

Πανεπιστήμιο Αιγαίου – Τμήμα Επιστημών της Θάλασσας

Παράκτια και μεταβατικά οικοσυστήματα

Διάλεξη 1. Εισαγωγή στα μεταβατικά οικοσυστήματα

Διδάσκων: Αθανάσιος Ευαγγελόπουλος

Γραφείο Α3

(Εργαστήριο Θαλάσσιας Βιοποικιλότητας)

tevagelo@marine.aegean.gr

2017 - 2018

Διάλεξη 1. Εισαγωγή στα μεταβατικά οικοσυστήματα

- Εισαγωγικά
 - Υφάλμυρα ύδατα
 - Μεταβατικά ύδατα & Οδηγία 2000/60/EC
 - Μεταβατικά ύδατα στην Ελλάδα
- Εκβολικά συστήματα
 - Εισαγωγικά
 - Τυπολογία ως προς την προέλευση
 - Αλατότητα
 - Τυπολογία ως προς την αλατότητα και ανάμειξη
 - Ιζηματοπόθεση
- Λιμνοθάλασσες
 - Εισαγωγικά
 - Τυπολογία
 - Φυσικό περιβάλλον

Διάλεξη 1. Εισαγωγή στα μεταβατικά οικοσυστήματα

Εισαγωγικά

Διάλεξη 1. Εισαγωγή στα μεταβατικά οικοσυστήματα

Εισαγωγικά

Υφάλμυρα ύδατα

- Τα «**υφάλμυρα ύδατα**» περιλαμβάνουν όλα τα νερά με αλατότητες μεταξύ αυτών της θάλασσας και του γλυκού νερού

Ομαδοποίηση των υδάτων σύμφωνα με το «**Σύστημα της Βενετίας**» (1958)

Κλάση	Αλατότητα (PSU)	
Υπέραλο	>40	
Εύαλο	30 - 40	θάλασσα
Πολύαλο	18 - 30	
Μεσόαλο	5 - 18	υφάλμυρα
Ολιγόαλο	0,5 - 5	
Γλυκό	< 0,5	ποτάμια & λίμνες

Διάλεξη 1. Εισαγωγή στα μεταβατικά οικοσυστήματα

Εισαγωγικά

Υφάλμυρα ύδατα

- Κύριες κατηγορίες οικοσυστημάτων υφάλμυρων υδάτων είναι τα **εκβολικά συστήματα** και οι **λιμνοθάλασσες**



Εκβολές Τάμεση και λιμνοθάλασσα Mar Menor

Διάλεξη 1. Εισαγωγή στα μεταβατικά οικοσυστήματα

Εισαγωγικά

Υφάλμυρα ύδατα

- Τα υφάλμυρα ύδατα είναι δυνατό να εκτείνονται μακριά από την ακτογραμμή μέσα στα παρακείμενα **παράκτια ύδατα**, όπως συμβαίνει με τα **plumes** ποταμών και λιμνοθαλασσών



Το plume του ποταμού Ζαμβέζη

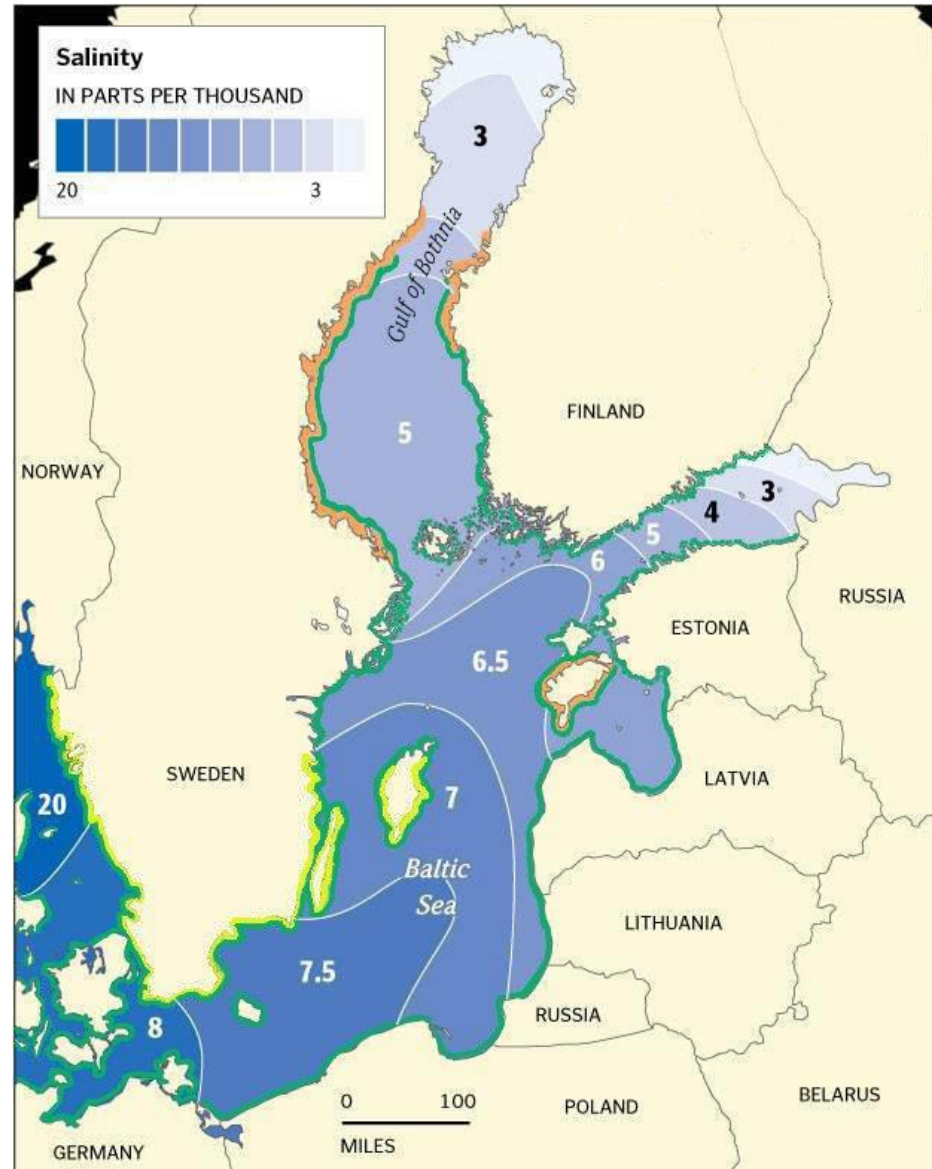
Διάλεξη 1. Εισαγωγή στα μεταβατικά οικοσυστήματα

Εισαγωγικά

Υφάλμυρα ύδατα

- Η Κασπία και η Βαλτική είναι **υφάλμυρες θάλασσες**

Χωρικές μεταβολές της αλατότητας στην Βαλτική Θάλασσα



Διάλεξη 1. Εισαγωγή στα μεταβατικά οικοσυστήματα

Εισαγωγικά

Μεταβατικά ύδατα & Οδηγία 2000/60/EC

- Η **Οδηγία Πλαίσιο “περί Υδάτων” 2000/60/EC** (Water Framework Directive – WFD) αποσκοπεί στη θέσπιση πλαισίου κοινοτικής δράσης στον τομέα της πολιτικής επί των υδάτων
- Ο βασικός στόχος της Οδηγίας 2000/60/EC είναι περιβαλλοντικός: η αναβάθμιση και προστασία της οικολογικής ποιότητας των υδατικών πόρων της ΕΕ

Διάλεξη 1. Εισαγωγή στα μεταβατικά οικοσυστήματα

Εισαγωγικά

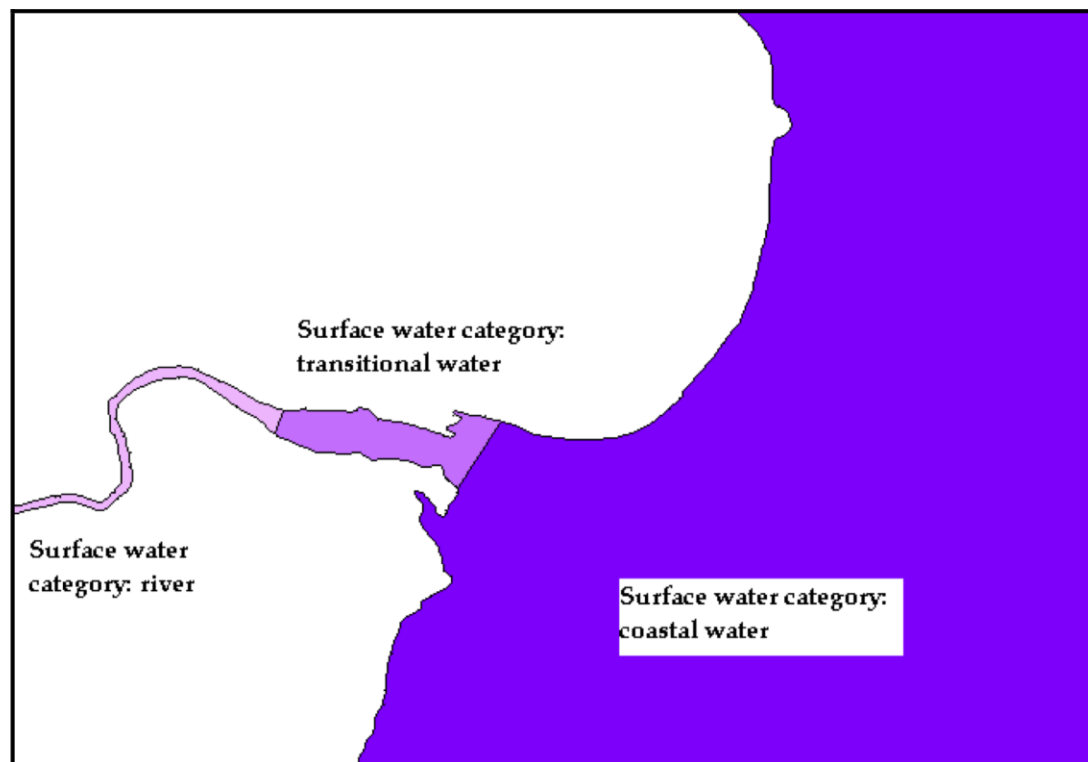
Μεταβατικά ύδατα & Οδηγία 2000/60/EC

- Ο όρος «**μεταβατικά ύδατα**» πρωτοεμφανίστηκε το 2000 με την Οδηγία 2000/60/EC, με προφανή στόχο να συμπληρωθεί το συνεχές μεταξύ των παράκτιων και των γλυκών υδάτων
- Στην Οδηγία 2000/60/EC, ως «μεταβατικά ύδατα» ορίζονται «τα συστήματα επιφανειακών υδάτων πλησίον του στομίου ποταμών, τα οποία είναι εν μέρει αλμυρά λόγω της γειτνίασης τους με παράκτια ύδατα, αλλά τα οποία επηρεάζονται ουσιαστικά από ρεύματα γλυκού νερού»
- Τα μεταβατικά ύδατα είναι μια από τις κατηγορίες της Οδηγίας 2000/60/EC στις οποίες ταξινομούνται τα υδατικά σώματα
- Ο όρος «μεταβατικά ύδατα» χρησιμοποιείται κυρίως στο πλαίσιο της ΕΕ

Διάλεξη 1. Εισαγωγή στα μεταβατικά οικοσυστήματα

Εισαγωγικά

Μεταβατικά ύδατα & Οδηγία 2000/60/EC



Ταξινόμηση υδατικών σωμάτων σε κατηγορίες σύμφωνα με την Οδηγία 2000/60/EC

Διάλεξη 1. Εισαγωγή στα μεταβατικά οικοσυστήματα

Εισαγωγικά

Λιμνοθάλασσες & Οδηγία 2000/60/EC

- Σύμφωνα με την Οδηγία 2000/60/EC, οι λιμνοθάλασσες μπορούν να ταξινομούνται στα μεταβατικά ύδατα εφόσον «είναι πλησίον του στομίου ποταμών» και «επηρεάζονται ουσιαστικά από ρεύματα γλυκού νερού»
- Για την Οδηγία 2000/60/EC, μια λιμνοθάλασσα πρέπει να έχει γενικά μέγεθος $> 0,5 \text{ km}^2$

Διάλεξη 1. Εισαγωγή στα μεταβατικά οικοσυστήματα

Εισαγωγικά

Λιμνοθάλασσες & Οδηγία 2000/60/EC

- Υπάρχουν οικοσυστήματα που παραδοσιακά θεωρούνται οικοσυστήματα υφάλμυρων υδάτων τα οποία δεν μπορούν να χαρακτηριστούν ως οικοσυστήματα μεταβατικών υδάτων σύμφωνα με τον ορισμό της Οδηγίας 2000/60/EC, π.χ. οι υπέραλες λιμνοθάλασσες
- Συμπέρασμα: τα οικοσυστήματα μεταβατικών υδάτων αποτελούν υποσύνολο των οικοσυστημάτων υφάλμυρων υδάτων
- Για να καλυφθούν όλα τα οικοσυστήματα μεταβατικού χαρακτήρα τα οποία απαντούν στο χώρο της διεπαφής θάλασσα – λιμνοθάλασσα, ανεξάρτητα της αλατότητας των υδάτων τους, έχει προταθεί ο όρος «μεταβατικά οικοσυστήματα»

Διάλεξη 1. Εισαγωγή στα μεταβατικά οικοσυστήματα

Εισαγωγικά

Ελληνικά μεταβατικά οικοσυστήματα

- Τα πλέον εκτεταμένα συστήματα υφάλμυρων υδάτων στην Ελλάδα βρίσκονται στην Βόρεια και Δυτική Ελλάδα
- Οι πλέον μελετημένες λιμνοθάλασσες είναι αυτές του Αμβρακικού και της Γιάλοβας, ενώ έχουν γίνει οικολογικές μελέτες και για τις λιμνοθάλασσες της Α. Μακεδονίας και Θράκης



- | | | | |
|--------------------------|---------------------------|-----------------------------------|----------------------------|
| 1: Kalamas Est. | 13: Aitoliko Lag. (*) | 25: Aliakmonas Est. | 37: Karatza Lag. |
| 2: Acherontas Est. | 14: Mesolongi Lag. (*) | 26: Axios Est. | 38: Alyki Lag. |
| 3: Mazoma Lag. (*) | 15: Kleisova Lag. (*) | 27: Gallikos Est. | 39: Ptelea Lag. |
| 4: Tsopeli Lag. (*) | 16: Evinos Est. | 28: Epanomis Lag. | 40: Elos Lag. (*) |
| 5: Louros Est. | 17: Araxos/Papas Lag. (*) | 29: Strymonas Est. | 41: Laki Lag. (*) |
| 6: Rodia Lag. (*) | 18: Kotychi Lag. | 30: Vassova Lag. (*) | 42: Drana Lag. (*) |
| 7: Arachthos Est. | 19: Gialova Lag. (*) | 31: Erateinou Lag. (*) | 43: Monolimni Lag. (*) |
| 8: Logarou Lag. (*) | 20: Evrotas Est. | 32: Agiasma Lag. (*) | 44: Evros Est. (*) |
| 9: Tsoukalio Lag. (*) | 21: Vivari Lag. (*) | 33: Keramoti Lag. (*) | 45: Alyki Kallonis Lag. |
| 10: Stenou Lefkadas Lag. | 22: Vouliagmeni Lag. | 34: Nestos Est. | 46: Vouvaris Est. |
| 11: Koutavos Lag. | 23: Spercheios Est. | 35: Porto Lagos Lag. | 47: Alyki Polychnitou Lag. |
| 12: Acheloos Est. | 24: Pineios Est. | 36: Fanari or Xsirolimni Lag. (*) | |

