



Θαλάσσια Οικολογία

Ανθρωπογενείς επιδράσεις στους ωκεανούς (I)



Ευρωπαϊκή Ένωση
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ & ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ, ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ & ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης





Άδειες Χρήσης

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό υπόκειται σε άδειες χρήσης Creative Commons.
- Για εκπαιδευτικό υλικό, όπως εικόνες, που υπόκειται σε άλλου τύπου άδειας χρήσης, η άδεια χρήσης αναφέρεται ρητώς.





Χρηματοδότηση

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό έχει αναπτυχθεί στα πλαίσια του εκπαιδευτικού έργου του διδάσκοντα.
- Το έργο «**Ανοικτά Ακαδημαϊκά Μαθήματα στο Πανεπιστήμιο Αιγαίου**» έχει χρηματοδοτήσει μόνο τη αναδιαμόρφωση του εκπαιδευτικού υλικού.
- Το έργο υλοποιείται στο πλαίσιο του Επιχειρησιακού Προγράμματος «Εκπαίδευση και Δια Βίου Μάθηση» και συγχρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Ένωση (Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο) και από εθνικούς πόρους.



Ευρωπαϊκή Ένωση
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ & ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ, ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ & ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ ΤΑΜΕΙΟ



Περίγραμμα

- Αλιεία
- Ρύπανση
- Θαλασσοκαλλιέργειες
- Ξενικά είδη
- Κλιματική αλλαγή



Περίγραμμα

- Αλιεία
- Ρύπανση
- Θαλασσοκαλλιέργειες
- Ξενικά είδη
- Κλιματική αλλαγή



Αλιεία: υπερεκμετάλλευση

Βιομηχανοποίηση της αλιείας

- 19^{ος} αιώνας: ατμομηχανές
- αρχές 20ού αιώνα: μηχανές Diesel
- μετά το 2^ο Π.Π.: τράτες με καταψύκτες, ραντάρ, ηχοβολιστικά
- αύξηση της αλιευτικής προσπάθειας
- υπεραλίευση





