(\sum_{i=1}^N x_i^2 \right) - \left(\sum_{i=1}^N x_i \right)^2 \right] \left[N \left(\sum_{i=1}^N y_i^2 \right) - \left(\sum_{i=1}^N y_i \right)^2 \right]}$$

➤ Ρίζα του μέσου τετραγωνικού λάθους

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (y_i - x_i)^2}{N}}$$

➤ Κλίση γ :

$$\gamma = \frac{\sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2}$$

$$SI = \frac{RMSE}{\bar{x}} \times 100 \quad \text{οράς SI:}$$

όπου x_i είναι η μέτρηση στο πεδίο, y_i το αποτέλεσμα του ομοιώματος, N το πλήθος των δεδομένων, \bar{x} η μέση τιμή των μετρήσεων του πεδίου και \bar{y} η μέση τιμή των αποτελεσμάτων του ομοιώματος.

CWR-ELCOM

Βαθμονόμηση του ομοιώματος

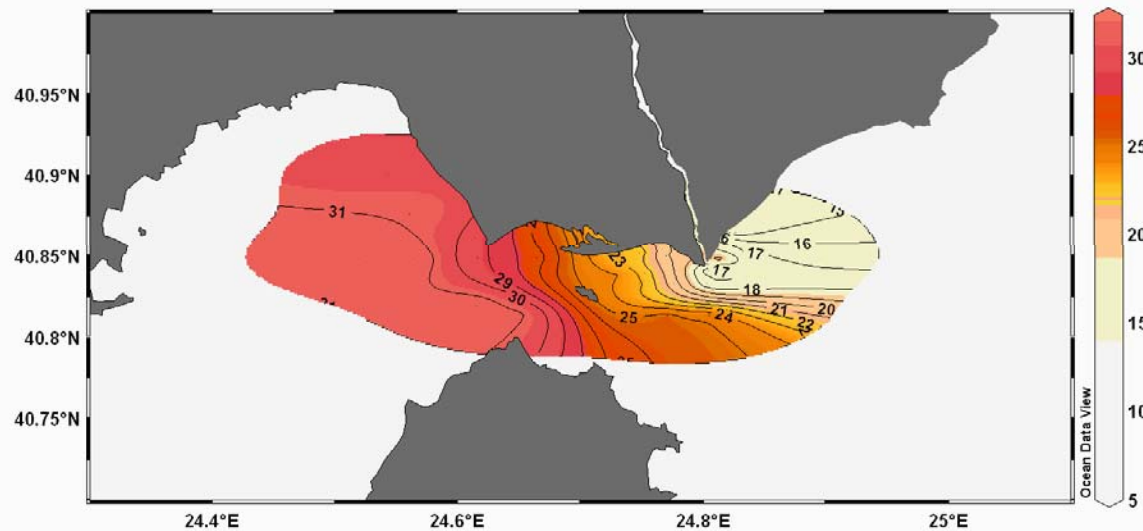
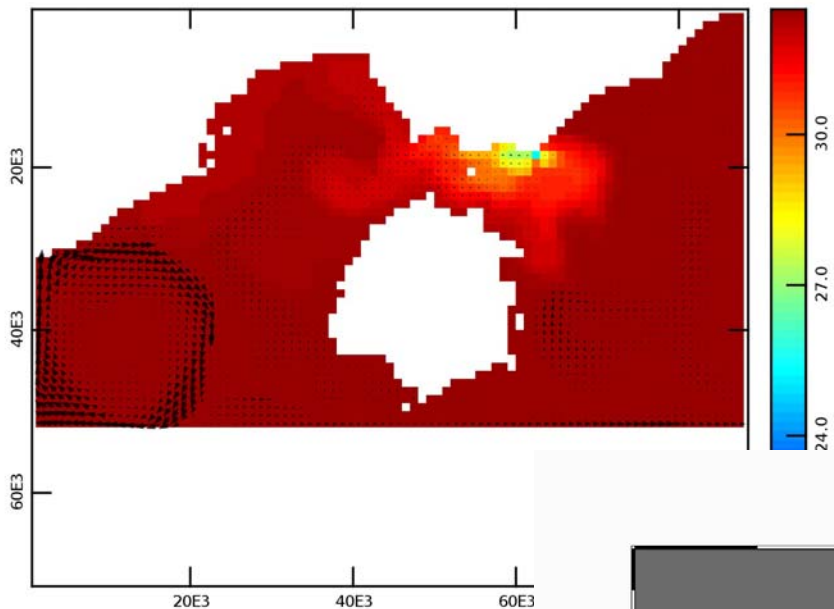
Τρία πλέγματα: Μάρτιος 2006-αλατότητα

