

Μελέτες Περιβαλλοντικών
Επιπτώσεων –
Υδατοκαλλιέργειες

Καθ. Γ. Συλαίος, Ωκεανογράφος

Απόφαση Αριθμ. Οικ. 50129/1392, Πρότυπες Περιβαλλοντικές Δεσμεύσεις (ΠΠΔ) για έργα και δραστηριότητες της κατηγορίας Β της 8ης Ομάδας «Υδατοκαλλιέργειες» του παραρτήματος VIII της υπ' αριθ. 1958/2012 (Β' 21) υπουργικής απόφασης, όπως εκάστοτε ισχύει και ειδικότερα για τα έργα και τις δραστηριότητες με α/α 1, 2, 4, 5 και 6».

Πεδίο εφαρμογής

α/α 1: «Πάσης φύσεως ιχθυογεννητικοί σταθμοί και εκκολαπτήρια» (εντός καθορισμένων ΠΟΑΥ),

α/α 2: «Εκτροφή θαλάσσιων ιχθύων» (εντός καθορισμένων ΠΟΑΥ και για εκτός περιοχών Natura 2000, $\Delta < 500$ όπου Δ = δυναμικότητα σε τόνους ανά έτος),

α/α 4: «Εκτροφή καρκινοειδών και μαλακίων» (εντός καθορισμένων ΠΟΑΥ και $\Delta < 200$ όπου Δ = δυναμικότητα σε τόνους ανά έτος),

α/α 5: «Εκτροφή ειδών γλυκού νερού (πέστροφες κ.λπ.)» (περιπτώσεις που δεν κατατάσσονται στην υποκατηγορία Α2) και

α/α 6: «Εκτροφή αμφιβίων» (το σύνολο)

ΠΟΑΥ - Περιοχή Οργανωμένης Ανάπτυξης Υδατοκαλλιεργειών

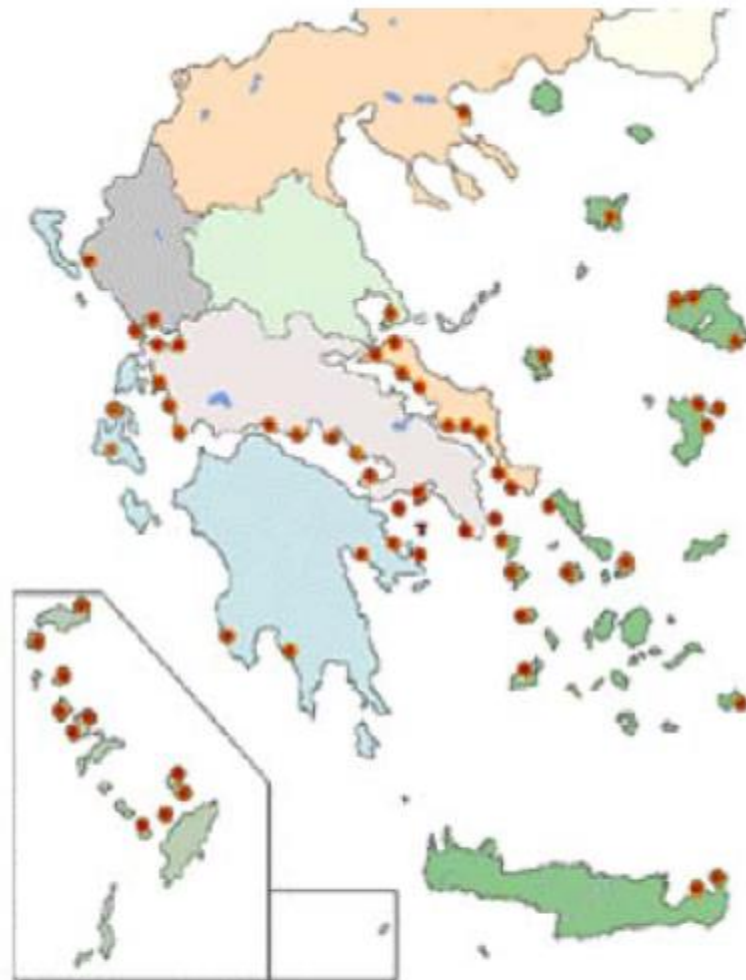


Ιχθυοκαλλιέργειες ανοικτών κλωβών



Ιχθυοκαλλιέργειες





Σχήμα 1. Οι διάφορες μονάδες Υδατοκαλλιέργειας στην Ελλάδα (κόκκινα σημάδια) (Μπελιάς, 2004).

Σκοπός της παρούσας είναι η προστασία του φυσικού και ανθρωπογενούς περιβάλλοντος και η διασφάλιση της δημόσιας υγείας.

Διαδικασία υπαγωγής σε ΠΠΔ

Ο φορέας του έργου ή της δραστηριότητας ή ο μελετητής του υποβάλλει στην κατά περίπτωση αρμόδια υπηρεσία του άρθρου 2 της παρούσας, συμπληρωμένη και υπογεγραμμένη δήλωση υπαγωγής σε Π.Π.Δ.

Η δήλωση υπαγωγής σε ΠΠΔ είναι απαραίτητη για την έκδοση της άδειας ίδρυσης και λειτουργίας της μονάδας υδατοκαλλιέργειας.

Η κατά τα ανωτέρω δήλωση υπαγωγής σε Π.Π.Δ. επέχει θέση υπεύθυνης δήλωσης του φορέα του έργου ή της δραστηριότητας ή του μελετητή κατά το Ν. 1599/1986 (Α' 75), όπως εκάστοτε ισχύει.

Εφόσον το έργο αφορά σε «Πάσης φύσεως ιχθυογεννητικοί σταθμοί και εκκολαπτήρια», ή σε «Εκτροφή θαλάσσιων ιχθύων», ή σε «Εκτροφή καρκινοειδών και μαλακίων», υποβάλλεται γνωμοδότηση του φορέα της ΠΟΑΥ σχετικά με τη δυνατότητα εγκατάστασης της μονάδας εντός της ΠΟΑΥ στην οποία αναφέρονται η θέση χωροθέτησης της μονάδας καθώς και η έκτασή της.

Εφόσον η περιοχή υλοποίησης του έργου εμπίπτει στις προστατευόμενες περιοχές του δικτύου Natura 2000, οπότε ακολουθείται η διαδικασία υποβολής Ειδικής Οικολογικής Αξιολόγησης (ΕΟΑ), υποβάλλεται η σχετική απόφαση του Περιφερειάρχη με τυχόν πρόσθετους όρους στις Π.Π.Δ., σύμφωνα με την παράγραφο 3 του άρθρου 10 του ν. 4014/2011.

ΔΗΛΩΣΗ ΥΠΑΓΩΓΗΣ ΣΕ ΠΡΟΤΥΠΕΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΔΕΣΜΕΥΣΕΙΣ (Π.Π.Δ.)

Α. ΓΕΝΙΚΕΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΕΣ / ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΕΡΓΟΥ
& ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΤΟΥ

A.1: Στοιχεία του φορέα του έργου ή της δραστηριότητας

Επωνυμία:

Διεύθυνση έδρας:

Τηλέφωνο/e-mail/fax:

Υπεύθυνος επικοινωνίας:

A.2.: Λόγος κατάθεσης Δήλωσης Υπαγωγής σε ΠΠΔ

A.2.1. Νέο έργο

A.2.2. Εκσυγχρονισμός ή τροποποίηση
υφιστάμενου έργου

A.2.3. Επέκταση υφιστάμενου έργου

A.2.3.1 Η επέκταση αφορά στην έκταση του έργου

A.2.3.2 Η επέκταση αφορά στη δυναμικότητα του
έργου

A.2.3.3 Η επέκταση αφορά στην έκταση και στη
δυναμικότητα του έργου

A.2.4. Υφιστάμενο έργο χωρίς επέκταση ή
τροποποίηση

A.3.1. Περιοχή του έργου ή της δραστηριότητας

Θέση-Περιοχή: (π.χ. τοπικό τοπωνύμιο)		
Δήμος/οι:		
Περιφερειακή/ες Ενότητα/ες:		
Περιφέρεια/ες:		
Συντεταγμένες Έργου* (x,y) στο Εθνικό σύστημα συντεταγμένων ΈΓΣΑ '87: (*): δίνονται κεντροβαρικά οι συντεταγμένες της έκτασης του έργου ή της δραστηριότητας ή οι συντεταγμένες των κορυφών της έκτασης	X	Y

