

ΦΥΣΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΛΥΜΑΤΩΝ – ΛΙΜΝΕΣ ΣΤΑΘΕΡΟΠΟΙΗΣΗΣ Ν. ΣΕΡΡΩΝ

– ΜΑΡΙΑ Ε. ΧΑΛΑΤΣΗ –

Δρ. ΠΟΛΙΤΙΚΟΣ ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ

ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ, M.Sc.

Η ΑΝΑΓΚΑΙΟΤΗΤΑ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΛΥΜΑΤΩΝ

- Η παραγωγή λυμάτων είναι αναπόφευκτη και η διάθεσή τους σε επιφανειακούς αποδέκτες οδηγεί σε διάφορα προβλήματα, όπως
 - παραγωγή οσμών
 - ευτροφισμό
 - μείωση του διαλυμένου οξυγόνου
 - κίνδυνοι υγείας λόγω μόλυνσης από παθογόνα
 - μείωση βιοποικιλότητας κ.ά.
- Επομένως, η επεξεργασία των λυμάτων πριν τη διάθεση ή την επαναχρησιμοποίησή τους καθίσταται επιτακτική.



ΦΥΣΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΛΥΜΑΤΩΝ

- Ως φυσικά συστήματα επεξεργασίας λυμάτων, ορίζονται τα συστήματα εκείνα όπου η επεξεργασία των λυμάτων γίνεται με **φυσικά μέσα και διεργασίες**, δηλαδή με την αλληλεπίδραση του νερού, του εδάφους, της ατμόσφαιρας, των φυτικών και ζωικών οργανισμών.
- Τις τελευταίες δεκαετίες, τα φυσικά συστήματα κερδίζουν όλο και περισσότερο έδαφος σε σχέση με τα συμβατικά συστήματα επεξεργασίας λυμάτων, λόγω του υψηλού κόστους και της μεγάλης κατανάλωσης ενέργειας που παρουσιάζουν τα τελευταία.



ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΦΥΣΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΛΥΜΑΤΩΝ

Τα φυσικά συστήματα κατατάσσονται σε πέντε βασικές κατηγορίες:

1. Τα συστήματα των σηπτικών δεξαμενών ή βόθρων ή επιτόπια συστήματα (septic tanks or on site systems)
2. Τα εδαφικά συστήματα επεξεργασίας λυμάτων (land treatment wastewater systems)
3. Τα συστήματα υδροχαρών φυτών για την επεξεργασία λυμάτων (aquatic plants treatment systems)
4. Τα συστήματα τεχνητών υγροτόπων επεξεργασίας λυμάτων (wastewater constructed wetlands treatment systems)
5. Τα συστήματα λιμνών (δεξαμενών) σταθεροποίησης για την επεξεργασία λυμάτων (wastewater stabilization ponds systems)



ΛΙΜΝΕΣ ΣΤΑΘΕΡΟΠΟΙΗΣΗΣ

Οι λίμνες σταθεροποίησης είναι μεγάλες, ανοιχτές, χωμάτινες, τεχνητές λεκάνες μικρού βάθους, στις οποίες εισρέουν τα υπό επεξεργασία λύματα και από τις οποίες, μετά από παραμονή ορισμένων ημερών, προκύπτει εκροή ικανοποιητικού βαθμού επεξεργασίας. Η απομάκρυνση των οργανικών ουσιών (διαλυμένων ή σε μορφή στερεών) που εισρέουν στις λίμνες, λαμβάνει χώρα με μια σειρά από φυσικοχημικές και βιολογικές διεργασίες που συμβαίνουν στη φύση κατά τη διοχέτευση των αποβλήτων σε υδάτινο περιβάλλον.



ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΕΣ ΛΙΜΝΩΝ ΣΤΑΘΕΡΟΠΟΙΗΣΗΣ ΚΑΙ ΑΠΟΜΑΚΡΥΝΣΗ ΡΥΠΩΝ

- Χρησιμοποιούνται διεθνώς για την επεξεργασία **οικιακών** και **βιομηχανικών** αποβλήτων
- Βασικές λειτουργίες:
 - Αφαίρεση BOD
 - Αφαίρεση αιωρούμενων στερεών
 - Αφαίρεση παθογόνων (κολοβακτηριδίων, αυγών λεβίθων, ιών)
 - Αφαίρεση θρεπτικών (αζώτου, φωσφόρου)
 - Αφαίρεση βαρέων μετάλλων



ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΛΙΜΝΩΝ ΣΤΑΘΕΡΟΠΟΙΗΣΗΣ

ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ	ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ
<p>ΑΠΛΟΤΗΤΑ</p> <ul style="list-style-type: none">• στην κατασκευή• στη λειτουργία• στη συντήρηση <p>ΚΟΣΤΟΣ</p> <ul style="list-style-type: none">• Χαμηλό κόστος κατασκευής• Μηδαμινό κόστος λειτουργίας και συντήρησης <p>ΑΠΟΔΟΣΗ</p> <ul style="list-style-type: none">• Υψηλή αποτελεσματικότητα• Ευρωστία• Ανταπόκριση σε αιχμές ρυπαντικού φορτίου• Μικρές διακυμάνσεις με τη θερμοκρασία <p>ΕΝΕΡΓΕΙΑ</p> <ul style="list-style-type: none">• Ενεργειακή αυτονομία• Μη απαίτηση ηλεκτρομηχανολογικού εξοπλισμού• Χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας <p>ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ</p> <ul style="list-style-type: none">• Φιλικά προς το περιβάλλον• Μηδαμινοί ρύποι• Αισθητική αποδοχή, ελκυστική εμφάνιση <p>ΠΡΟΣΩΠΙΚΟ</p> <ul style="list-style-type: none">• Μη απαίτηση εξειδικευμένου προσωπικού <p>ΙΛΥΣ</p> <ul style="list-style-type: none">• Ελαχιστοποίηση παραγωγής ιλύος	<p>ΕΚΤΑΣΗ ΓΗΣ</p> <ul style="list-style-type: none">• Απαίτηση μεγάλης εδαφικής έκτασης <p>ΟΣΜΕΣ</p> <ul style="list-style-type: none">• Πιθανή απελευθέρωση οσμών, σε περίπτωση υπερφόρτωσης και κακού σχεδιασμού <p>ΕΝΤΟΜΑ</p> <ul style="list-style-type: none">• Πιθανή αναπαραγωγή κουνουπιών, σε περίπτωση που δε συντηρούνται σωστά <p>ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΣΤΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ</p> <ul style="list-style-type: none">• Πιθανή μόλυνση υπογείων υδάτων, σε περίπτωση μεγάλου συντελεστή διαπερατότητας του εδάφους• Πιθανή παρουσία αλγών στην εκροή

ΕΙΔΗ ΚΑΙ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΛΙΜΝΩΝ ΣΤΑΘΕΡΟΠΟΙΗΣΗΣ

Είδος	Λειτουργία	Χαρακτηριστικά	Εφαρμογή
Αερόβια υψηλού ρυθμού	Αερόβια	Μέγιστη παραγωγή φυκών	Λύματα με διαλυμένες οργανικές ενώσεις, αφαίρεση θρεπτικών αλάτων
Αερόβια χαμηλού ρυθμού		Αερόβιες συνθήκες σε όλο το βάθος	Λύματα με διαλυμένες οργανικές ενώσεις και εκροές από δευτεροβάθμιο καθαρισμό
Τριτοβάθμια λίμνη ωρίμανσης		Αερόβιες συνθήκες σε όλο το βάθος αλλά το οργανικό φορτίο είναι πολύ μικρό	Παραπέρα καθαρισμός εκρών από δευτεροβάθμιας εγκαταστάσεις
Αεριζόμενη – επαμφοτερίζουσα	Αερόβια – αναερόβια	Βαθύτερη από τις προηγούμενες. Τεχνητή εισαγωγή αέρα στο ανώτερο στρώμα. Το οξυγόνο παρέχεται με τον τεχνητό αερισμό και τη φωτοσύνθεση. Τα ενδιάμεσα στρώματα είναι επαμφοτερίζοντα και το στρώμα του πυθμένα αναερόβιο.	Ακατέργαστα οικιακά λύματα, βιομηχανικά λύματα
Επαμφοτερίζουσα		Όπως προηγουμένως, αλλά ο αερισμός του ανώτερου στρώματος γίνεται φυσικά.	
Αναερόβια προεπεξεργασία	Αναερόβια	Σε όλο το βάθος επικρατούν αναερόβιες συνθήκες.	Ακατέργαστα οικιακά λύματα, βιομηχανικά λύματα
Συστήματα λιμνών	Αναερόβια ακολουθούμενη από επαμφοτερίζουσα	Διάφοροι συνδυασμοί των ανωτέρω. Συνήθως επαμφοτερίζουσες λίμνες ακολουθούνται από αερόβιες.	Ακατέργαστα οικιακά λύματα, βιομηχανικά λύματα και αφαίρεση παθογόνων

ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΠΟΥ ΕΠΗΡΕΑΖΟΥΝ ΤΗΝ ΑΠΟΔΟΣΗ ΤΩΝ ΛΙΜΝΩΝ ΣΤΑΘΕΡΟΠΟΙΗΣΗΣ

- Οι αποδόσεις των λιμνών σταθεροποίησης στην απομάκρυνση των προαναφερόμενων ρύπων διαφέρουν. Κάθε σύστημα, ως ζωντανός οργανισμός, έχει τη δική του απόδοση, καθώς οι παράμετροι φόρτισης, σχεδιασμού, κατασκευής και συντήρησης διαφέρουν.
- Ωστόσο, μετρήσεις και καταγραφές σε λίμνες σταθεροποίησης λειτουργούσες σε χώρες με παρόμοιες κλιματικές και κοινωνικές συνθήκες αλλά και βιοτικό επίπεδο, έδωσαν συγκρίσιμα αποτελέσματα.
- Οι βιολογικές διεργασίες και κατ' επέκταση και η απόδοση των λιμνών, επηρεάζονται σημαντικά από μια σειρά περιβαλλοντικών παραγόντων, όπως είναι:
 - η ένταση του φωτός
 - το pH
 - το διαλυμένο οξυγόνο (DO)
 - η θερμοκρασία
 - ο άνεμος



Η ΧΡΗΣΗ ΤΩΝ ΛΙΜΝΩΝ ΣΤΑΘΕΡΟΠΟΙΗΣΗΣ ΑΝΑ ΤΟΝ ΚΟΣΜΟ

Στις *αναπτυσσόμενες*
χώρες

- Προτιμώμενη μέθοδος (χαμηλό κόστος, μη εξειδικευμένο προσωπικό)

Στην *Ευρώπη*

- Αυξανόμενο ενδιαφέρον, κυρίως για μικρές αγροτικές κοινότητες (< 2.000 ι.κ.)

Στις *Μεσογειακές*
χώρες

- Ιδιαίτερα προσφιλής μέθοδος επεξεργασίας λυμάτων



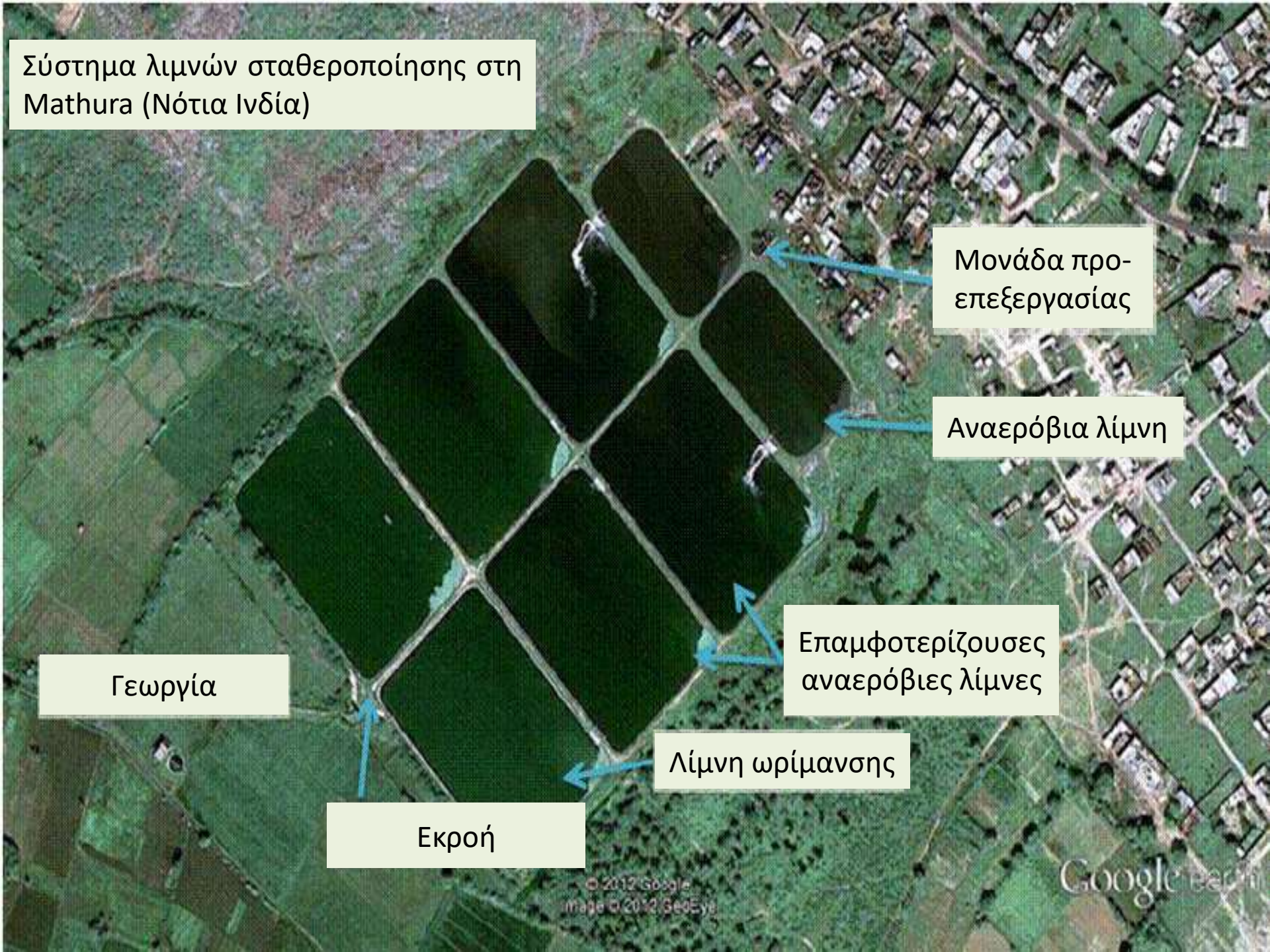


Σύστημα λιμνών σταθεροποίησης στη Ginebra (Νοτιοδυτική Κολομβία), αποτελούμενο από 1 αναερόβια και 1 επαμφοτερίζουσα λίμνη (παροχή 27 l/s, εξυπηρετούμενος πληθυσμός 9.000 κάτοικοι). Η εκροή χρησιμοποιείται για άρδευση καλλιεργειών ζαχαρότευτλων.