Διάλεξη 1. Εισαγωγή στα μεταβατικά οικοσυστήματα

Εισαγωγικά

Ελληνικά μεταβατικά οικοσυστήματα

- Τα πλέον σημαντικά συστήματα υφάλμυρων υδάτων της Ελλάδας προστατεύονται από τη **Σύμβαση Ramsar** και αποτελούν τμήμα του **Δικτύου Natura 2000**

Χρήσεις, καθεστώς προστασίας και ανθρωπογενείς επιπτώσεις στις ελληνικές λιμνοθάλασσες

(A=Aetoliko, Ag=Agiasma, E=Eratino, F=Fanari, G=Gialova, Ke=Keramoti, L=Logarou, Ma= Mazoma, Me=Messolonghi, P=Papas, R=Rodia, T=Tsopeli, Ts=Tsoukalio, Va=Vassova). (F=Fisheries, AE=Extensive aquaculture, ASI=Semi-intensive aquaculture, DC=Dystrophic crisis, D=Drainage)
(Sampling frequency: * =occasional, ** =seasonal, *** =seasonal, more than one year)

LAGOONS	Amvrakikos Gulf					Patraikos Gulf			Ionian Sea		Eastern Macedonia & Thrace				Evros Delta
	Ma	T	Ts	R	L	Me	A	P	G	Va	E	Ag	Ke	F	
Size (km)	1.6	1	16.5	13.5	25.7	100	26	3	2.5	0.8	3,0	3.9	1,0	1.9	
Exploitation	AE, F	F, AE, ASI	F, AE, ASI	F, AE, ASI	F, AE, ASI	F, AE	F, AE	F, AE	F, AE	F, AE	F, AE	F, AE	F, AE	F	F, AE
Conservation	RAMSAR	RAMSAR	RAMSAR	RAMSAR	RAMSAR	RAMSAR	RAMSAR	NATURA	NATURA	RAMSAR	RAMSAR	RAMSAR	RAMSAR	RAMSAR	RAMSAR
Human impact							DC	DC	DC						D

Διάλεξη 1. Εισαγωγή στα μεταβατικά οικοσυστήματα

Εισαγωγικά

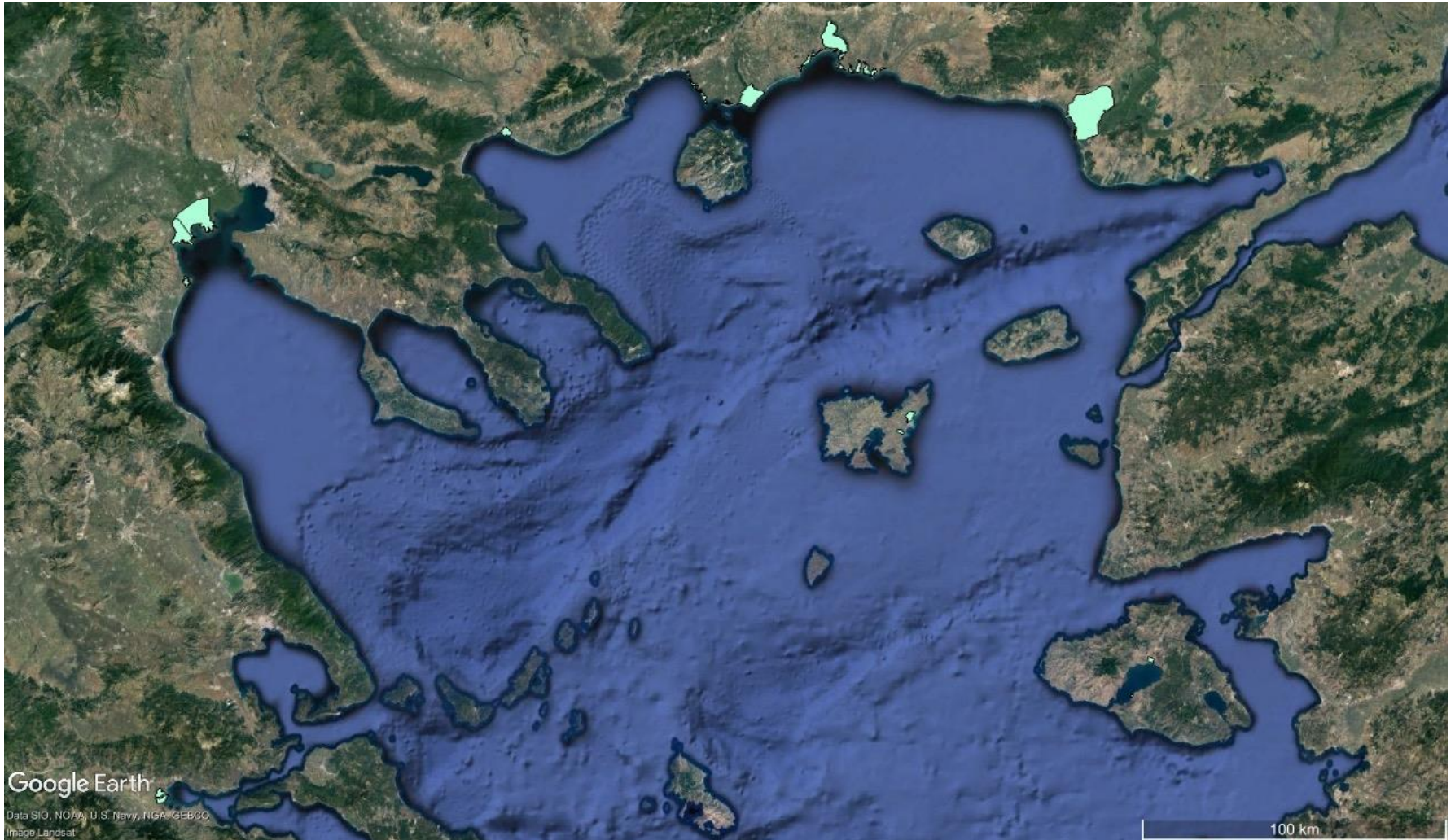
Ελληνικά μεταβατικά οικοσυστήματα

- Στο πλαίσιο της Οδηγίας 2000/60/EC έχουν καθοριστεί στην Ελλάδα:
 - 27 υδατικά σώματα μεταβατικών υδάτων
 - 34 Σταθμοί Εθνικού Δικτύου Παρακολούθησης Υδάτων σε μεταβατικά ύδατα

Διάλεξη 1. Εισαγωγή στα μεταβατικά οικοσυστήματα

Εισαγωγικά

Ελληνικά μεταβατικά οικοσυστήματα

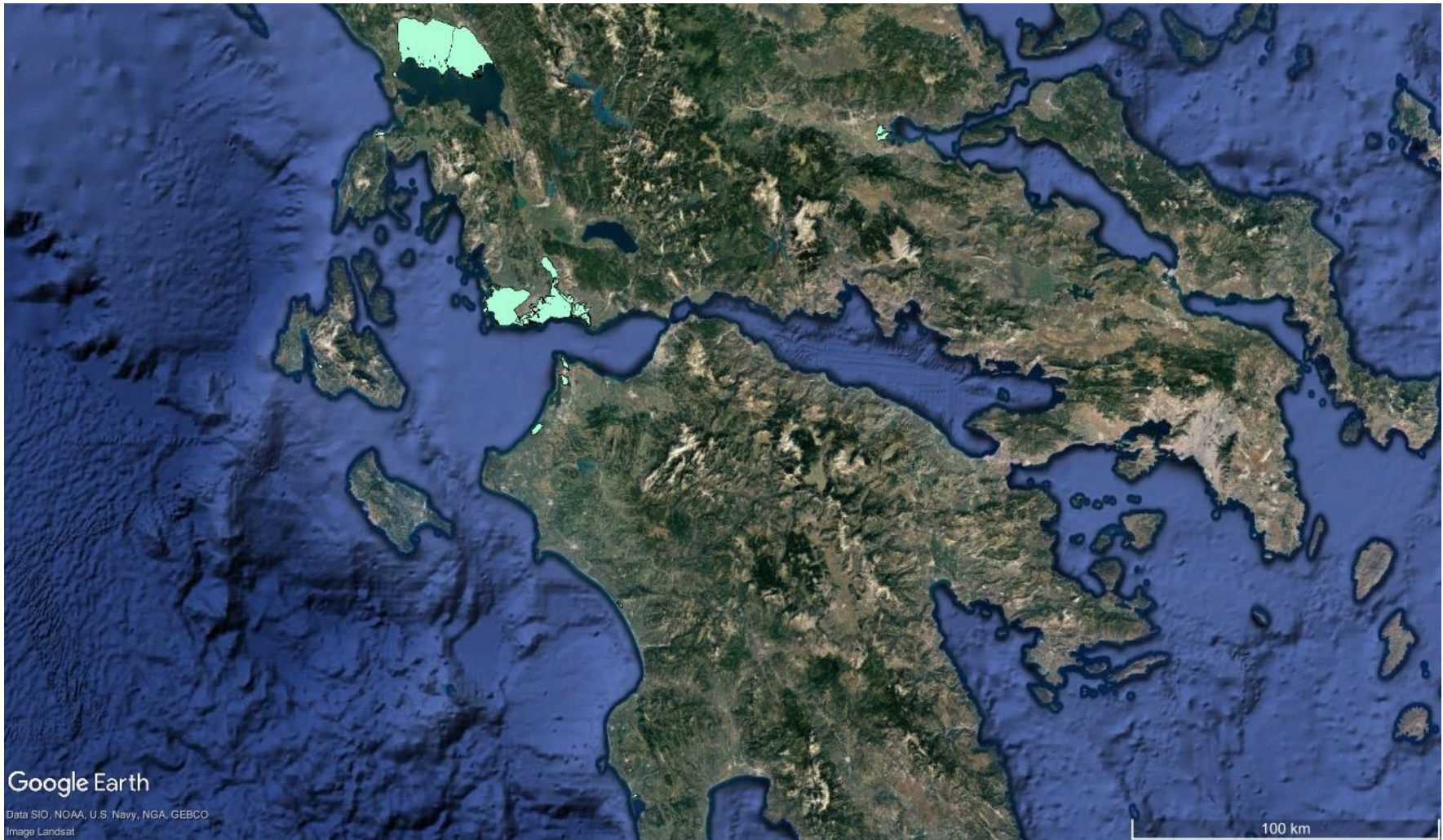


Οριοθέτηση υδατικών σωμάτων μεταβατικών υδάτων (Β. Ελλάδα)

Διάλεξη 1. Εισαγωγή στα μεταβατικά οικοσυστήματα

Εισαγωγικά

Ελληνικά μεταβατικά οικοσυστήματα

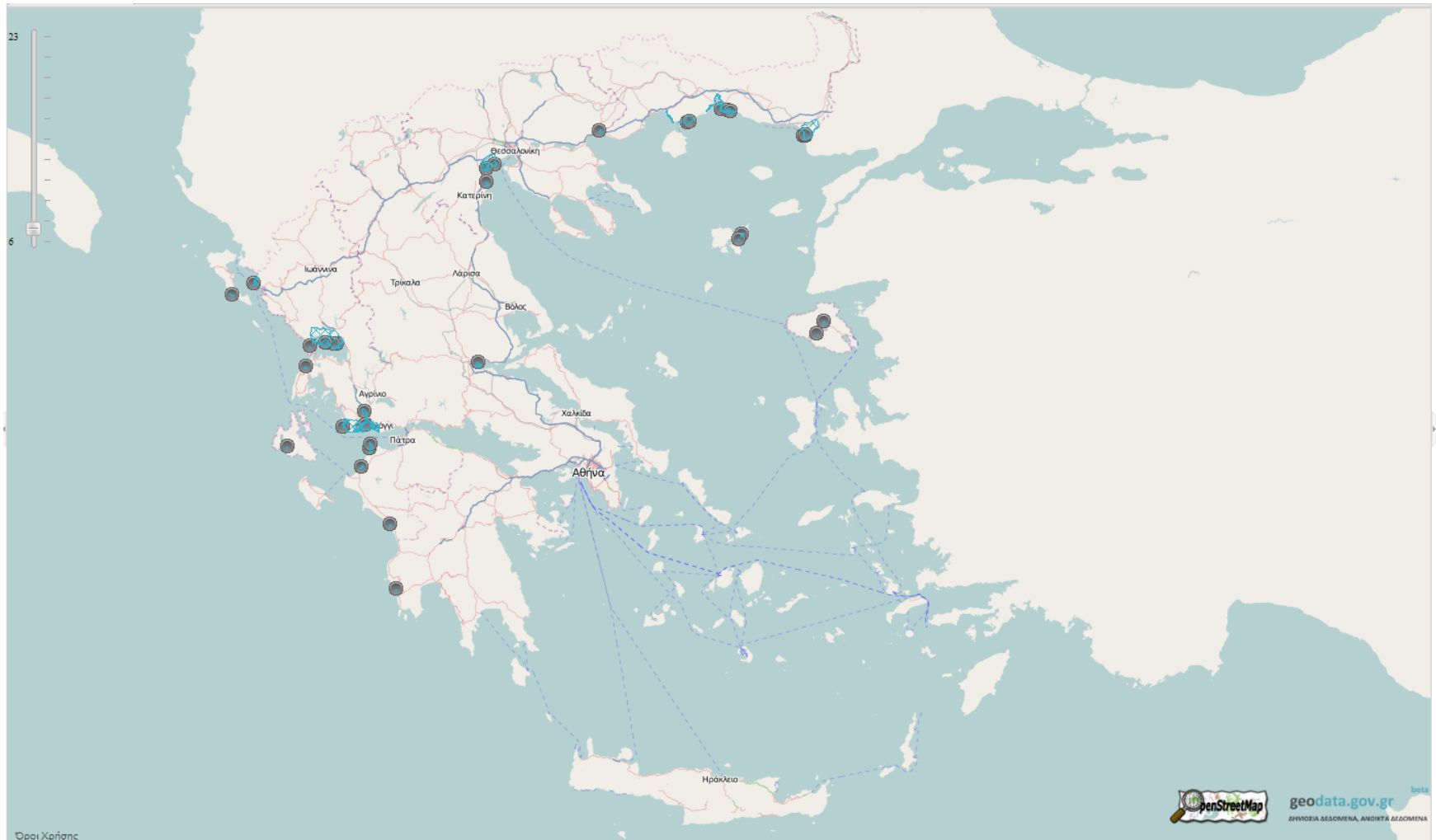


Οριοθέτηση υδατικών σωμάτων μεταβατικών υδάτων (Δ. Ελλάδα)