A.3.2. Είδος & μέγεθος του έργου ή της δραστηριότητας

Είδος έργου	Στην παρούσα στήλη, σημειώνεται ανάλογα το είδος του έργου	Δυναμικότητα σε τόνους ετησίως* /έκταση σε στρ. για θαλάσσιες μονάδες* (*): Για περιπτώσεις μονάδων που πρόκειται να επεκταθούν, σημειώνεται η τελική δυναμικότητα ή/και η τελική έκταση
Πάσης φύσεως ιχθυογεννητικοί σταθμοί και εκκολαπτήρια	<input type="checkbox"/>	Ετήσια δυναμικότητα: Έκταση:
Εκτροφή θαλάσσιων ιχθύων	<input type="checkbox"/>	Ετήσια δυναμικότητα: Έκταση:
Εκτροφή καρκινοειδών και μαλακίων	<input type="checkbox"/>	Ετήσια δυναμικότητα: Έκταση:
Εκτροφή ειδών γλυκού νερού (πέστροφες κ.λπ.)	<input type="checkbox"/>	Ετήσια δυναμικότητα: Έκταση:
Εκτροφή αμφιβίων	<input type="checkbox"/>	Ετήσια δυναμικότητα: Έκταση:

Στοιχεία περιοχής του έργου

A.4.1	Εντός καθορισμένης ΠΟΑΥ	ΝΑΙ <input type="checkbox"/>	ΟΧΙ <input type="checkbox"/>
Εάν ναι, σημειώστε το όνομα της ΠΟΑΥ και το ΦΕΚ δημοσίευσης του Π. Δ/γματος καθορισμού: Όνομα: ΦΕΚ:			
A.4.2	Εντός περιοχής του Δικτύου Natura 2000:	ΝΑΙ <input type="checkbox"/>	ΟΧΙ <input type="checkbox"/>
Εάν ναι, σημειώστε το όνομα και τον κωδικό της περιοχής Natura 2000: Όνομα: Κωδικός:			
A.4.3	Η έκταση του έργου ή τμήμα αυτής βρίσκεται σε περιοχή που εμπίπτει στις διατάξεις της δασικής νομοθεσίας ^(*) ; <small>(*) : το παρόν πεδίο απαιτείται να συμπληρωθεί μόνο για χερσαία έργα</small>	ΝΑΙ <input type="checkbox"/>	ΟΧΙ <input type="checkbox"/>
A.4.4	Η έκταση του έργου ή τμήμα αυτής βρίσκεται σε περιοχή που εμπίπτει στις διατάξεις του Ν.3028/2002 (ΦΕΚ Α' 153);	ΝΑΙ <input type="checkbox"/>	ΟΧΙ <input type="checkbox"/>
A.4.5	Το έργο αναπτύσσεται σε χερσαία έκταση;	ΝΑΙ <input type="checkbox"/>	ΟΧΙ <input type="checkbox"/>
A.4.6	Η έκταση του έργου εμπίπτει σε περιοχή για την οποία προκύπτουν συγκεκριμένες απαγορευτικές δεσμεύσεις από τον χωρικό σχεδιασμό;	ΝΑΙ <input type="checkbox"/>	ΟΧΙ <input type="checkbox"/>
A.4.7	Το έργο αναπτύσσεται σε ζώνη αιγιαλού, παραλίας, όχθης ή παρόχθια ζώνη;	ΝΑΙ <input type="checkbox"/>	ΟΧΙ <input type="checkbox"/>

Βάσει των παραπάνω το έργο κατατάσσεται στην Β κατηγορία έργων και δραστηριοτήτων της 8^{ης} ομάδας της ΥΑ 1958/12, όπως ισχύει

ΝΑΙ

Β. ΕΠΙΣΥΝΑΠΤΟΜΕΝΑ ΔΙΚΑΙΟΛΟΓΗΤΙΚΑ*

(*): Σημειώνονται τα δικαιολογητικά που επισυνάπτονται, όπου απαιτείται σύμφωνα με το άρθρο 4 της παρούσας απόφασης

Βεβαίωση της υπηρεσίας δόμησης περί υπαγωγής ή μη της έκτασης του έργου σε συγκεκριμένες δεσμεύσεις του χωρικού σχεδιασμού⁽¹⁾

(1) Για έργα: «Εκτροφή ειδών γλυκού νερού (πέστροφες κ.λπ.)» και «Εκτροφή αμφιβίων»

Γνωμοδότηση του φορέα της ΠΟΑΥ σχετικά με τη δυνατότητα εγκατάστασης της μονάδας εντός αυτής, στην οποία να αναφέρεται η θέση και η έκτασή της μονάδας⁽²⁾

(2) Για έργα: «Πάσης φύσεως ιχθυογεννητικοί σταθμοί και εκκολαπτήρια», «Εκτροφή θαλάσσιων ιχθύων» και «Εκτροφή καρκινειδών και μαλακίων»

Απόφαση του Περιφερειάρχη, με τυχόν πρόσθετους όρους σύμφωνα με τα οριζόμενα στη παράγραφο 3 του άρθρου 10 του Ν. 4014/2011 (ΦΕΚ Α' 209)⁽³⁾

(3) για έργα που χωροθετούνται σε περιοχές του Δικτύου Natura 2000.

Πράξη χαρακτηρισμού της έκτασης (καθώς και τελεσιδικία της) σύμφωνα με τις διατάξεις του ν. 998/79, όπως ισχύει, ή βεβαίωση της Δασικής Υπηρεσίας με απόσπασμα κυρωμένου δασικού χάρτη (εάν υφίσταται στην περιοχή κυρωμένος δασικός χάρτης)⁽⁴⁾

(4) Για έργα σε χερσαίες εκτάσεις

Εγκρίσεις από τις αρμόδιες Αρχαιολογικές Υπηρεσίες⁽⁵⁾

(5) για έργα που εμπίπτουν στις διατάξεις του Ν. 3028/2002 (ΦΕΚ Α' 153)

Απόφαση Έγκρισης Περιβαλλοντικών όρων (εάν υπάρχει)

Βεβαίωση από την οικεία Κτηματική Υπηρεσία⁽⁶⁾

(6) για έργα σε χερσαίες εκτάσεις εντός ζώνης αιγιαλού, παραλίας, όχθης και παράχθιας ζώνης

Άλλο (περιγράψτε)	
-------------------------	--

Ημερομηνία: ... / ... / ...

Ο φορέας του έργου ή
δραστηριότητας

Υπογραφή & Σφραγίδα

ή

Ο Μελετητής

Υπογραφή & Σφραγίδα

ΠΡΟΤΥΠΕΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΔΕΣΜΕΥΣΕΙΣ (Π.Π.Δ.)

Ο φορέας της μονάδας υποχρεούται:

- να επιτρέπει την είσοδο σε κλιμάκια των αρμόδιων ελεγκτικών αρχών,
- να διευκολύνει τον έλεγχο και να παρέχει όλα τα απαιτούμενα στοιχεία και πληροφορίες
- να συμμορφώνεται στις συστάσεις-υποδείξεις των αρμόδιων ελεγκτικών οργάνων.
- να αναφέρει στις αρμόδιες Υπηρεσίες κάθε έκτακτο περιστατικό στο περιβάλλον της εκτροφής.

- Η λειτουργία και διαχείριση της μονάδας να στηρίζεται στις οδηγίες του επιστημονικού προσωπικού.
- Να λαμβάνεται κάθε απαραίτητο μέτρο προκειμένου να μη διαφεύγουν εκτρεφόμενα είδη στο περιβάλλον.
- Πριν από κάθε τροφοδοσία της μονάδας με γόνο ο φορέας του έργου υποχρεούται να ενημερώνει σχετικά
- την αρμόδια Υπηρεσία Αλιείας και την Κτηνιατρική Υπηρεσία της Περιφερειακής Ενότητας, προκειμένου να πα-
- ρακολουθείται η εφαρμογή των υγειονομικών ελέγχων.
- Όπου χορηγούνται τροφές για την καλλιέργεια, αυτές να διατηρούνται κάτω από αποδεκτά υγιεινές συνθήκες ώστε να αποφεύγονται καταστάσεις που μπορούν να προκαλέσουν την αλλοίωσή τους.
- Να εφαρμόζεται η εκάστοτε ισχύουσα κοινοτική και εθνική κτηνιατρική νομοθεσία για τα κτηνιατρικά
- φαρμακευτικά προϊόντα, την υγεία, την προστασία, και την υγειονομική πιστοποίηση των εκτρεφόμενων ειδών,
- την υγιεινή και ασφάλεια των τροφίμων και τη διαχείριση των ζωικών υποπροϊόντων, συμπεριλαμβανομένων
- και των νεκρών ατόμων. Ειδικότερα κατόπιν ελέγχου της αιτίας θανάτου ή νόσου, να απομακρύνονται, καθημερινά, τα νεκρά και άρρωστα άτομα και να καταστρέφονται κατά τρόπο υγειονομικά αποδεκτό, σύμφωνα με τον κανονισμό 1069/2009/ΕΚ όπως εκάστοτε ισχύει. Απαγορεύεται η απόρριψη ζωικών υποπροϊόντων στο περιβάλλον συμπεριλαμβανομένων και των νεκρών ατόμων.