Σύστημα λιμνών σταθεροποίησης στη Fortaleza (Βορειοανατολική Βραζιλία) αποτελούμενο από 1 αναερόβια, 1 επαμφοτερίζουσα και 3 λίμνες ωρίμανσης (παροχή εισροής 10.000 m³/day). Περίπου η μισή παροχή προέρχεται από τοπικές βιομηχανίες υφασμάτων).

Σύστημα λιμνών σταθεροποίησης στη Mathura (Νότια Ινδία)



Μονάδα προ-επεξεργασίας

Αναερόβια λίμνη

Επαμφοτερίζουσες αναερόβιες λίμνες

Λίμνη ωρίμανσης

Γεωργία

Εκροή

Αγροί επαναχρησιμοποίησης

Τεχνητοί υγρότοποι

Γαλλικός ποταμός

Ταμιευτήρας

Αναερόβια

Δεξαμενές σταθεροποίησης

Σειρά Α

A2

A4

A6

Θερμοκήπιο
επαναχρησιμοποίησης

Σειρά Β

B2

B4

B6

Σειρά Γ

C2

C4

C6

Είσοδος
βοθρολυμάτων

Εθνική οδός

E90

E75

A1

Αθήνα

Θεσσαλονίκη



ΕΛΛΑΔΑ

Λ.Σ.

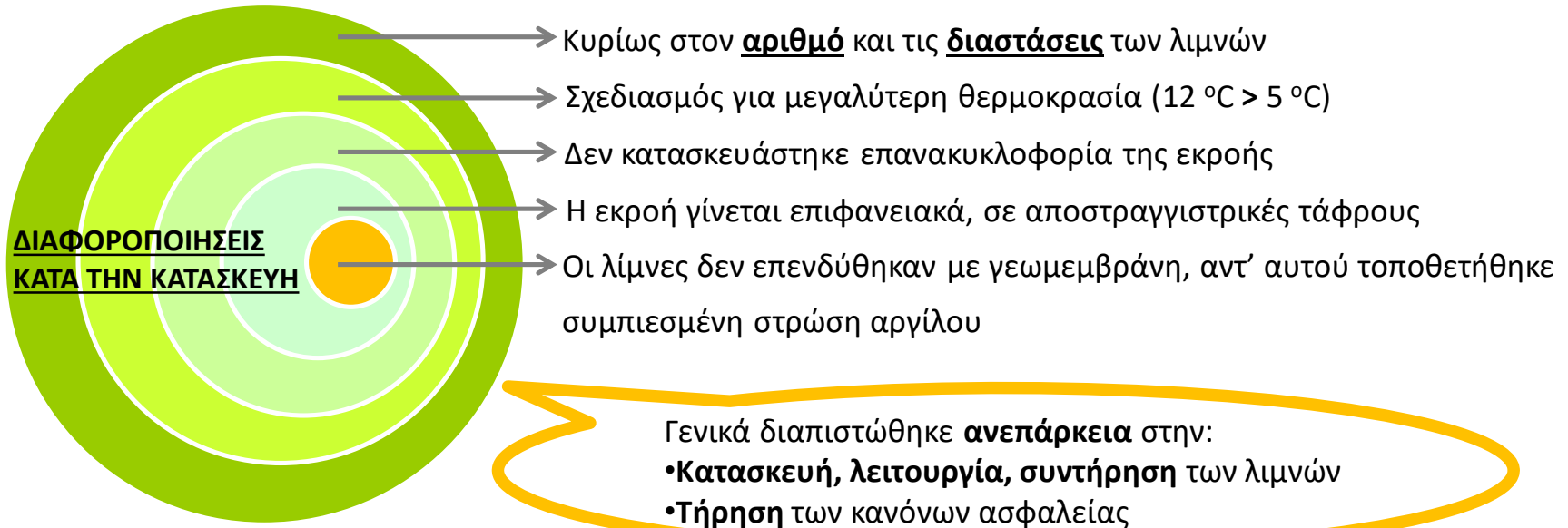
- 8% των Μ.Ε.Α.Λ.
- 90% στη Βόρεια Ελλάδα
- 400-3.000 ι.κ.
- 76% στο νομό Σερρών

ΝΟΜΟΣ ΣΕΡΡΩΝ

- Ο νομός της Ελλάδας με τις περισσότερες Λ.Σ.
- Κατασκευάστηκαν 11
- Σε λειτουργία τα 6
- Μόνο οικιακά απόβλητα
- Ανεπαρκής κατασκευή, λειτουργία και συντήρηση



ΔΙΑΦΟΡΟΠΟΙΗΣΕΙΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ - ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ

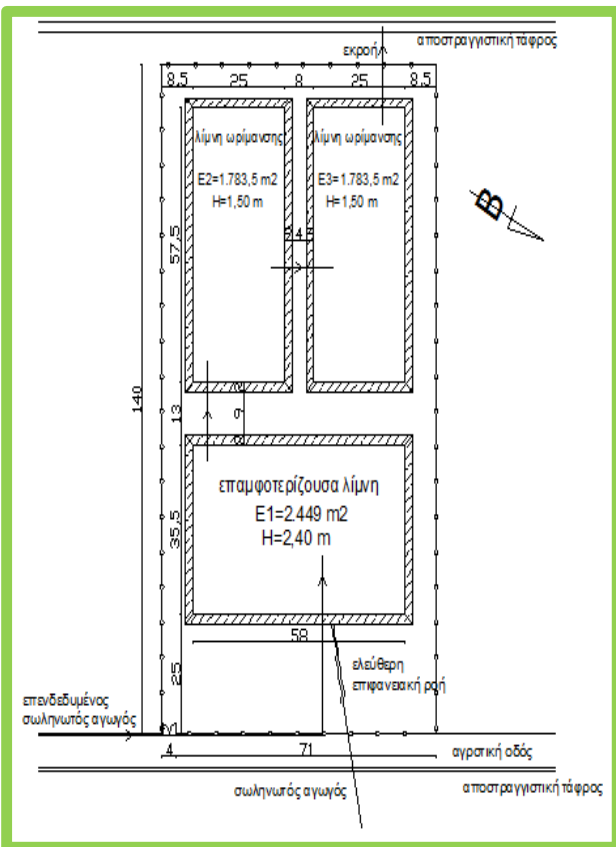


Σημερινή κατάσταση

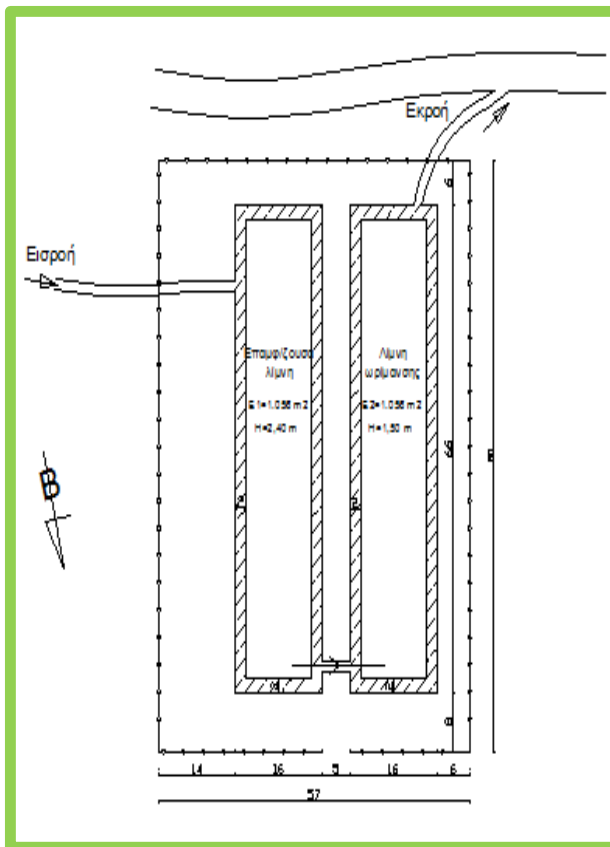
- Ριζωμένα μακρόφυτα (ακόμα και δέντρα)
- Μη συστηματική απομάκρυνση της λύσος κάθε 5 έτη → μείωση βάθους
- Συχνά αναπαραγωγή κουνουπιών
- Σχεδόν επιφανειακή εισροή των λυμάτων στις λίμνες



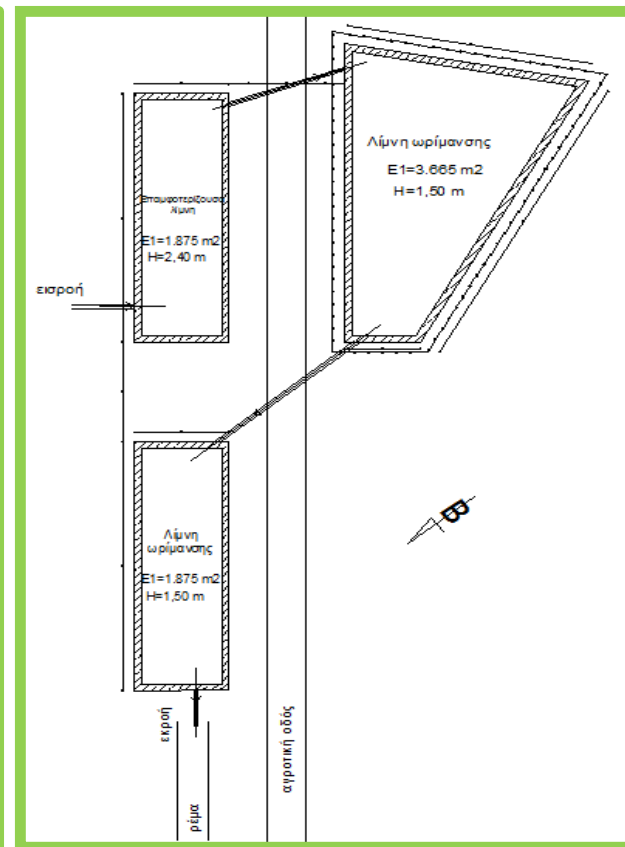
ΚΑΤΟΨΕΙΣ ΤΩΝ ΤΡΙΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΟΠΩΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΗΚΑΝ



ΒΑΜΒΑΚΟΦΥΤΟ



Ν. ΣΚΟΠΟΣ



ΧΑΡΩΠΟ



ΒΑΜΒΑΚΟΦΥΤΟ

1^η λίμνη



2^η λίμνη



3^η λίμνη



Ν. ΣΚΟΠΟΣ

1^η λίμνη



2^η λίμνη



σύνδεση 1^η – 2^η λίμνης



ΧΑΡΩΠΟ

1^η λίμνη



2^η λίμνη



3^η λίμνη



ΜΕΘΟΔΟΙ

➤ Στιγμαϊά δειγµατα στα σηµεία εισόδου της επαµφοτερίζουσας λίµνης και εξόδου της τελευταίας λίµνης ωρίµανσης κατά τη διάρκεια των ετών 2005, 2006, 2007 και 2012

➤ Βυθοµέτρηση των εξεταζόµενων συστηµάτων και προσδιορισµός της πραγµατικής καθίζησης

➤ Συλλογή µετεωρολογικών δεδοµένων από το σταθµό Σερρών της ΕΜΥ, το διαδίκτυο και επιτόπου

➤ Υπολογισµός αποδόσεων των τριών συστηµάτων:

$$\text{Απόδοση συγκέντρωσης (\%)} = [C_{in} - C_{out}] \times 100 / C_{in}$$

➤ Προσοµοίωση των υδροδυναµικών χαρακτηριστικών του συστήµατος του Βαµβακοφύτου µε χρήση του τρισδιάστατου υδροδυναµικού µοντέλου ELCOM



ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΚΑΙ ΧΗΜΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΠΟΥ ΜΕΤΡΗΘΗΚΑΝ

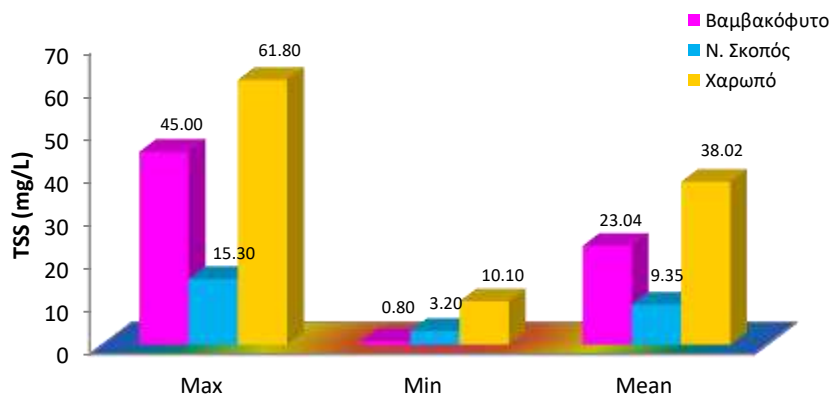
- TSS
- BOD₅
- COD
- TN
- N-NH₄⁺
- N-NO₃⁻
- TP
- FC
- TC
- DO
- pH
- Ag, Al, As, Au, B, Ba, Be, Bi, Br, Ca, Cd, Ce, Cl, Co, Cr, Cs, Cu, Dy, Er, Eu, Fe, Ga, Gd, Ge, Hf, Hg, Ho, In, Ir, K, La, Li, Lu, Mg, Mn, Mo, Na, Nb, Nd, Ni, Os, P, Pb, Pd, Pr, Pt, Rb, Re, Rh, Ru, S, Sb, Sc, Se, Si, Sm, Sn, Sr, Ta, Tb, Te, Th, Ti, Tl, Tm, U, V, W, Y, Yb, Zn και Zr με *Inductively Coupled Plasma Emission Spectroscopy (ICP/ES)* στα εργαστήρια ACME Analytical Laboratories Ltd στον Καναδά
- Περιορισμένες μετρήσεις χλωροφύλλης-α το 2012 με τη μέθοδο *DIN 38412 – L16*



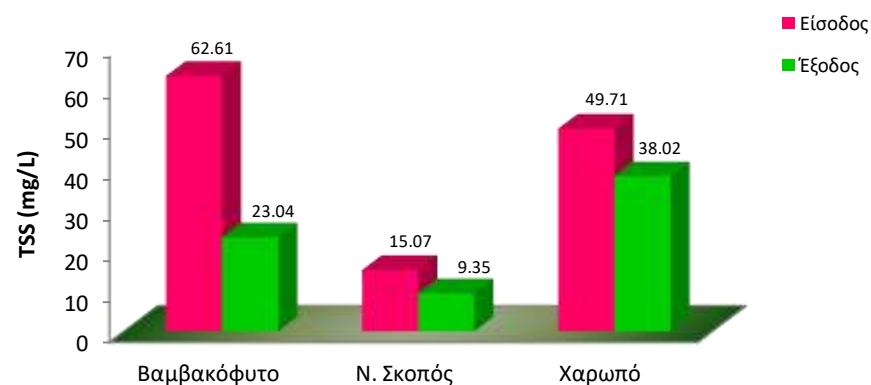
ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΕΙΣ ΚΑΙ ΑΠΟΔΟΣΕΙΣ ΑΦΑΙΡΕΣΗΣ TSS