Αλιεία: υπερεκμετάλλευση

Παγκόσμια αλιευτική παραγωγή 2000-2010

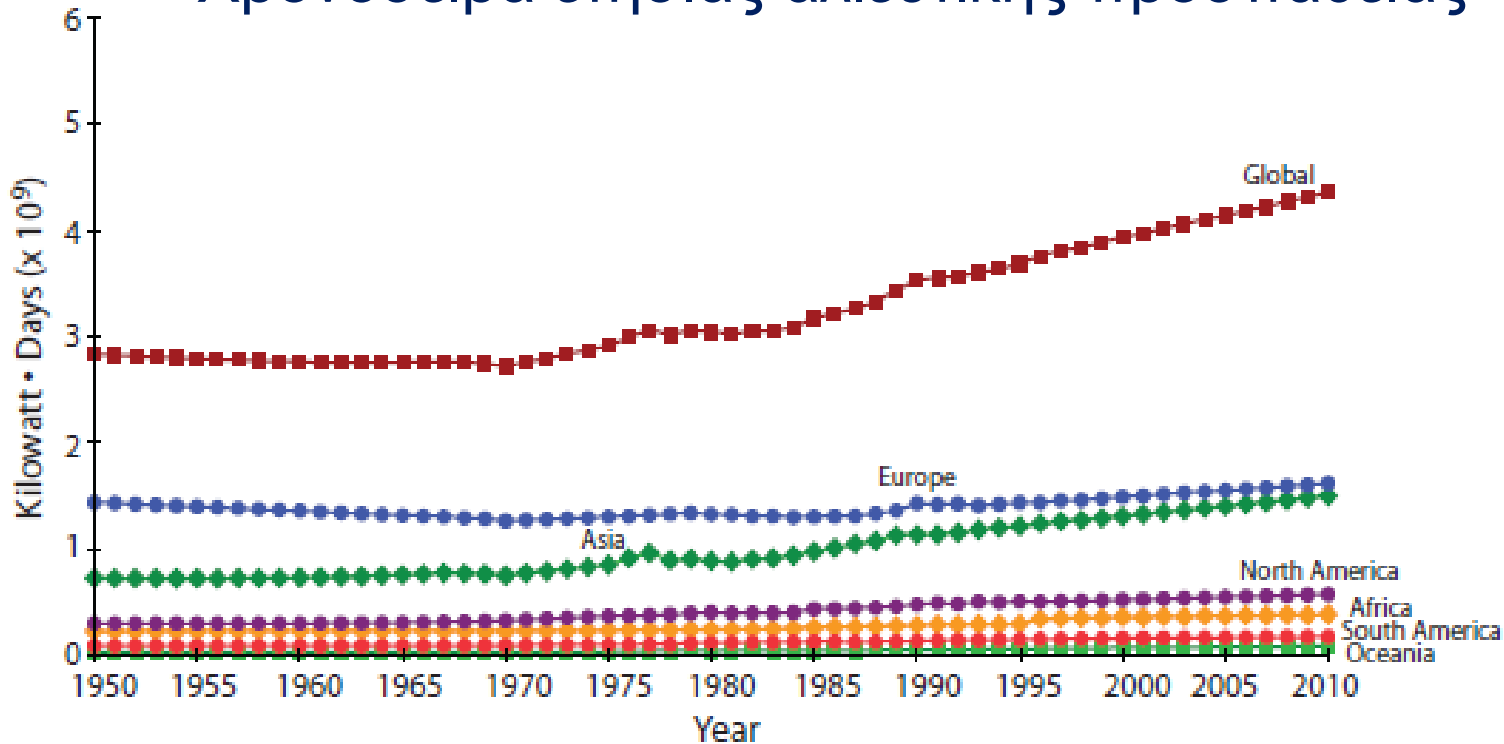


Πηγή: FAO



Αλιεία: υπερεκμετάλλευση

Χρονοσειρά ετήσιας αλιευτικής προσπάθειας

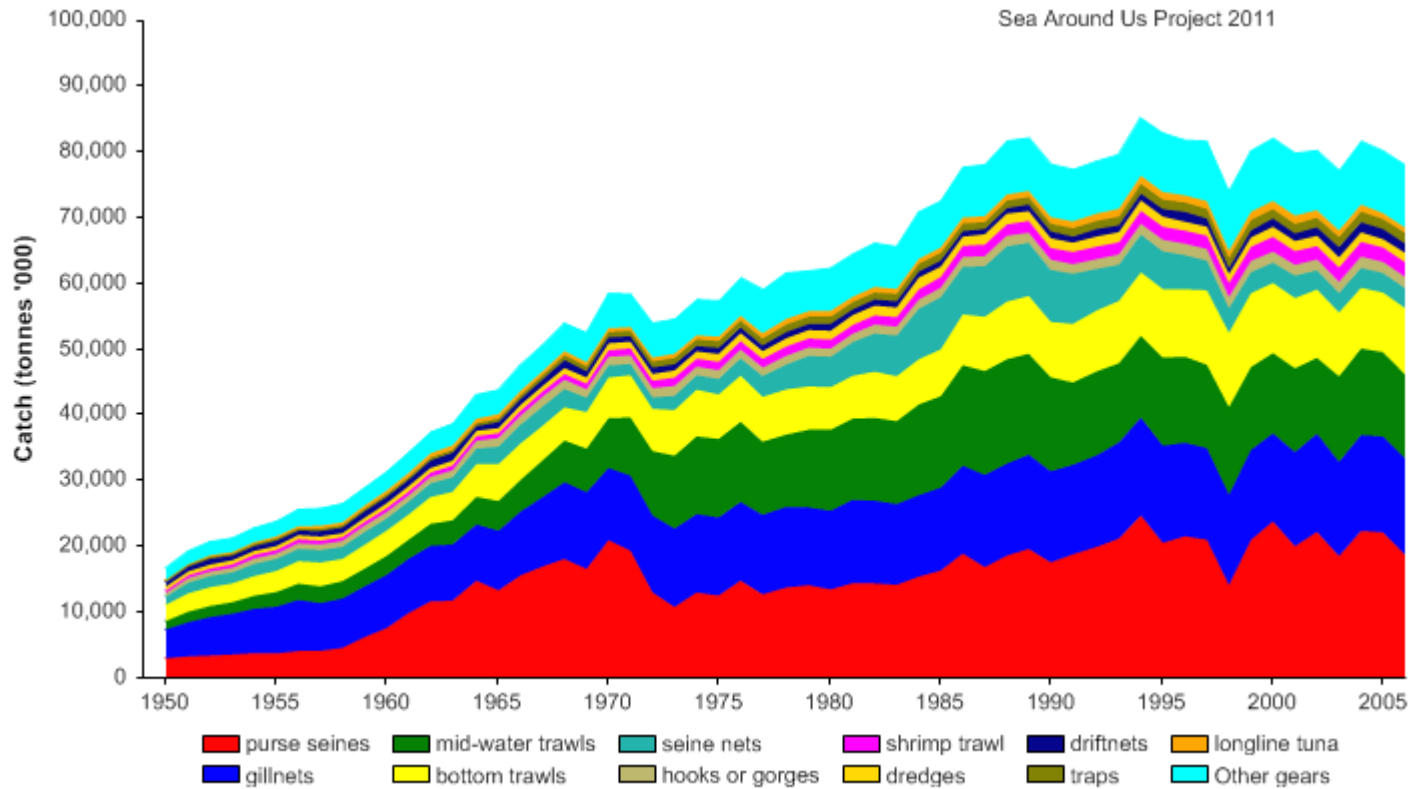


Anticamara et al. 2011. Global fishing effort (1950–2010): trends, gaps, and implications. *Fisheries Research* 107: 131-136



Αλιεία: υπερεκμετάλλευση

Χρονοσειρά αλιευτικής παραγωγής

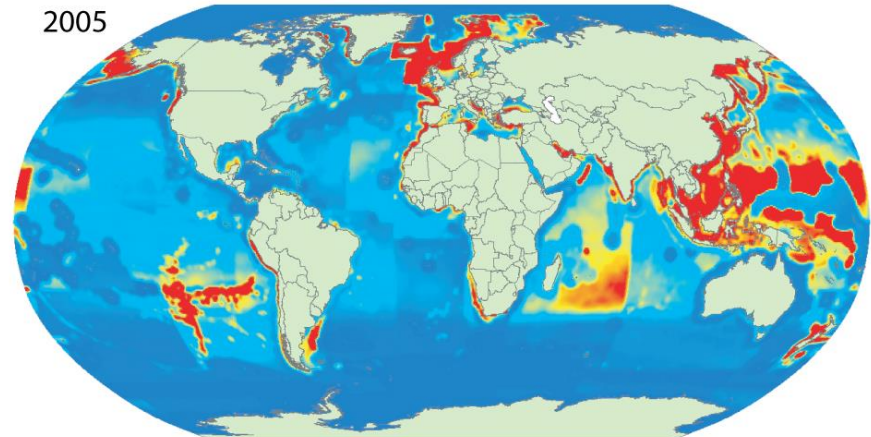
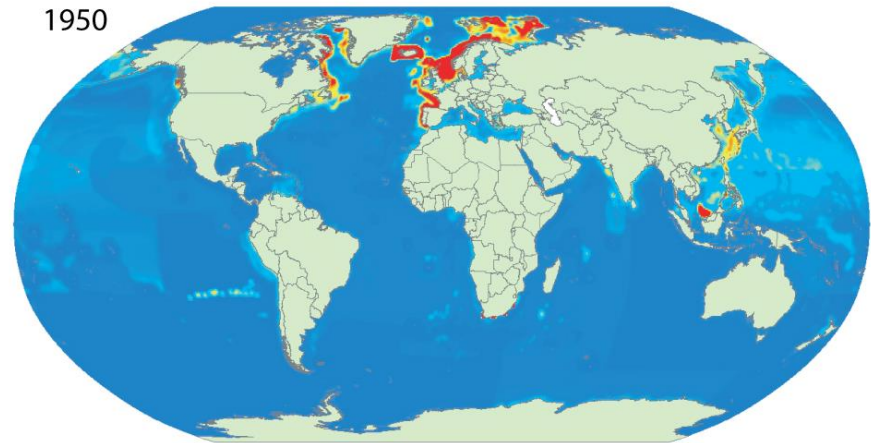