Διάλεξη 1. Εισαγωγή στα μεταβατικά οικοσυστήματα

Εισαγωγικά

Ελληνικά μεταβατικά οικοσυστήματα



Σταθμοί Εθνικού Δικτύου Παρακολούθησης Υδάτων στα μεταβατικά ύδατα

Διάλεξη 1. Εισαγωγή στα μεταβατικά οικοσυστήματα

Εκβολικά συστήματα

Διάλεξη 1. Εισαγωγή στα μεταβατικά οικοσυστήματα

Εκβολικά συστήματα

Εισαγωγικά

- Τα **εκβολικά συστήματα** ή **εκβολές** είναι «ημίκλειστα υδατικά σώματα σε άμεση επικοινωνία με τη θάλασσα, μέσα στα οποία το θαλασσινό νερό παρουσιάζει μετρήσιμη αραίωση από γλυκά ύδατα με προέλευση την αποστράγγιση της ξηράς» (Cameron & Pritchard, 1963)

Διάλεξη 1. Εισαγωγή στα μεταβατικά οικοσυστήματα

Εκβολικά συστήματα

Εισαγωγικά

- Οι εκβολές είναι δυναμικά συστήματα:
 - η είσοδος γλυκού νερού μεταβάλλεται εποχιακά, ενώ η είσοδος θαλασσινού νερού καθορίζεται από την περιοδικότητα της παλίρροιας
 - Τα εκβολικά συστήματα είναι επίσης ζώνες ιζηματοπόθεσης και παρουσιάζουν οριζόντια ζώνωση στα χαρακτηριστικά του ιζήματος

Διάλεξη 1. Εισαγωγή στα μεταβατικά οικοσυστήματα

Εκβολικά συστήματα

Εισαγωγικά

- Οι περιβαλλοντικές διαβαθμίσεις των εκβολικών συστημάτων και οι χρονικές μεταβολές στις διαβαθμίσεις αυτές καθορίζουν τις κατανομές των οργανισμών που ζουν σε αυτά
- Είναι «δύσκολα» περιβάλλοντα και φιλοξενούν πολύ λιγότερα είδη σε σχέση με τα παράκτια θαλάσσια περιβάλλοντα
- Παράλληλα, περιλαμβάνονται ανάμεσα στα πιο παραγωγικά οικοσυστήματα του πλανήτη

Διάλεξη 1. Εισαγωγή στα μεταβατικά οικοσυστήματα

Εκβολικά συστήματα

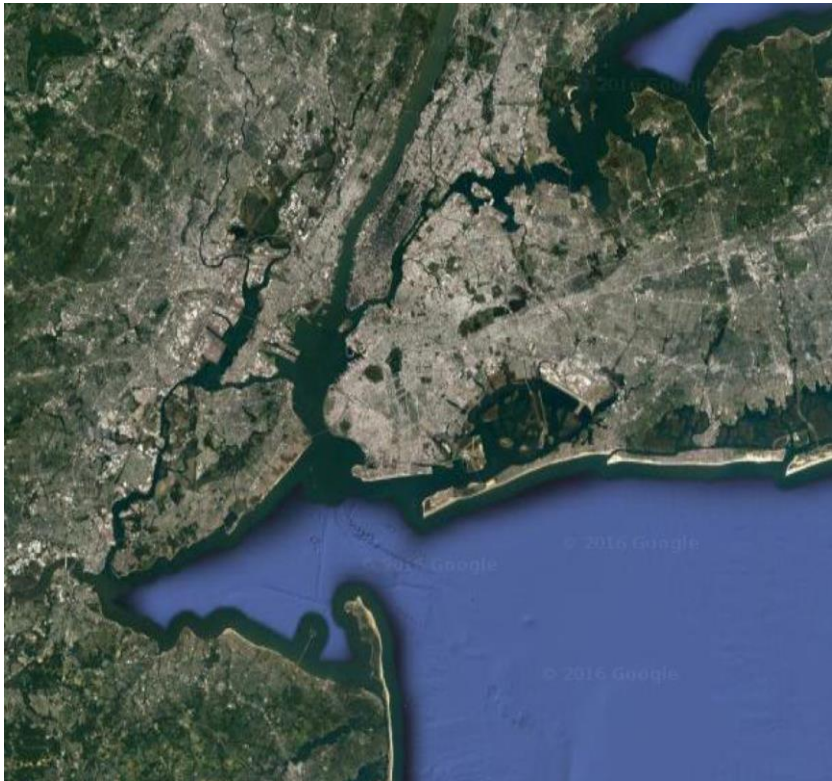
Εισαγωγικά

- Τα εκβολικά συστήματα περιλαμβάνονται στα περιβάλλοντα εκείνα που έχουν δεχτεί περισσότερο έντονη την επίδραση του ανθρώπου
- Οι εκβολές είναι φυσικά λιμάνια και πολλές μεγάλες πόλεις του κόσμου αναπτύχθηκαν στις όχθες τους (π.χ. Ν. Υόρκη, Λονδίνο, Τόκυο)

Διάλεξη 1. Εισαγωγή στα μεταβατικά οικοσυστήματα

Εκβολικά συστήματα

Εισαγωγή



Ν. Υόρκη



Τόκυο

Διάλεξη 1. Εισαγωγή στα μεταβατικά οικοσυστήματα

Εκβολικά συστήματα

Τυπολογία των εκβολών ως προς τη προέλευση τους

- Ως προς την προέλευση τους, οι εκβολές διακρίνονται σε (Pritchard, 1952):
 - πλημμυρισμένες ποταμοκοιλιάδες
 - φραγμογενείς (λιμνοθάλασσες)
 - τεκτονικής προέλευσης
 - φιόρδ (πλημμυρισμένες παγετωνικές κοιλάδες)

Διάλεξη 1. Εισαγωγή στα μεταβατικά οικοσυστήματα

Εκβολικά συστήματα

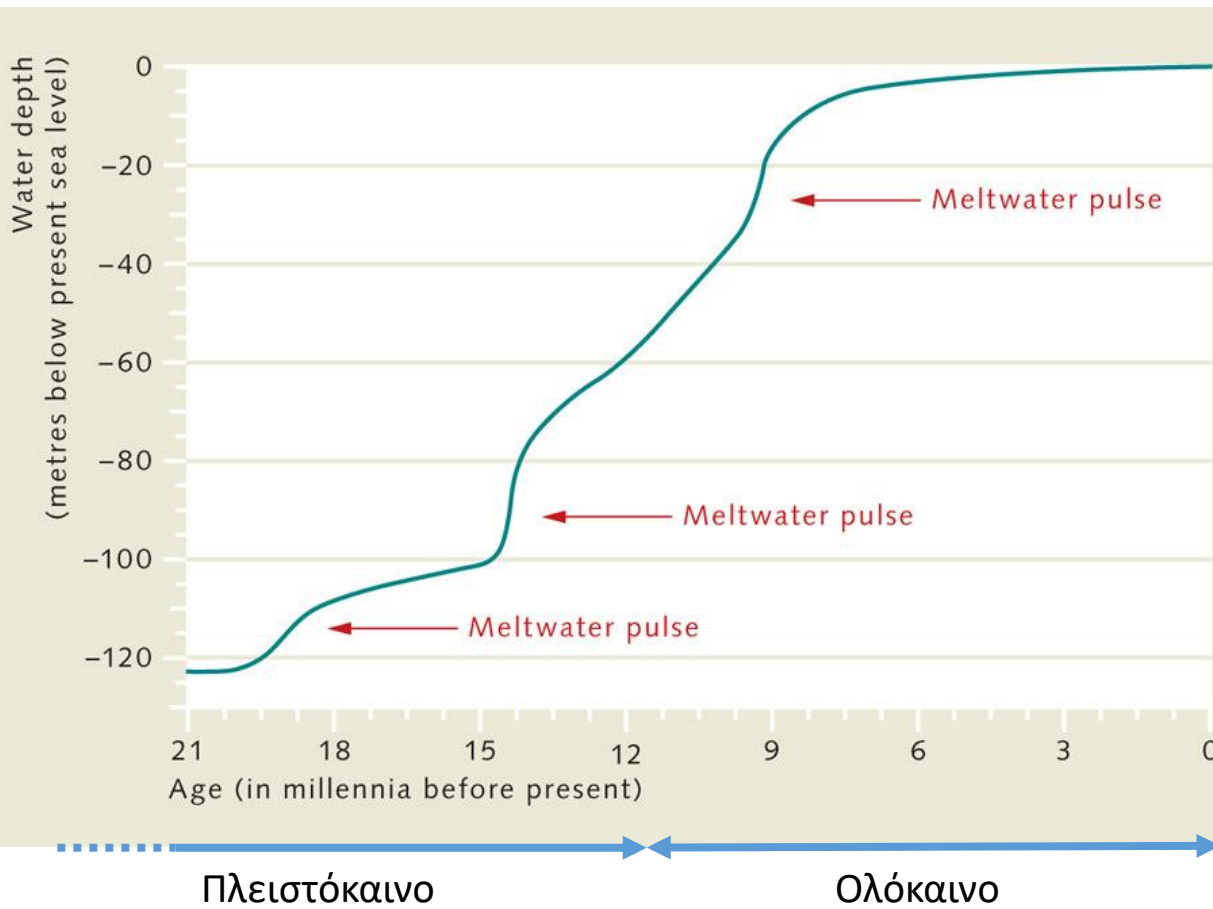
Τυπολογία των εκβολών ως προς τη προέλευση τους

- Οι **πλημμυρισμένες ποταμοκοιλιάδες** σχηματίστηκαν κατά τη **γεωλογική εποχή Ολόκαινο** ή το **Πλειστόκαινο**, όταν το επίπεδο της στάθμης της θάλασσας ανέβηκε κατά 120 m από το μέγιστο της τελευταίας παγετώδους περιόδου και η θάλασσα εισέβαλε στα στόμια των ποταμών
- Κοινές στην Ευρώπη, χαρακτηρίζονται από χαμηλό ρυθμό ιζηματοπόθεσης και ποτάμια ροή
- Έχουν διατομή σχήματος V και λόγο πλάτους:βάθος της τάξης 100:1

Διάλεξη 1. Εισαγωγή στα μεταβατικά οικοσυστήματα

Εκβολικά συστήματα

Τυπολογία των εκβολών ως προς τη προέλευση τους



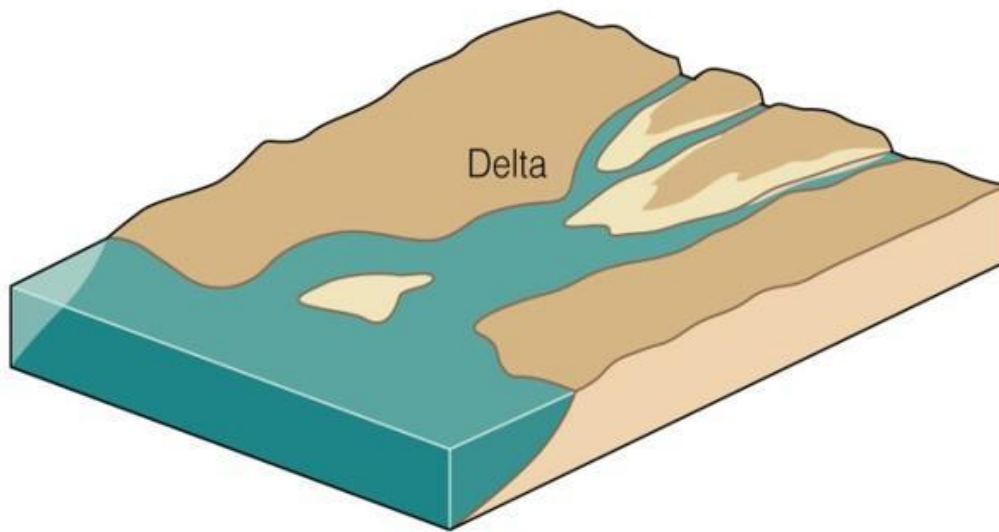
Eon	Era	Period	Epoch	My	
PHANEROZOIC	CENOZOIC	QUATERNARY	HOLOCENE	0,01	
			PLEISTOCENE	1,8	
		NEOGENE	PLIOCENE	5	
			MIOCENE	23	
		PALEOGENE	OLIGOCENE	34	
			EOCENE	56	
	MESOZOIC	CRETACEOUS	PALEOCENE	66	
			JURASSIC	146	
			TRIASSIC	200	
		PERMIAN		251	
			CARBONI-FEROUS	PENNSYLVANIAN	299
				MISSISSIPIAN	318
	PALEOZOIC	DEVONIAN	359		
		SILURIAN	416		
ORDOVICIAN		444			
CAMBRIAN		488			
		542			
PRECAMBRIAN	PROTEROZOIC		2500		
	ARCHEAN		3800		
	HADEAN		4600		

Άνοδος της στάθμης της θάλασσας κατά την υποχώρηση της τελευταίας παγετώδους περιόδου

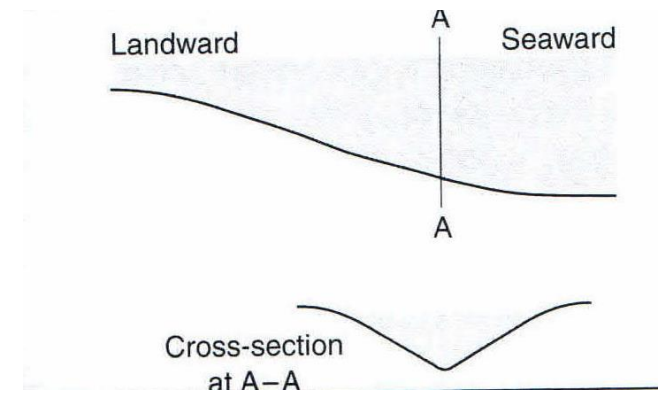
Διάλεξη 1. Εισαγωγή στα μεταβατικά οικοσυστήματα

Εκβολικά συστήματα

Τυπολογία των εκβολών ως προς τη προέλευση τους



(a) Coastal-plain estuary



Εκβολές τύπου πλημμυρισμένης ποταμοκοιλιάδας

Διάλεξη 1. Εισαγωγή στα μεταβατικά οικοσυστήματα

Εκβολικά συστήματα

Τυπολογία των εκβολών ως προς τη προέλευση τους

- Οι **φραγμογενείς εκβολές** χαρακτηρίζονται από την παρουσία **αμμοφραγμάτων** ή **νησοφραγμάτων** στο στόμιο τους, εξαιτίας της συσσώρευσης ιζημάτων κατά μήκος της ακτογραμμής
- Χαρακτηρίζονται από υψηλό ρυθμό ιζηματοπόθεσης
- Είναι κοινά στις τροπικές περιοχές
- Το υλικό των φραγμάτων είναι ίζημα θαλάσσιας προέλευσης και ποτάμιας προέλευσης
- Τα ιζήματα ποτάμιας προέλευσης αποτίθενται στην εσωτερική πλευρά του φράγματος σχηματίζοντας **ιλυώδη πεδία**