TSS (mg/L)												
Σ.Λ.Σ.	N	Max		Min		Mean		STDEV		M.A.		Απόδοση (%)
		In	Out	In	Out	In	Out	In	Out	In	Out	
Βαμβακόφυτο	49	115,70	45,00	5,30	0,80	62,61	23,04	24,06	8,60	19,65	6,40	62,01
Ν. Σκοπός	34	20,80	15,30	10,60	3,20	15,07	9,35	2,39	2,69	1,86	2,15	38,83
Χαρωπό	34	79,70	61,80	12,90	10,10	49,71	38,02	19,86	14,98	16,51	12,71	23,18

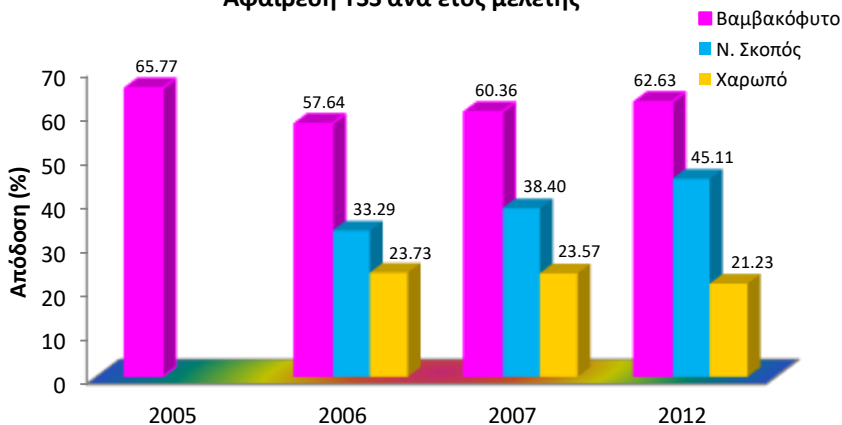
Στατιστικά στοιχεία συγκεντρώσεων εκροής TSS



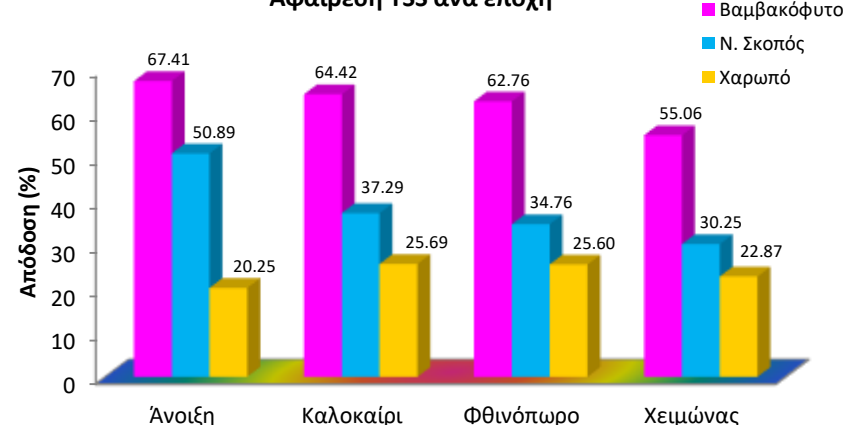
Μέσες συγκεντρώσεις TSS



Αφαίρεση TSS ανά έτος μελέτης



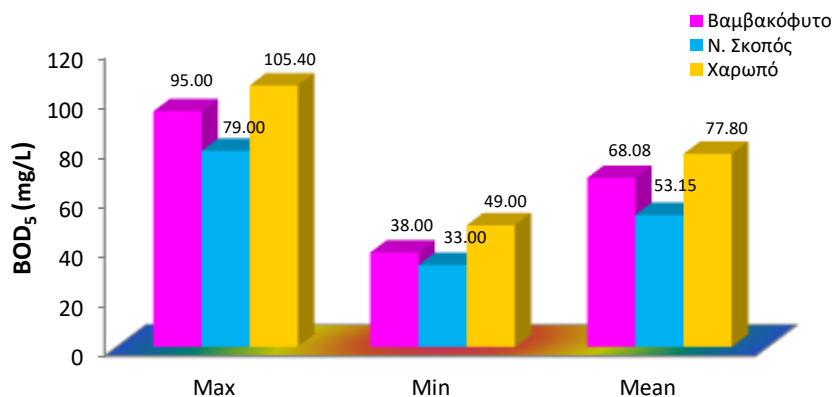
Αφαίρεση TSS ανά εποχή



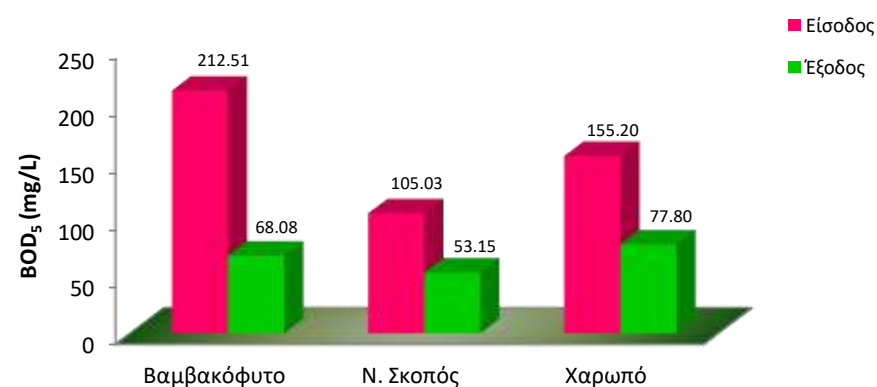
ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΕΙΣ ΚΑΙ ΑΠΟΔΟΣΕΙΣ ΑΦΑΙΡΕΣΗΣ BOD₅

BOD ₅ (mg/L)												
Σ.Λ.Σ.	N	Max		Min		Mean		STDEV		M.A.		Απόδοση (%)
		In	Out	In	Out	In	Out	In	Out	In	Out	
Βαμβακόφυτο	49	420,00	95,00	110,00	38,00	212,51	68,08	88,37	12,84	72,12	9,92	64,95
N. Σκοπός	34	204,00	79,00	56,00	33,00	105,03	53,15	44,25	11,77	35,21	9,41	43,47
Χαρωπό	34	201,30	105,40	102,00	49,00	155,20	77,80	30,64	15,08	27,35	12,34	49,66

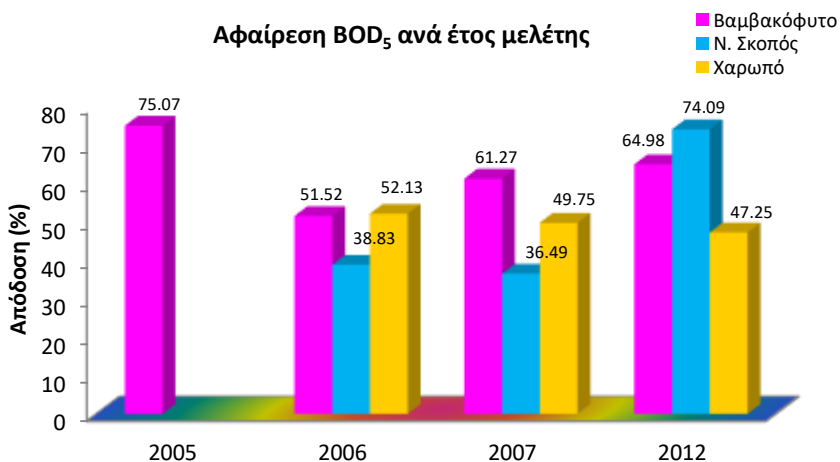
Στατιστικά στοιχεία συγκεντρώσεων εκροής BOD₅



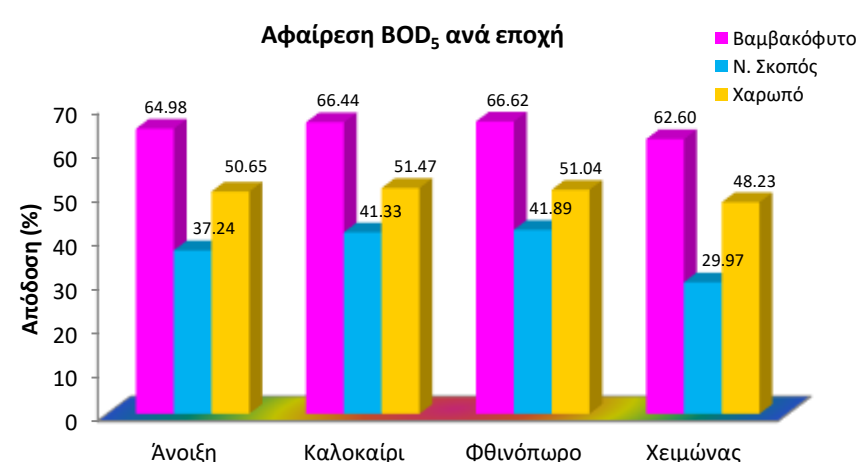
Μέσες συγκεντρώσεις BOD₅



Αφαίρεση BOD₅ ανά έτος μελέτης



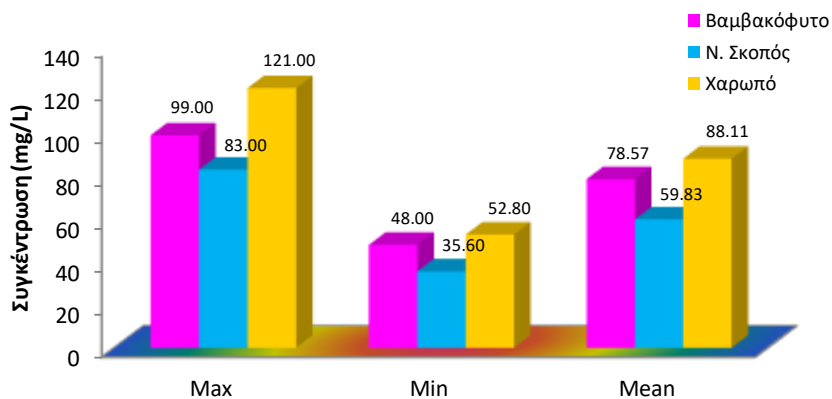
Αφαίρεση BOD₅ ανά εποχή



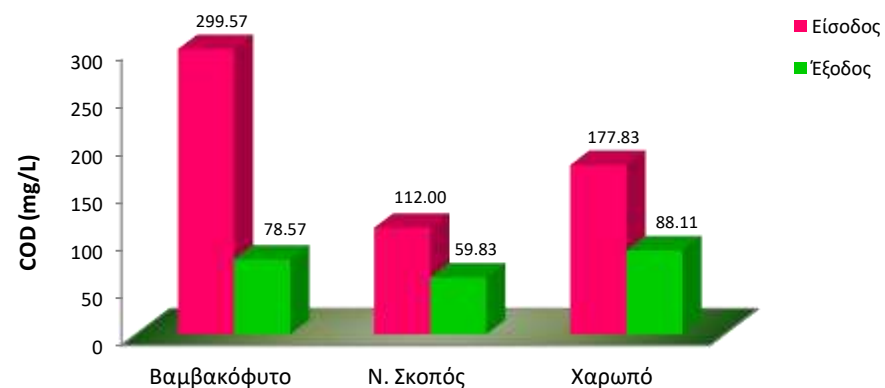
ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΕΙΣ ΚΑΙ ΑΠΟΔΟΣΕΙΣ ΑΦΑΙΡΕΣΗΣ COD

COD (mg/L)												
Σ.Λ.Σ.	N	Max		Min		Mean		STDEV		M.A.		Απόδοση (%)
		In	Out	In	Out	In	Out	In	Out	In	Out	
Βαμβ/φυτο	49	621,00	99,00	132,00	48,00	299,57	78,57	139,32	12,02	113,59	8,92	69,89
Ν. Σκοπός	34	216,00	83,00	58,00	35,60	112,00	59,83	46,52	12,19	37,12	9,68	40,81
Χαρωπό	34	245,00	121,00	108,00	52,80	177,83	88,11	42,21	18,58	37,33	15,69	49,99

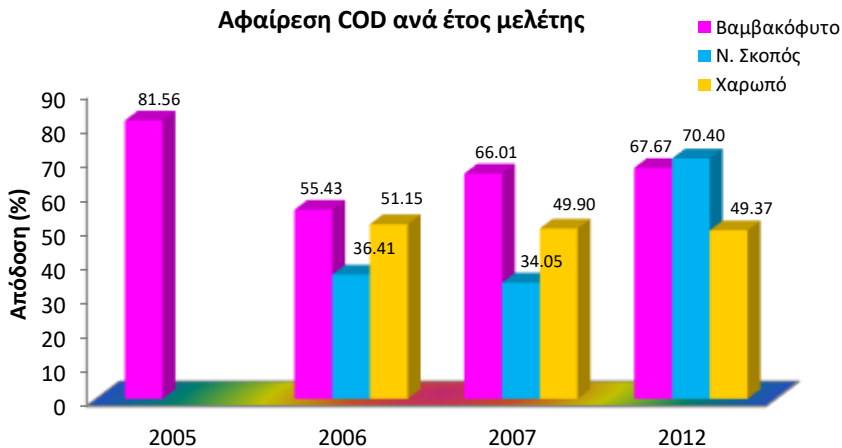
Στατιστικά στοιχεία συγκεντρώσεων εκροής COD



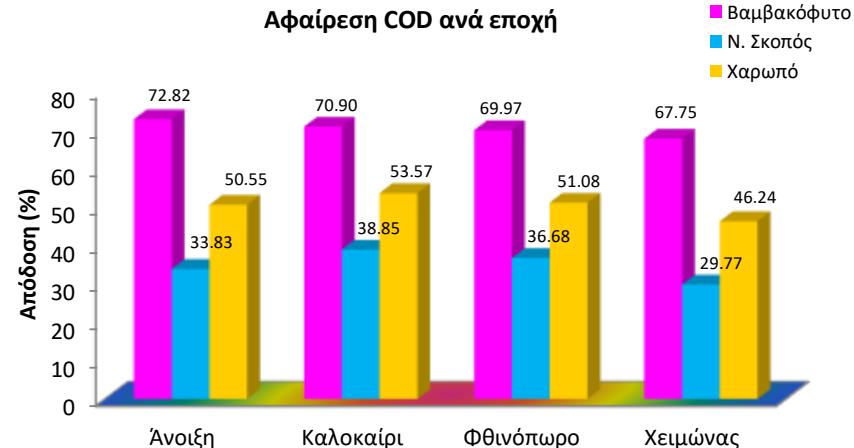
Μέσες συγκεντρώσεις COD



Αφαίρεση COD ανά έτος μελέτης



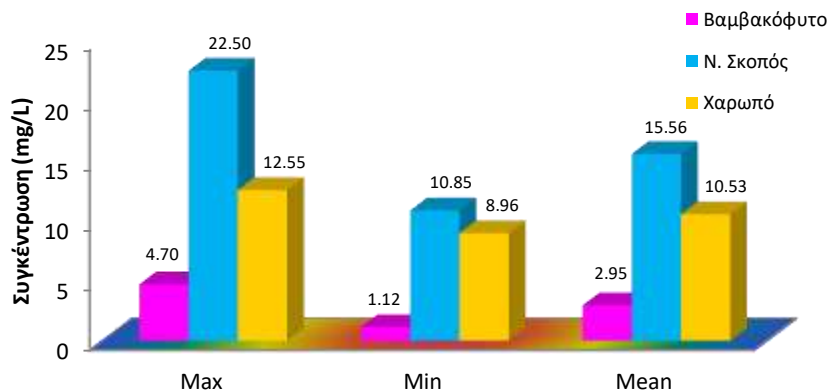
Αφαίρεση COD ανά εποχή



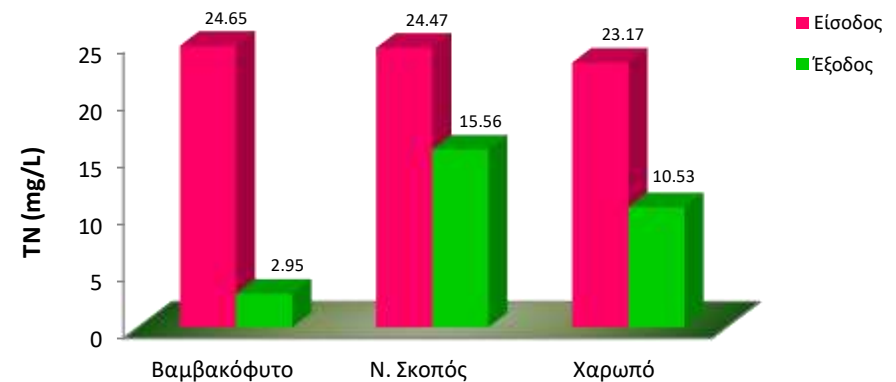
ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΕΙΣ ΚΑΙ ΑΠΟΔΟΣΕΙΣ ΑΦΑΙΡΕΣΗΣ ΤΝ