Sea Around Us project



Αλιεία: υπερεκμετάλλευση

Απαιτούμενη πρωτογενής παραγωγή για τη διατήρηση της αλιευτικής παραγωγής

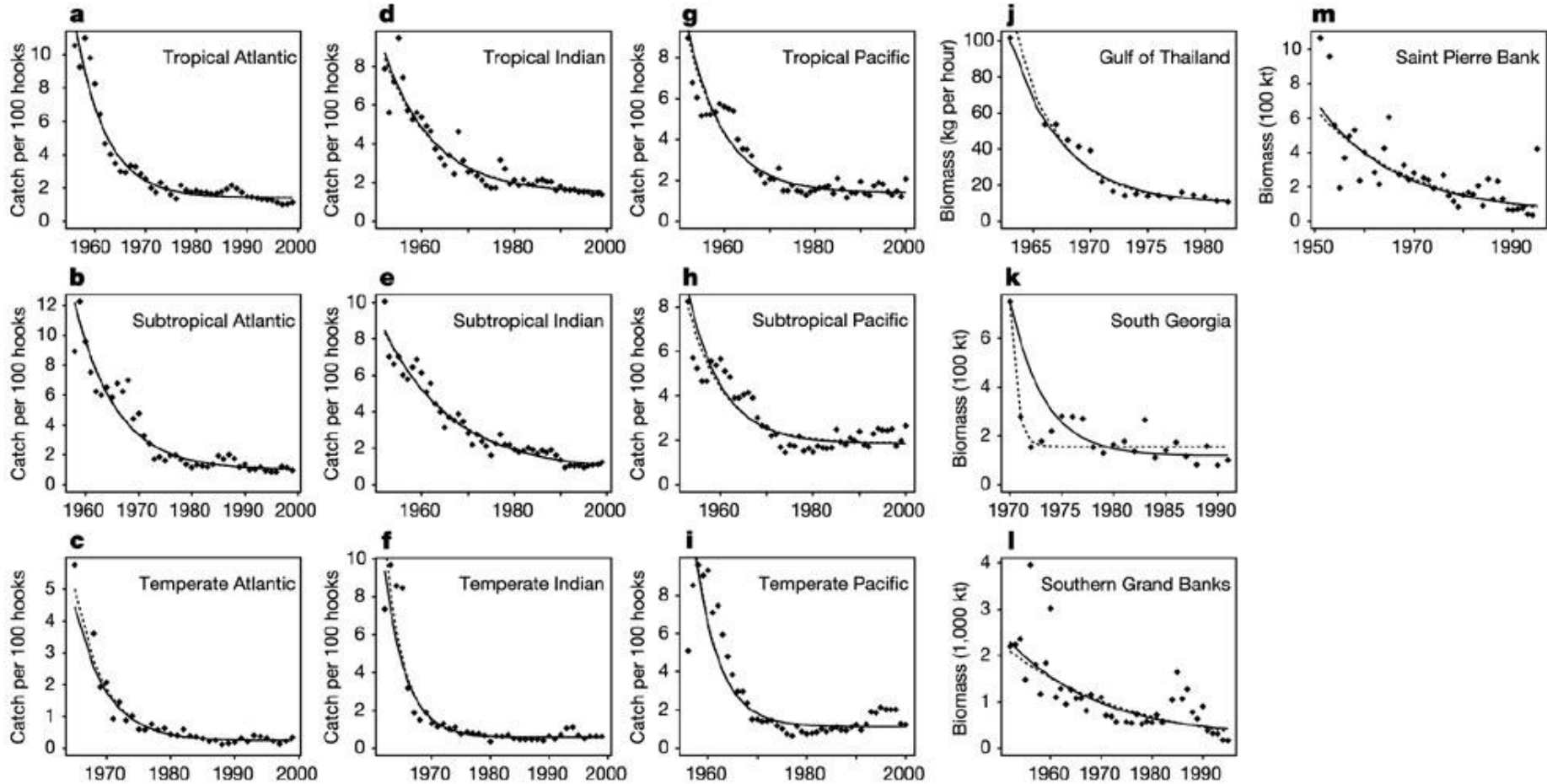


Swartz W, Sala E, Tracey S, Watson R, Pauly D (2010) *The Spatial Expansion and Ecological Footprint of Fisheries (1950 to Present)*. PLoS ONE 5(12): e15143



Αλιεία: υπερεκμετάλλευση

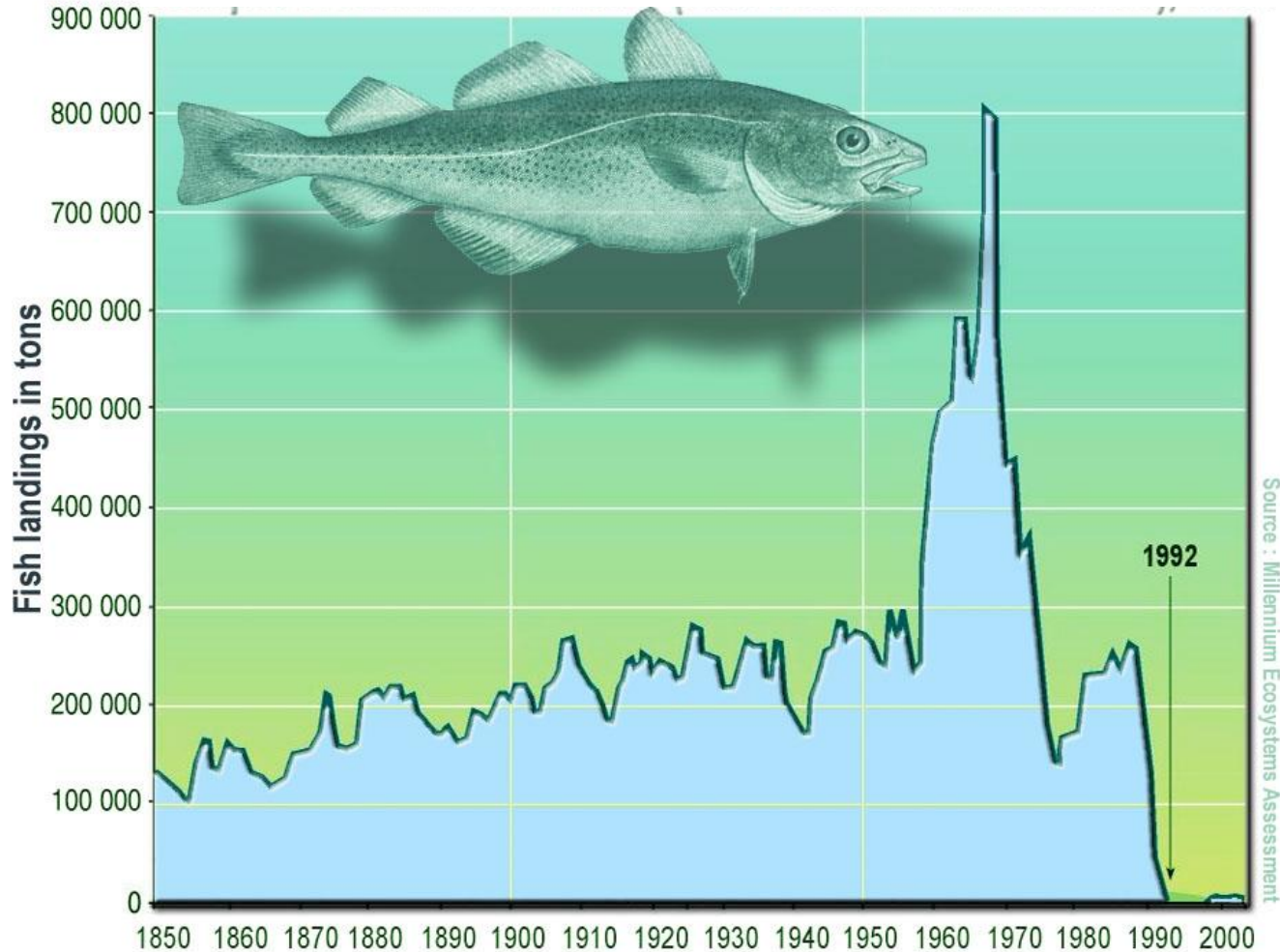
Συλλήψεις ανά μονάδα αλιευτικής προσπάθειας





Αλιεία: υπερεκμετάλλευση

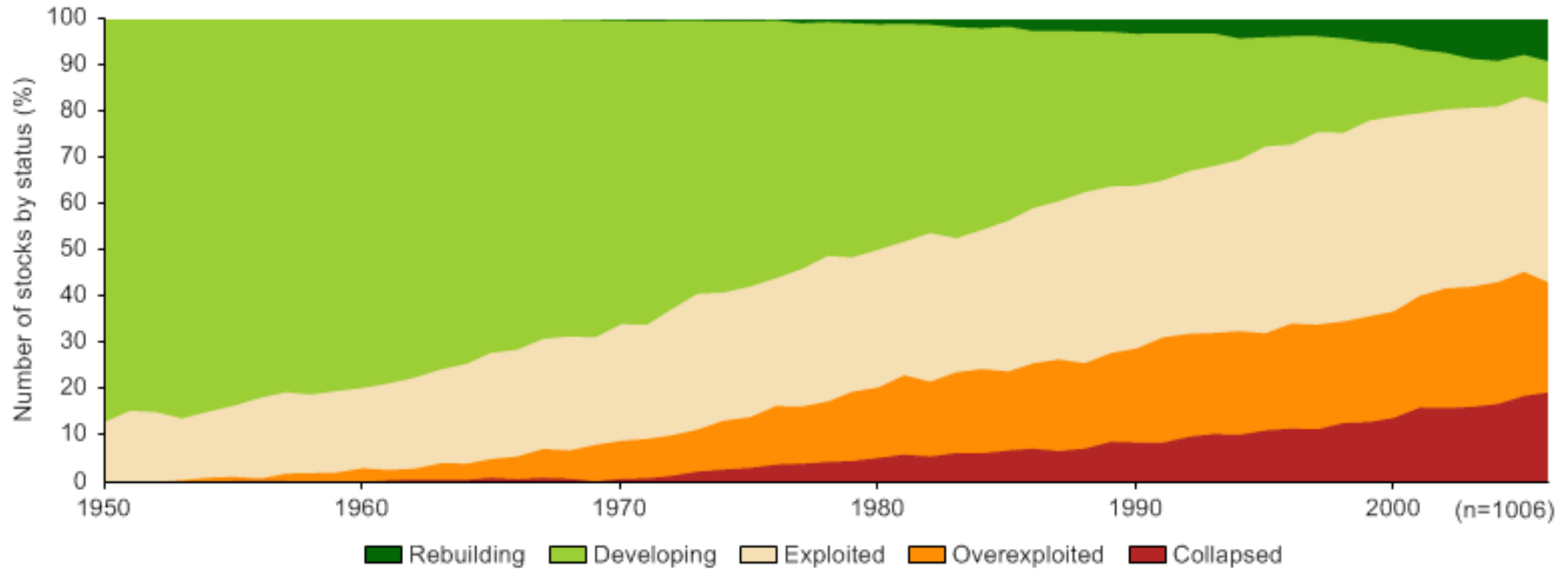
Κατάρρευση του αποθέματος του μπακαλιάρου στο ΒΔ Ατλαντικό