Διάλεξη 1. Εισαγωγή στα μεταβατικά οικοσυστήματα

Εκβολικά συστήματα

Τυπολογία των εκβολών ως προς τη προέλευση τους



ιλυώδη πεδία εκβολικού συστήματος

Διάλεξη 1. Εισαγωγή στα μεταβατικά οικοσυστήματα

Εκβολικά συστήματα

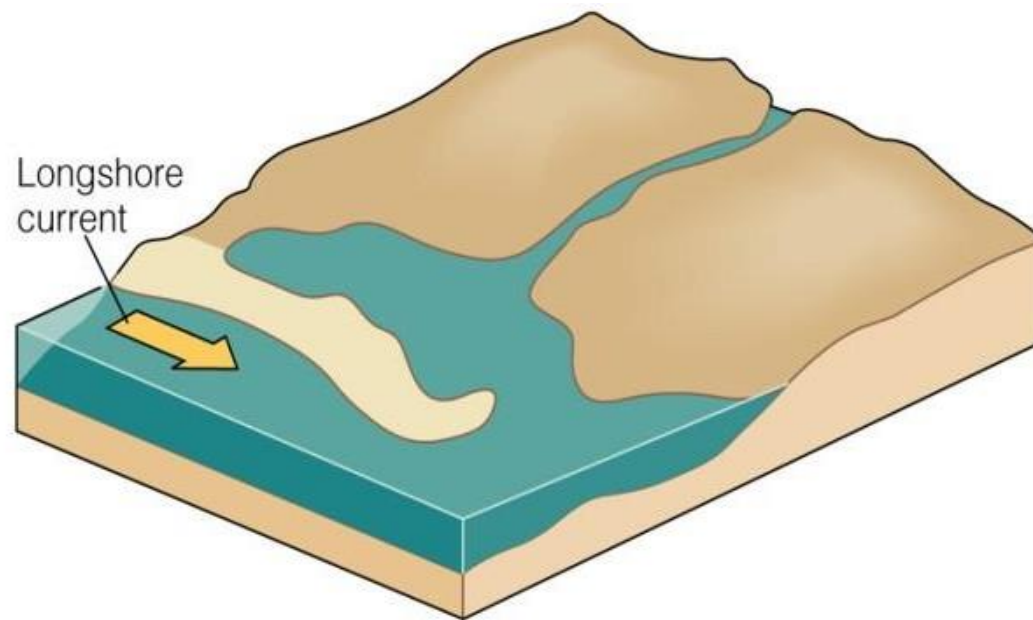
Τυπολογία των εκβολών ως προς τη προέλευση τους



Διάλεξη 1. Εισαγωγή στα μεταβατικά οικοσυστήματα

Εκβολικά συστήματα

Τυπολογία των εκβολών ως προς τη προέλευση τους



(b) Bar-built estuary

Φραγμογενής εκβολή

Διάλεξη 1. Εισαγωγή στα μεταβατικά οικοσυστήματα

Εκβολικά συστήματα

Τυπολογία των εκβολών ως προς τη προέλευση τους



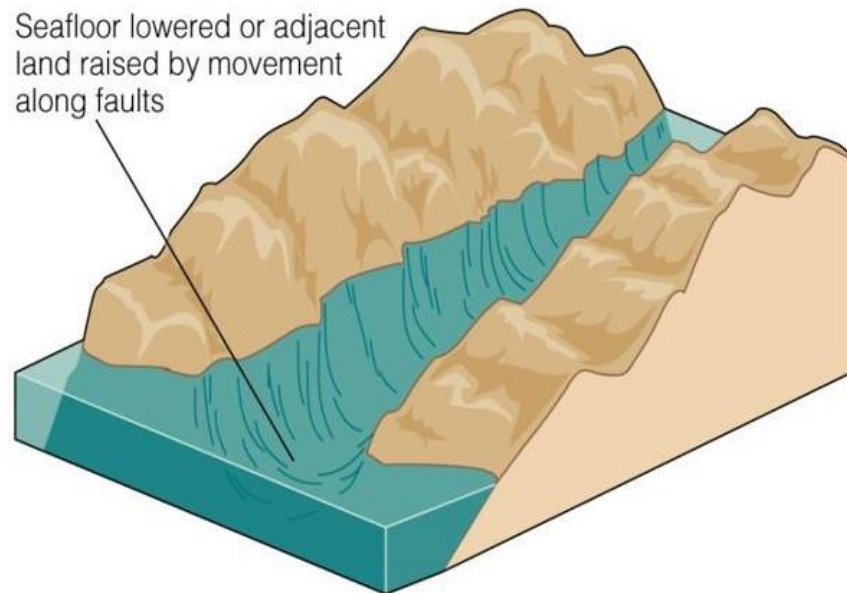
Εκβολές ποταμού Klamath

Διάλεξη 1. Εισαγωγή στα μεταβατικά οικοσυστήματα

Εκβολικά συστήματα

Τυπολογία των εκβολών ως προς τη προέλευση τους

- Οι **τεκτονικές εκβολές** σχηματίστηκαν εξαιτίας της βύθισης της ξηράς ως απόρροια κινήσεων του φλοιού της γης



(c) Tectonic estuary

Τεκτονική εκβολή

Διάλεξη 1. Εισαγωγή στα μεταβατικά οικοσυστήματα

Εκβολικά συστήματα

Τυπολογία των εκβολών ως προς τη προέλευση τους



Ο «κόλπος» του Σαν Φρανσίσκο

Διάλεξη 1. Εισαγωγή στα μεταβατικά οικοσυστήματα

Εκβολικά συστήματα

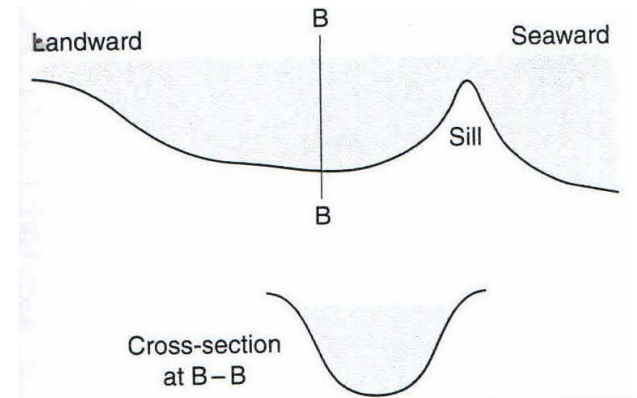
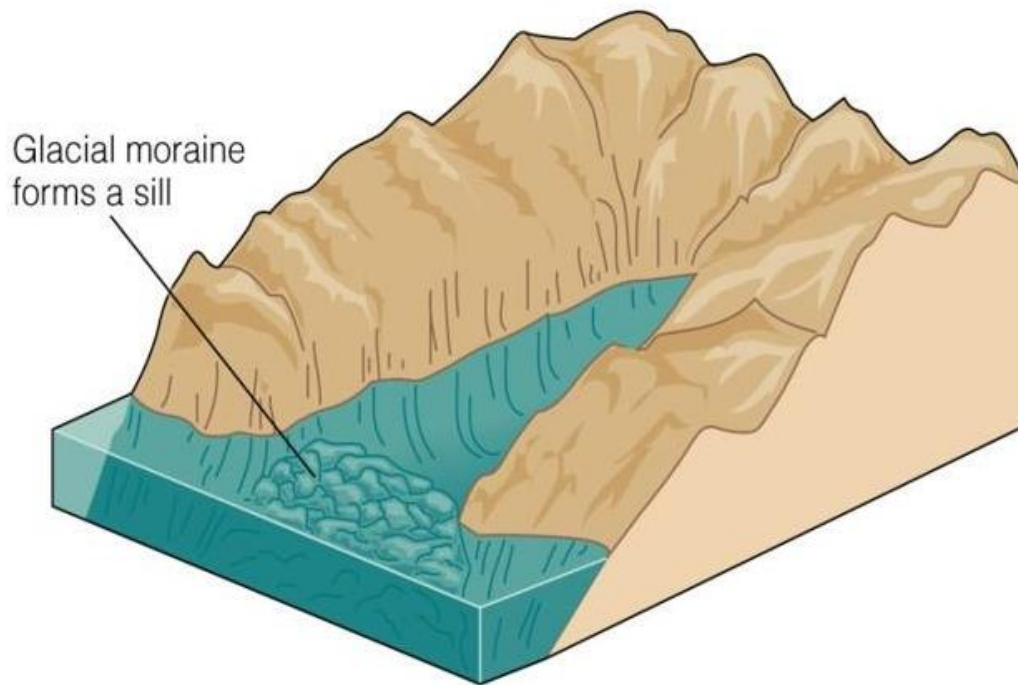
Τυπολογία των εκβολών ως προς τη προέλευση τους

- Τα **φιόρδ** σχηματίστηκαν σε παράκτιες κοιλάδες που δημιουργήθηκαν από παγετώνες και πλημμύρησαν μετά την υποχώρηση παγετώνων εξαιτίας της ανόδου της στάθμης της θάλασσας κατά το Ολόκαινο ή το Πλειστόκαινο
- Συναντώνται σε μεγάλα γεωγραφικά πλάτη, π.χ. είναι κοινά στη Νορβηγία ή στη Σκωτία
- Είναι διατομής σχήματος U και έχουν λόγο πλάτους:βάθος της τάξης 10:1
- Τα φιόρδ έχουν τυπικά χαμηλή ροή γλυκών νερών και ρυθμό ιζηματοπόθεσης

Διάλεξη 1. Εισαγωγή στα μεταβατικά οικοσυστήματα

Εκβολικά συστήματα

Τυπολογία των εκβολών ως προς τη προέλευση τους



(d) Fjord

Εκβολικό σύστημα τύπου φιόρδ

Διάλεξη 1. Εισαγωγή στα μεταβατικά οικοσυστήματα

Εκβολικά συστήματα

Τυπολογία των εκβολών ως προς τη προέλευση τους



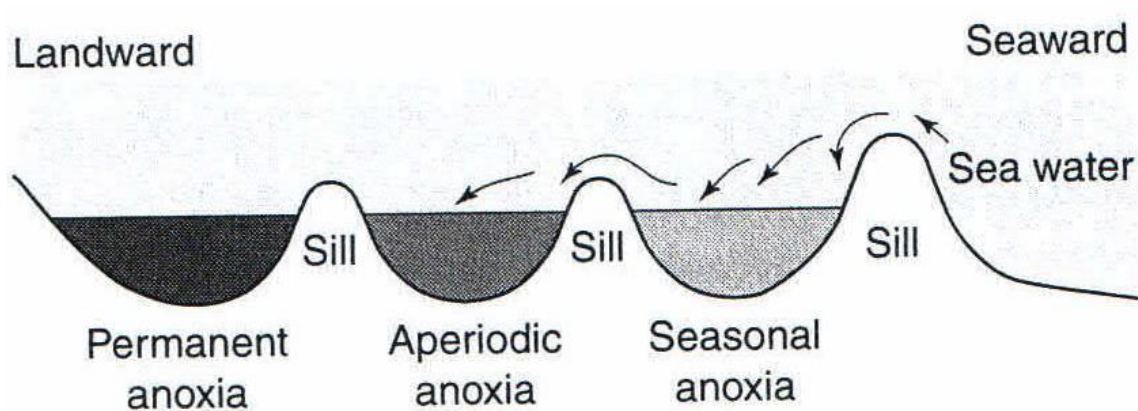
Το φιόρδ Geirangerfjord

Διάλεξη 1. Εισαγωγή στα μεταβατικά οικοσυστήματα

Εκβολικά συστήματα

Τυπολογία των εκβολών ως προς τη προέλευση τους

- Συχνά στην είσοδο τους υπάρχει φράγμα – «**μοραίνη**» - από φερτά υλικά που έχει μεταφέρει εκεί ο παγετώνας, το οποίο περιορίζει την είσοδο του θαλασσινού νερού στο φιόρδ, με συχνό επακόλουθο την ανοξία στα βαθύτερα στρώματα νερών του φιόρδ



Διάλεξη 1. Εισαγωγή στα μεταβατικά οικοσυστήματα

Εκβολικά συστήματα

Αλατότητα

- Οι εκβολές χαρακτηρίζονται από οριζόντια διαβάθμιση αλατότητας με εύρος από πλήρως θαλασσινό νερό (τυπικά 35 – 37 PSU) στο στόμιο έως γλυκό νερό (<3 PSU) στη κεφαλή της εκβολής
- Η οριζόντια διαβάθμιση αλατότητας μετατοπίζεται περιοδικά κατά μήκος του εκβολικού συστήματος με τον παλιρροϊκό κύκλο και επίσης επηρεάζεται από την ποτάμια ροή

Διάλεξη 1. Εισαγωγή στα μεταβατικά οικοσυστήματα

Εκβολικά συστήματα

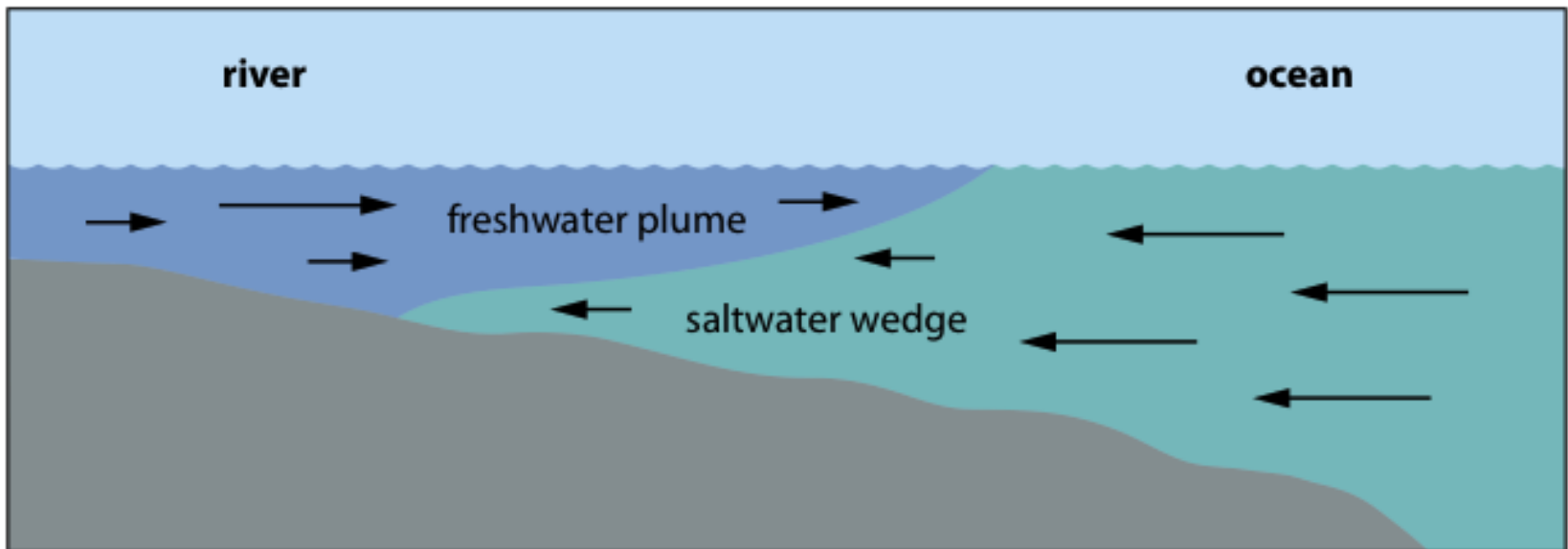
Αλατότητα

- Η αλατότητα στις εκβολές είναι δυνατό να ποικίλει επίσης με το βάθος:
 - Το ποτάμιο νερό, επειδή είναι λιγότερο πυκνό από το θαλασσινό νερό, ρέει στην επιφάνεια, συχνά πέραν της ακτογραμμής, σχηματίζοντας ένα **plume** πάνω στο θαλασσινό νερό
 - Το θαλασσινό νερό, λόγω της μεγαλύτερης πυκνότητάς του, καταβυθίζεται και ρέει κατά μήκος του πυθμένα σχηματίζοντας μια **αλατούχος σφήνα** κάτω από το γλυκό νερό