ΤΝ (mg/L)												
Σ.Λ.Σ.	N	Max		Min		Mean		STDEV		M.A.		Απόδοση (%)
		In	Out	In	Out	In	Out	In	Out	In	Out	
Βαμβακόφυτο	49	38,33	4,70	12,62	1,12	24,65	2,95	6,20	1,02	5,07	0,88	88,13
Ν. Σκοπός	34	35,90	22,50	12,80	10,85	24,47	15,56	5,73	3,01	4,50	2,42	35,25
Χαρωπό	34	29,15	12,55	16,40	8,96	23,17	10,53	2,73	0,81	2,12	0,64	54,21

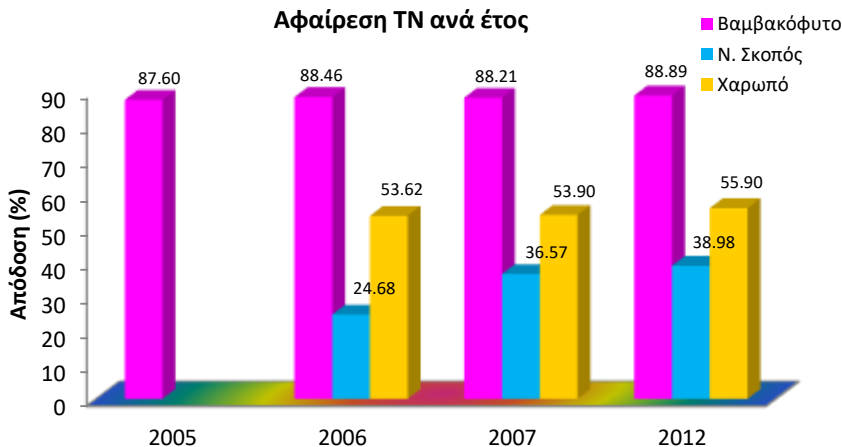
Στατιστικά στοιχεία συγκεντρώσεων εκροής ΤΝ



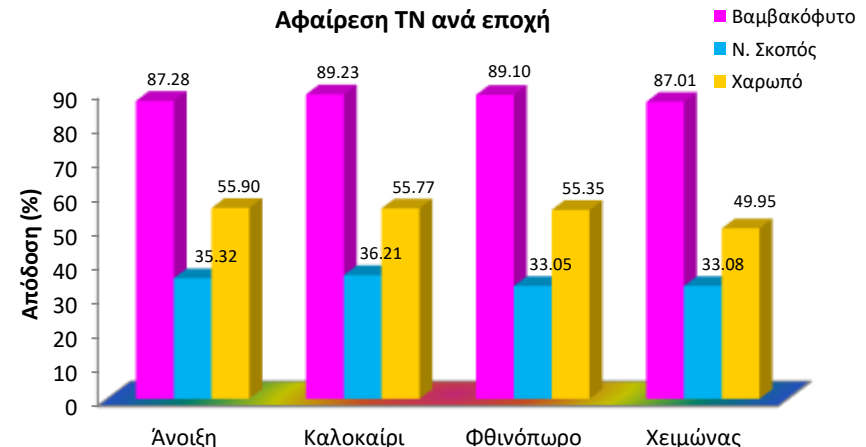
Μέσες συγκεντρώσεις ΤΝ



Αφαίρεση ΤΝ ανά έτος



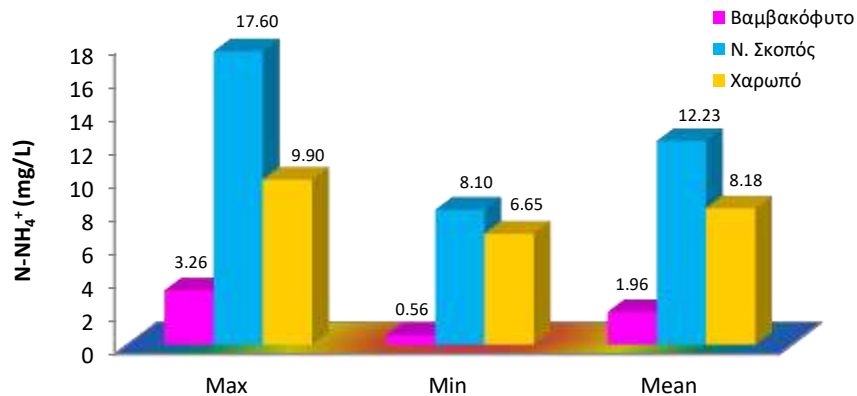
Αφαίρεση ΤΝ ανά εποχή



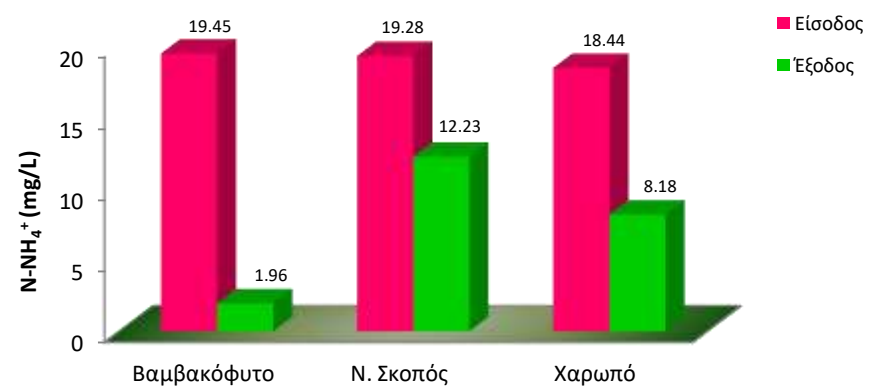
ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΕΙΣ ΚΑΙ ΑΠΟΔΟΣΕΙΣ ΑΦΑΙΡΕΣΗΣ N-NH₄⁺

N-NH ₄ ⁺ (mg/L)												
Σ.Λ.Σ.	N	Max		Min		Mean		STDEV		M.A.		Απόδοση (%)
		In	Out	In	Out	In	Out	In	Out	In	Out	
Βαμβακόφυτο	49	29,97	3,26	9,72	0,56	19,45	1,96	4,96	0,74	4,01	0,64	90,02
N. Σκοπός	34	28,70	17,60	10,00	8,10	19,28	12,23	4,50	2,48	3,52	2,01	35,57
Χαρωπό	34	23,30	9,90	12,00	6,65	18,44	8,18	2,39	0,69	1,86	0,52	55,27

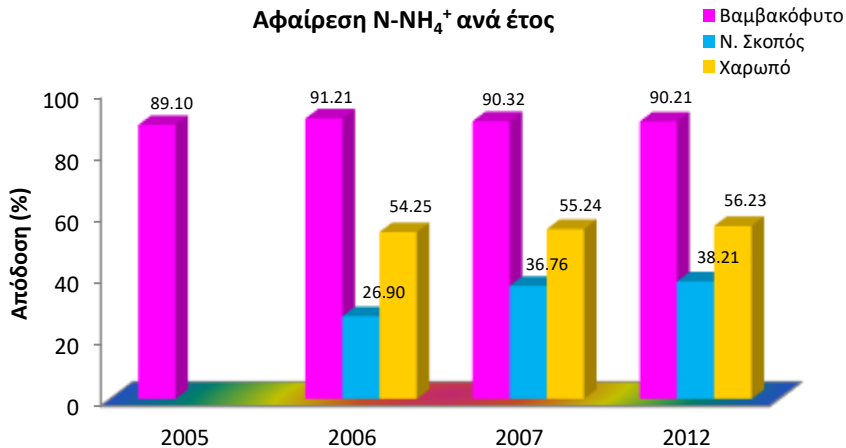
Στατιστικά στοιχεία συγκεντρώσεων εκροής N-NH₄⁺



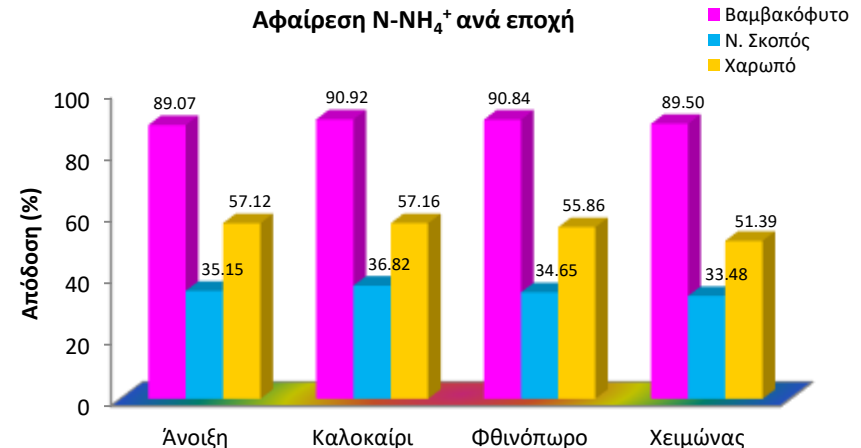
Μέσες συγκεντρώσεις N-NH₄⁺



Αφαίρεση N-NH₄⁺ ανά έτος



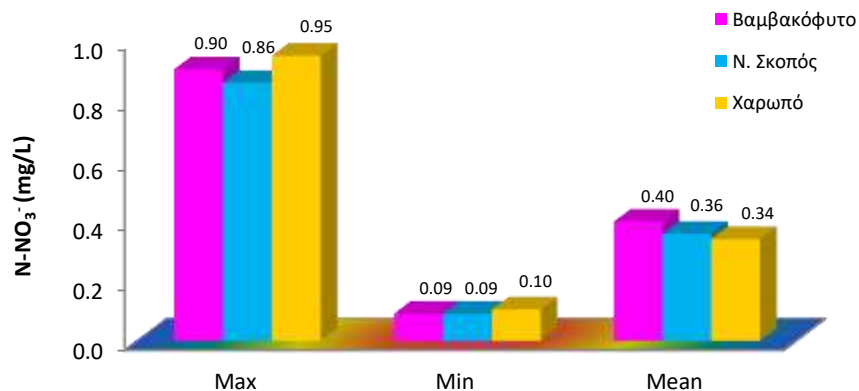
Αφαίρεση N-NH₄⁺ ανά εποχή



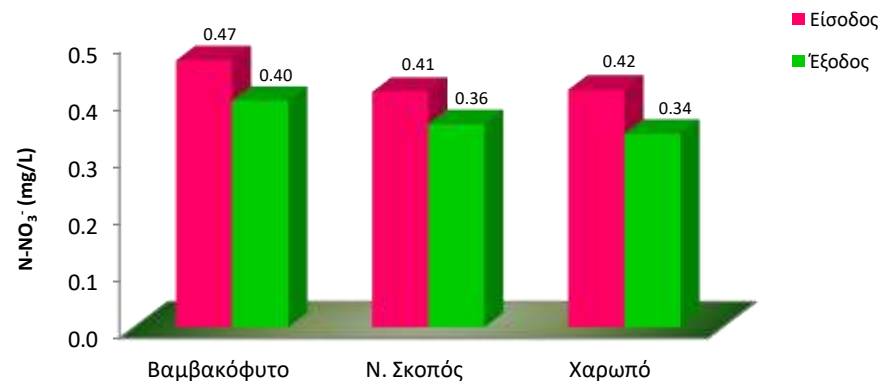
ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΕΙΣ ΚΑΙ ΑΠΟΔΟΣΕΙΣ ΑΦΑΙΡΕΣΗΣ N-NO₃⁻

N-NO ₃ ⁻ (mg/L)												
Σ.Λ.Σ.	N	Max		Min		Mean		STDEV		M.A.		Max
		In	Out	In	Out	In	Out	In	Out	In	Out	
Βαμβακόφυτο	49	1,02	0,90	0,10	0,09	0,47	0,40	0,22	0,20	0,17	0,15	15,51
N. Σκοπός	34	0,98	0,86	0,11	0,09	0,41	0,36	0,20	0,18	0,16	0,14	14,29
Χαρωπό	34	1,09	0,95	0,14	0,10	0,42	0,34	0,19	0,17	0,12	0,11	19,45

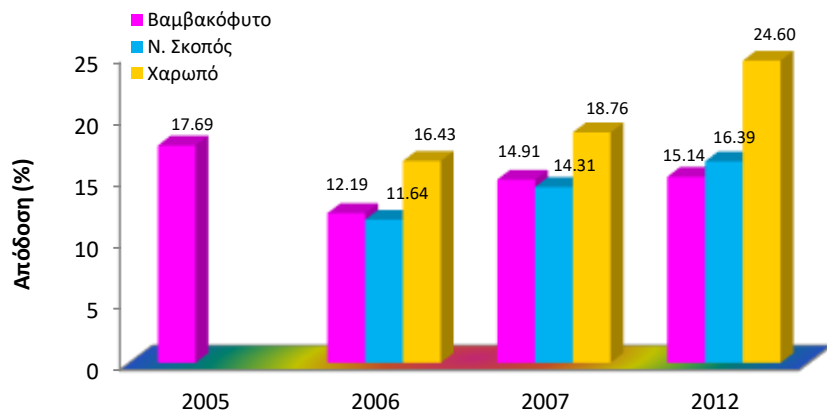
Στατιστικά στοιχεία συγκεντρώσεων εκροής N-NO₃⁻