Κάβναβος	C_D	κ (m ² /s)	R^2	γ	RMSE	SI(%)
1000×1000	0,003	0,2	0,888	0,849	1,052	3,067
		0,4	0,884	0,870	1,077	3,141
	0,005	0,2	0,883	0,872	1,103	3,216
		0,4	0,885	0,840	1,072	3,127
500×500	0,003	0,2	0,555	1,184	2,685	9,312
		0,4	0,549	1,214	2,688	9,372
	0,005	0,2	0,550	1,202	2,541	9,212
		0,4	0,552	1,197	2,766	9,519
Μεταβαλλόμενος	0,003	0,2	0,814	0,838	1,112	3,109
		0,4	0,813	0,841	1,217	3,245
	0,005	0,2	0,794	0,832	1,109	3,220
		0,4	0,818	0,831	1,098	3,135

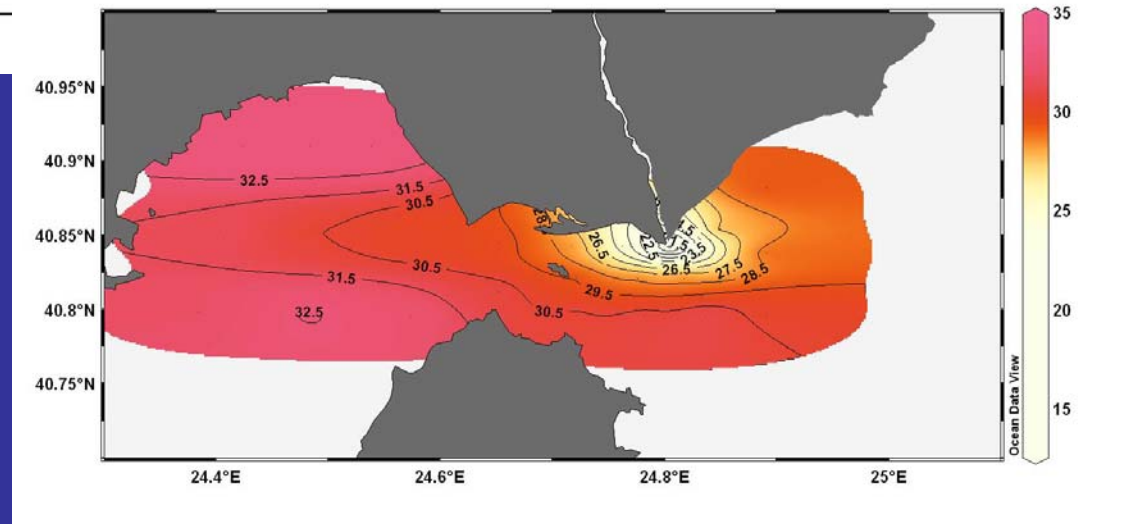
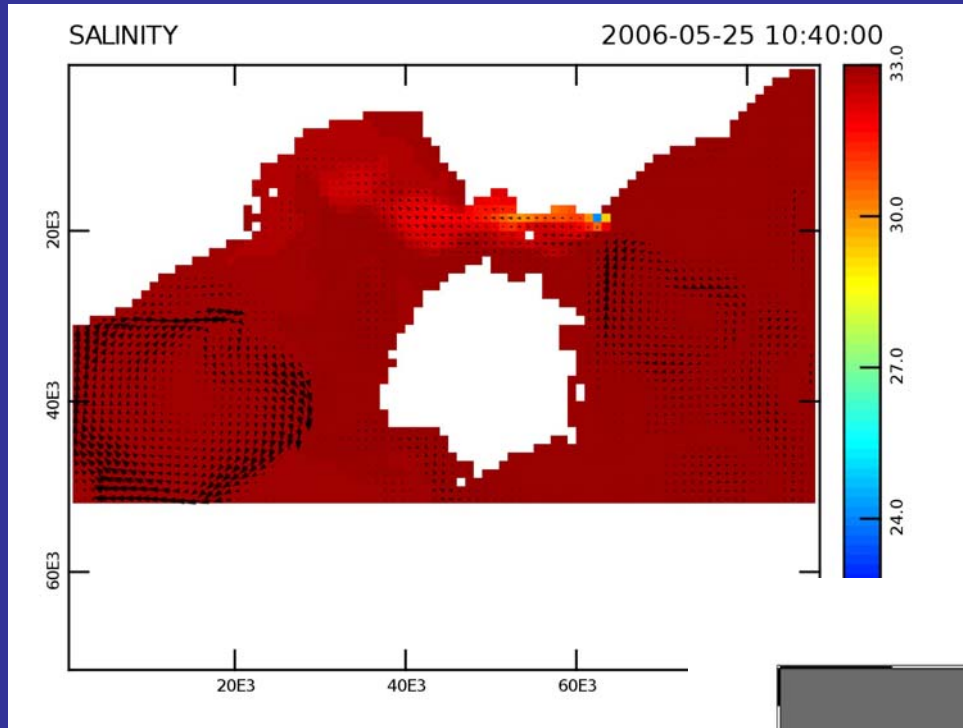
RIVER PLUME MODELING (March 2006)