Αλιεία: υπερεκμετάλλευση

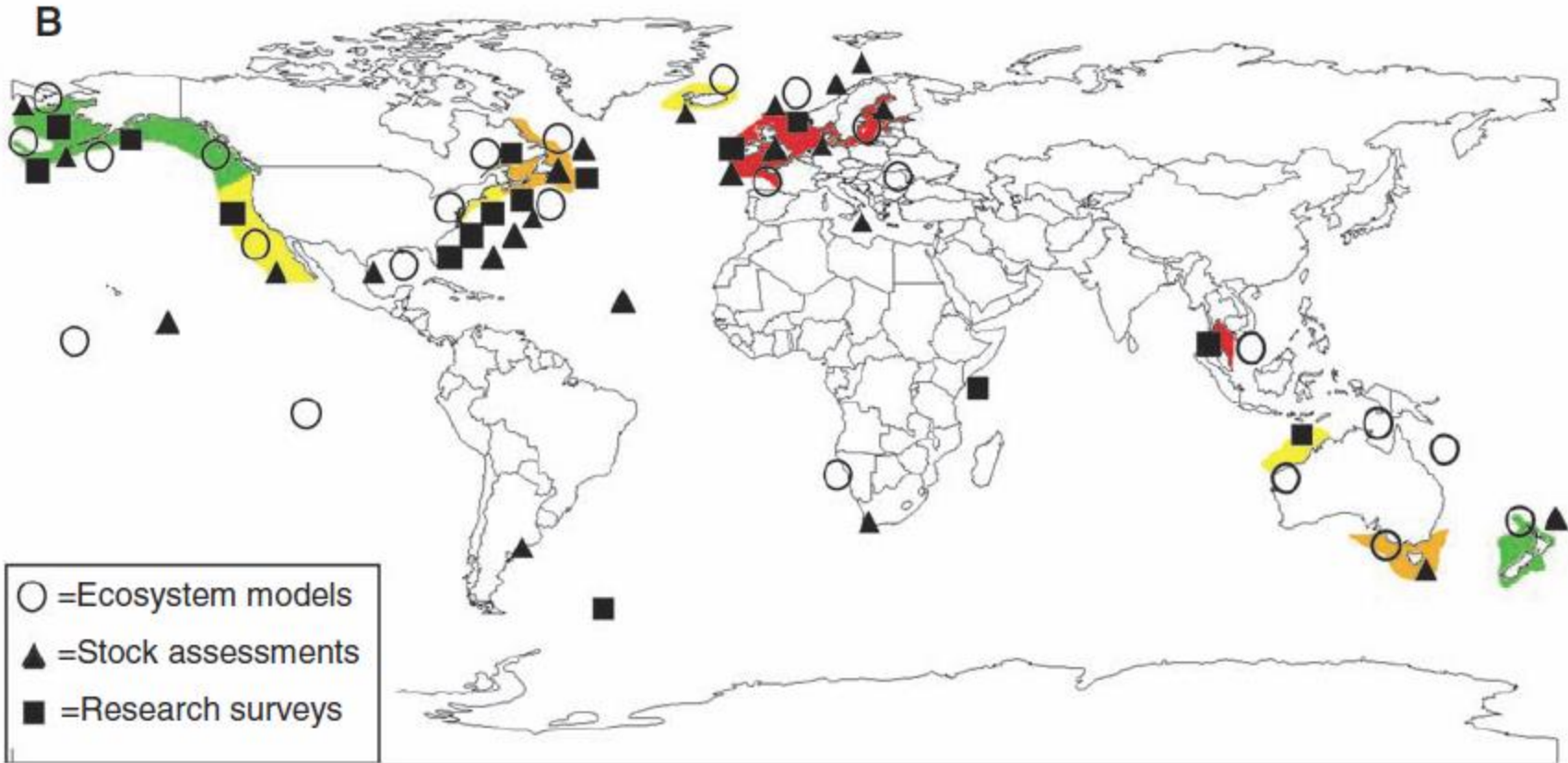
Ποσοστό αποθεμάτων σε σχέση με την κατάστασή τους