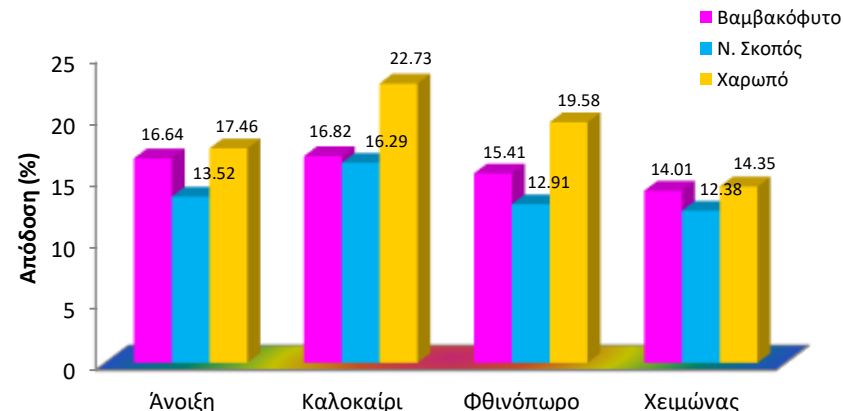
Μέσες συγκεντρώσεις N-NO₃⁻



Αφαίρεση N-NO₃⁻ ανά έτος



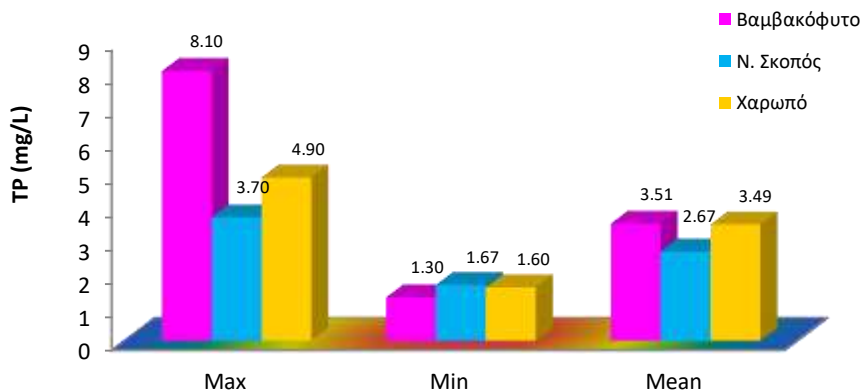
Αφαίρεση N-NO₃⁻ ανά εποχή



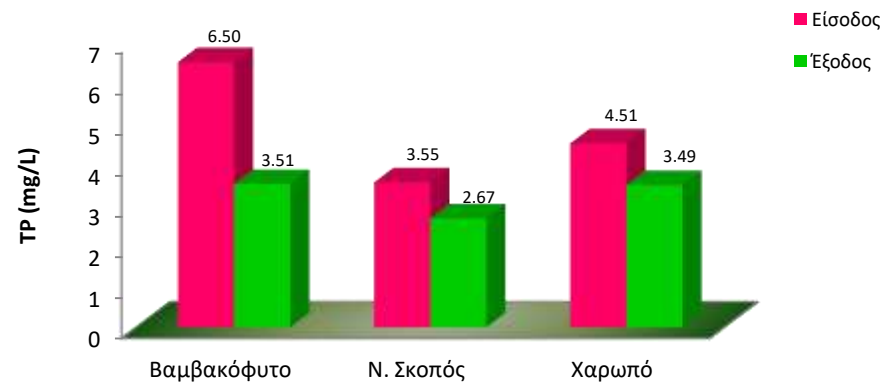
ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΕΙΣ ΚΑΙ ΑΠΟΔΟΣΕΙΣ ΑΦΑΙΡΕΣΗΣ ΤΡ

TP (mg/L)												
Σ.Λ.Σ.	N	Max		Min		Mean		STDEV		M.A.		Απόδοση (%)
		In	Out	In	Out	In	Out	In	Out	In	Out	
Βαμβακόφυτο	49	14,60	8,10	2,80	1,30	6,50	3,51	2,42	1,38	1,70	1,03	44,83
N. Σκοπός	34	5,10	3,70	2,10	1,67	3,55	2,67	0,78	0,48	0,62	0,39	23,55
Χαρωπό	34	6,20	4,90	2,10	1,60	4,51	3,49	1,32	1,00	1,07	0,82	22,32

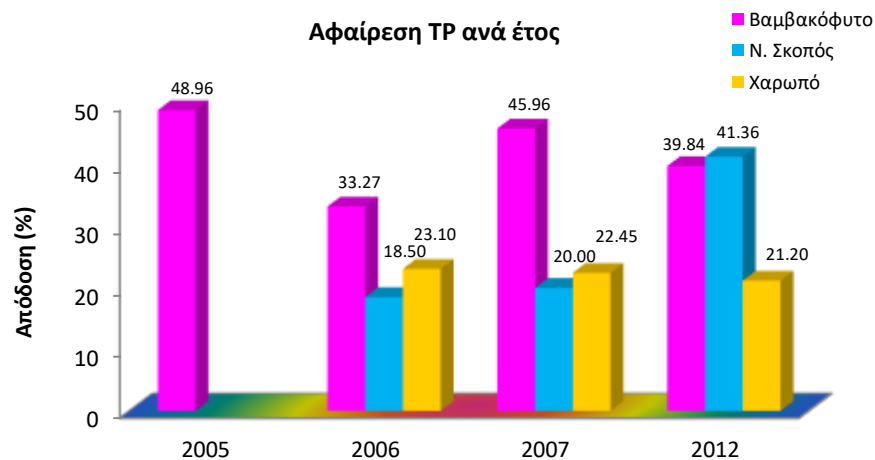
Στατιστικά στοιχεία συγκεντρώσεων εκροής ΤΡ



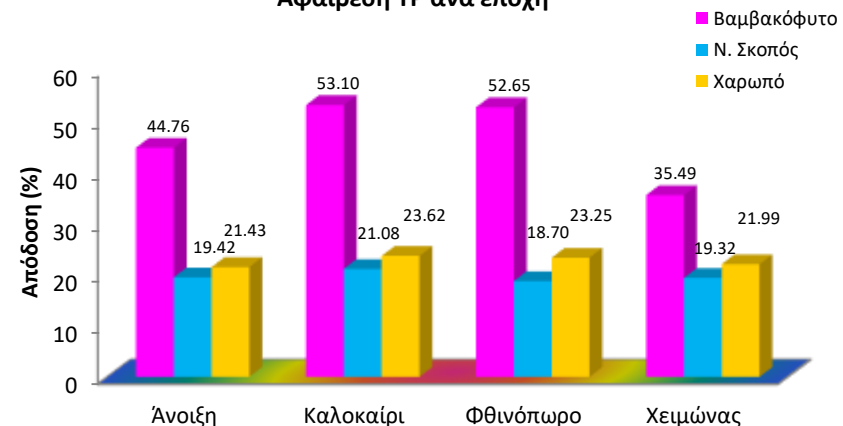
Μέσες συγκεντρώσεις ΤΡ



Αφαίρεση ΤΡ ανά έτος



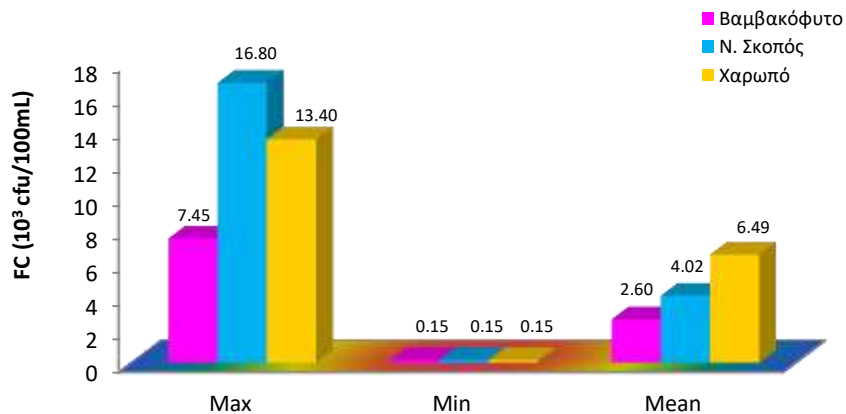
Αφαίρεση ΤΡ ανά εποχή



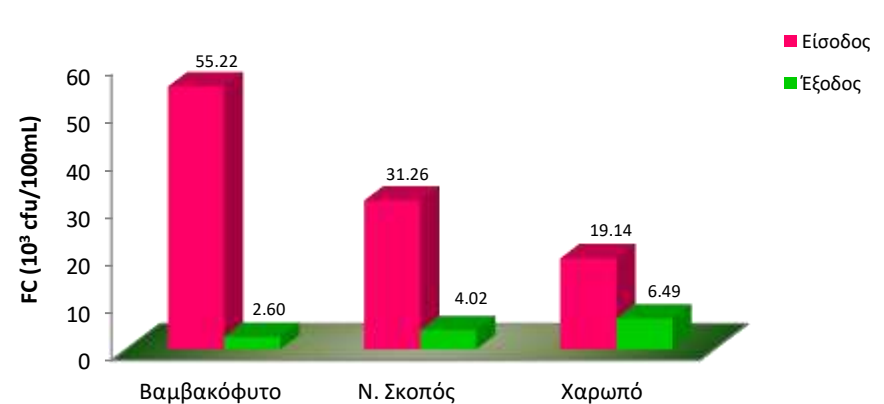
ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΕΙΣ ΚΑΙ ΑΠΟΔΟΣΕΙΣ ΑΦΑΙΡΕΣΗΣ FC

FC (10 ³ cfu/100 mL)												
Σ.Λ.Σ.	N	Max		Min		Mean		STDEV		M.A.		Απόδοση (%)
		In	Out	In	Out	In	Out	In	Out	In	Out	
Βαμβακόφυτο	49	254,00	7,45	2,10	0,15	55,22	2,60	45,87	1,31	35,39	0,91	93,70
N. Σκοπός	34	106,40	16,80	2,10	0,15	31,26	4,02	20,83	3,11	14,98	2,11	87,55
Χαρωπό	34	37,40	13,40	0,55	0,15	19,14	6,49	7,92	2,78	5,99	1,97	66,11

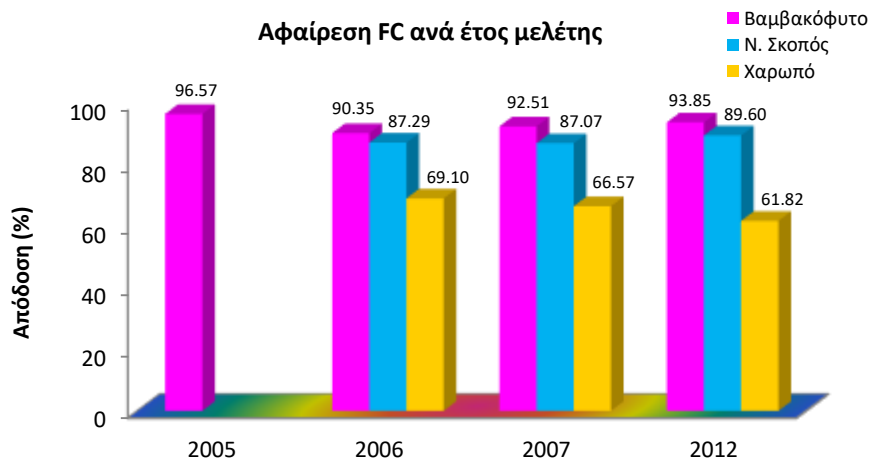
Στατιστικά στοιχεία συγκεντρώσεων FC



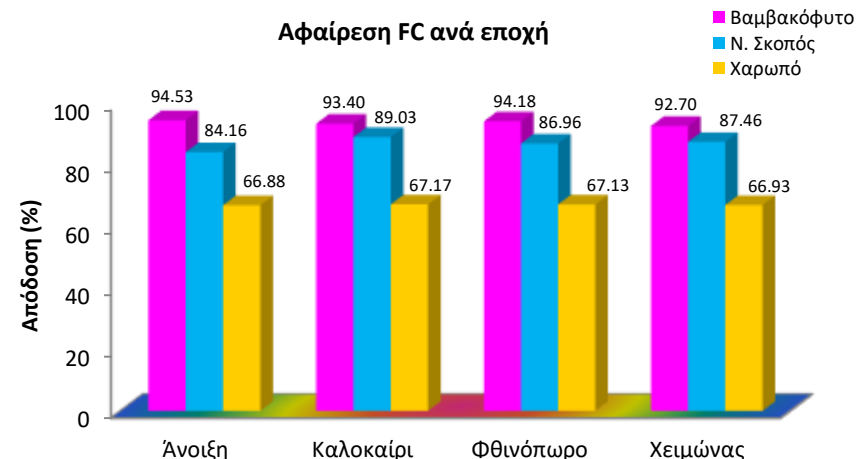
Μέσες συγκεντρώσεις FC



Αφαίρεση FC ανά έτος μελέτης



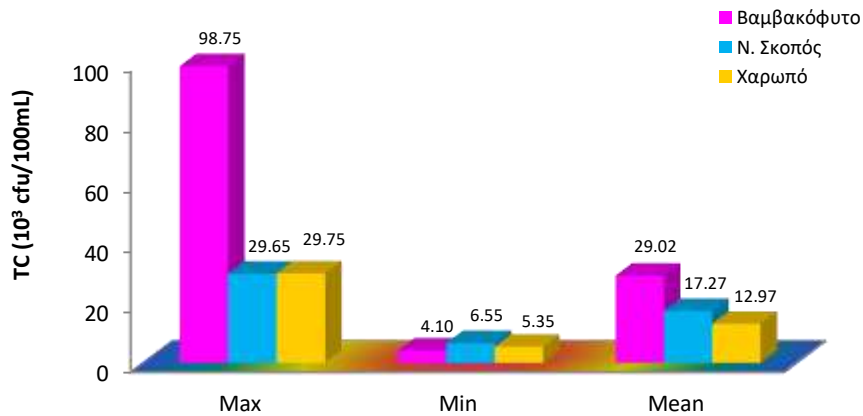
Αφαίρεση FC ανά εποχή



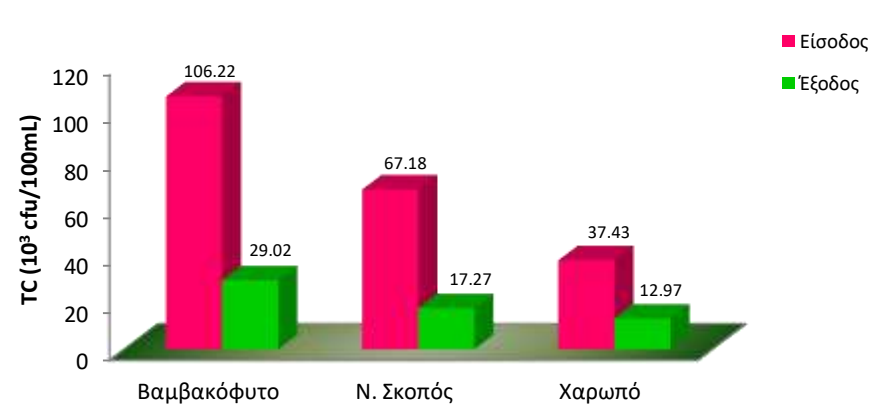
ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΕΙΣ ΚΑΙ ΑΠΟΔΟΣΕΙΣ ΑΦΑΙΡΕΣΗΣ TC