Τα αστικά απορρίμματα που θα προκύπτουν από τη λειτουργία της μονάδας να αποθηκεύονται με υγειονομικά αποδεκτό τρόπο σε κάδους απορριμμάτων που θα διατηρούνται σε άριστη κατάσταση με τακτικό πλύσιμο και απολύμανση.

Τα υπόλοιπα ρεύματα αποβλήτων που εμπίπτουν στην εναλλακτική διαχείριση (λιπαντικά έλαια, συσσωρευτές, ηλεκτρικές στήλες, απόβλητα ηλεκτρικού και ηλεκτρονικού εξοπλισμού συμπεριλαμβανομένων των λαμπτήρων, ελαστικά, οχήματα τέλους κύκλου ζωής) να συλλέγονται και να παραδίδονται σε αδειοδοτημένους συλλέκτες ή σε εγκεκριμένα συστήματα εναλλακτικής διαχείρισης, σύμφωνα με το Ν. 2939/2001.

Μετά την οριστική παύση της λειτουργίας της μονάδας, να αποκατασταθεί ο χώρος εγκατάστασής της.

B.II. Ειδικές δεσμεύσεις για έργα σε υδάτινες περιοχές (πλωτές μονάδες)

B.II.1. Ειδικές δεσμεύσεις για τη φάση κατασκευής

B.II.1.1. Στα υλικά κατασκευής ή και εμποτισμού, επάλειψης, βαφής, συγκόλλησης των πλωτών εγκαταστάσεων (ιχθυοκλωβοί, αγκυροβόλια, πλωτές εξέδρες εργασίας, κιβώτια κ.λπ.) να μην περιέχονται οι ουσίες που αναφέρονται στις αποφάσεις ΑΧΣ 1100/91 (Β' 1008), 475/2002/03 (Β'208) και 121/2003/03 (Β' 1045), δηλαδή ενώσεις υδραργύρου, αρσενικού και οργανοκασσιτερικές, καθώς και οι λοιπές χημικές ουσίες που θεωρούνται επικίνδυνες, σύμφωνα με την σχετική νομοθεσία περί επικίνδυνων ουσιών, και για τις οποίες ισχύουν περιορισμοί στην κυκλοφορία και χρήση τους, για το θαλάσσιο και γενικότερα το υδάτινο περιβάλλον.

- Η αγκύρωση των πλωτών εγκαταστάσεων, να ακολουθεί τους κανόνες ορθής αγκυροβόλησης σύμφωνα με τους κανονισμούς προκειμένου να εξασφαλίζεται η ευστάθεια και η ασφάλεια των εγκαταστάσεων και των εργαζομένων και να αποφευχθούν κίνδυνοι στη ναυσιπλοΐα.
- Τα σημεία αγκύρωσης να τοποθετηθούν σε περιοχές που θα απέχουν τουλάχιστον 10 μέτρα από περιοχές με λιβάδια Ποσειδωνίας (*Posidonia beds*).

B.II.2. Ειδικές δεσμεύσεις για τη φάση λειτουργίας

Ο φορέας του έργου να συμμορφώνεται με τις διατάξεις του Ν. 743/77(ΦΕΚ 319/Α/77), όπως κωδικοποιήθηκε με το Π.Δ. 55/98 (ΦΕΚ 58/Α/98) «Προστασία του Θαλάσσιου Περιβάλλοντος» και λήψη όλων των απαραίτητων μέτρων, καθώς και τυχόν πρόσθετων που θα υποδειχθούν από την αρμόδια Λιμενική Αρχή, για την αποφυγή ρύπανσης της θάλασσας. Ειδικότερα, να τηρούνται οι διατάξεις που επιβάλλουν τη συλλογή και νόμιμη διάθεση όλων των πετρελαιοειδών, λιπαντελαίων, λυμάτων, απορριμμάτων και κάθε είδους ρυπογόνων ουσιών, σε ευκολίες υποδοχής ή σε καθορισμένο χερσαίο χώρο, μετά από σχετική άδεια των αρμόδιων Υπηρεσιών.

Ο φορέας του έργου σε συνεννόηση με το φορέα της ΠΟΑΥ να μεριμνήσει ώστε οι υδατοκαλλιεργητικές του εγκαταστάσεις να εξασφαλίζουν εξοπλισμό πρόληψης και καταπολέμησης ρύπανσης της θάλασσας από πετρελαιοειδή (όπως ικανό έκταμα φράγματος και επαρκή ποσότητα απορροφητικών υλικών εγκεκριμένου τύπου).

Για την προστασία των βενθικών οργανισμών κάτω από τους κλωβούς από τα παραπροϊόντα εκτροφής και εφόσον παρουσιαστούν προβλήματα ρύπανσης και σε συνεννόηση με το φορέα της ΠΟΑΥ, να γίνεται περιοδική μετακίνηση των ιχθυοκλωβών.

Τα πλωτά μέσα (π.χ. σκάφη) που τυχόν πραγματοποιούν κινήσεις εντός της μισθωμένης έκτασης της μονάδας οφείλουν να είναι εφοδιασμένα με όλες τις απαραίτητες άδειες και να τηρούν τις προδιαγραφές ασφάλειας και προστασίας του περιβάλλοντος.

Απαγορεύεται η αλίευση και η παγίδευση των ελεύθερων ψαριών (άγριων) εντός της μισθωμένης θαλάσσιας έκτασης.

Τα δίκτυα των ιχθυοκλωβών θα πρέπει να διατηρούνται καθαρά, ώστε να εξασφαλίζουν την μέγιστη δυνατή κυκλοφορία του νερού και η αλλαγή τους να γίνεται κάθε φορά που η κατάσταση καθαριότητάς τους καθώς και το μέγεθος των ψαριών το επιβάλλει.

Η χρησιμοποιούμενη τροφή (τεχνητή, συμπυκνωμένη – pellets) να είναι καλής ποιότητας και η διασπορά της να γίνεται σε όλη την έκταση των ιχθυοκλωβών.

Παράγοντες ποιότητας νερού

1. Θερμοκρασία

Βασική παράμετρος → επιδρά στον ρυθμό μεταβολισμού και ανάπτυξης καθώς και στην κατανάλωση οξυγόνου από τα καλλιεργούμενα είδη.