SALINITY

2006-03-28 09:20:00

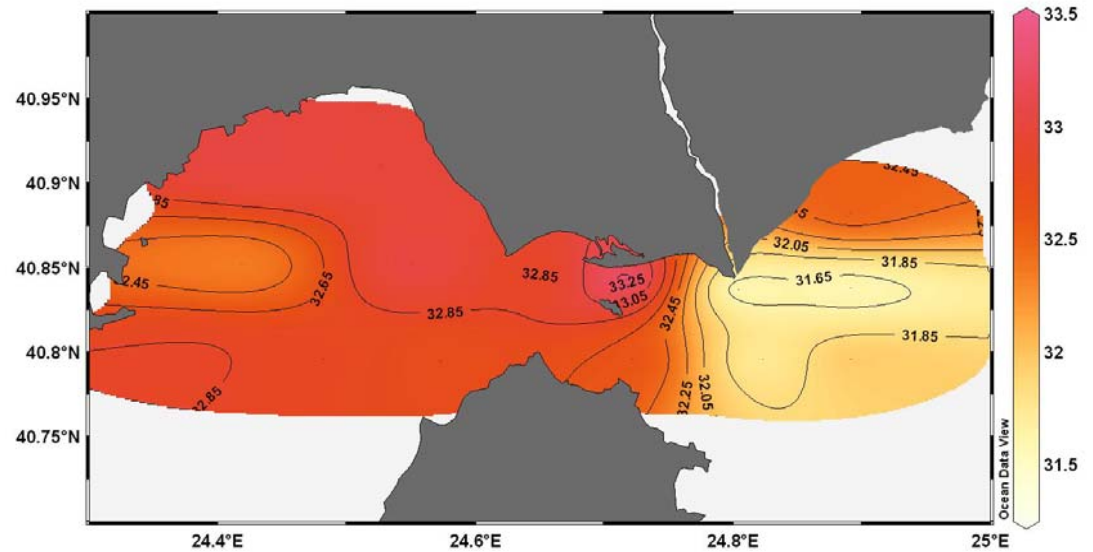
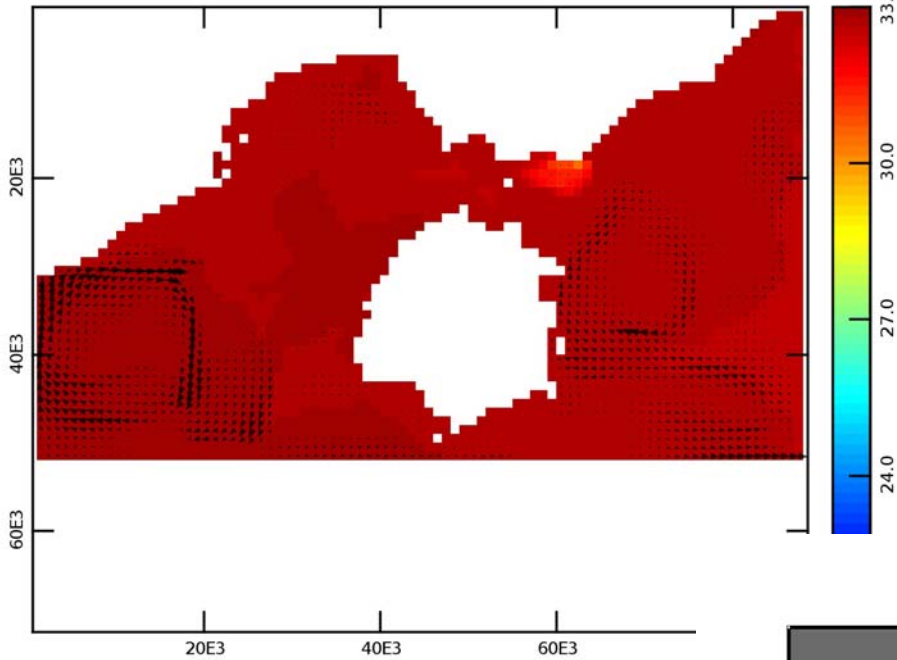


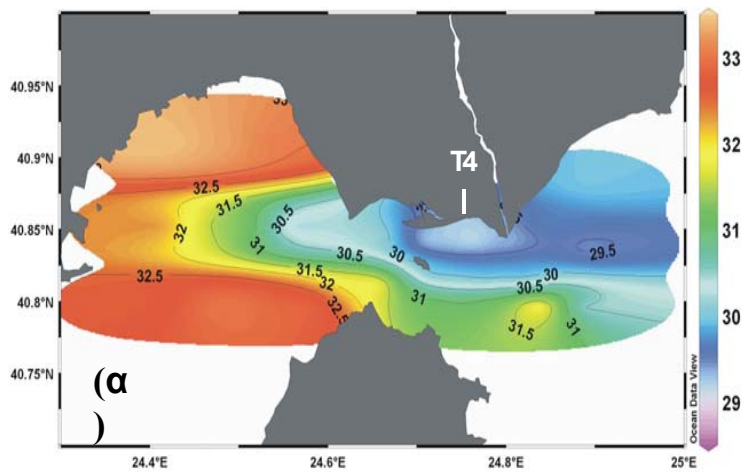
RIVER PLUME MODELING (May 2006)