TC (10^3 cfu/100 mL)												
Σ.Λ.Σ.	N	Max		Min		Mean		STDEV		M.A.		Απόδοση (%)
		In	Out	In	Out	In	Out	In	Out	In	Out	
Βαμβακόφυτο	49	412,50	98,75	18,30	4,10	106,22	29,02	72,98	19,87	53,60	14,92	71,83
Ν. Σκοπός	34	129,50	29,65	18,30	6,55	67,18	17,27	27,10	6,08	20,79	5,00	72,98
Χαρωπό	34	77,30	29,75	18,25	5,35	37,43	12,97	11,14	4,21	7,65	2,79	65,45

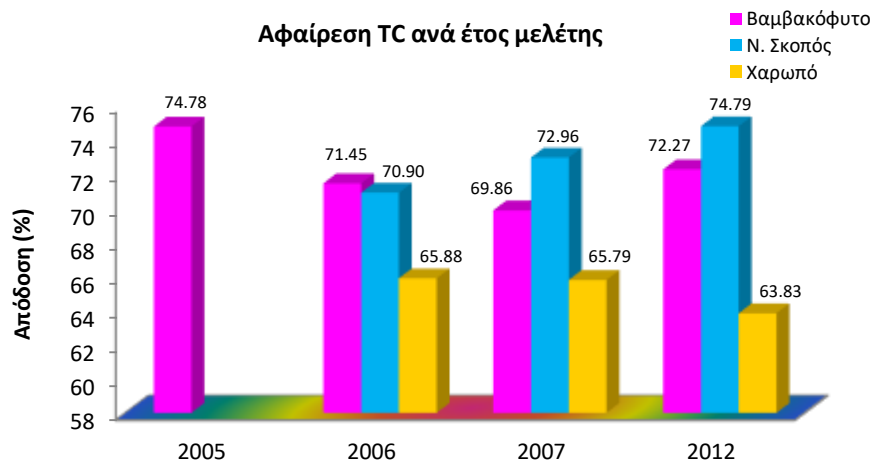
Στατιστικά στοιχεία συγκεντρώσεων TC



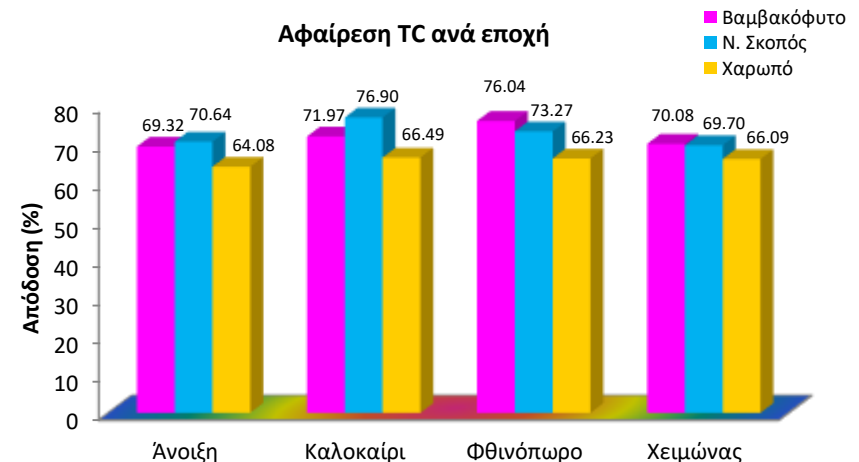
Μέσες συγκεντρώσεις TC



Αφαίρεση TC ανά έτος μελέτης



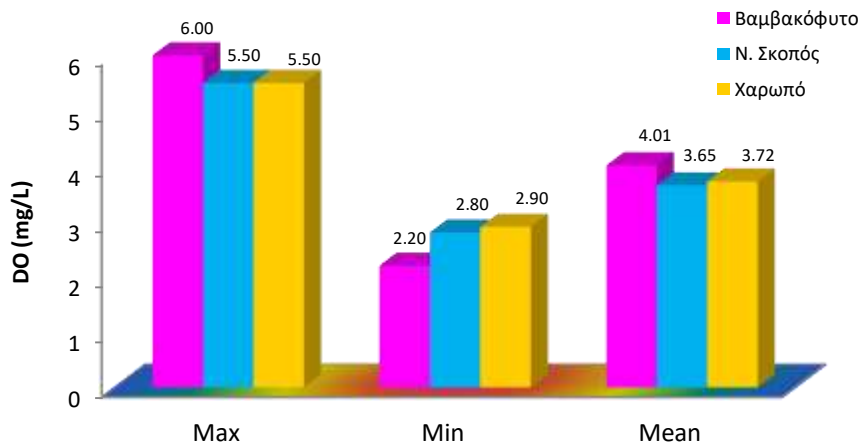
Αφαίρεση TC ανά εποχή



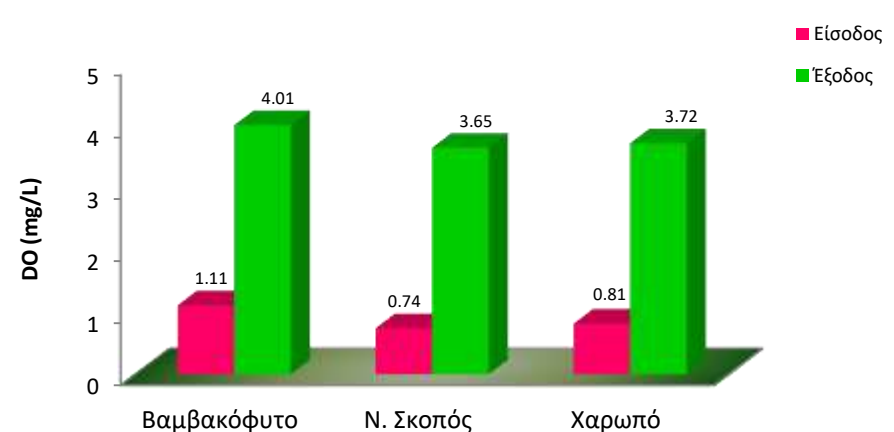
ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΕΙΣ ΚΑΙ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ DO

DO (mg/L)											
Σ.Λ.Σ.	N	Max		Min		Mean		STDEV		M.A.	
		In	Out	In	Out	In	Out	In	Out	In	Out
Βαμβακόφυτο	49	2,50	6,00	0,30	2,20	1,11	4,01	0,65	0,91	0,53	0,72
N. Σκοπός	34	2,10	5,50	0,40	2,80	0,74	3,65	0,36	0,75	0,26	0,60
Χαρωπό	34	1,30	5,50	0,50	2,90	0,81	3,72	0,22	0,77	0,18	0,61

Στατιστικά στοιχεία συγκεντρώσεων DO



Μέσες συγκεντρώσεις DO

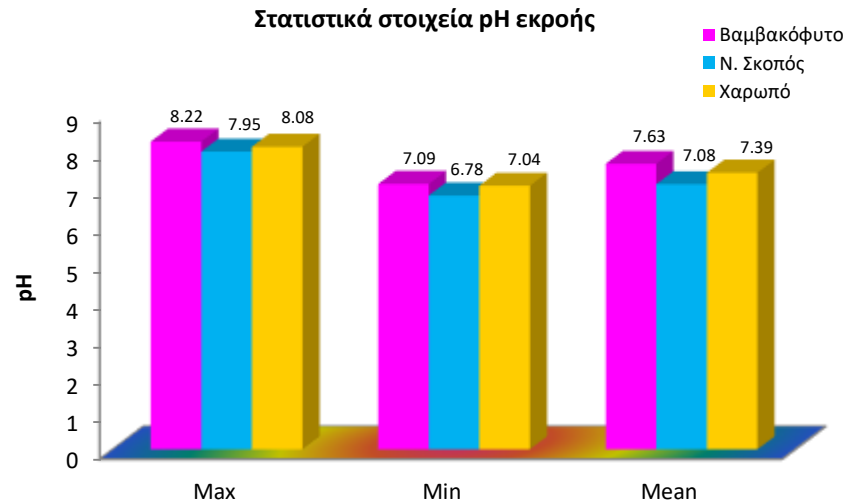


- Στα ίδια περίπου επίπεδα και στα τρία συστήματα ($\approx 4 \text{ mg/L}$)
- Χωρίς μεγάλες αποκλίσεις
- Με καλή επαναληψιμότητα μετρήσεων
- Με ιδιαίτερα χαμηλές τυπικές αποκλίσεις



ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ pH ΕΚΡΟΗΣ

pH											
Σ.Λ.Σ.	N	Max		Min		Mean		STDEV		M.A.	
		In	Out	In	Out	In	Out	In	Out	In	Out
Βαμβακόφυτο	49	8,09	8,22	6,86	7,09	7,47	7,63	0,32	0,30	0,26	0,26
N. Σκοπός	34	8,17	7,95	6,67	6,78	7,03	7,08	0,40	0,32	0,29	0,22
Χαρωπό	34	7,92	8,08	6,90	7,04	7,29	7,39	0,24	0,24	0,18	0,19



- Εντός του προτεινόμενου εύρους τιμών 6 – 9
- Ελαφρώς μεγαλύτερες τιμές στην έξοδο, λόγω της δραστηριότητας των αλγών



ΜΕΣΕΣ ΜΗΝΙΑΙΕΣ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΕΙΣ ΙΧΝΟΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΤΩΝ ΤΡΙΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

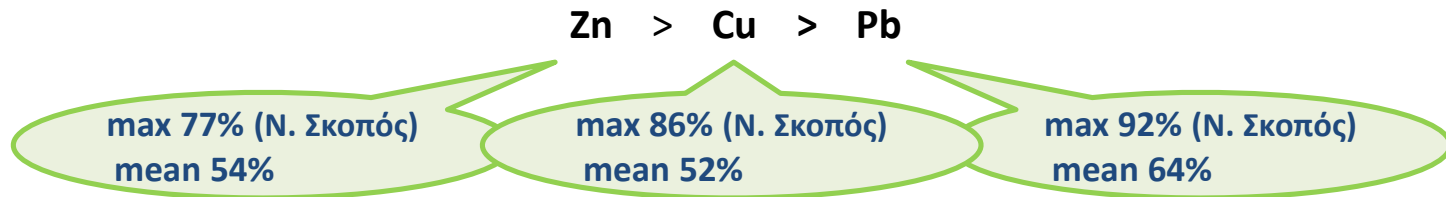
Στοιχείο (μg / L)	Οκτώβριος 2006			Ιανουάριος 2007			Απρίλιος 2007			Ιούλιος 2007		
	Βαμβ/το	Ν. Σκοπός	Χαρωπό	Βαμβ/το	Ν. Σκοπός	Χαρωπό	Βαμβ/το	Ν. Σκοπός	Χαρωπό	Βαμβ/το	Ν. Σκοπός	Χαρωπό
ΕΙΣΡΟΗ												
B	264,00	123,00	206,00	234,00	117,00	171,00	273,00	85,00	200,00	291,00	100,00	233,00
Br	118,00	175,00	39,00	102,00	155,00	23,00	115,00	158,00	16,00	129,00	184,00	23,00
Ca	80.634	103.259	72.745	86.872	66.395	64.888	90.827	75.295	72.141	87.347	71.607	66.965
Ce	0,03	0,02	0,04	0,03	0,01	0,01	0,01	0,07	0,01	0,01	0,09	0,03
Cl	39.000	42.000	19.000	58.000	48.000	26.000	52.000	39.000	22.000	54.000	39.000	23.000
Co	0,20	0,05	0,09	0,30	0,11	0,10	0,28	0,15	0,18	0,32	0,20	0,23
Cs	0,02	0,02	0,10	0,03	0,03	0,08	0,03	0,02	0,07	0,03	0,02	0,06
Fe	<10,00	16,00	38,00	47,00	16,00	42,00	24,00	67,00	41,00	18,00	45,00	25,00
K	12.293	3.409	7.296	14.234	3.611	7.776	13.190	3.921	7.765	13.977	4.554	8.850
Li	15,60	4,50	15,10	16,60	6,70	13,50	17,20	6,80	14,60	17,70	6,90	15,70
Mg	20.486	22.228	7.666	21.452	15.885	6.854	21.920	15.020	7.503	22.730	15.624	7.817
Mo	1,90	1,30	2,20	1,10	1,10	0,70	2,60	1,10	1,00	2,80	1,20	1,10
Na	77.198	63.187	47.068	88.130	63.051	42.356	88.398	61.829	47.490	86.410	61.635	45.946
P	1.791	1.057	1.596	3.026	1.348	2.032	3.082	1.483	947,00	3.201	1.552	1.083
Rb	8,42	2,82	7,27	9,15	3,18	7,13	9,56	3,33	7,38	10,01	3,53	7,89
S	21.000	14.000	17.000	23.000	13.000	10.000	22.000	11.000	14.000	22.000	11.000	14.000
Se	0,60	1,20	<0,05	0,50	1,00	<0,50	0,70	1,20	<0,50	0,60	1,10	<0,50
Si	12.626	14.344	10.675	10.929	11.659	8.570	13.069	13.678	10.304	14.497	15.367	12.177
U	14,38	5,86	4,31	15,47	3,99	3,77	15,90	1,39	1,15	16,77	1,40	1,21
ΕΚΡΟΗ												
B	435,00	170,00	228,00	255,00	109,00	215,00	194,00	112,00	277,00	303,00	125,00	222,00
Br	138,00	174,00	36,00	97,00	153,00	24,00	27,00	150,00	112,00	131,00	178,00	32,00
Ca	74.429	104.911	77.015	82.155	65.636	75.679	72.253	67.126	89.655	85.067	63.637	67.996
Ce	0,05	0,05	0,02	0,03	0,03	0,10	0,01	0,02	0,01	0,04	0,03	0,04
Cl	57.000	43.000	21.000	59.000	50.000	27.000	22.000	40.000	54.000	57.000	43.000	24.000
Co	0,24	0,20	0,09	0,31	0,16	0,46	0,13	0,19	0,24	0,32	0,24	0,19
Cs	0,02	0,02	0,16	0,02	0,03	0,09	0,05	0,02	0,02	0,01	0,02	0,04
Fe	11,00	55,00	12,00	53,00	37,00	67,00	27,00	28,00	22,00	32,00	35,00	46,00
K	20.757	4.784	7.628	15.445	4.413	8.635	7.464	5.155	14.339	15.899	5.641	8.622
Li	18,90	5,10	16,70	17,60	6,80	14,30	13,30	6,20	17,40	17,10	6,60	15,30
Mg	23.701	22.779	7.845	21.960	15.739	7.263	7.442	14.427	22.559	23.130	15.067	7.718
Mo	1,90	5,20	0,90	1,30	1,00	4,00	0,90	1,60	1,10	1,10	1,70	1,00
Na	110.023	74.562	47.833	85.373	67.994	45.582	46.588	65.647	89.125	88.906	65.317	45.842
P	1.363	1.594	221,00	1.351	1.638	1.707	707,00	1.538	2.339	2.415	1.604	881,00
Rb	11,54	4,18	8,27	8,24	4,17	7,78	7,16	4,34	9,36	9,88	4,58	7,94
S	28.000	20.000	19.000	25.000	14.000	17.000	14.000	12.000	22.000	22.000	12.000	16.000
Se	0,60	1,20	<0,05	<0,50	0,90	<0,50	<0,50	1,00	0,70	0,50	1,00	<0,50
Si	15.012	13.993	10.834	10.851	11.933	9.095	9.678	12.401	12.967	14.468	14.152	11.606
U	12,45	6,40	4,56	15,94	4,05	1,58	1,18	3,82	15,16	15,76	4,06	1,28