Sea Around Us project



Αλιεία: υπερεκμετάλλευση

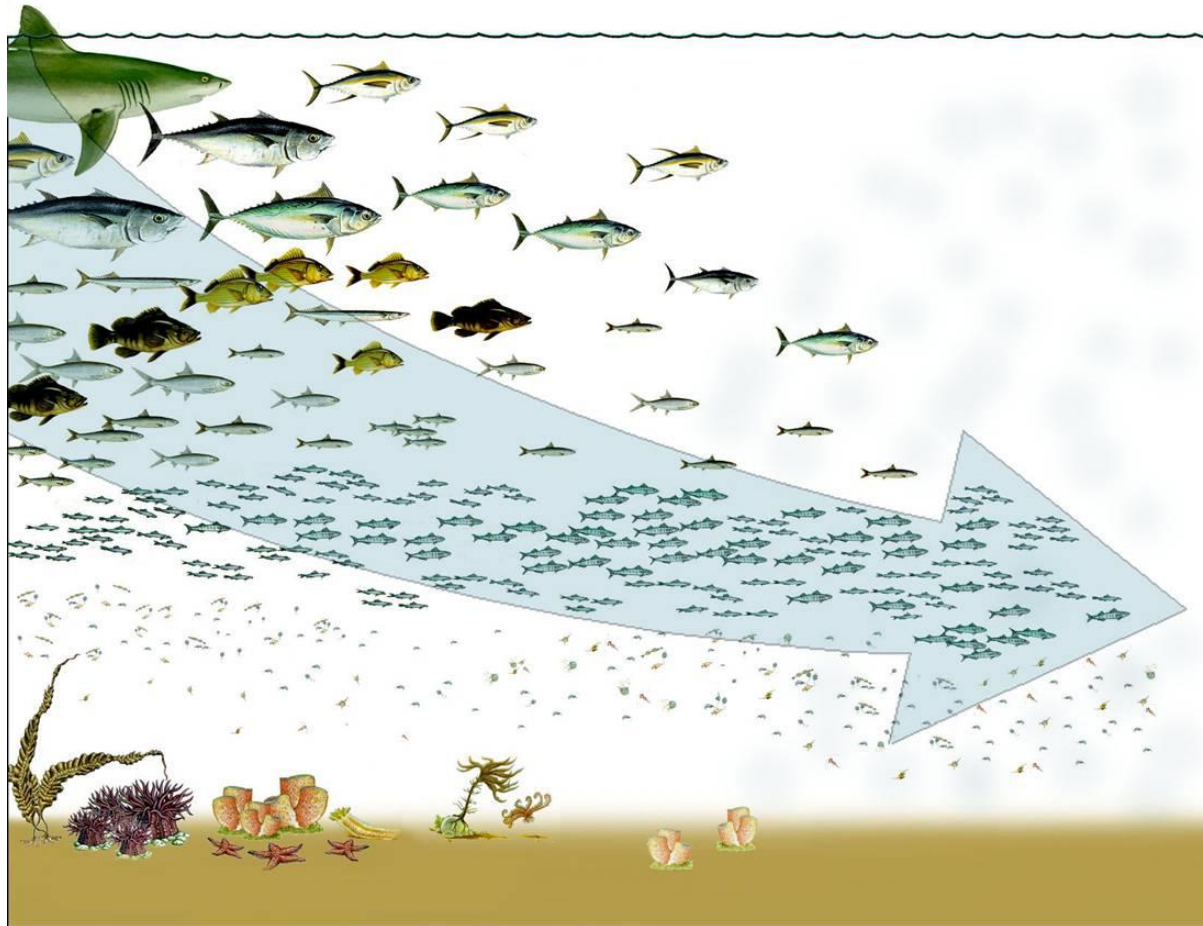


- Αειφορική εκμετάλλευση
- Χαμηλή εκμετάλλευση, ανάκαμψη από υπεραλίευση
- Χαμηλή εκμετάλλευση, δεν υπάρχει ανάκαμψη
- Υπερεκμετάλλευση

Worm B et al. 2009. *Science* 325: 578-585.



Αλιεία: υπερεκμετάλλευση



Τροφικό επίπεδο

5 – ανώτεροι
θηρευτές

4 – σαρκοφάγα
ψάρια

3 – πλαγκτονοφάγα
ψάρια

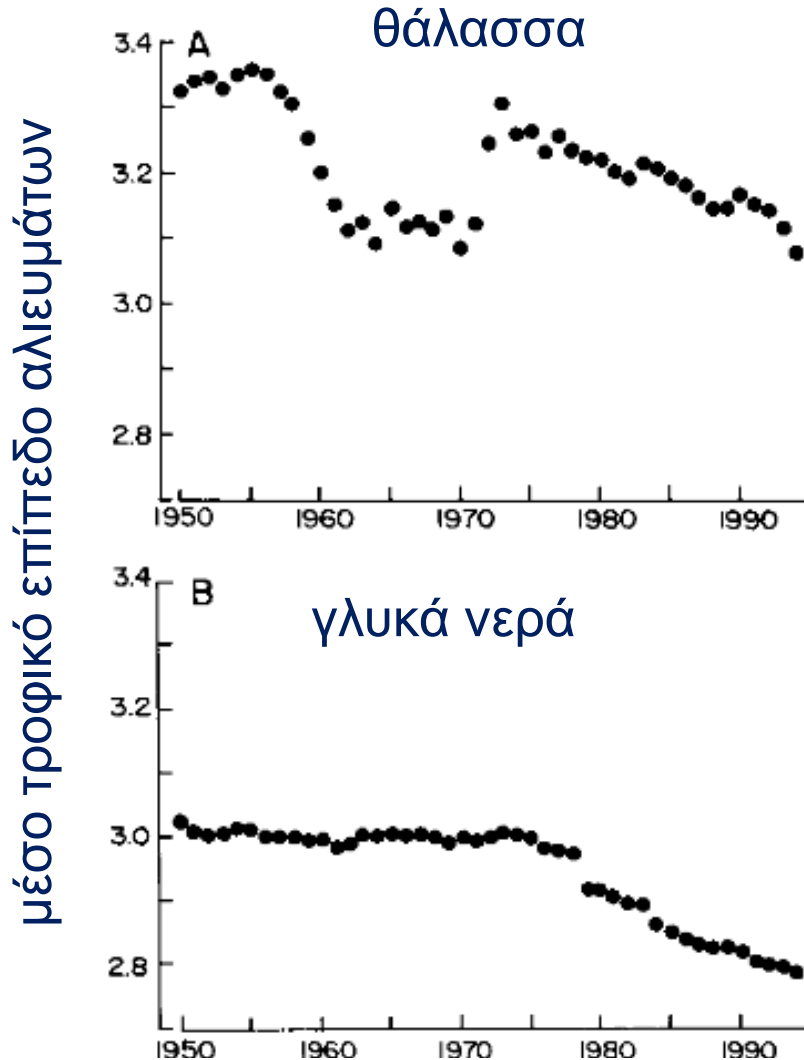
2 - ζωοπλαγκτόν

1 - φυτοπλαγκτόν

Pauly D, Christensen V, Dalsgaard J, Froese R, Torres F, 1998. Fishing down marine food webs. Science 279: 860-863.