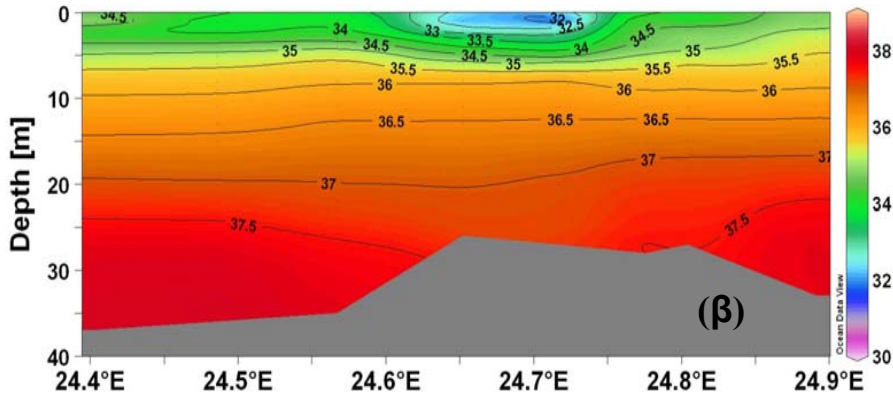
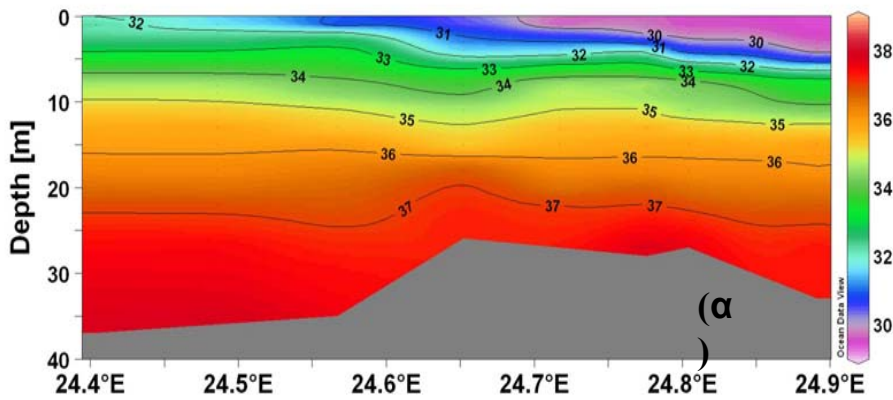
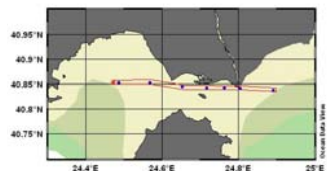
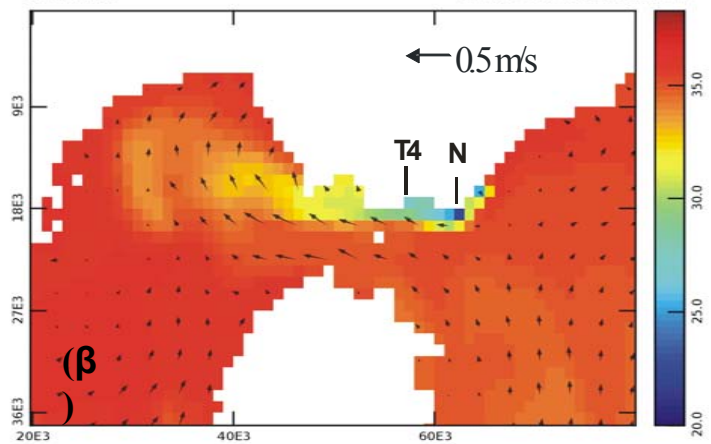
RIVER PLUME MODELING (August 2006)