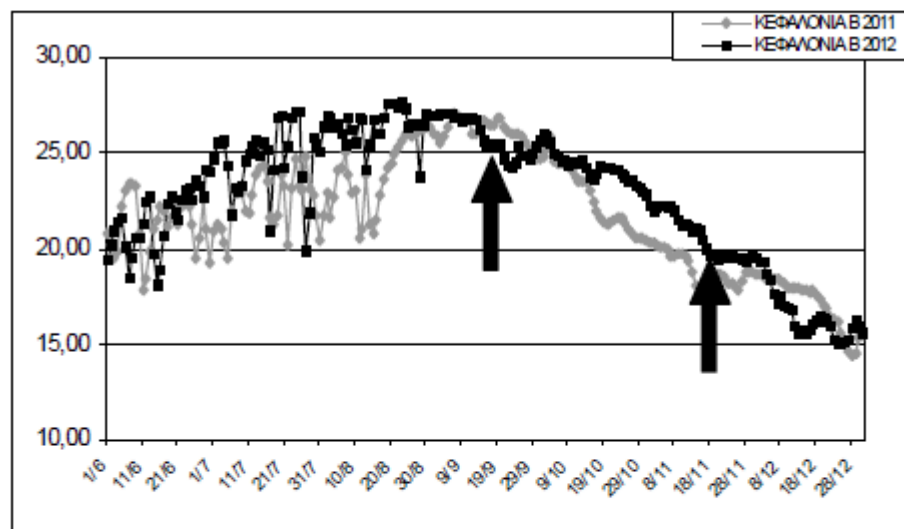
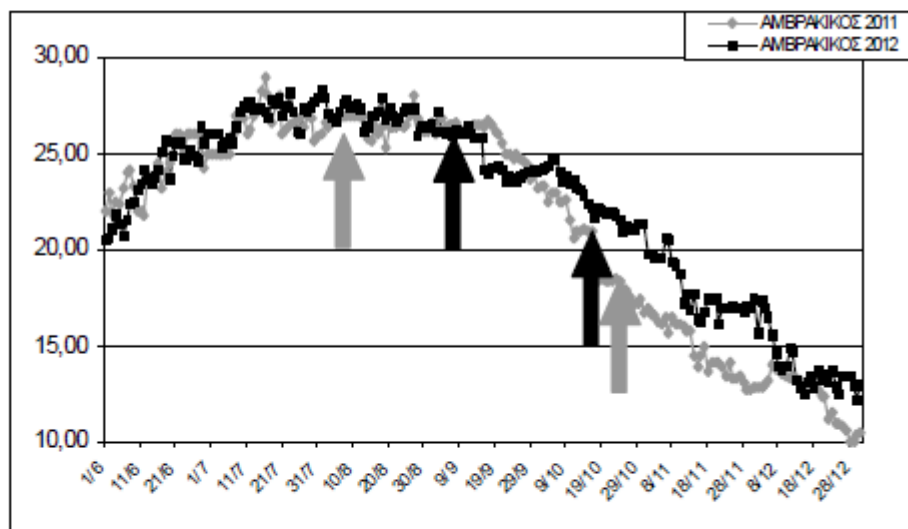
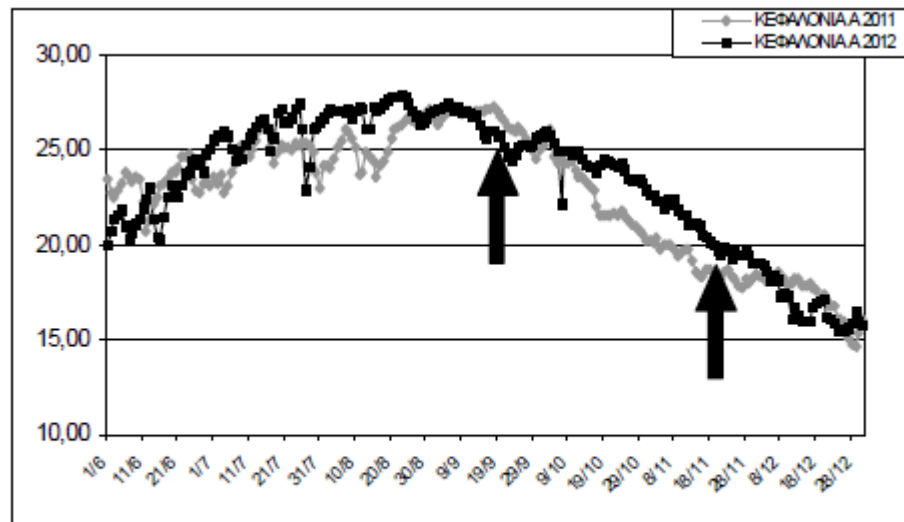
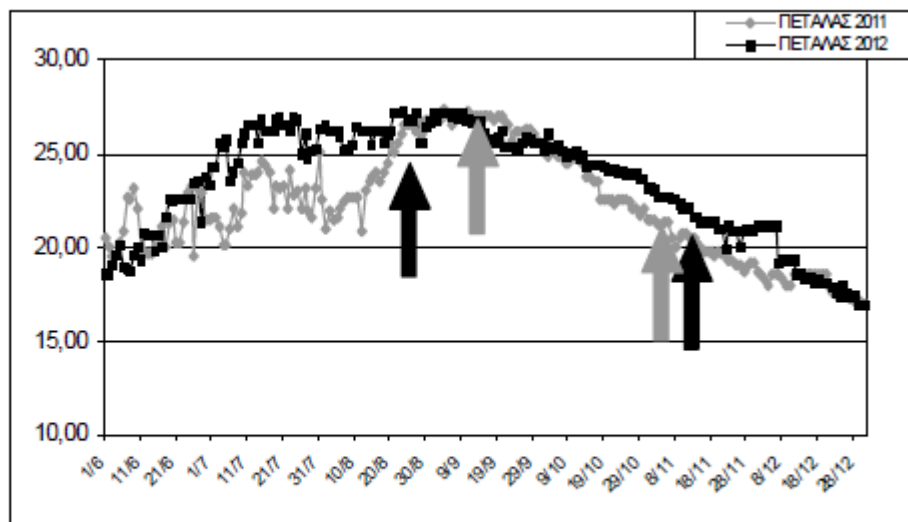
Τα κυπρινοειδή είναι θερμοφιλά, βέλτιστη θερμοκρασία 20-26°C

Τα σολομοειδή είναι ψυχρόφιλα, βέλτιστη θερμοκρασία 13-17°C

Μύδια, βέλτιστη θερμοκρασία 15-20°C

Λαυράκι και Τσιπούρα, βέλτιστη θερμοκρασία 23-25°C

Γενικά, η θερμοκρασία νερού καθορίζει το είδος των οργανισμών που θα αναπτυχθούν σε μια υδάτινη περιοχή.



Σχήμα 2. Διαγράμματα θερμοκρασίας από μονάδες ιχθυοκαλλιεργειών τεσσάρων περιοχών της δυτικής Ελλάδας. Τα γκρι βέλη δείχνουν την εμφάνιση της θνησιμότητας το 2011 και τα μαύρα βέλη το 2012 (Σπίνος Ε. κ.α., 2013).

Διαλυμένο Οξυγόνο

Βασικός παράγοντας που μπορεί να περιορίσει την ιχθυοκαλλιεργητική αξιοποίηση → περιορισμοί στην καλλιέργεια αν το DO < 70%

Το DO καθορίζεται από τον ρυθμό ανανέωσης των υδάτων από την ανοικτή θάλασσα και την κατακόρυφη ανάμειξη των υδάτινων στρωμάτων.

Η επιπανίδα και επιχλωρίδα που εγκαθίσταται στα κλουβιά επηρεάζει την συγκέντρωση DO.

Οι διάφοροι καλλιεργούμενοι οργανισμοί έχουν διαφορετικές απαιτήσεις σε DO.

- Σολομός, πέστροφα και γαρίδες : DO να μην πέφτει κάτω από 5 mg/l
- Χέλια, κυπρίνοι : DO έως 3 mg/l – μειωμένος ρυθμός ανάπτυξης στα 1 mg/l

Ο ρυθμός κατανάλωσης οξυγόνου μειώνεται όσο το μέγεθος του ψαριού αυξάνει

Ο ρυθμός κατανάλωσης οξυγόνου αυξάνει κατά την πέψη των ψαριών

Για το λαβράκι, η ελάχιστη κατανάλωση οξυγόνου ως προς το βάρος του ψαριού είναι $DO = 0.19 W^{0.84}$ στους 20°C & $DO = 0.66 W^{0.79}$ στους 10°C

Μείωση DO → συσσώρευσης αποβλήτων – οργανικού υλικού στο ίζημα

Απαιτείται τακτικός αερισμός και ανάδευση νερού και ανακυκλοφορία με είσοδο νέων υδάτινων μαζών

pH

Το pH εξαρτάται από την θερμοκρασία, την αλατότητα, την συγκέντρωση διοξειδίου του άνθρακα, την συγκέντρωση οξυγόνου.

Το πλέον κατάλληλο pH = 6.5 - 8.5

Αν pH > 9 – θανατηφόρο για πέστροφα, κυπρίνο

Αν pH < 3 θανατηφόρο για όλα τα είδη

Η ανθεκτικότητα των οργανισμών στις αλλαγές pH αυξάνει με την ηλικία και τον εγκλιματισμό στις συνθήκες αυτές.

Το χαμηλό pH αυξάνει την τοξικότητα της αμμωνίας και των βαρέων μετάλλων

Παράμετροι ελέγχου επιπτώσεων ως προς	
Την ποιότητα νερού	Τις συνθήκες ιζήματος
<ul style="list-style-type: none"> - Διαλυμένο Οξυγόνο - Θερμοκρασία - Αλατότητα - Βιομάζα φυτοπλαγκτού - Ανόργανα και οργανικά άλατα - Διαφάνεια υδάτινης στήλης (Secchi Disk) - Κολοβακτηρίδια - Υδρόθειο - Αιωρούμενα στερεά - BOD 	<ul style="list-style-type: none"> - Έκταση των αποθέσεων των αποβλήτων - Δομή και υφή ιζήματος - Δυναμικό οξειδοαναγωγής - Βενθική μακροπανίδα - Ολικό άζωτο και φώσφορος - Υδρόθειο - Κοκκομετρία