Αλιεία: υπερεκμετάλλευση



Τροφικό επίπεδο

5 – ανώτεροι
θηρευτές

4 – σαρκοφάγα
ψάρια

3 – πλαγκτονοφάγα
ψάρια

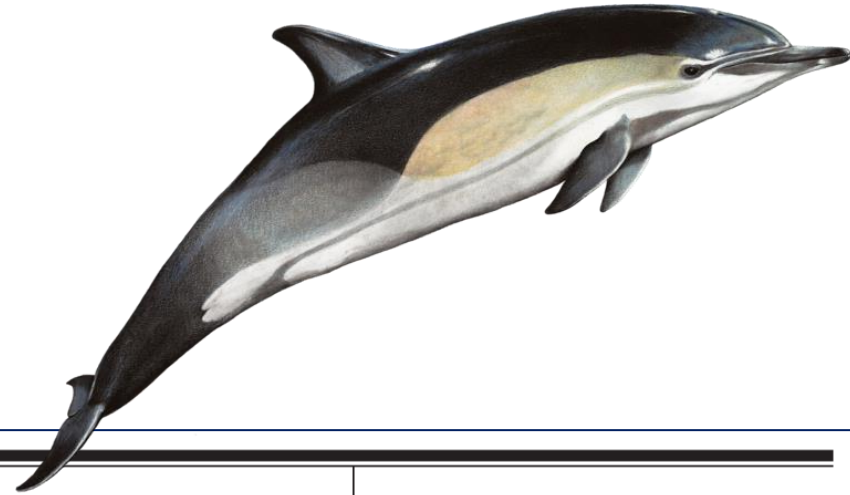
2 - ζωοπλαγκτόν

1 - φυτοπλαγκτόν



Αλιεία: υπερεκμετάλλευση

μείωση διαθέσιμης τροφής για
ανώτερους θηρευτές



Vol. 5: 1–12, 2008
doi: 10.3354/esr00103

ENDANGERED SPECIES RESEARCH
Endang Species Res

Published online July 1, 2008

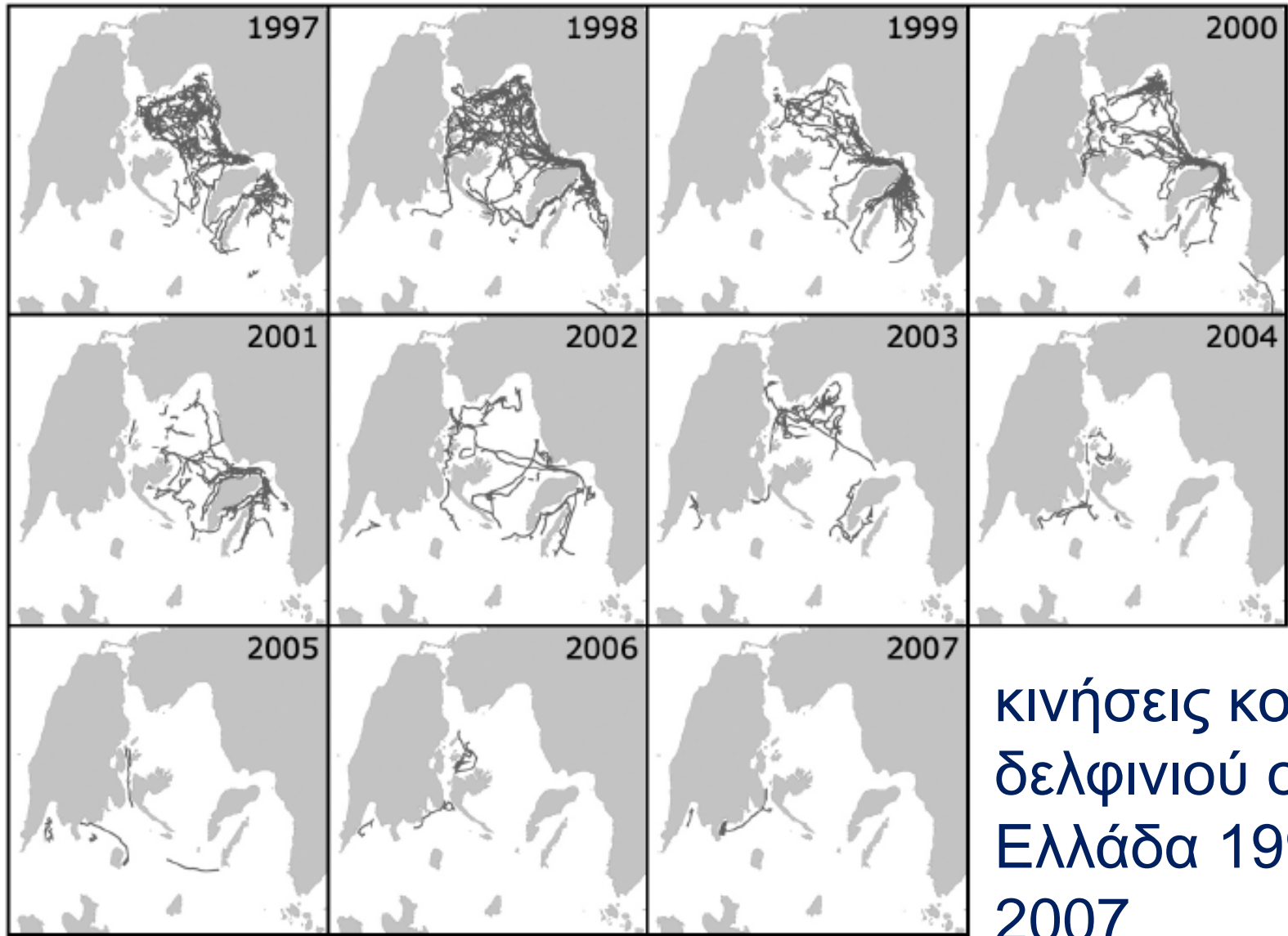


Overfishing and the disappearance of short-beaked common dolphins from western Greece

Giovanni Bearzi^{1,*}, Stefano Agazzi¹, Joan Gonzalvo¹, Marina Costa¹,
Silvia Bonizzoni¹, Elena Politi¹, Chiara Piroddi^{1,2}, Randall R. Reeves³



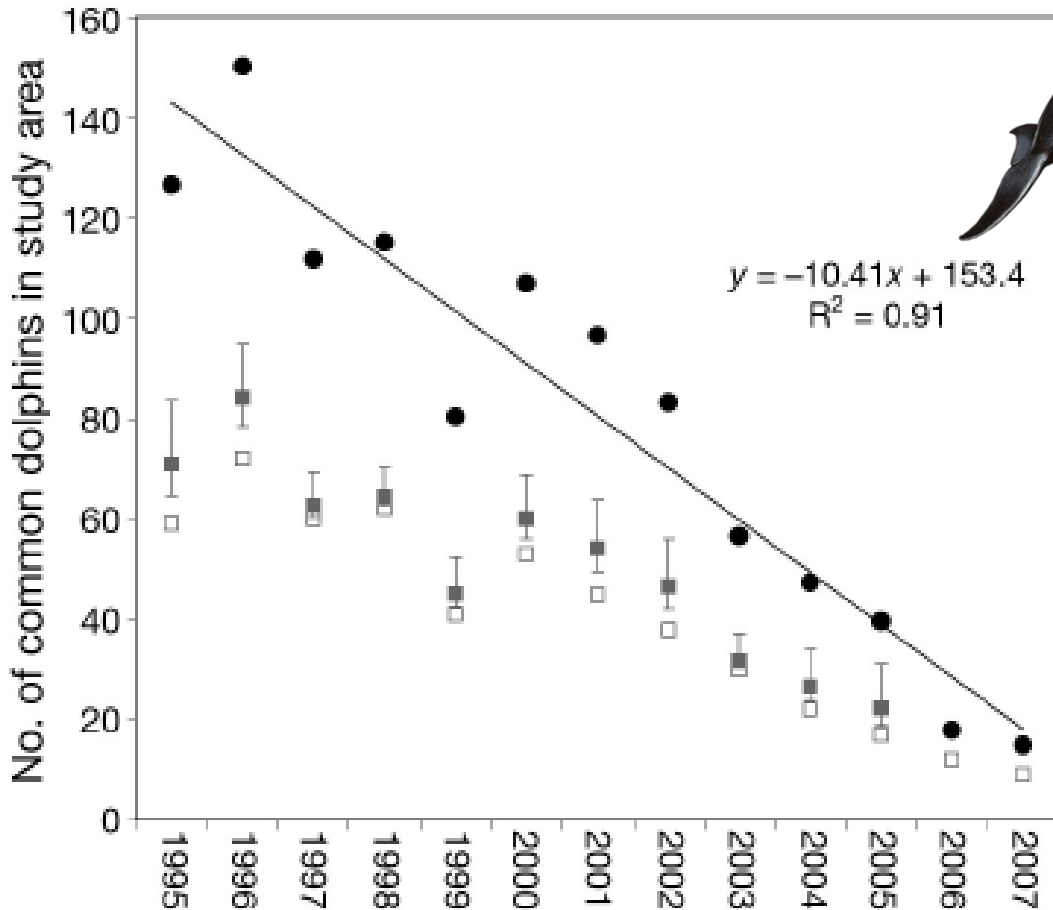
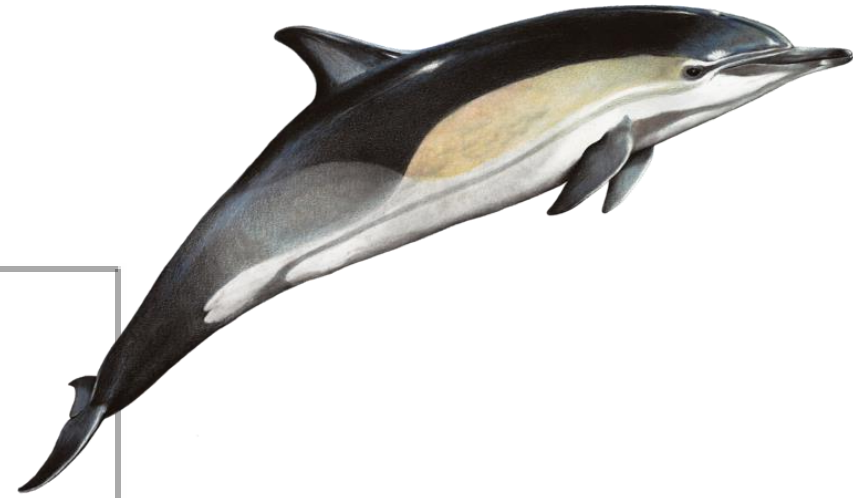
Αλιεία: υπερεκμετάλλευση