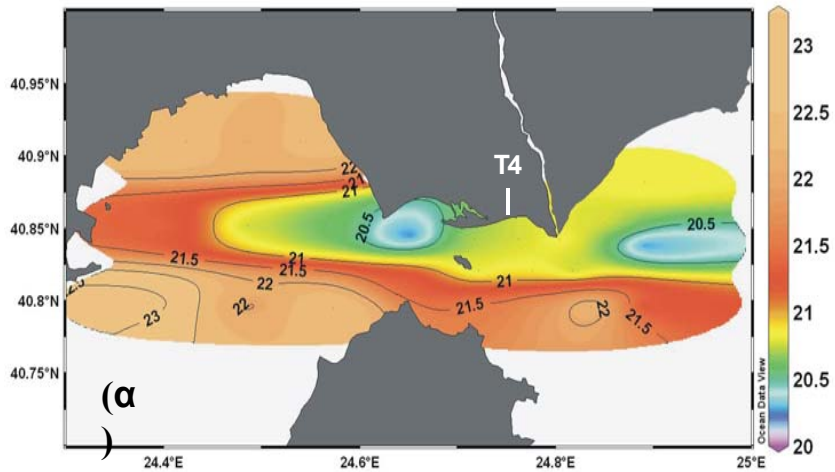
SALINITY 2006-08-01 12:00:00



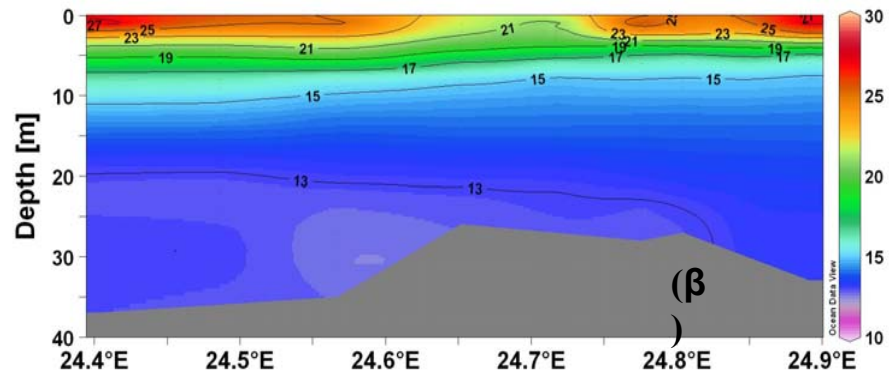