Διάλεξη 1. Εισαγωγή στα μεταβατικά οικοσυστήματα

Εκβολικά συστήματα

Αλατότητα



Τα ποτάμια νερά ρέουν και εξέρχονται της εκβολής κινούμενα πάνω από τα βαρύτερα θαλάσσια, ενώ τα θαλάσσια εισέρχονται στην εκβολή ενώ ρέουν πάνω από τον πυθμένα

Διάλεξη 1. Εισαγωγή στα μεταβατικά οικοσυστήματα

Εκβολικά συστήματα

Αλατότητα



Το plume του ποταμού Ρο

Διάλεξη 1. Εισαγωγή στα μεταβατικά οικοσυστήματα

Εκβολικά συστήματα

Τυπολογία ως προς τις μεταβολές της αλατότητας και το βαθμό ανάμιξης

- Ως προς τις χωρικές μεταβολές της αλατότητας και το βαθμό ανάμιξης αλμυρών και γλυκών υδάτων, τα εκβολικά συστήματα διακρίνονται σε:
 - τύπου αλατούχου σφήνας
 - μερικά στρωματοποιημένα
 - πλήρους κατακόρυφης ανάμιξης
 - ανάστροφης κυκλοφορίας

Διάλεξη 1. Εισαγωγή στα μεταβατικά οικοσυστήματα

Εκβολικά συστήματα

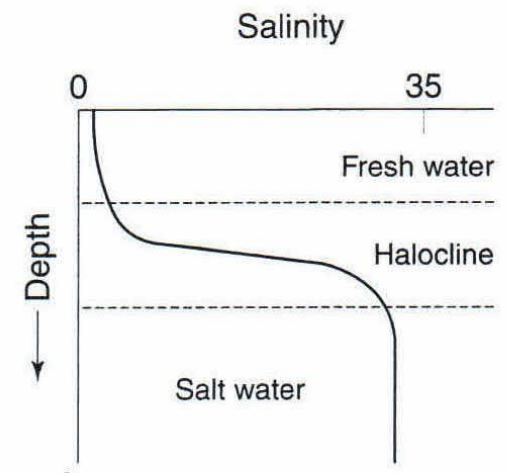
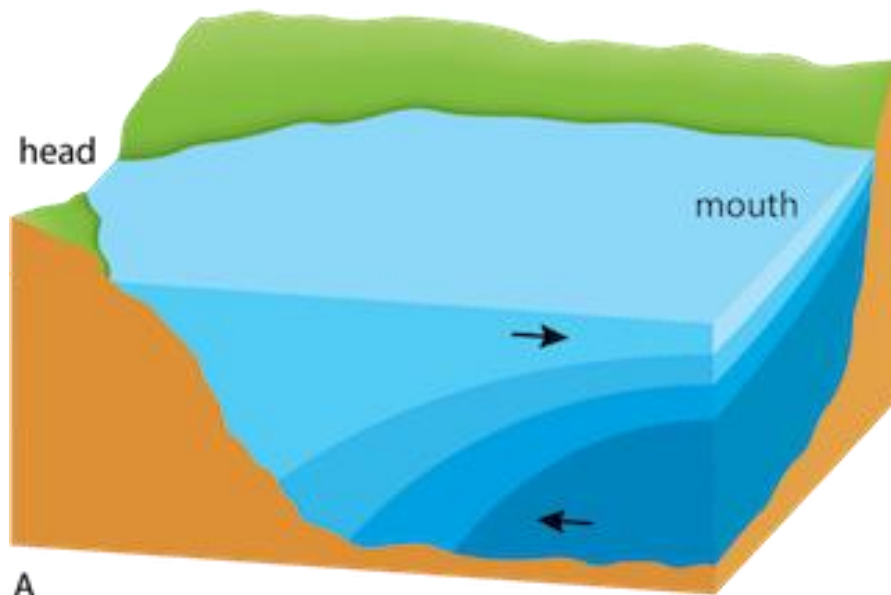
Τυπολογία ως προς τις μεταβολές της αλατότητας και το βαθμό ανάμιξης

- Οι **εκβολές τύπου αλατούχου σφήνας** αναπτύσσονται όπου η παλίρροια είναι αμελητέα
- Το θαλασσινό νερό εισχωρεί κάτω από το γλυκό νερό, σχηματίζοντας την αλατούχο σφήνα
- Πραγματοποιείται περιορισμένη είσοδος θαλασσινού νερού στο στρώμα του γλυκού νερού και ανάμιξη τους
- Μεταξύ των δύο υδάτινων μαζών σχηματίζεται έντονο **αλοκλινές**

Διάλεξη 1. Εισαγωγή στα μεταβατικά οικοσυστήματα

Εκβολικά συστήματα

Τυπολογία ως προς τις μεταβολές της αλατότητας και το βαθμό ανάμιξης



fresh water  salt water

εκβολές τύπου αλατούχου σφήνας

Διάλεξη 1. Εισαγωγή στα μεταβατικά οικοσυστήματα

Εκβολικά συστήματα

Τυπολογία ως προς τις μεταβολές της αλατότητας και το βαθμό ανάμιξης

- Η εισχώρηση θαλασσινού νερού μέσα στο εκβολικό σύστημα εξαρτάται από την ροή του γλυκού νερού· εισχωρεί περισσότερο όταν η ροή γλυκού νερού είναι ασθενέστερη
- Αν ο ρυθμός ιζηματοπόθεσης είναι υψηλός, οι αποθέσεις ιζήματος στο στόμιο της εκβολής σχηματίζουν ένα **δέλτα**

Διάλεξη 1. Εισαγωγή στα μεταβατικά οικοσυστήματα

Εκβολικά συστήματα

Τυπολογία ως προς τις μεταβολές της αλατότητας και το βαθμό ανάμιξης



Το δέλτα του Νείλου

Διάλεξη 1. Εισαγωγή στα μεταβατικά οικοσυστήματα Εκβολικά συστήματα

Τυπολογία ως προς τις μεταβολές της αλατότητας και το βαθμό ανάμιξης



Το δέλτα του Αξιού

Διάλεξη 1. Εισαγωγή στα μεταβατικά οικοσυστήματα

Εκβολικά συστήματα

Τυπολογία ως προς τις μεταβολές της αλατότητας και το βαθμό ανάμιξης



Το δέλτα του Έβρου

Διάλεξη 1. Εισαγωγή στα μεταβατικά οικοσυστήματα

Εκβολικά συστήματα

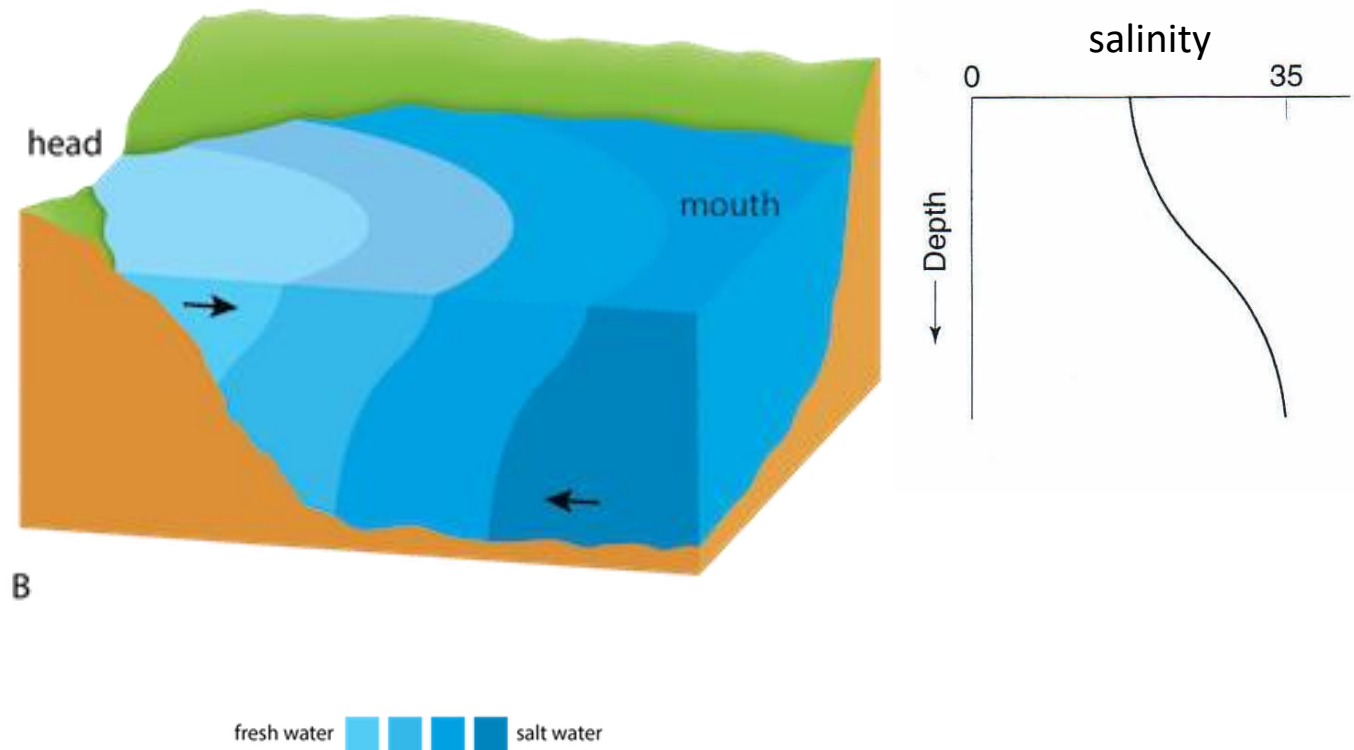
Τυπολογία ως προς τις μεταβολές της αλατότητας και το βαθμό ανάμιξης

- Τα **μερικά στρωματοποιημένα εκβολικά συστήματα** αναπτύσσονται όπου η παλίρροια έχει μέτριο εύρος
- Εξαιτίας της παλίρροιας, η μάζα του θαλασσινού νερού μετατοπίζεται περιοδικά κατά μήκος του εκβολικού συστήματος πάνω από τον πυθμένα
- Πραγματοποιείται σημαντική ανάμιξη των μαζών θαλασσινού και γλυκού νερού και κατά συνέπεια το αλοκλινές δεν είναι έντονο

Διάλεξη 1. Εισαγωγή στα μεταβατικά οικοσυστήματα

Εκβολικά συστήματα

Τυπολογία ως προς τις μεταβολές της αλατότητας και το βαθμό ανάμιξης



μερικά στρωματοποιημένα εκβολικά συστήματα

Διάλεξη 1. Εισαγωγή στα μεταβατικά οικοσυστήματα

Εκβολικά συστήματα

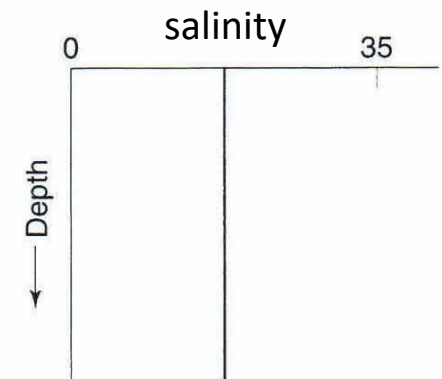
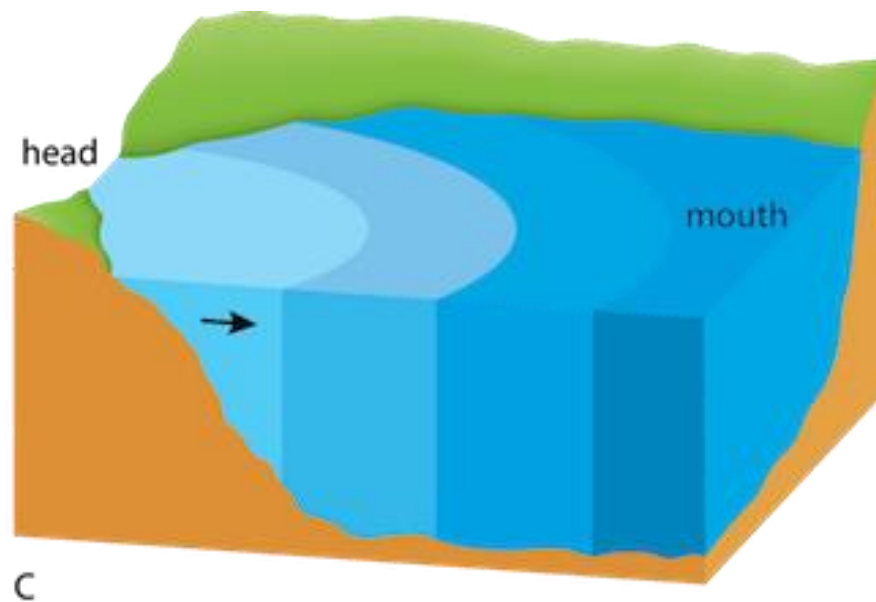
Τυπολογία ως προς τις μεταβολές της αλατότητας και το βαθμό ανάμιξης

- Οι **εκβολές πλήρους κατακόρυφης ανάμιξης** σχηματίζονται όπου το εύρος της παλίρροιας είναι μεγάλο και τα παλιρροϊκά ρεύματα ισχυρά σε σχέση με τη ροή γλυκού νερού
- Δεν σχηματίζεται αλοκλινές