ΜΕΣΕΣ ΜΗΝΙΑΙΕΣ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΕΙΣ ΒΑΡΕΩΝ ΜΕΤΑΛΛΩΝ ΤΩΝ ΤΡΙΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

Στοιχείο (μg / L)	Οκτώβριος 2006			Ιανουάριος 2007			Απρίλιος 2007			Ιούλιος 2007		
	Βαμβ/το	Ν. Σκοπός	Χαρωπό	Βαμβ/το	Ν. Σκοπός	Χαρωπό	Βαμβ/το	Ν. Σκοπός	Χαρωπό	Βαμβ/το	Ν. Σκοπός	Χαρωπό
ΕΙΣΡΟΗ												
Al	43,00	22,00	48,00	34,00	20,00	26,00	14,00	334,00	105,00	66,00	369,00	331,00
As	2,30	1,40	1,90	1,80	1,60	1,50	2,10	2,20	4,00	2,10	2,30	4,60
Ba	42,93	57,01	17,84	59,84	41,68	17,63	63,90	47,41	14,70	65,84	50,90	20,43
Cr	1,90	6,60	2,00	1,50	2,80	1,60	2,50	3,00	1,10	1,40	3,20	1,30
Cu	1,70	1,50	3,60	3,70	2,20	1,70	1,90	13,80	7,00	2,40	15,80	9,50
Mn	2,61	18,61	14,63	21,44	14,18	19,64	55,76	35,55	33,82	60,30	38,07	38,01
Ni	0,40	<0,20	3,70	1,30	0,40	0,60	1,30	0,80	1,10	1,50	1,70	1,80
Pb	4,70	6,30	13,90	29,80	11,40	13,80	0,20	2,40	1,10	0,50	2,30	1,20
Sb	0,18	0,10	0,18	0,28	0,14	0,23	0,22	0,26	0,43	0,23	0,28	0,48
Sc	2,00	3,00	2,00	3,00	4,00	3,00	3,00	4,00	3,00	4,00	4,00	3,00
Sn	0,09	0,09	0,17	0,13	0,10	0,13	0,12	0,12	0,06	0,15	0,18	0,16
Sr	475,80	428,50	292,30	481,20	347,20	238,50	513,90	387,90	262,40	535,10	378,50	272,90
V	1,50	5,40	1,20	0,60	5,00	0,60	1,00	6,40	1,80	1,00	6,80	2,00
W	0,02	0,04	0,02	<0,02	0,14	0,07	<0,02	0,07	0,02	0,02	0,06	<0,02
Y	0,02	0,03	0,04	0,02	0,01	0,02	0,01	0,07	<0,01	0,01	0,08	0,01
Zn	49,10	25,20	113,90	42,40	28,40	29,60	20,30	142,70	56,60	29,60	154,60	82,00
Zr	0,05	0,04	0,06	0,21	0,05	0,05	0,07	0,13	0,07	0,06	0,11	0,05
ΕΚΡΟΗ												
Al	24,00	41,00	23,00	32,00	27,00	325,00	81,00	23,00	9,00	167,00	132,00	313,00
As	3,50	1,70	2,00	2,10	1,80	2,20	3,50	2,00	2,50	2,40	2,00	3,70
Ba	42,68	55,99	18,20	52,10	40,90	29,36	16,12	36,04	55,00	65,66	40,18	21,73
Cr	2,70	6,90	3,80	1,50	3,10	2,60	1,90	2,40	2,30	1,50	2,60	2,10
Cu	4,80	5,60	1,60	3,20	2,70	17,00	5,40	1,90	2,90	7,90	3,20	7,50
Mn	4,70	32,33	12,75	7,03	18,91	35,17	15,14	24,47	30,41	34,19	27,31	18,09
Ni	1,40	2,10	0,50	1,40	0,80	1,60	1,40	0,90	1,00	3,10	1,60	2,50
Pb	16,50	32,30	7,10	22,20	18,70	18,20	2,00	0,20	0,20	0,80	0,60	1,70
Sb	0,28	0,17	0,15	0,31	0,20	0,72	0,44	0,21	0,21	0,26	0,25	0,49
Sc	3,00	3,00	2,00	3,00	4,00	3,00	3,00	3,00	4,00	4,00	4,00	3,00
Sn	0,09	0,20	0,10	0,11	0,12	0,16	0,06	0,14	0,08	0,44	0,19	0,19
Sr	471,20	426,30	344,50	485,00	344,10	268,70	267,30	340,00	523,90	541,90	335,60	289,20
V	1,90	4,30	1,00	1,20	4,90	1,10	1,90	4,70	1,00	1,20	5,20	2,10
W	<0,02	0,04	0,02	0,03	0,23	0,06	<0,02	0,05	0,02	0,02	0,06	0,02
Y	0,04	0,04	0,02	0,02	0,02	0,08	0,01	0,02	0,02	0,02	0,01	0,01
Zn	112,60	209,00	48,00	38,90	45,40	231,00	176,10	32,30	23,50	59,90	52,40	222,00
Zr	0,04	0,05	0,03	0,06	0,05	0,26	0,09	0,05	0,05	0,05	0,04	0,08

ΑΦΑΙΡΕΣΗ ΒΑΡΕΩΝ ΜΕΤΑΛΛΩΝ

- Η έλλειψη υψηλού pH δε βοήθησε στη διαδικασία καθαρισμού των λυμάτων από τα βαρέα μέταλλα (pH > 8 προκαλεί καθίζηση των μεταλλικών ιόντων)
- Ωστόσο, σε κάθε περίπτωση οι συγκεντρώσεις πολύ χαμηλότερες από τα προβλεπόμενα όρια
- **Cd**: δεν υπερέβη το ποσοστό ανιχνευσιμότητας



ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΠΡΟΣΡΟΦΗΣΗΣ ΝΑΤΡΙΟΥ SAR ΚΑΙ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΑΓΩΓΙΜΟΤΗΤΑΣ EC

SAR								
Σ.Λ.Σ.	Οκτώβριος 2006		Ιανουάριος 2007		Απρίλιος 2007		Ιούλιος 2006	
	In	Out	In	Out	In	Out	In	Out
Βαμβακόφυτο	1,98	2,84	2,20	2,15	2,15	1,39	2,13	2,20
Ν. Σκοπός	1,47	0,91	1,80	1,95	1,70	1,91	1,72	1,90
Χαρωπό	1,40	1,38	1,33	1,33	1,42	2,18	1,42	1,40
EC (μS/cm)								
Σ.Λ.Σ.	Οκτώβριος 2006		Ιανουάριος 2007		Απρίλιος 2007		Ιούλιος 2006	
	In	Out	In	Out	In	Out	In	Out
Βαμβακόφυτο	1.554	961	1.105	953	1.465	960	1.550	989
Ν. Σκοπός	1.249	997	1.540	1.002	1.100	967	1.552	992
Χαρωπό	1.340	1.000	1.345	973	1.454	955	1.449	950

Τιμές SAR – EC

Κατηγορία I

Μικρός κίνδυνος Na

Κατάλληλα για
επαναχρησιμοποίηση



ΥΔΡΟΔΥΝΑΜΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΛΙΜΝΩΝ ΣΤΑΘΕΡΟΠΟΙΗΣΗΣ ΒΑΜΒΑΚΟΦΥΤΟΥ ΜΕ ΧΡΗΣΗ ΤΟΥ ΤΡΙΣΔΙΑΣΤΑΤΟΥ ΥΔΡΟΔΥΝΑΜΙΚΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ ELCOM

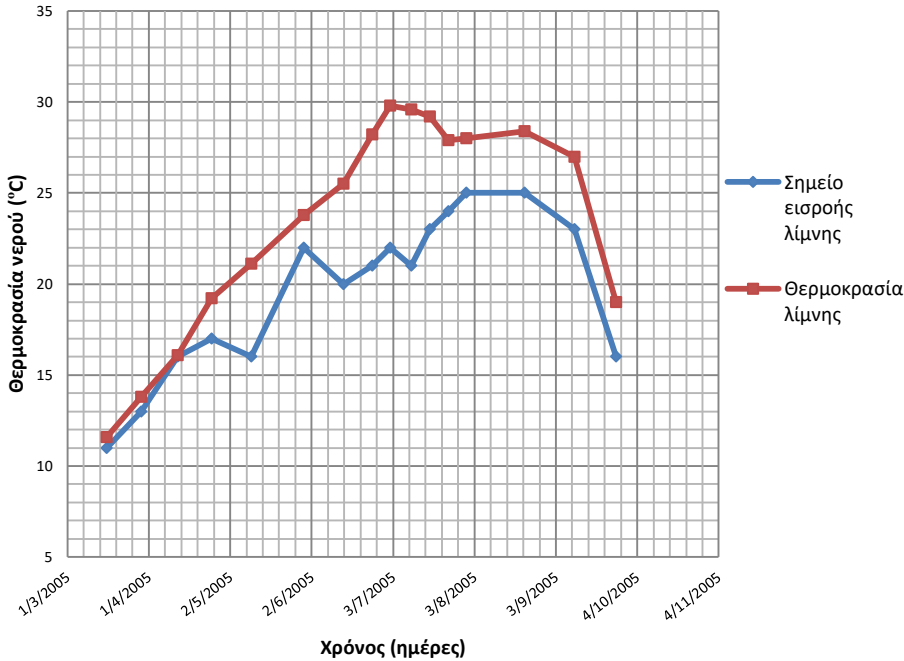
✓ Επίλυση των ολοκληρωμένων χρονικά εξισώσεων Reynolds με τη μέθοδο των πεπερασμένων διαφορών

Βήματα προσομοίωσης

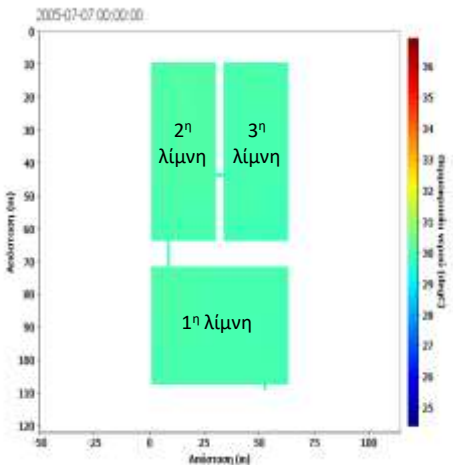
- Δημιουργία – Κατασκευή του Υπολογιστικού Πλέγματος
- Συλλογή των Δεδομένων
- Δημιουργία Αρχείων Εισαγωγής
- Προσομοίωση του Μοντέλου
- Μετά-επεξεργασία και Ανάλυση



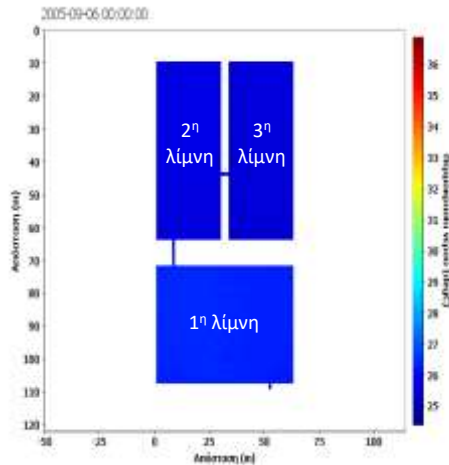
ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΤΗΣ ΥΔΑΤΙΝΗΣ ΣΤΗΛΗΣ ΤΩΝ ΛΙΜΝΩΝ ΤΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΒΑΜΒΑΚΟΦΥΤΟΥ



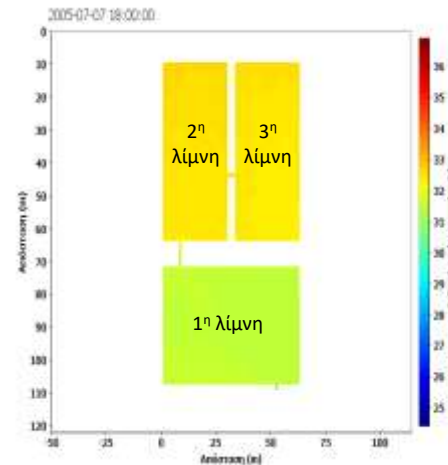
- Η θερμοκρασία της υδάτινης στήλης της 1^{ης} λίμνης επηρεάζεται από τις εισερχόμενες ψυχρότερες υδάτινες μάζες
- Θερμοκρασία εισερχόμενων υδάτινων μαζών < εκείνων που διατηρούνται στη λίμνη για μεγάλο διάστημα
- Θερμότερη υδάτινη στήλη τους καλοκαιρινούς μήνες
- Μεγαλύτερη επίδραση της ηλιακής ακτινοβολίας στις λίμνες ωρίμανσης απ' ότι στην επαμφοτερίζουσα, κατά 1 – 2 °C, λόγω του μικρότερου βάθους τους
- Πτώση της θερμοκρασίας της υδάτινης στήλης τις βραδινές ώρες
- Μέγιστη θερμοκρασία τις απογευματινές ώρες σε όλες τις λίμνες