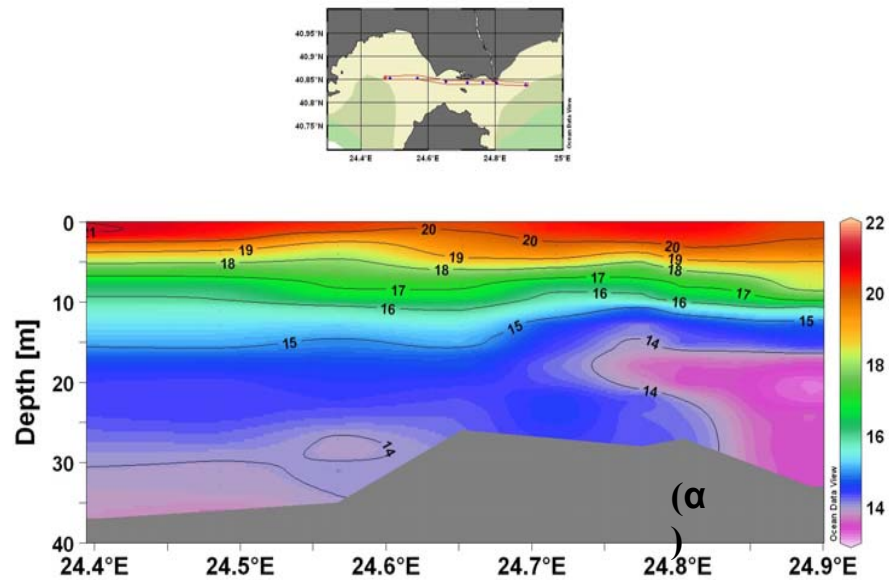
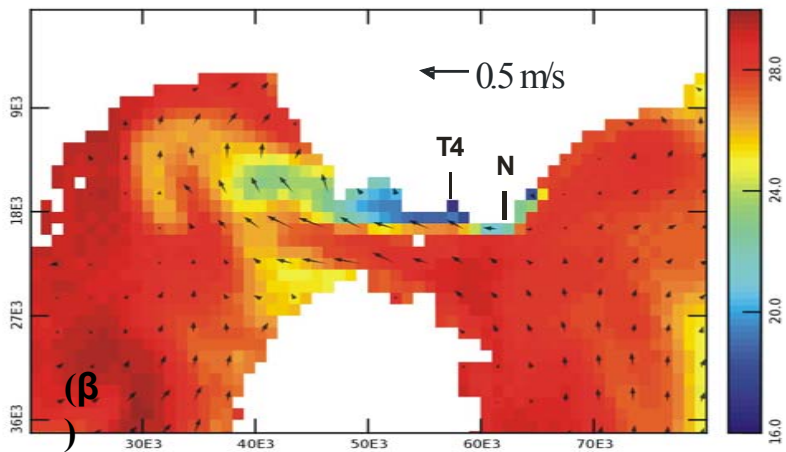