Διάλεξη 1. Εισαγωγή στα μεταβατικά οικοσυστήματα

Εκβολικά συστήματα

Τυπολογία ως προς τις μεταβολές της αλατότητας και το βαθμό ανάμιξης



fresh water    salt water

εκβολές πλήρους κατακόρυφης ανάμιξης

Διάλεξη 1. Εισαγωγή στα μεταβατικά οικοσυστήματα

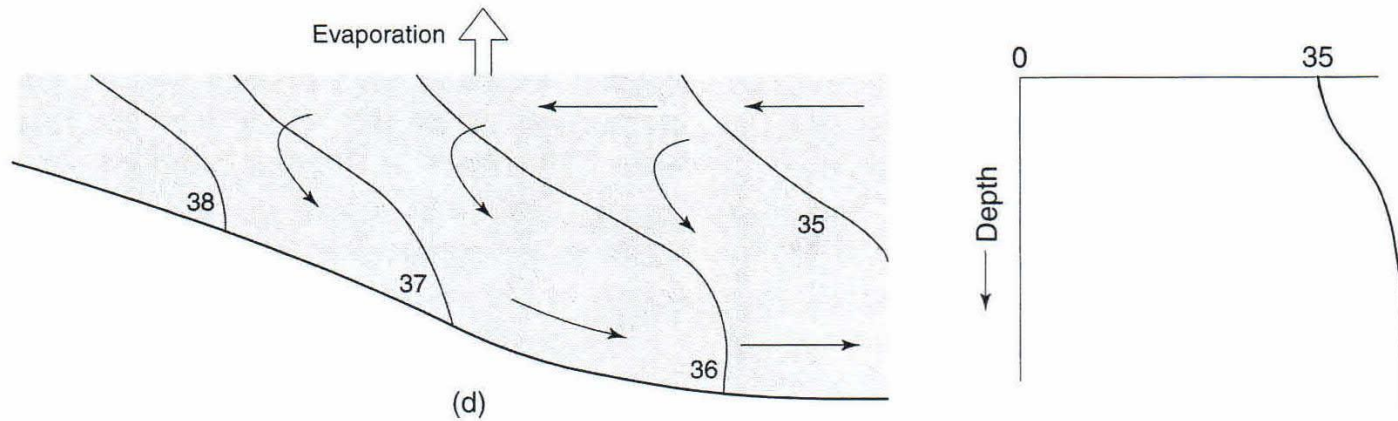
Εκβολικά συστήματα

Τυπολογία ως προς τις μεταβολές της αλατότητας και το βαθμό ανάμιξης

- Οι **εκβολές ανάστροφης κυκλοφορίας** σχηματίζονται σε περιοχές όπου η εξάτμιση του νερού στην κεφαλή του εκβολικού συστήματος είναι έντονη
- Λόγω της εξάτμισης παράγονται νερά υψηλής αλατότητας, τα οποία βυθίζονται και ρέουν πάνω από τον πυθμένα προς τη θάλασσα
- Το θαλασσινό νερό εισχωρεί στο εκβολικό σύστημα επιφανειακά

Διάλεξη 1. Εισαγωγή στα μεταβατικά οικοσυστήματα Εκβολικά συστήματα

Τυπολογία ως προς τις μεταβολές της αλατότητας και το βαθμό ανάμιξης



εκβολές ανάστροφης κυκλοφορίας

Διάλεξη 1. Εισαγωγή στα μεταβατικά οικοσυστήματα

Εκβολικά συστήματα

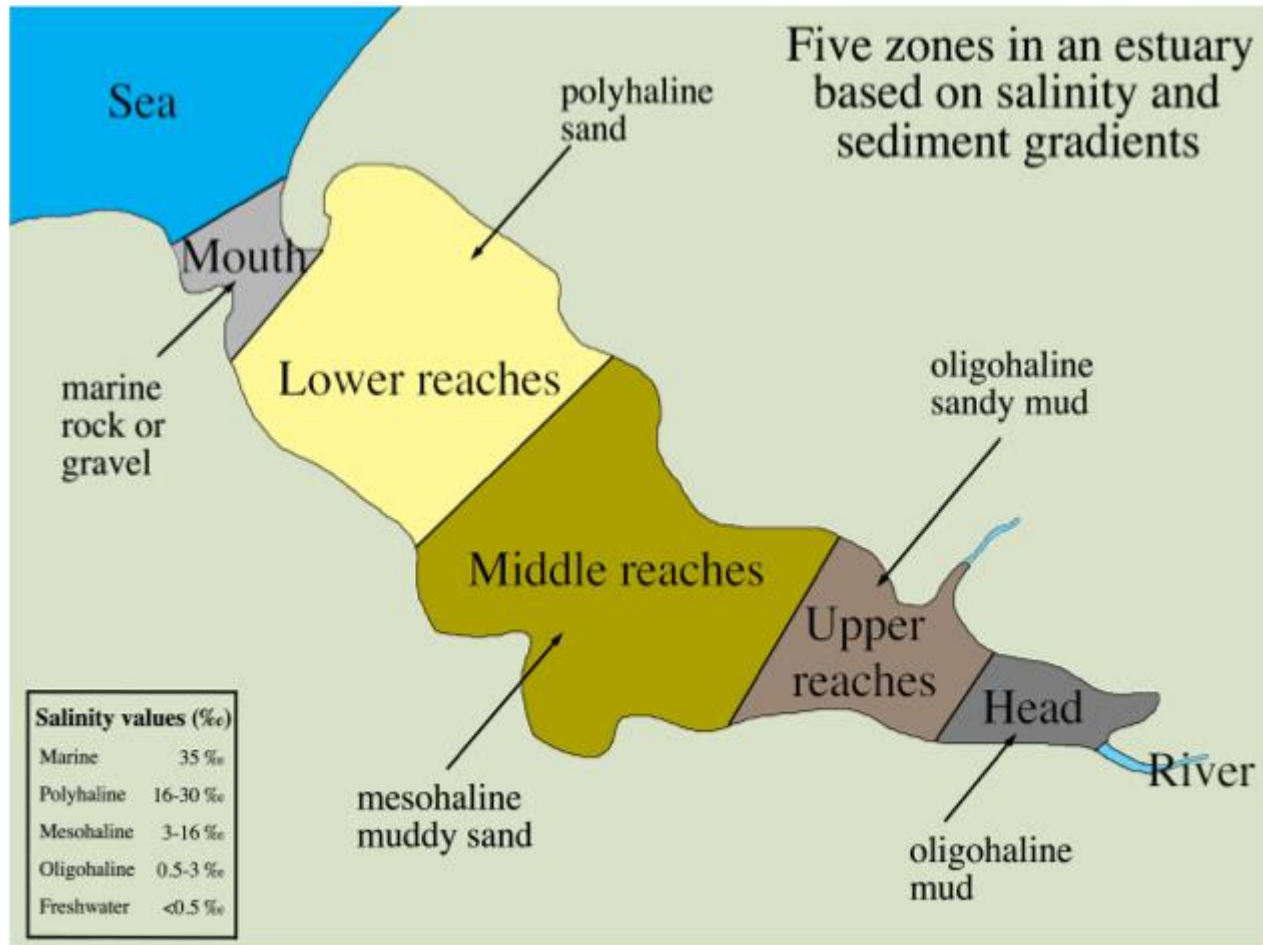
Ιζηματοπόθεση

- Τα εκβολικά συστήματα είναι σημαντικές ζώνες ιζηματοπόθεσης
- Τα ποτάμια είναι δυνατό να μεταφέρουν στις εκβολές τους τεράστιες ποσότητες αιωρούμενου σωματιδιακού υλικού
- Η κίνηση του θαλασσινού και του ποτάμιου νερού μέσα στο σχετικά φαρδύ και προστατευμένο εκβολικό σύστημα συνοδεύεται από μείωση της ταχύτητας ροής
- Τα αδρότερα αιωρούμενα υλικά που φέρουν τα νερά στο εκβολικό σύστημα αποθέτονται πρώτα
- Η απόθεση των λεπτότερων αιωρούμενων υλικών διευκολύνεται από διεργασίες συσσωμάτωσης
- Το υπόστρωμα στις περισσότερες εκβολές αποτελείται από λάσπη

Διάλεξη 1. Εισαγωγή στα μεταβατικά οικοσυστήματα

Εκβολικά συστήματα

Ιζηματοπόθεση



Οριζόντια διαβάθμιση των ιζημάτων σε εκβολικό σύστημα

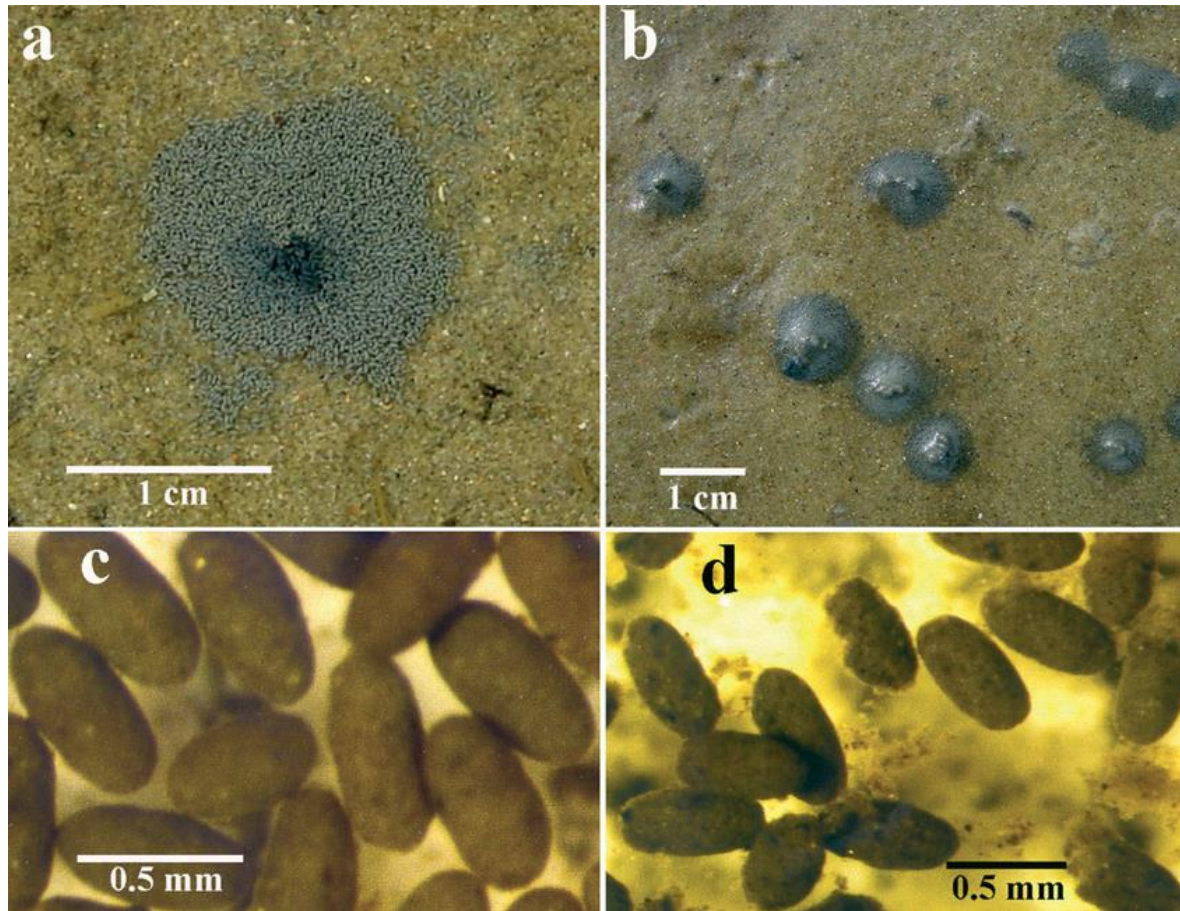
Διάλεξη 1. Εισαγωγή στα μεταβατικά οικοσυστήματα

Εκβολικά συστήματα

Ιζηματοπόθεση

- Διεργασίες συσσωμάτωσης των λεπτότερων αιωρούμενων υλικών σε αδρότερα:
 - Βιολογική συσσωμάτωση, μέσω της κατανάλωσης τους από διηθηματοφάγους οργανισμούς και της ακόλουθης αποβολής τους ως «**fecal pellets**»
 - Φυσική συσσωμάτωση τους, λόγω της δράσης ελκτικών μοριακών δυνάμεων
- Οι λάσπες αποθέτονται σε περιοχές της εκβολής όπου η ροή των νερών είναι χαμηλή
- Τα σωματίδια της λάσπης παρουσιάζουν αυξημένη συνεκτικότητα και δεν επαναιωρούνται εύκολα

Διάλεξη 1. Εισαγωγή στα μεταβατικά οικοσυστήματα
Εκβολικά συστήματα
Ιζηματοπόθεση



Fecal pellets του πολύχαιτου σκόληκα *Heteromastus filiformis*

Διάλεξη 1. Εισαγωγή στα μεταβατικά οικοσυστήματα

Εκβολικά συστήματα

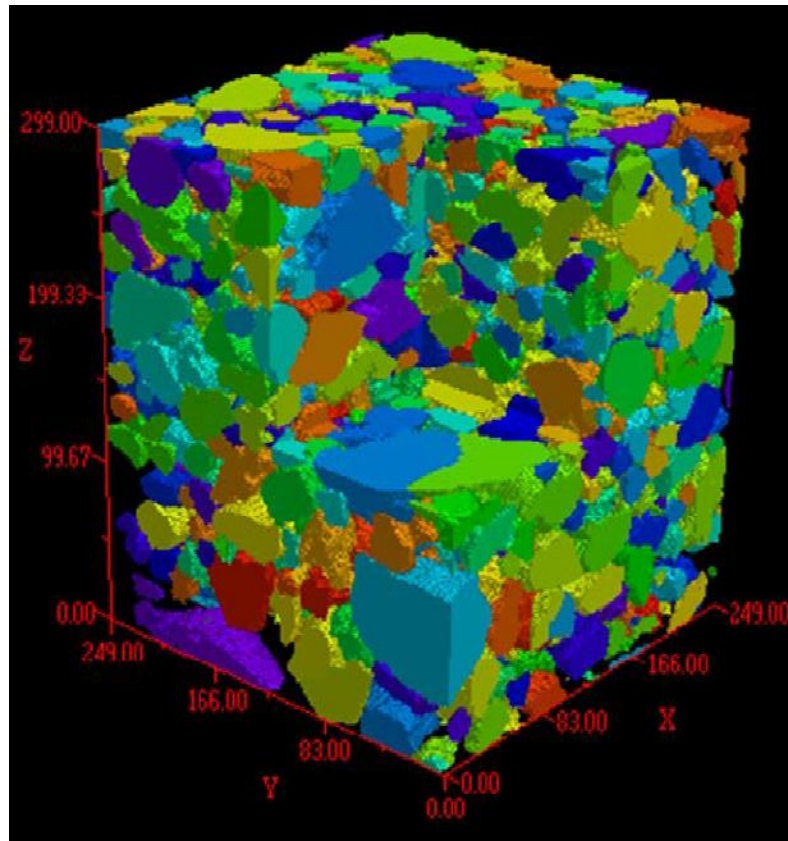
Ιζηματοπόθεση

- Η λάσπη του υποστρώματος των εκβολών είναι πλούσια σε οργανική ύλη
- Τα **μεσοδιαστηματικά κενά** στη λάσπη είναι μικρού όγκου
- Το βάθος εισχώρησης του οξυγόνου στη λάσπη είναι περιορισμένο και επίσης καταναλώνεται από την αναπνοή βακτηρίων του ιζήματος
- Το ίζημα γίνεται ανοξικό σε μικρό βάθος κάτω από την επιφάνεια του
- Τα ανοξικά ιζήματα έχουν μαύρο χρώμα και μυρωδιά «κλούβιου αβγού» εξαιτίας της παραγωγής υδρόθειου από τον αναερόβιο μεταβολισμό βακτηρίων του ιζήματος
- Το ανοξικό ίζημα διαχωρίζεται από το επιφανειακό οξυγονωμένο ίζημα με τη **ζώνη ασυνέχειας οξειδοαναγωγικού δυναμικού**