Φυσικά Όρια των Παράκτιων Συστημάτων

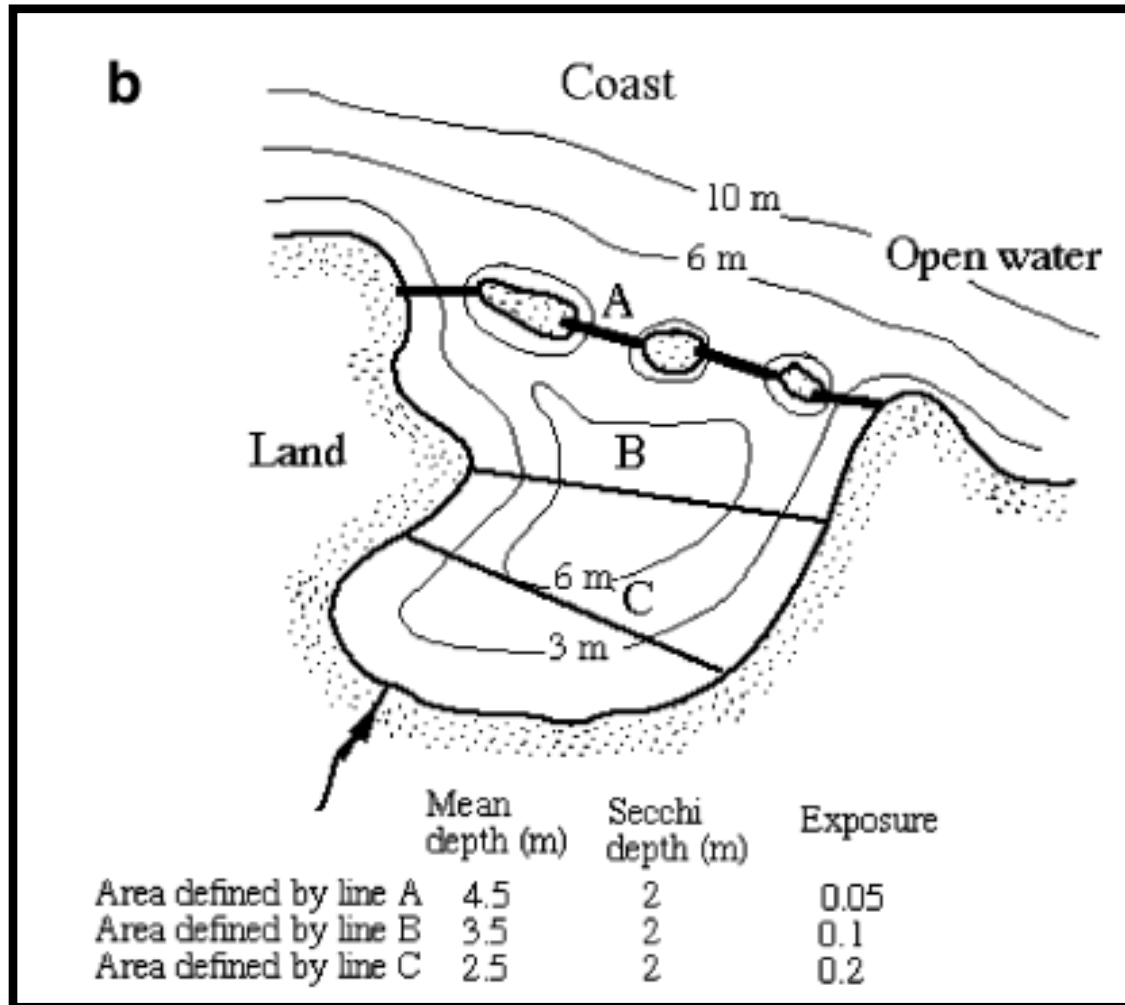
Η μορφομετρία της παράκτιας περιοχής, δηλ. το μέγεθός της και τα μορφολογικά της χαρακτηριστικά επηρεάζουν το ρυθμό ανανέωσης της εισερχόμενης σε αυτή μάζας.

Έτσι, η μορφολογία της περιοχής επηρεάζει τη δυναμική των ιζημάτων και τη παρουσία των ρύπων σε αυτή.

Συντελεστής Έκθεσης ΠΥΣ

Η μεθοδολογία που έχει αναπτυχθεί για το βέλτιστο καθορισμό των φυσικών ορίων του παράκτιου συστήματος χρησιμοποιεί το **συντελεστή έκθεσης (exposure ratio, E_x)** ο οποίος εκφράζει το λόγο μεταξύ του εμβαδού της οριακής διατομής και του εμβαδού της παράκτιας περιοχής.

$$\text{Συνεπώς, } E_x = (A_t / \text{Area}) \times 100$$



Χρησιμοποιώντας το λόγο E_x για διάφορες οριακές γραμμές της παράκτιας περιοχής, ορίζουμε ως το όριό της τη γραμμή με την οποία το E_x αποκτά την ελάχιστη τιμή του

Μόλις καθορίσουμε τη παράκτια περιοχή, μπορούμε να προσδιορίσουμε σημαντικές παραμέτρους για το ισοζύγιο μάζας, όπως ο **όγκος νερού της περιοχής**, το **μέσο βάθος** και το **εμβαδόν** της περιοχής.

Μορφολογικό Σύστημα Ταξινόμησης

Σε σχέση με το **μορφολογικό σύστημα ταξινόμησης**, χρησιμοποιείται η παράμετρος έκθεσης E_x .

Παράκτιες περιοχές με τιμές E_x μικρότερες του 0.002 θεωρούνται 'πολύ κλειστά παράκτια συστήματα'.

Παράκτιες περιοχές με τιμές μεγαλύτερες του 1.3 θεωρούνται 'ανοικτά παράκτια συστήματα'.

Τέλος, παράκτιες περιοχές με τιμές E_x μεταξύ του 0.002 και 1.3 θεωρούνται 'ημίκλειστα παράκτια συστήματα'.

Μορφολογική ταξινόμηση παράκτιων συστημάτων με βάση τη παράμετρο έκθεσης του συστήματος (Lindgren and Hakanson, 2007).

Τιμή E_x	Χαρακτηρισμός Συστήματος	Τυπικά Συστήματα
0-0.002	Κλειστά έως πολύ κλειστά συστήματα	Οι περισσότερες λιμνοθάλασσες
0.002-1.3	Ημίκλειστα συστήματα	Κόλποι, φιόρδς
>1.3	Ανοικτά συστήματα	Ανοικτές ακτές

Άλλη μορφολογική παράμετρος είναι το εμβαδόν της παράκτιας περιοχής. Το εμβαδόν μαζί με το μέσο βάθος ορίζουν τον όγκο νερού της παράκτιας περιοχής. Με βάση το εμβαδόν, οι περιοχές κατατάσσονται σε:

Εμβαδόν παράκτιας περιοχής (km ²)	Χαρακτηρισμός περιοχής
> 10.000	Πολύ μεγάλη
1.000-10.000	Μεγάλη
100-1.000	Ενδιάμεση
10-100	Μικρή
< 10	Πολύ μικρή

Άλλη σημαντική μορφολογική παράμετρος είναι το σχήμα της παράκτιας περιοχής. Επηρεάζει

- α) τη ποσότητα των ιζημάτων που θα συγκεντρωθούν στο πυθμένα της περιοχής,
- β) τη φόρτιση του συστήματος σε αιωρούμενα υλικά, και
- γ) την ανάπτυξη μακροφυκών και βενθικής άλγης και συνεπώς τη παραγωγικότητα του συστήματος

Γενικά, οι μεγάλοι βάθους ακτές σχήματος U έχουν μικρότερο εμβαδόν ευφωτικής ζώνης.

Όσο μεγαλύτερο το εμβαδόν της ευφωτικής ζώνης, τόσο υψηλότερη είναι η πρωτογενής παραγωγικότητα της περιοχής σε φυτοπλαγκτόν, βενθική άλγη και μακροφύκη, άρα και υψηλότερη η βιολογική αξία και τα απαιτούμενα μέτρα προστασίας της περιοχής.

Ο παράγοντας σχήματος της περιοχής V_d εκφράζεται ως:

$$V_d = \frac{3D_m}{D_{\max}}$$

Όπου D_{\max} (σε μ) είναι το μέγιστο βάθος της παράκτιας περιοχής.

Μορφολογική ταξινόμηση παράκτιων συστημάτων με βάση τη παράμετρο έκθεσης του συστήματος (Håkanson, 2004).

Σχήμα Περιοχής	Συμβολισμός Συστήματος	Τιμή V_d
Εξαιρετικά κυρτή	VCx	0.05 – 0.33
Κυρτή	Cx	0.33 – 0.67
Ελαφρά κυρτή	SCx	0.67 – 1.00
Γραμμική	L	1.00 – 1.33
Κοίλη	C	1.33 – 2.00

Τέλος, ο δυναμικός λόγος DR είναι μία παράμετρος που περιγράφει τη κατανομή του βάθους στη παράκτια περιοχή.

$$DR = \frac{\sqrt{A}}{D_m}$$

Όπου area είναι το εμβαδόν της παράκτιας περιοχής (σε km²) και D_m το μέσο βάθος (σε μ).

Ο λόγος αυτός συνδέεται με την επαναιώρηση και την απόθεση ιζημάτων και μέσω αυτών τη φόρτιση ή τη βύθιση των θρεπτικών αλάτων σε μία παράκτια περιοχή.