SALINITY 2006-05-25 09:00:01





TEMPERATURE 2006-05-25 09:00:01



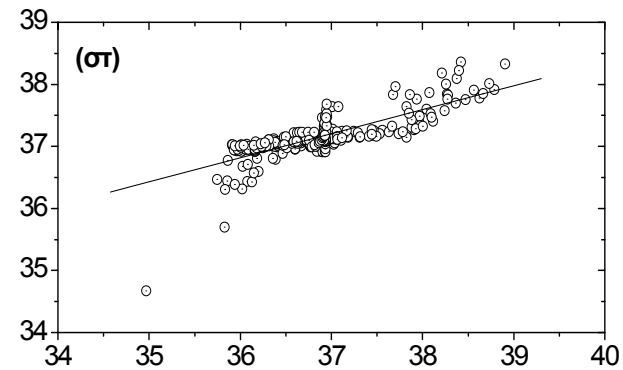
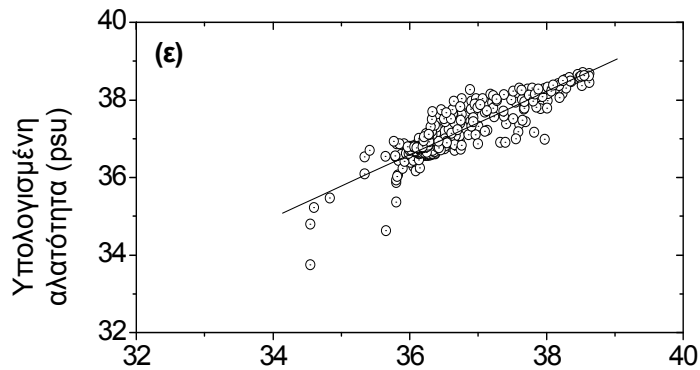
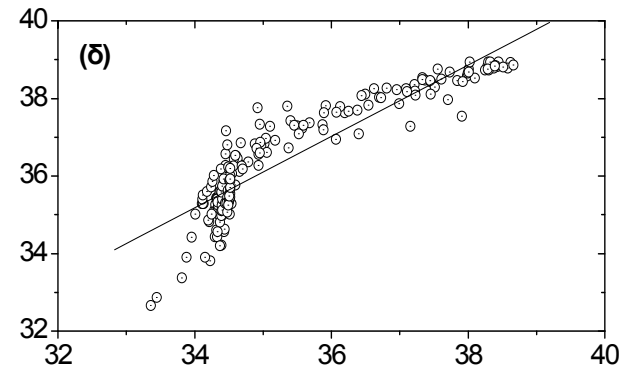
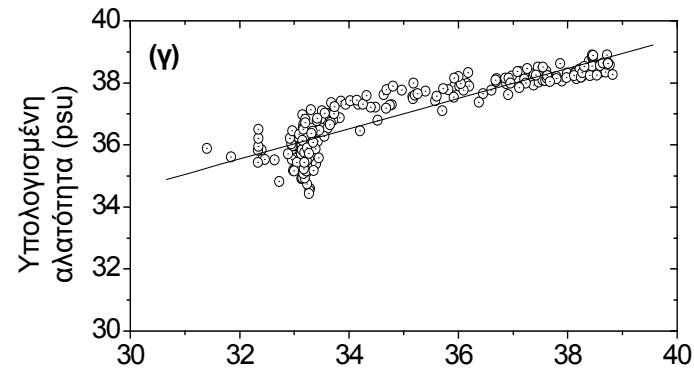
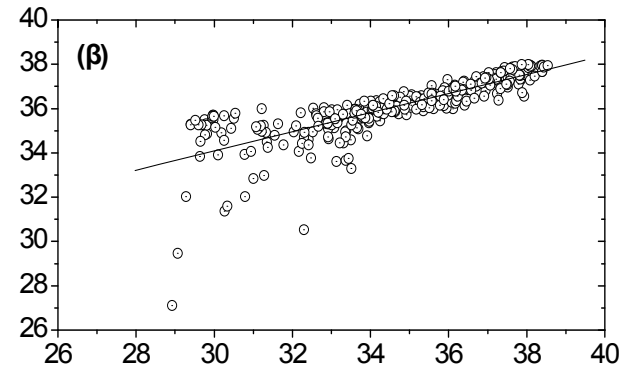
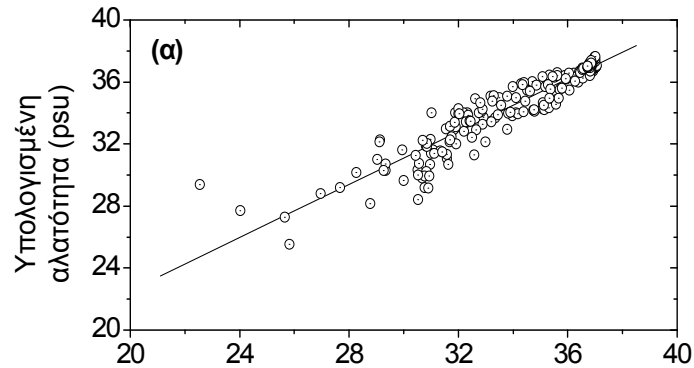
ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ