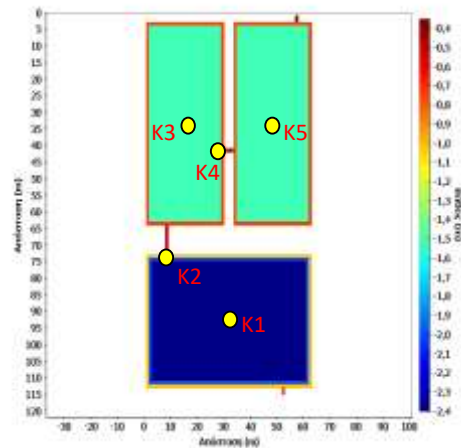
Επιφανειακή στρώση
07-07-2005, 00:00



Επιφανειακή στρώση
06-09-2005, 00:00

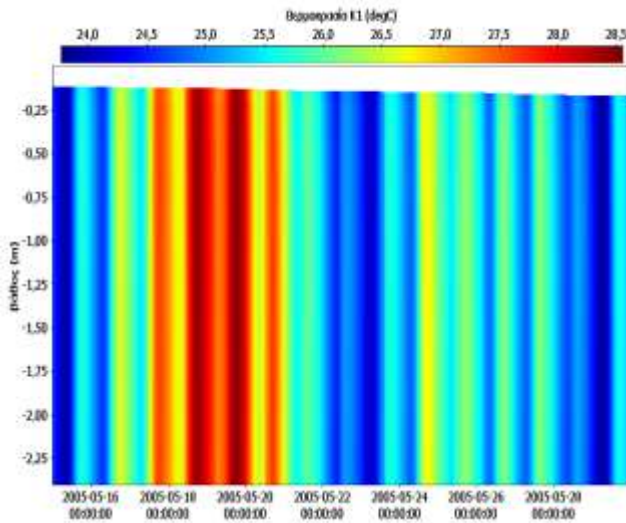


Επιφανειακή στρώση
07-07-2005, 18:00

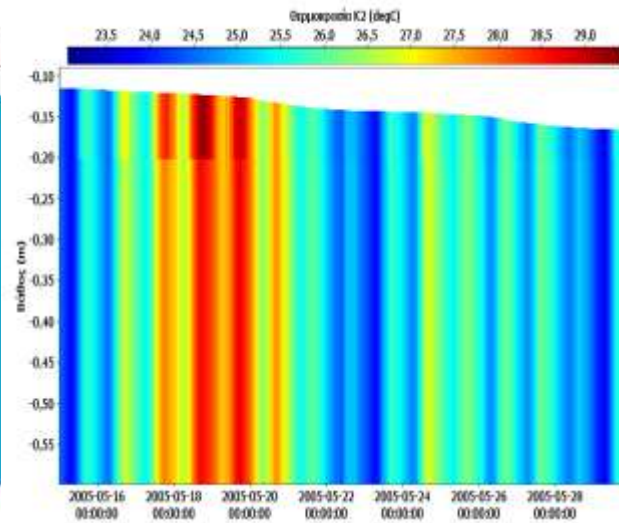


Σημεία ελέγχου θερμοκρασίας

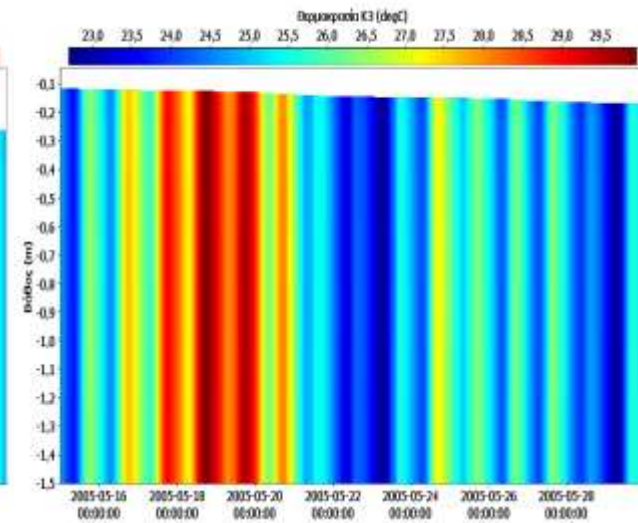
ΜΕΤΑΒΟΛΗ ΤΗΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ ΤΟ ΜΑΪΟ ΤΟΥ 2005 ΣΤΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΤΟΥ ΒΑΜΒΑΚΟΦΥΤΟΥ



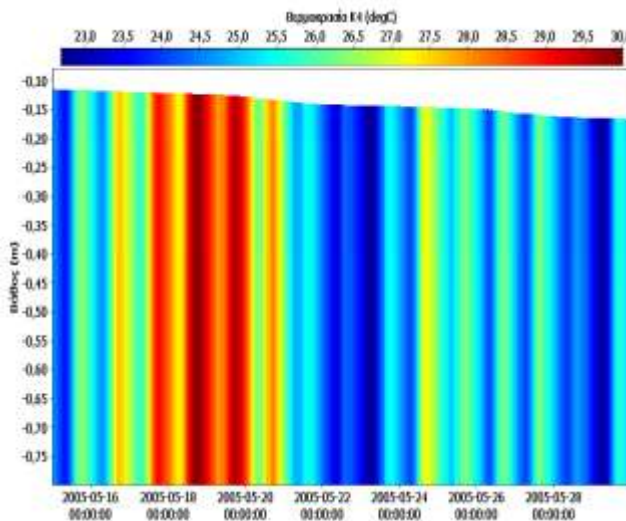
Σημείο K1



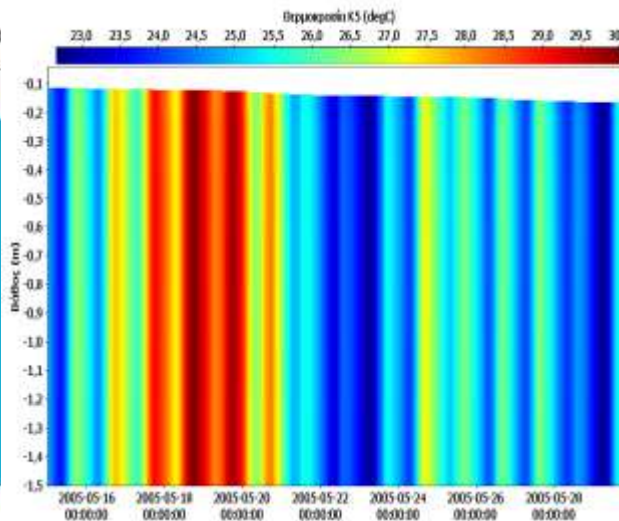
Σημείο K2



Σημείο K3



Σημείο K4

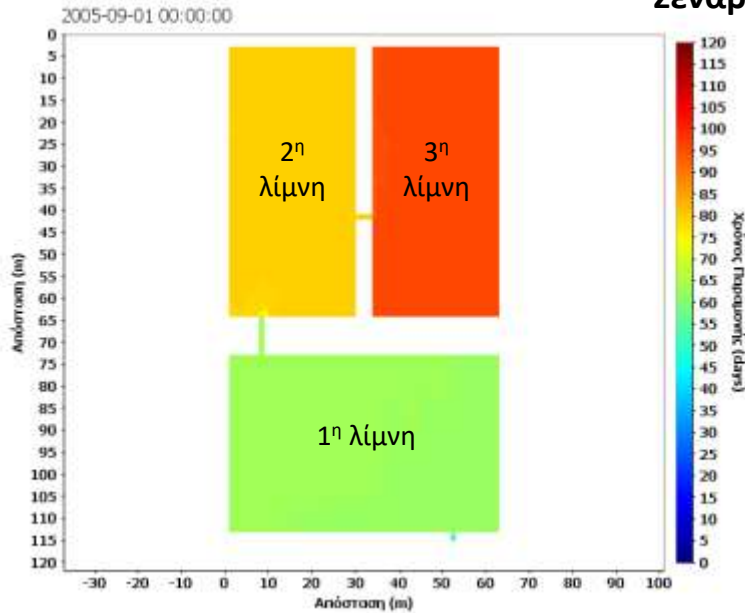


Σημείο K5

- Επίδραση έντονης ηλιοφάνειας στις 17, 18 και 19 Μαΐου στη θερμοκρασία των λιμνών
- Μικρότερη θερμοκρασία επαμφοτερίζουσας λίμνης σε σχέση με τις λίμνες ωρίμανσης περίπου κατά 2 °C
- Δεν υπήρξαν θερμοκρασιακές μεταβολές στα διάφορα βάθη των λιμνών

ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΧΡΟΝΟΥ ΠΑΡΑΜΟΝΗΣ ΤΩΝ ΛΥΜΑΤΩΝ ΣΤΙΣ ΛΙΜΝΕΣ ΒΑΜΒΑΚΟΦΥΤΟΥ

Σενάριο καθαρών λιμνών (κατασκευή)



- HRT στη 1^η λίμνη (επαμφοτερίζουσα): 63 d
- HRT στη 2^η λίμνη (ωρίμανσης): 75 d
- HRT στη 3^η λίμνη (ωρίμανσης): 85 d



✓ Ο HRT συμπίπτει με τον πραγματικό HRT

Σενάριο λιμνών με ιζήματα (σημερινή κατάσταση)



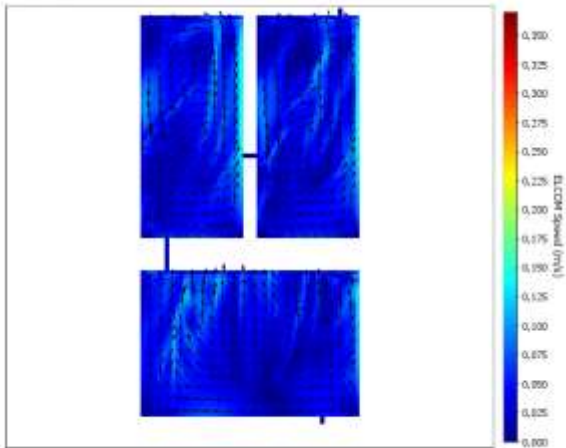
- HRT στη 1^η λίμνη (επαμφοτερίζουσα): 50 d
- HRT στη 2^η λίμνη (ωρίμανσης): 60 d
- HRT στη 3^η λίμνη (ωρίμανσης): 69 d



✓ Ο HRT συμπίπτει με τον πραγματικό HRT

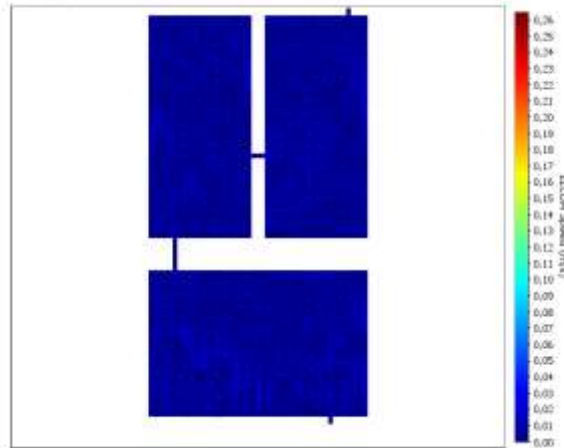
ΜΕΤΡΟ ΚΑΙ ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ ΡΟΗΣ ΤΩΝ ΛΥΜΑΤΩΝ ΣΤΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΤΟΥ ΒΑΜΒΑΚΟΦΥΤΟΥ

2005-04-01 00:00:00



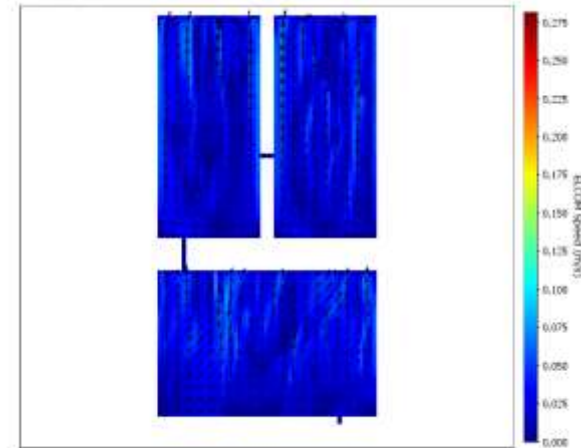
Επιφανειακή στρώση Απριλίου 2005

2005-06-01 00:01:57



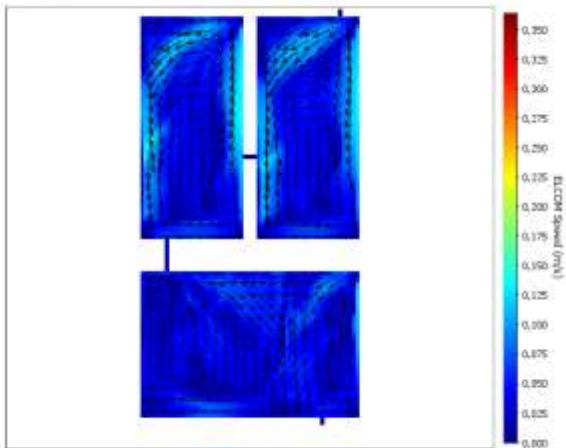
Επιφανειακή στρώση Ιουνίου 2005

2005-08-04 00:00:00



Επιφανειακή στρώση Αυγούστου 2005

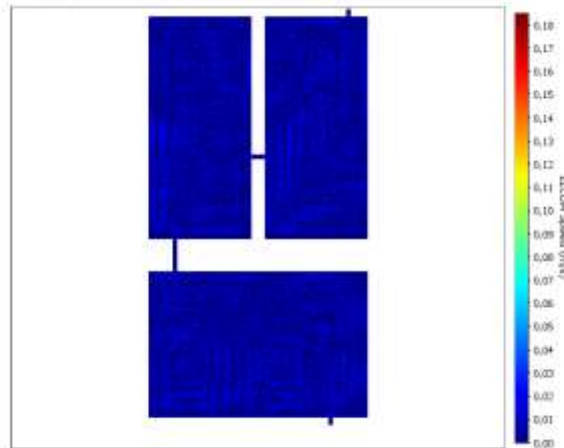
2005-04-01 00:00:00



Πυθμενική στρώση Απριλίου 2005

0,01 – 0,125 m/sec

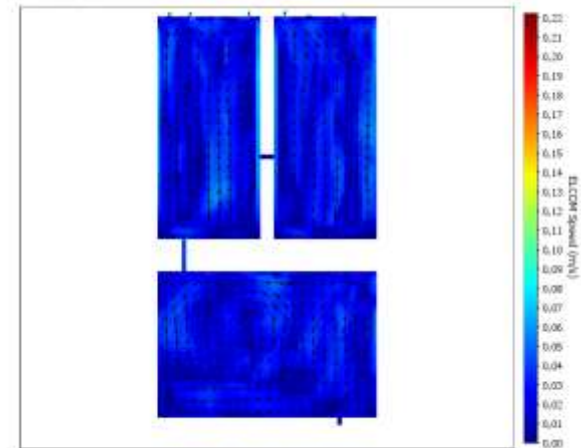
2005-06-01 00:00:00



Πυθμενική στρώση Ιουνίου 2005

0,01 – 0,03 m/sec

2005-08-04 00:00:00



Πυθμενική στρώση Αυγούστου 2005

0,01 – 0,06 m/sec

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

- ✓ Σταθερή λειτουργία κατά τη διάρκεια της έρευνας
- ✓ Χαμηλές σταθερές αποκλίσεις από τη μέση τιμή συγκέντρωσης εκροής σε όλες τις παραμέτρους
- ✓ Τιμές DO στα ίδια περίπου επίπεδα (≈ 4 mg/L), χωρίς σημαντικές αποκλίσεις
- ✓ Τιμές pH εντός του προτεινόμενου εύρους τιμών (6 – 9)
- ✓ Τιμές SAR και EC \rightarrow κατηγορία I \rightarrow μικρός κίνδυνος Na \rightarrow νερά κατάλληλα για επαναχρησιμοποίηση
- ✓ Βαρέα μέταλλα και λοιπά ιχνοστοιχεία: Σταθερές συγκεντρώσεις (εκτός των Al, Cu, Mn, Pb και Zn)

<< προβλεπόμενα όρια, ακόμα και για ευαίσθητους αποδέκτες



- ✓ COD
- ✓ TN
- ✓ N-NH₄⁺
- ✓ N-NO₃⁻

ΕΠΑΝΑΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΣΗ



- X TSS, με εξαίρεση το σύστημα του Ν. Σκοπού
- X BOD
- X TP
- X FC
- X TC

ΛΟΓΟΙ

- Λανθασμένος σχεδιασμός
- Ελλιπής κατασκευή
- Σχεδόν ανύπαρκτη συντήρηση
- Μη συστηματική απομάκρυνση ιλύος





eco
festival
S E R R E S

Ευχαριστώ πολύ για την
προσοχή σας