κινήσεις κοινού
δελφινιού στη Δ.
Ελλάδα 1997-
2007



Αλιεία: υπερεκμετάλλευση



μείωση πληθυσμού
λόγω υπεραλίευσης



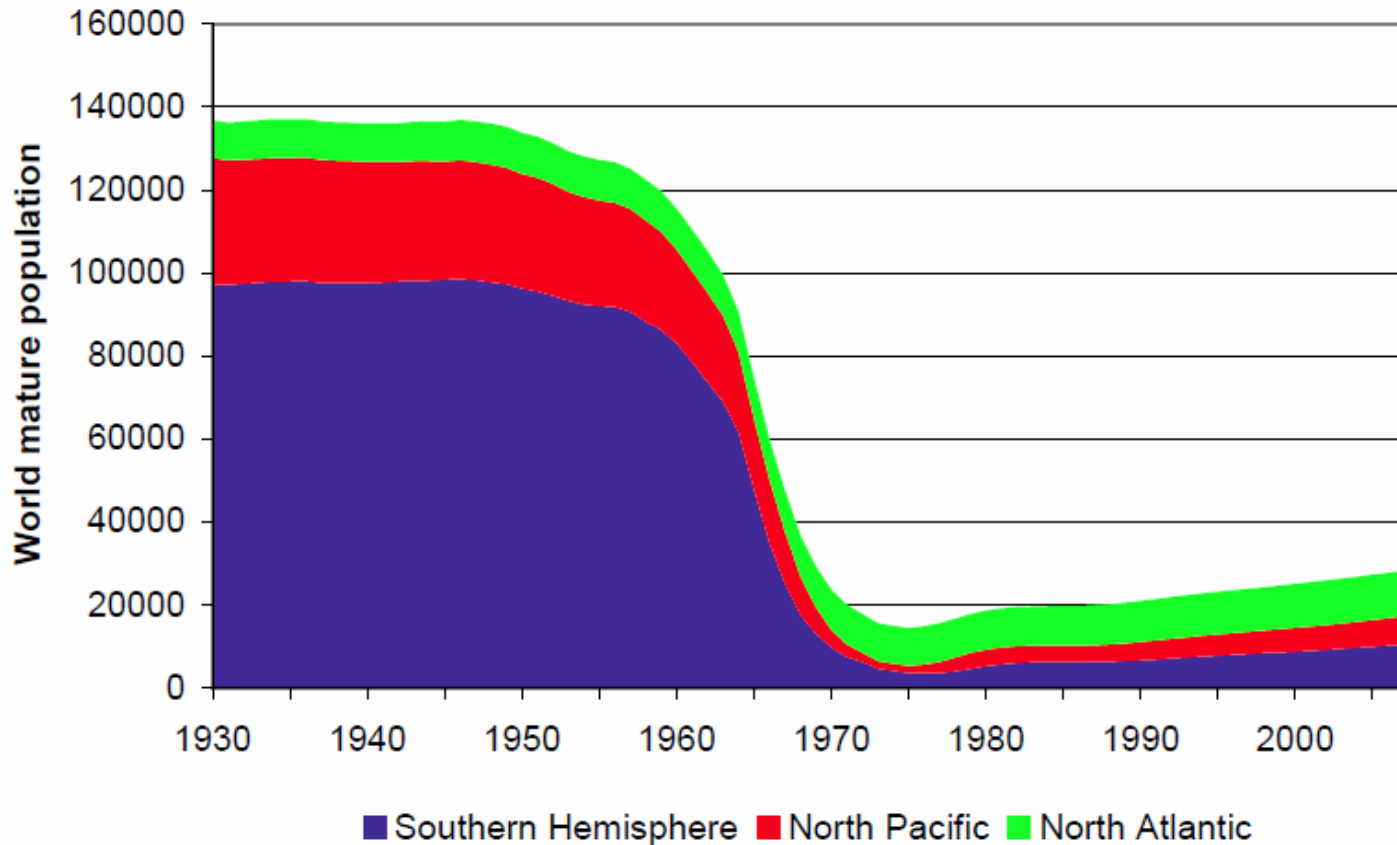
Αλιεία: υπερεκμετάλλευση - Φαλαίνοθηρία

- Μεγάλης κλίμακας από τον 16^ο αιώνα
- <1900: αποδεκατισμός αποθεμάτων Β. Ατλαντικού – Ειρηνικού
- 20^{ος} αιώνας: αποδεκατισμός στην Ανταρκτική
- 1948: ίδρυση επιτροπής φαλαίνοθηρίας
- 1982: μορατόριουμ στην εμπορική φαλαίνοθηρία



Αλιεία: υπερεκμετάλλευση - Φαλινοθηρία

Balaenoptera borealis (sei whale)