Διάλεξη 1. Εισαγωγή στα μεταβατικά οικοσυστήματα

Εκβολικά συστήματα

Ιζηματοπόθεση



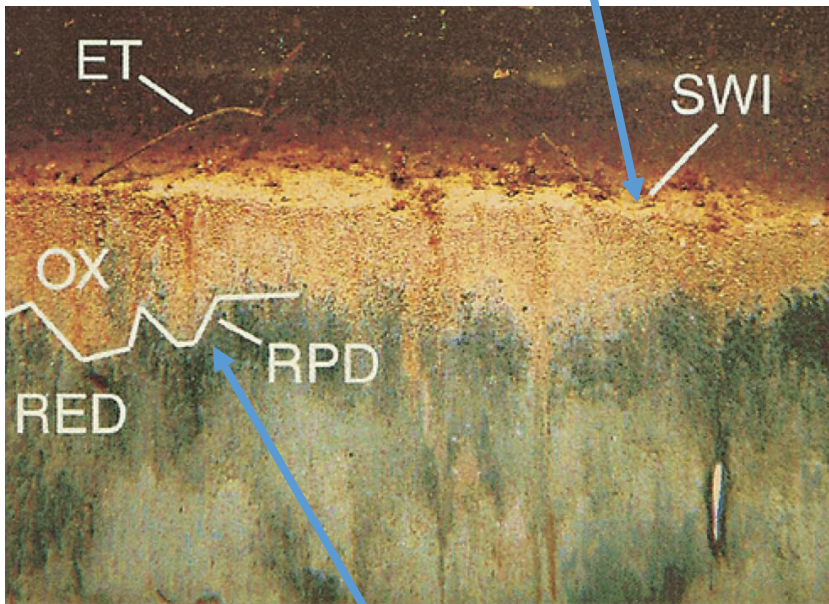
Υπολογιστική τομογραφία ακτίνων Χ ιζήματος: διακρίνονται οι κόκκοι του ιζήματος και τα μεσοδιαστηματικά κενά

Διάλεξη 1. Εισαγωγή στα μεταβατικά οικοσυστήματα

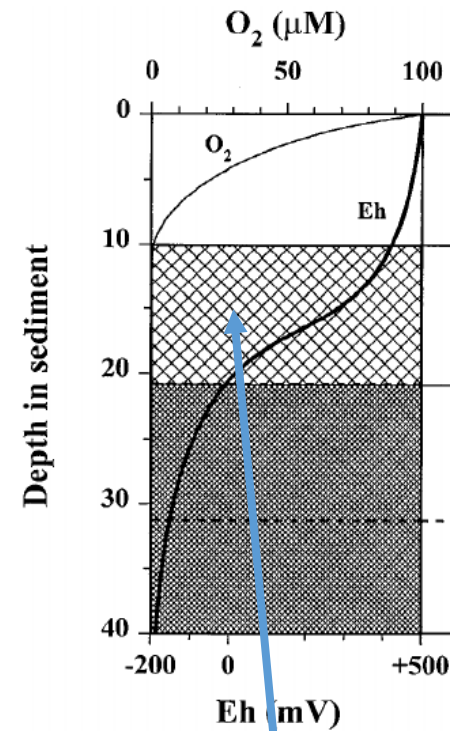
Εκβολικά συστήματα

Ιζηματοπόθεση

διεπαφή ιζήματος – νερού



ασυνέχεια οξειδοαναγωγικού δυναμικού



ζώνη ασυνέχειας οξειδοαναγωγικού δυναμικού

Διάλεξη 1. Εισαγωγή στα μεταβατικά οικοσυστήματα

Λιμνοθάλασσες

Διάλεξη 1. Εισαγωγή στα μεταβατικά οικοσυστήματα

Λιμνοθάλασσες

Εισαγωγικά

- Σύμφωνα με Kjerfve (1994), οι λιμνοθάλασσες ορίζονται ως «παράκτια υδατικά σώματα, συνήθως διαταγμένα παράλληλα με την ακτογραμμή, διαχωριζόμενα από τη θάλασσα με ένα φράγμα και επικοινωνούντα με αυτή τουλάχιστο περιοδικά με μία ή περισσότερες περιορισμένου μεγέθους διόδους, συνήθως ρηχές με βάθος τυπικά 1 – 3 m»

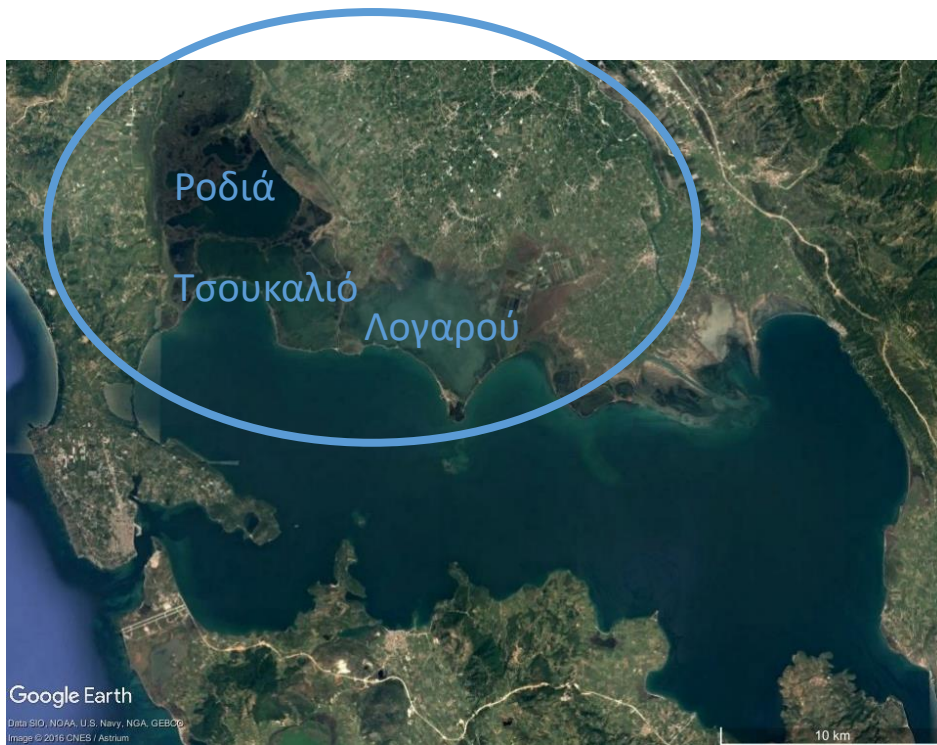


Λιμνοθάλασσα Thau

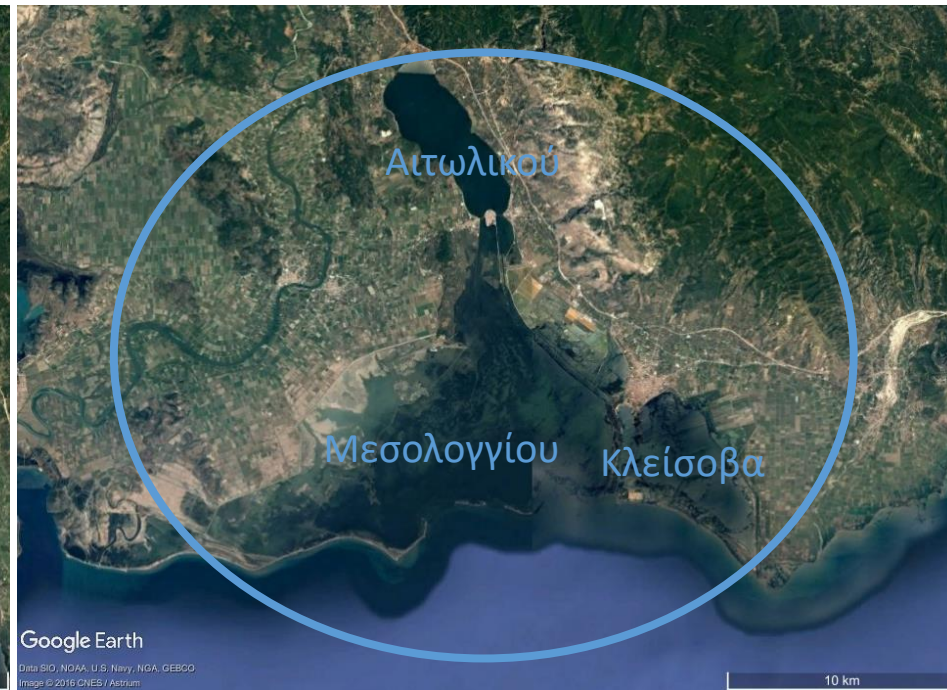
Διάλεξη 1. Εισαγωγή στα μεταβατικά οικοσυστήματα

Λιμνοθάλασσες

Εισαγωγικά



Λιμνοθάλασσες Αμβρακικού



Λιμνοθάλασσες Μεσολογγίου

Διάλεξη 1. Εισαγωγή στα μεταβατικά οικοσυστήματα

Λιμνοθάλασσες

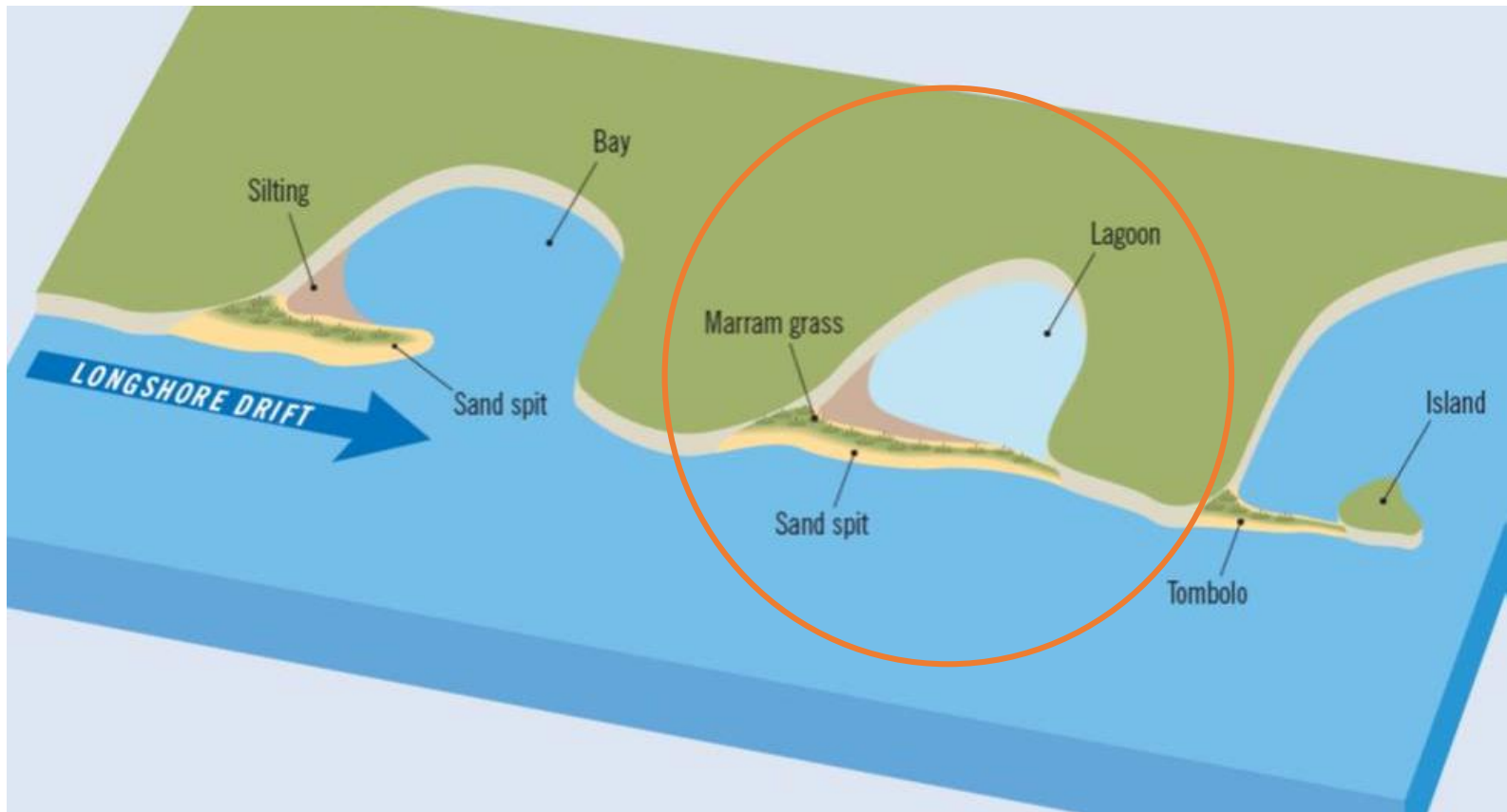
Εισαγωγικά

- Η άνοδος της στάθμης της θάλασσας με την υποχώρηση της τελευταίας παγετώδους περιόδου κατά το Πλειστόκαινο και το Ολόκαινο αποτελεί παράγοντα που προωθεί τη δημιουργία λιμνοθαλασσών σε ακτές χαμηλού προφίλ
- Κρίσιμης σημασίας για το σχηματισμό μιας λιμνοθάλασσας είναι η δημιουργία φράγματος ιζήματος στην ακτογραμμή από παράκτιες διεργασίες, τόσο θαλάσσιες όσο και ποτάμιες
- Λιμνοθάλασσες σχηματίζονται επίσης και στα δέλτα ποταμών