Σε κάθε παράκτια περιοχή υπάρχει μία ρηχή ζώνη όπου η δυναμική πυθμένα επηρεάζεται από τα ρεύματα και τα κύματα, με αποτέλεσμα τη μεταφορά και διάβρωση των ιζημάτων.

Συνήθως η ζώνη αυτή έχει εμβαδόν μεγαλύτερο του 15% της περιοχής, αντιστοιχώντας σε τιμή $DR = 0.25$. Αυτό σημαίνει ότι οι περιοχές απόθεσης ιζήματος καταλαμβάνουν περίπου το 85% της συνολικής παράκτιας περιοχής.

Άρα, η ρηχή ζώνη είναι ζώνη μεταφοράς ιζημάτων, άρα διάβρωσης

Η ζώνη μεγάλου βάθους είναι ζώνη απόθεσης ιζημάτων

Σχετικά ρηχές περιοχές (DR > 0.25),

- Σημαντική επίδραση του ανέμου και των κυμάτων
- Καλύτερη οξυγόνωση του πυθμένα,
- Μεγαλύτερη επαναιώρηση ιζημάτων, και
- Φόρτιση υδάτινης στήλης σε θρεπτικά άλατα.

Περιοχές σχετικά μεγαλύτερου βάθους (DR < 0.25),

- Αυξημένη πιθανότητα εμφάνισης ανοξικών συνθηκών,
- Αυξημένος χρόνος ανανέωσης του νερού πυθμένα,
- Δυσμενής επιβίωση και ανάπτυξη της βενθικής χλωρίδας και πανίδας, και
- Διαλυτοποίηση του φωσφόρου των ιζημάτων.

Μορφολογική ταξινόμηση παράκτιων συστημάτων με βάση το δυναμικό λόγο του συστήματος.

Χαρακτηρισμός Περιοχής	Τιμή DR	Περιγραφή
Πολύ μεγάλου βάθους	<0.064	Περιοχές με έντονες κλίσεις πυθμένα, και έντονες διεργασίες μεταφοράς και διάβρωσης ιζημάτων
Μεγάλου βάθους	0.064 – 0.25	– Περιοχές με σχετικά υψηλές κλίσεις πυθμένα, όπου συμβαίνουν διεργασίες διάβρωσης, μεταφοράς και απόθεσης λεπτόκοκκων ιζημάτων
Ενδιάμεσου βάθους	0.25 – 4.1	Περιοχές επηρεαζόμενες από τις ανεμογενείς και κυματικές διεργασίες όπου συμβαίνουν διεργασίες διάβρωσης, μεταφοράς και απόθεσης λεπτόκοκκων ιζημάτων
Μικρού βάθους	> 4.1	Περιοχές επηρεαζόμενες από τις ανεμογενείς και κυματικές διεργασίες όπου συμβαίνουν διεργασίες διάβρωσης

Σε σχέση με τη δυναμική των ιζημάτων πυθμένα, διακρίνουμε τις παρακάτω διεργασίες:

➤ **Περιοχές διάβρωσης (Erosion Areas)**, όπου δεν συμβαίνει απόθεση αλλά κυριαρχεί η μεταφορά λεπτόκοκκων ιζημάτων. Έχουν συνήθως σκληρό υπόστρωμα, από αδρομερή άμμο, χαλίκια και συμπαγείς βράχους με χαμηλό οργανικό υλικό και χαμηλές συγκεντρώσεις θρεπτικών αλάτων και ρύπων.

➤ **Περιοχές μεταφοράς (Transportation Areas)**, όπου επικρατούν τα λεπτομερή ιζήματα τα οποία αποτίθενται περιοδικά. Χαρακτηρίζονται από μεικτά λεπτόκοκκα και αδρομερή ιζήματα και εμφανίζονται σε περιοχές όπου η ανεμογενής – κυματική δράση αντισταθμίζεται από τις συνθήκες δυναμικής πυθμένα. Στις περιοχές αυτές είναι δύσκολο να διακρίνουμε περιοχές διάβρωσης από αυτές της απόθεσης.

➤ **Περιοχές απόθεσης (Accumulation Areas)**, όπου επικρατεί η συνεχής απόθεση των λεπτόκοκκων ιζημάτων. Χαρακτηρίζονται από λεπτόκοκκα ιζήματα, όπου όμως εμφανίζονται υψηλές συγκεντρώσεις ρύπων.

Εκτίμηση της ιχθυοχωρητικότητας μιας θαλάσσιας περιοχής

Βήμα 1 – ανάλυση επιπέδων χλωροφύλλης

A) αν η συγκέντρωση Chl-a είναι περίπου 2 mg/m^3 τότε το DO στο υπολίμνιο θα υπερβαίνει τα 5 ppm και το SDD θα είναι γύρω στα 5 μέτρα. Η περιοχή χαρακτηρίζεται ως μη-παραγωγική αλλά κατάλληλη για ψυχρόφιλα είδη

B) αν $\text{Chl-a} \sim 5 \text{ mg/m}^3$, τότε $\text{DO} < 5 \text{ ppm}$ και $\text{SDD} \sim 2\text{-}5$ μέτρα. Η περιοχή έχει μέση παραγωγικότητα.

Γ) αν $\text{Chl-a} > 10 \text{ mg/m}^3$, τότε $\text{DO} \sim 2 \text{ ppm}$ και $\text{SDD} \sim 1\text{-}2$ μέτρα.

Δ) αν $\text{Chl-a} > 25 \text{ mg/m}^3$, τότε $\text{DO} \sim$ μηδεν και $\text{SDD} < 1$ μέτρο.

Βήμα 2 – Εκτίμηση συγκέντρωσης φωσφόρου

$$\text{Log}_{10}(\text{Chl-a}) = 1.45 \times \text{log}_{10}(\text{P}) - 1.14$$

Περίπτωση α), $\text{Chl-a} = 2 \text{ mg/m}^3$, $\text{TP} = 9.9 \text{ mg/m}^3$

Περίπτωση β), $\text{Chl-a} = 5 \text{ mg/m}^3$, $\text{TP} = 18.5 \text{ mg/m}^3$

Περίπτωση γ), $\text{Chl-a} = 10 \text{ mg/m}^3$, $\text{TP} = 29.9 \text{ mg/m}^3$

Περίπτωση δ), $\text{Chl-a} = 25 \text{ mg/m}^3$, $\text{TP} = 56.3 \text{ mg/m}^3$

Εκτίμηση της ιχθυοχωρητικότητας μιας θαλάσσιας περιοχής

Βήμα 3 – προσδιορίζουμε α) το εμβαδόν της επιλεγείσας υδάτινης επιφάνειας για την ιχθυοκαλλιέργεια (A_0 μ^2), β) το μέσο βάθος (z σε μ), γ) ο όγκος (V σε m^3)

Βήμα 4 – υπολογίζουμε την υδρολεκάνη απορροής (A_d σε m^2)

Βήμα 5 – υπολογίζουμε την μηνιαία επιφανειακή απορροή

$$V_Q = A_d \left(\frac{\Delta f}{P} \right) \left(\frac{P}{2.592 \times 10^9} \right)$$

$$E_0 = 10^9 e^{\left(-\frac{4.62 \times 10^3}{T} \right)}$$

$$\frac{\Delta f}{P} = e^{-\left(\frac{E_0}{P} \right)}$$

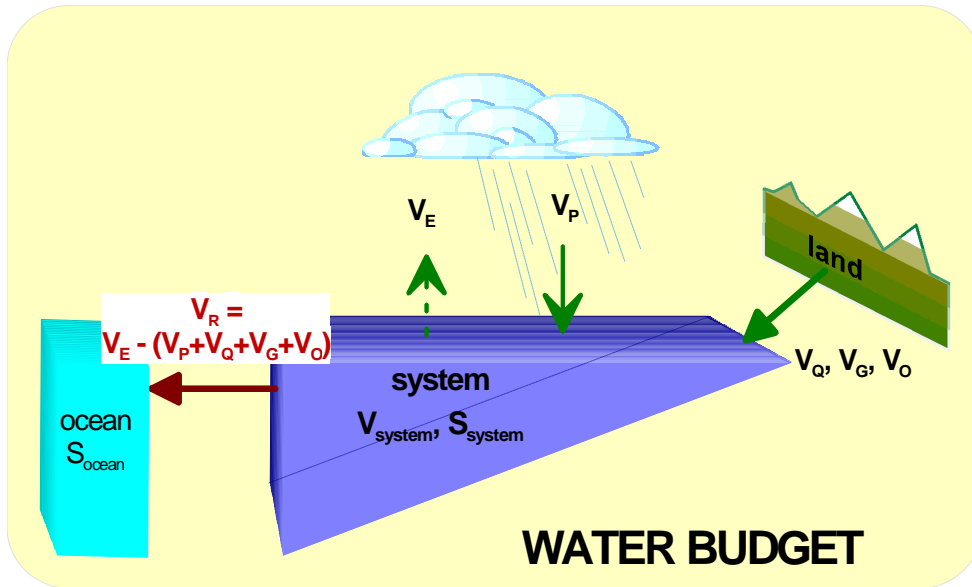
Όπου V_{runoff} είναι η μηνιαία απορροή σε (m^3/s), A_d είναι το εμβαδόν της λεκάνης απορροής (σε m^2), P είναι το μέσο μηνιαίο ύψος βροχής (mm), T είναι η μέση μηνιαία θερμοκρασία αέρα (σε $^\circ K$), e_0 είναι η εκτιμώμενη δυναμική εξατμισοδιαπνοή (σε mm).