Απόδοση Ομοιώματος-Αλατότητα

Μήνες	<i>n</i>	<i>R</i> ²	<i>γ</i>	<i>RMSE</i>	<i>SI</i> (%)
2006					
Μάρτιος	225	0,886	0,849	1,061	3,00
Μάιος	337	0,640	0,431	2,159	6,24
Αύγουστος	230	0,807	0,487	2,317	6,60
Οκτώβριος	230	0,841	0,922	1,217	3,45
Νοέμβριος	384	0,813	0,813	0,583	1,59
2007					
Ιανουάριος	391	0,614	0,388	0,518	1,40
Φεβρουάριος	449	0,446	0,418	0,319	0,86
Απρίλιος	420	0,604	0,649	0,424	1,15
Μάιος	355	0,678	0,734	0,831	2,31
Αύγουστος	296	0,833	0,645	1,498	4,19
Σεπτέμβριος	364	0,650	0,783	1,251	3,52
Νοέμβριος	251	0,690	0,686	0,364	0,98

ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ

Απόδοση Ομοιώματος-Αλατότητα



Μετρημένη αλατότητα (psu)

Μετρημένη αλατότητα (psu)

CONCLUSIONS

- River damming has significantly altered the hydrological status of Nestos River, smoothing the 'wet to dry' periods differences.
- In 2007 the 'wet over dry ratio' was 1.26, while in 2006 this ratio was found 2.02.
- Based on the DEI dataset, the 'wet over dry ratio' showed a mean value of 1.96 for the 1966-2006 period.
- River plume expansion depends directly on river discharge, while its pattern along the coastal zone depends on the wind direction.
- Under high to medium discharge events, the plume retains a thin surface layer transporting nutrients at long distances and favoring conservative mixing.
- Under low discharge conditions, higher nutrient contents were detected near the mouth.

CONCLUSIONS

In any case, the minimum ecological flow set at the level of 6 m³/sec for the downstream river part, is considered as considerably low to sustain the natural characteristics of Nestos riparian ecosystems.