Διάλεξη 1. Εισαγωγή στα μεταβατικά οικοσυστήματα

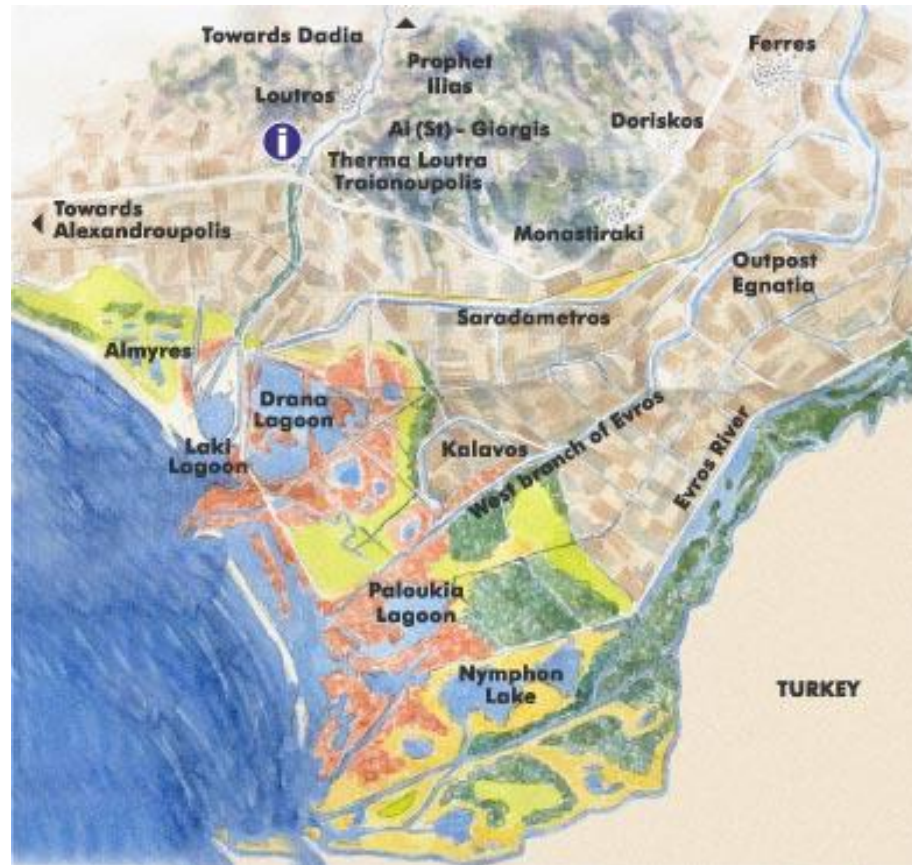
Λιμνοθάλασσες

Εισαγωγικά



δημιουργία φράγματος ιζήματος στην ακτογραμμή από θαλάσσιες παράκτιες διεργασίες και σχηματισμός λιμνοθάλασσας

Διάλεξη 1. Εισαγωγή στα μεταβατικά οικοσυστήματα Λιμνοθάλασσες Εισαγωγικά



λιμνοθάλασσες στο δέλτα του Έβρου

Διάλεξη 1. Εισαγωγή στα μεταβατικά οικοσυστήματα

Λιμνοθάλασσες

Εισαγωγικά

- Οι λιμνοθάλασσες καταλαμβάνουν το 13% της παγκόσμιας ακτογραμμής
- Οι λιμνοθάλασσες είναι πιο εκτεταμένες στις ακτές της Αφρικής (17,9% της ακτογραμμής) και λιγότερο στις ακτές της Ευρώπης (5.3% της ακτογραμμής)
- Το μέγεθος τους ποικίλει πολύ, από ένα εκτάριο (10^4 m^2) ως 10000 km^2 (Lagoa dos Patos, Βραζιλία)

Διάλεξη 1. Εισαγωγή στα μεταβατικά οικοσυστήματα

Λιμνοθάλασσες

Εισαγωγικά



Lagoa dos Patos

Διάλεξη 1. Εισαγωγή στα μεταβατικά οικοσυστήματα

Λιμνοθάλασσες

Εισαγωγικά

- Σε γεωλογική χρονική κλίμακα οι λιμνοθάλασσες είναι εφήμερες οντότητες του παράκτιου τοπίου, εξαιτίας της σταδιακής συσσώρευσης σε αυτές ιζημάτων
- Η διάρκεια ζωής τους κυμαίνεται από δεκαετίες ως αιώνες
- Η διάρκεια ζωής τους επηρεάζεται από γεωλογικούς (π.χ. απόθεση ιζήματος, τεκτονική δραστηριότητα), κλιματικούς (π.χ. συχνότερα και πιο ακραία επεισόδια πλημμυρών και ξηρασιών και καιρικά φαινόμενα) και ανθρωπογενείς παράγοντες (π.χ. κατασκευή φραγμάτων, άντληση νερών, χρήσεις γης στη λεκάνη απορροής κ.α.)

Διάλεξη 1. Εισαγωγή στα μεταβατικά οικοσυστήματα

Λιμνοθάλασσες

Εισαγωγικά

- Οι λιμνοθάλασσες τυπικά χαρακτηρίζονται από πολύ υψηλή πρωτογενή και δευτερογενή παραγωγικότητα
- Παρέχουν σημαντικές υπηρεσίες και πόρους στον άνθρωπο (αλιεία, υδατοκαλλιέργειες, εξαγωγή αλατιού)
- Οι ανθρωπογενείς επιπτώσεις στα λιμνοθαλάσσια οικοσυστήματα εντείνονται σε παγκόσμια κλίμακα εξαιτίας της αύξησης του ανθρώπινου πληθυσμού και των σχετιζόμενων αλλαγών χρήσης της γης στις λεκάνες απορροής των λιμνοθαλασσών και την παράκτια ζώνη
- Οι λιμνοθάλασσες παρουσιάζουν ευαισθησία σε αυξημένες εισόδους θρεπτικών και άλλων ρυπαντών εξαιτίας της περιορισμένης επικοινωνίας τους με τη θάλασσα

Διάλεξη 1. Εισαγωγή στα μεταβατικά οικοσυστήματα

Λιμνοθάλασσες

Εισαγωγικά



Χρήσεις των λιμνοθαλασσών:
υδατοκαλλιέργειες, αλιεία, αλυκές



Διάλεξη 1. Εισαγωγή στα μεταβατικά οικοσυστήματα

Λιμνοθάλασσες

Εισαγωγικά



Βενετία

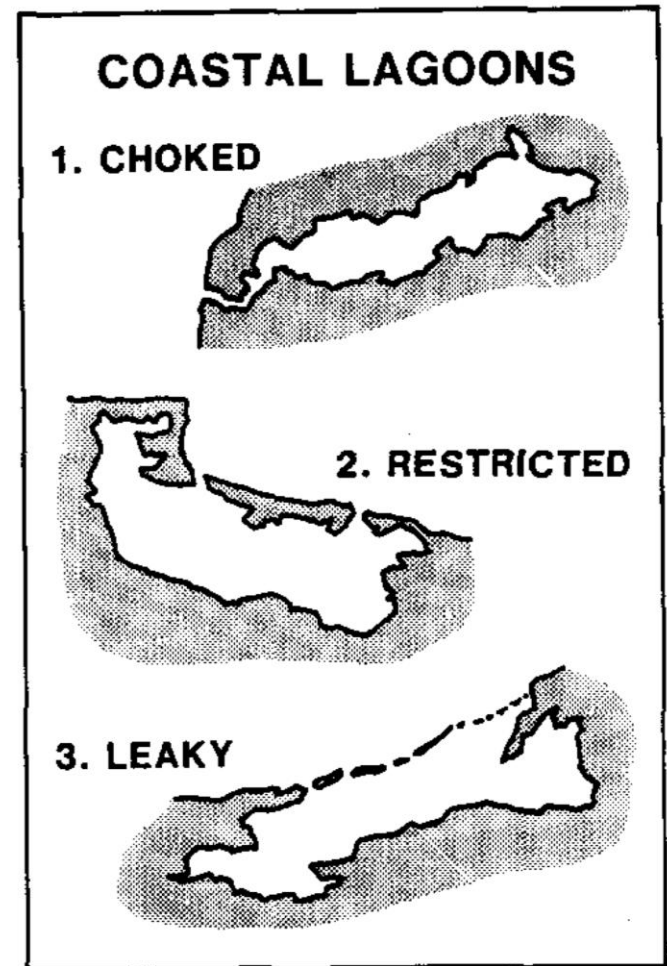
Η λιμνοθάλασσα της Βενετίας

Διάλεξη 1. Εισαγωγή στα μεταβατικά οικοσυστήματα

Λιμνοθάλασσες

Τυπολογία

- Ο Kjerfve (1994) ταξινόμησε τις λιμνοθάλασσες σε τρεις τύπους ανάλογα με το πρότυπο της επικοινωνίας με τη θάλασσα:
 - Αποφραγμένου τύπου
 - Περιορισμένες
 - Διαρρέουσες



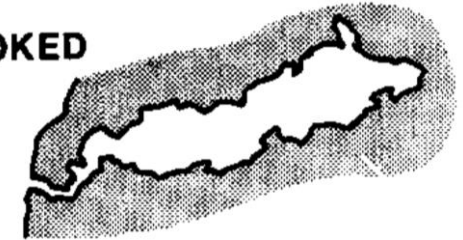
Διάλεξη 1. Εισαγωγή στα μεταβατικά οικοσυστήματα

Λιμνοθάλασσες

Τυπολογία

Λιμνοθάλασσες αποφραγμένου τύπου

1. CHOKED



- Επικοινωνούν με τη θάλασσα με ένα στενό και μακρύ κανάλι
- Το κανάλι επικοινωνίας δρα ως «φίλτρο δυναμικής», το οποίο ελαχιστοποιεί την επίδραση της παλίρροιας (μείωση στο 5% ή και περισσότερο) και τις μεταβολές της στάθμης των νερών στο εσωτερικό της λιμνοθάλασσας
- Χαρακτηρίζονται από μεγάλο χρόνο ανανέωσης των νερών τους, ανεμογενή κυκλοφορία και περιστασιακή στρωματοποίηση των νερών εξαιτίας επεισοδίων θέρμανσης από την ηλιακή ακτινοβολία ή επεισοδίων εισόδου γλυκών νερών
- Σε περιοχές του κόσμου με ξηρό ή ημίξηρο κλίμα, οι αποφραγμένου τύπου λιμνοθάλασσες γίνονται μόνιμα ή προσωρινά υπέραλες
- Παράδειγμα: Λιμνοθάλασσα Coorong, Αυστραλία

Διάλεξη 1. Εισαγωγή στα μεταβατικά οικοσυστήματα

Λιμνοθάλασσες

Τυπολογία



Coorong lagoon

λιμνοθάλασσα αποφραγμένου τύπου

Διάλεξη 1. Εισαγωγή στα μεταβατικά οικοσυστήματα

Λιμνοθάλασσες

Τυπολογία

Περιορισμένες λιμνοθάλασσες



- Επικοινωνούν με τη θάλασσα με δύο ή περισσότερα στόμια ή κανάλια
- Η κυκλοφορία των νερών επηρεάζεται από την παλίρροια και τους ανέμους
- Ο χρόνος ανανέωσης των νερών τους είναι μικρότερος από τις λιμνοθάλασσες αποφραγμένου τύπου
- Είναι συνήθως καλά αναμειγμένες κατακόρυφα
- Τα νερά τους είναι υφάλμυρα ως θαλασσινά ως προς την αλατότητα τους
- Παράδειγμα: Laguna de Terminos, Μεξικό

Διάλεξη 1. Εισαγωγή στα μεταβατικά οικοσυστήματα

Λιμνοθάλασσες

Τυπολογία



Laguna de Terminos
περιορισμένη λιμνοθάλασσα

Διάλεξη 1. Εισαγωγή στα μεταβατικά οικοσυστήματα

Λιμνοθάλασσες

Τυπολογία

Διαρρέουσες λιμνοθάλασσες

3. LEAKY



- Επικοινωνούν με τη θάλασσα με πολλά στόμια που παραμένουν ανοικτά χάρη στη δράση της παλίρροιας
- Η κυκλοφορία των νερών επηρεάζεται έντονα από την παλίρροια και τους ανέμους
- Ο χρόνος ανανέωσης των νερών τους είναι μικρότερος από τις λιμνοθάλασσες αποφραγμένου τύπου και τις περιορισμένες λιμνοθάλασσες
- Είναι καλά αναμειγμένες κατακόρυφα
- Τα νερά τους είναι σχεδόν θαλασσινά ως προς την αλατότητα τους
- Παράδειγμα: Waddenzee, Ολλανδία

Διάλεξη 1. Εισαγωγή στα μεταβατικά οικοσυστήματα

Λιμνοθάλασσες

Τυπολογία



Waddenzee
διαρρέουσα λιμνοθάλασσα

Διάλεξη 1. Εισαγωγή στα μεταβατικά οικοσυστήματα

Λιμνοθάλασσες

Το φυσικό περιβάλλον

- Η ανάμιξη των νερών των λιμνοθαλασσών πραγματοποιείται υπό την επίδραση της παλίρροιας ή/και των ανέμων
- Τα νερά των λιμνοθαλασσών, λόγω του μικρού τους βάθους, είναι τυπικά καλά αναμειγμένα
- Τα νερά των λιμνοθαλασσών μπορούν να είναι από γλυκά ως υπέραλα, ανάλογα με το υδρολογικό καθεστώς και τις τοπικές κλιματικές συνθήκες
- Οι τοπικές μετεωρολογικές συνθήκες ελέγχουν την μεταβλητότητα της θερμοκρασίας και της αλατότητας των νερών των λιμνοθαλασσών, λόγω του μικρού τους βάθους

Διάλεξη 1. Εισαγωγή στα μεταβατικά οικοσυστήματα

Λιμνοθάλασσες

Το φυσικό περιβάλλον

- Παράκτια ιζήματα εισέρχονται στις λιμνοθάλασσες κατά τη διάρκεια θυελλών
- Άλλες πηγές ιζημάτων είναι η λεκάνη απορροής και οι παρακείμενοι υγρότοποι, αλλά και βιοτικές διεργασίες μέσα στην ίδια τη λιμνοθάλασσα (π.χ. παραγωγή οργανικού άνθρακα)
- Οι λιμνοθάλασσες, εξαιτίας του μεγάλου χρόνου παραμονής των νερών σε αυτές, δρουν ως «παγίδες» ιζήματος και οργανικής ύλης

Διάλεξη 1. Εισαγωγή στα μεταβατικά οικοσυστήματα

Βιβλιογραφία

Βιβλία

Castro P. & Huber H.E., 1999. Θαλάσσια Βιολογία. University Studio Press.

Dobson M. & Frid C., 1998. Ecology of Aquatic Systems. Longman.

Kennish M.J. & Paerl H.W., 2010. Coastal Lagoons. Critical Habitats of Environmental Change. CRC Press.

Kjerfve B., 1994. Coastal Lagoon Processes. Elsevier.

McLusky D.S. & Elliott M., 2004. The Estuarine Ecosystem. Ecology, Threats and Management. Oxford.

SoHelME, 2005. State of the Hellenic Marine Environment. E. Papathanassiou & A. Zenetos (eds), HCMR Publications.

Άρθρα

Kjerfve B. & Magill K.E., 1989. Geographic and hydrodynamic characteristics of shallow coastal lagoons. Marine Geology 88, 187 – 199.

McLusky D.S. & Elliott M., 2007. Transitional waters: A new approach, semantics or just muddying the waters? Estuarine, Coastal and Shelf Science 71, 359–363.

Νομοθεσία

EC, 2003. Common Implementation Strategy for the Water Framework Directive (2000/60/EC). Guidance document 5. Transitional and Coastal Waters Typology, Reference Conditions and Classification Systems. Working Group 2.4 – COAST.