Παράδειγμα

	P (mm)	T (°C)	Eo (mm)	Δf	$\Delta f/r$	Q_R (m ³ /sec)	V_Q
Ιαν	22	5.5	62.5	-40.5	0.059	0.21	555,369
Φεβ	55.5	6.1	64.7	-9.2	0.312	2.79	6,739,905
Μαρ	36.9	8.7	75.4	-38.5	0.130	0.77	2,063,375
Απρ	40.9	14.1	102.6	-61.7	0.081	0.54	1,388,400
Μαϊ	16.9	18.2	128.8	-111.9	0.000	0.00	3,583
Ιουν	27.7	22.8	164.8	-137.1	0.003	0.01	30,182
Ιουλ	13.6	25.9	193.8	-180.2	0.000	0.00	4
Αυγ	11.9	25	184.9	-173.0	0.000	0.00	1
Σεπ	19.4	20.9	149.0	-129.6	0.000	0.00	3,750
Οκτ	29.5	14.6	105.6	-76.1	0.028	0.13	355,444
Νοε	71.4	10	81.3	-9.9	0.320	3.68	9,548,416
Δεκ	48.5	6.8	67.5	-19.0	0.249	1.94	5,208,450
ΣΥΝΟΛΟ	394.2		1380.7				2.59E+07

Εκτίμηση της ιχθυοχωρητικότητας μιας θαλάσσιας περιοχής

Βήμα 6 – Ισοζύγιο Νερού Παράκτιας Περιοχής

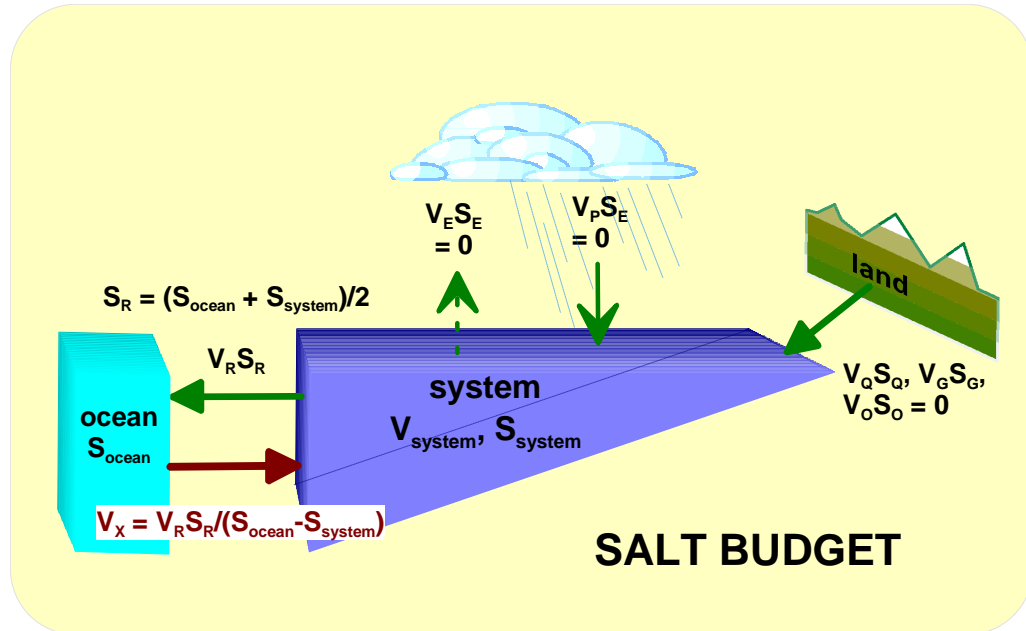


$$\frac{dM}{dt} = \sum \text{Εισροές} - \sum \text{Εκροές} + \sum [\text{πηγές} - \text{απώλειες}]$$

$$V_R = -V_Q - V_P - V_O - V_G + |V_E|$$

Εκτίμηση της ιχθυοχωρητικότητας μιας θαλάσσιας περιοχής

Βήμα 7 – Ισοζύγιο Άλατος Παράκτιας Περιοχής



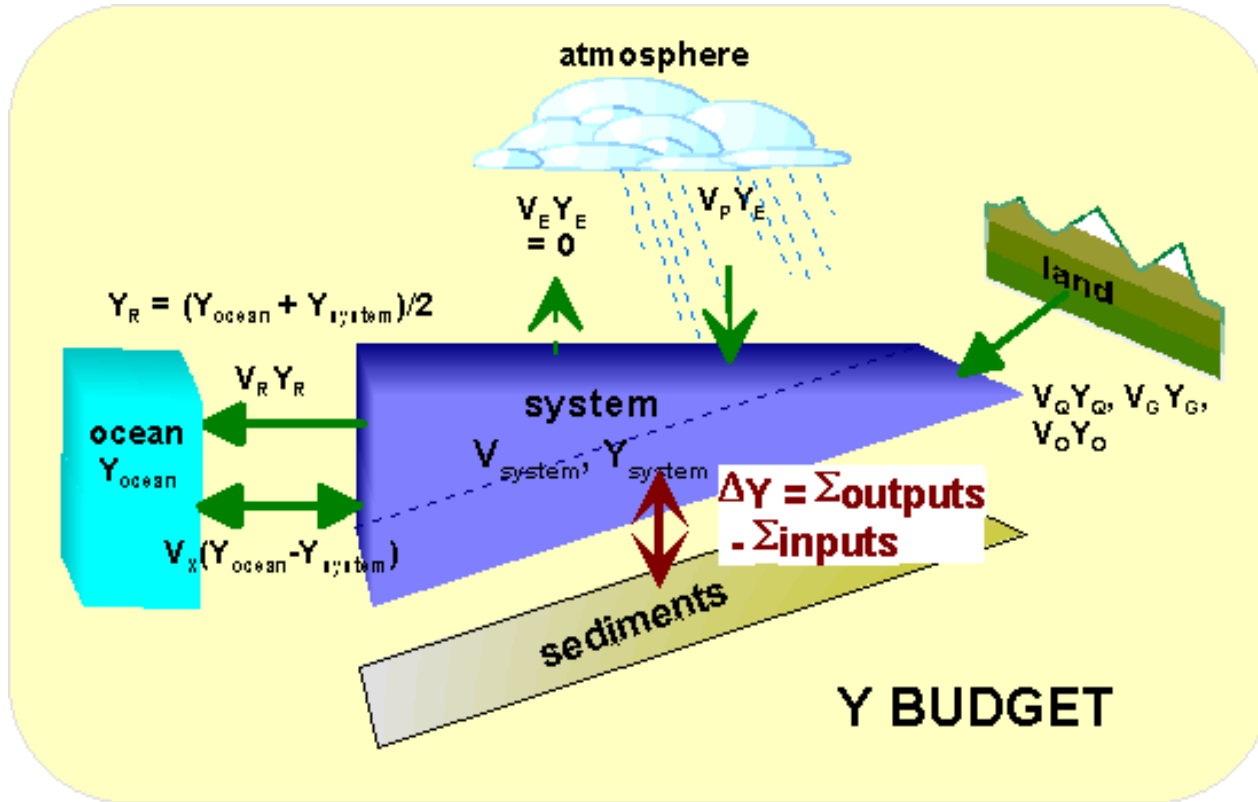
$$0 = \sum (V_Q S_Q + V_P S_P + V_G S_G + V_O S_O + V_R S_R + V_x S_{ocean}) - \sum (|V_E| S_E + V_X S_{System})$$

$$0 = \sum (V_R S_R + V_X S_{ocean}) - \sum (V_X S_{system})$$

$$V_X = \frac{V_R S_R}{(S_{system} - S_{ocean})}$$

Εκτίμηση της ιχθυοχωρητικότητας μιας θαλάσσιας περιοχής

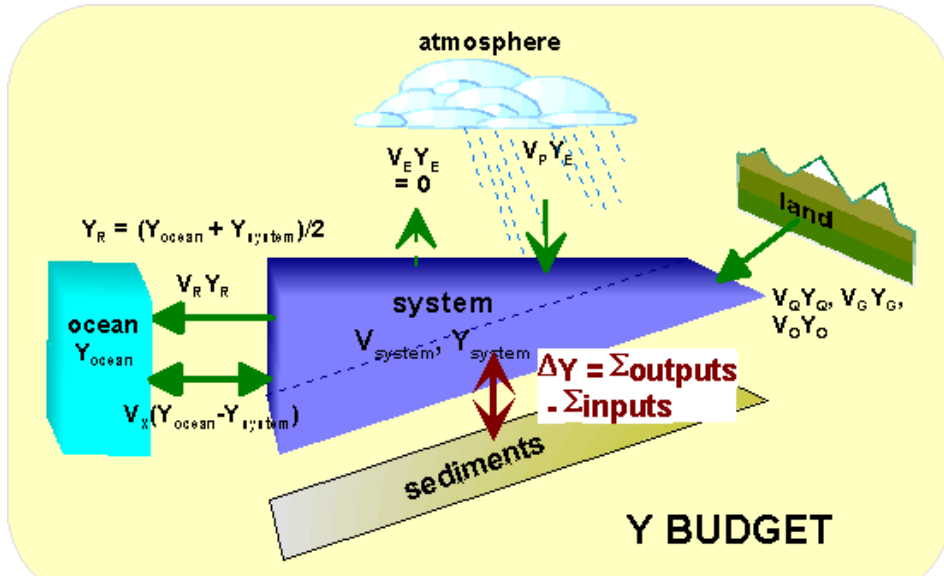
Βήμα 8 – Ισοζύγιο Θρεπτικών Αλάτων Παράκτιας Περιοχής



$$d(VY)/dt = V_Q Y_Q + V_P Y_P + V_G Y_G + V_O Y_O + V_E Y_E + V_R Y_R + V_X (Y_{ocean} - Y_{gulf}) + \Delta Y$$

Εκτίμηση της ιχθυοχωρητικότητας μιας θαλάσσιας περιοχής

Βήμα 9 – Ισοζύγιο Φωσφόρου Παράκτιας Περιοχής



$$d(VY)/dt = V_Q Y_Q + V_P Y_P + V_G Y_G + V_O Y_O + V_E Y_E + V_R Y_R + V_X (Y_{ocean} - Y_{gulf}) + \Delta Y$$

- $\Delta DIP > 0 \Rightarrow$ DIP κινείται από το ίζημα προς το σύστημα \Rightarrow το σύστημα καταναλώνει οργανικό υλικό μέσω της αναπνοής $\Rightarrow (p-r) < 0$
- $\Delta DIP < 0 \Rightarrow$ DIP κινείται από το σύστημα προς το ίζημα \Rightarrow το σύστημα παράγει οργανικό υλικό μέσω της φωτοσύνθεσης $\Rightarrow (p-r) > 0$

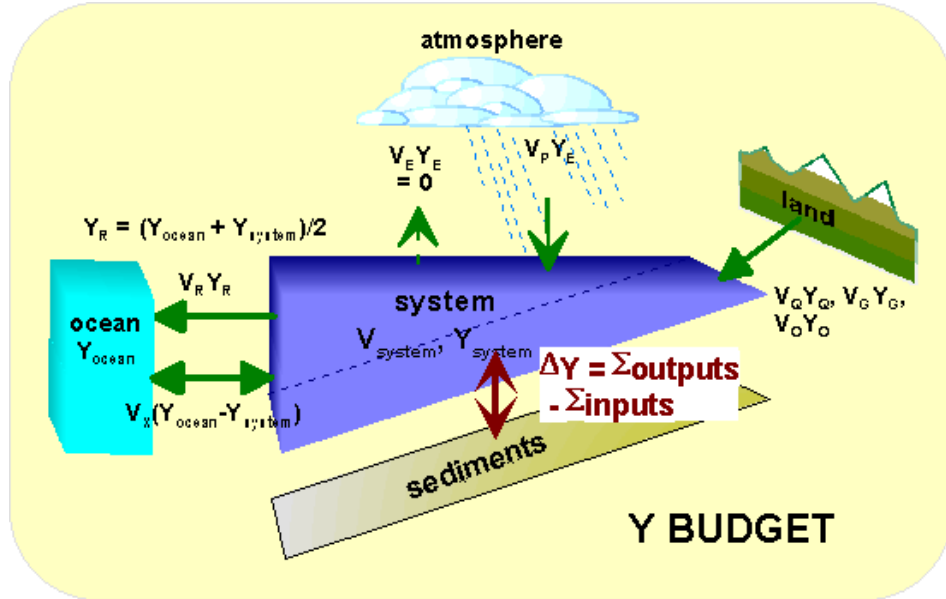
$$[p-r] = -\Delta DIP \times (C:P)_{part}$$

$$(C:P)_{part} = 106:1 \text{ (πλαγκτόν)}$$

$$(C:P)_{part} = 550:1 \text{ (μακροφύκη)}$$

Εκτίμηση της ιχθυοχωρητικότητας μιας θαλάσσιας περιοχής

Βήμα 10 – Ισοζύγιο Αζώτου Παράκτιας Περιοχής



$$d(VY)/dt = V_Q Y_Q + V_P Y_P + V_G Y_G + V_O Y_O + V_E Y_E + V_R Y_R + V_X (Y_{ocean} - Y_{gulf}) + \Delta Y$$

$$[nfix - denitr] = \Delta N_{obs} - \Delta N_{exp} = \Delta N_{obs} - \Delta DIP \times (N:P)_{part}$$

- $(nfix - denitr) > 0 \Rightarrow$ nitrification prevails \Rightarrow Converts N_2 to organic nitrogen
- $(nfix - denitr) < 0 \Rightarrow$ denitrification prevails \Rightarrow Converts nitrate to Nitrogen gas (never measured)

Εκτίμηση της ιχθυοχωρητικότητας μιας θαλάσσιας περιοχής

Βήμα 11 – Χρόνος Ανανέωσης Νερού Παράκτιας Περιοχής

$$T_f = \frac{V_{system}}{(V_X + |V_R|)}$$

Εκτίμηση της ιχθυοχωρητικότητας μιας θαλάσσιας περιοχής

Βήμα 12 – Φόρτιση σε Θρεπτικά λόγω Διατροφής Ψαριών

$$L = P \times (FC \times C_{\text{τροφης}} - C_{\text{οργανισμού}})$$

Όπου L το φορτίο αζώτου και φωσφόρου (σε κιλά ανά έτος), P η ιχθυοπαραγωγή (κιλά νωπού βάρους ανά έτος), FC είναι ο συντ. μετατρεψιμότητας (κιλά βάρους τροφής ανά κιλά παραγόμενων ψαριών), $C_{\text{τροφης}}$ είναι η συγκέντρωση αζώτου και φωσφόρου στην τροφή (% νωπό βάρος), και $C_{\text{οργανισμού}}$ είναι η συγκέντρωση αζώτου και φωσφόρου στην σάρκα ψαριού (% νωπό βάρος).

Βήμα 13 – Υπολογισμός νέας συγκέντρωσης θρεπτικών λόγω ιχθυοφόρτισης

$$\Delta Y = Y_2 - Y_1 \text{ (διαφορά συγκέντρωσης αζώτου και φωσφόρου λόγω ιχθυοφόρτισης)}$$

$$\Delta Y = L \times (1-R)/(Z \times \rho),$$

Όπου R είναι ο συντ. κατακράτησης φωσφόρου από το ίζημα (ή ρυθμός απονιτροποίησης), Z μέσο βάθος θάλασσας στην θέση εκτροφής, ρ είναι η συχνότητα ανανέωσης των νερών σε ένα έτος ($= 365/T_f$).

Παράδειγμα

Έστω $R = 0.82$, $\rho = 0.11$ φορές το έτος, $DIP_{\text{αρχικό}} = 15 \text{ mg/m}^3$ και ότι από την ιχθυοπαραγωγή αναμένουμε νέα συγκέντρωση φωσφόρου στο νερού $DIP_{\text{τελικό}} = 50 \text{ mg/m}^3$.

Άρα

$$\Delta Y = 50 - 15 = 35 \text{ mg/m}^3$$

$$L = \Delta Y \times Z \times \rho / (1 - R) = 35 \times 20 \times 0.11 / (1 - 0.82) = 428 \text{ mg/m}^2 \text{ ή } 0.428 \text{ g/m}^2 \text{ ανά έτος.}$$

Αν η περιοχή εγκατάστασης έχει εμβαδόν $A = 100 \text{ km}^2$ τότε η συνολική αποδεκτή φόρτιση είναι

$$L \times A = 0.428 \times 100 = 42.77 \text{ τόνοι φωσφόρου ανά έτος}$$