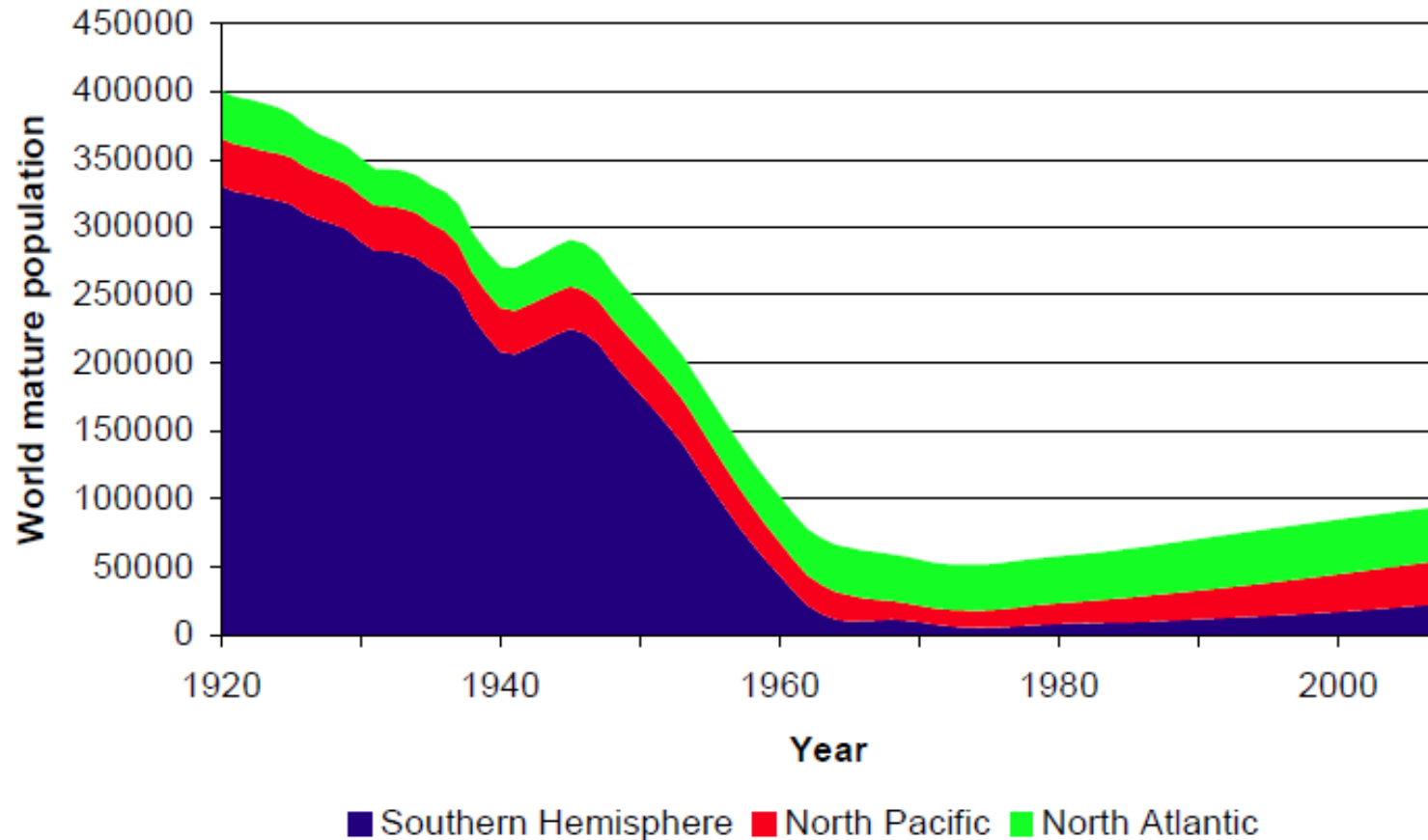


Πηγή: IUCN



Αλιεία: υπερεκμετάλλευση - Φαλινοθηρία

Balaenoptera physalus (fin whale)



Πηγή: IUCN



Αλιεία: υπερεκμετάλλευση

«Η τραγωδία των κοινών»

- η ελεύθερη πρόσβαση σε έναν φυσικό πόρο οδηγεί στην καταστροφή του
- κάθε οντότητα προσπαθεί να μεγιστοποιήσει το δικό της όφελος



Αλιεία: υπερεκμετάλλευση

«Η τραγωδία των κοινών»

- Εντάσεις μεταξύ κρατών (π.χ. πόλεμοι του μπακαλιάρου)
- Ανάγκη κανονισμών
- Θέσπιση Αποκλειστικής Οικονομικής Ζώνης (200 μίλια)
- Διεθνείς Συνθήκες – Διεθνείς Επιτροπές
π.χ. IWC, ICCAT, INPFC



Αλιεία: παραλιεύματα

Παραλιεύματα

- Δεν αποτελούν στόχο ή υπομεγέθη
- Απορίπτονται (συνήθως νεκρά)
- ~1/3 αλιευόμενης ποσότητας
- Σοβαρό πρόβλημα για πτηνά, θηλαστικά, χελώνες



Αλιεία: παραλιεύματα

Θαλάσσιες χελώνες

- Κυρίως σε πελαγικά παραγάδια, δίχτυα, τράτες
- ~200,000 *Caretta caretta* και 50,000 δερματοχελώνες σε έναν χρόνο σε πελαγικά παραγάδια

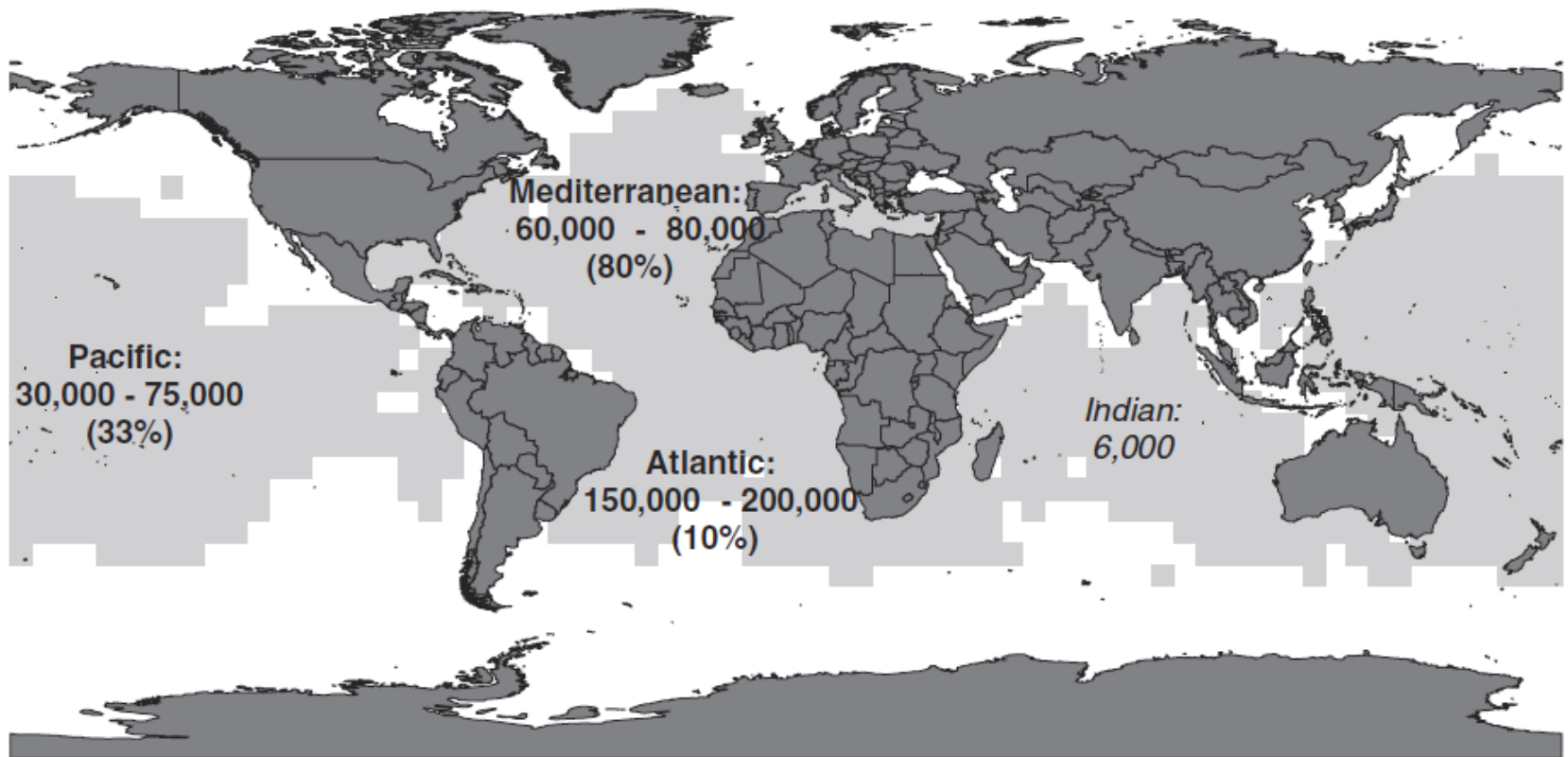
Lewison et al. 2004



Αλιεία: παραλιεύματα

Θαλάσσιες χελώνες: παραλιεύματα *Caretta caretta*

Estimated Loggerhead Bycatch



Lewison et al. 2004. Quantifying the effects of fisheries on threatened species: the impact of pelagic longlines on loggerhead and leatherback sea turtles. *Ecology Letters* 7: 221-231



Αλιεία: παραλιεύματα

Θαλάσσια θηλαστικά

- Κυρίως σε δίχτυα
- Δεκάδες χιλιάδες θηλαστικά κάθε χρόνο



Αλιεία: παραλιεύματα

Θαλάσσια πτηνά

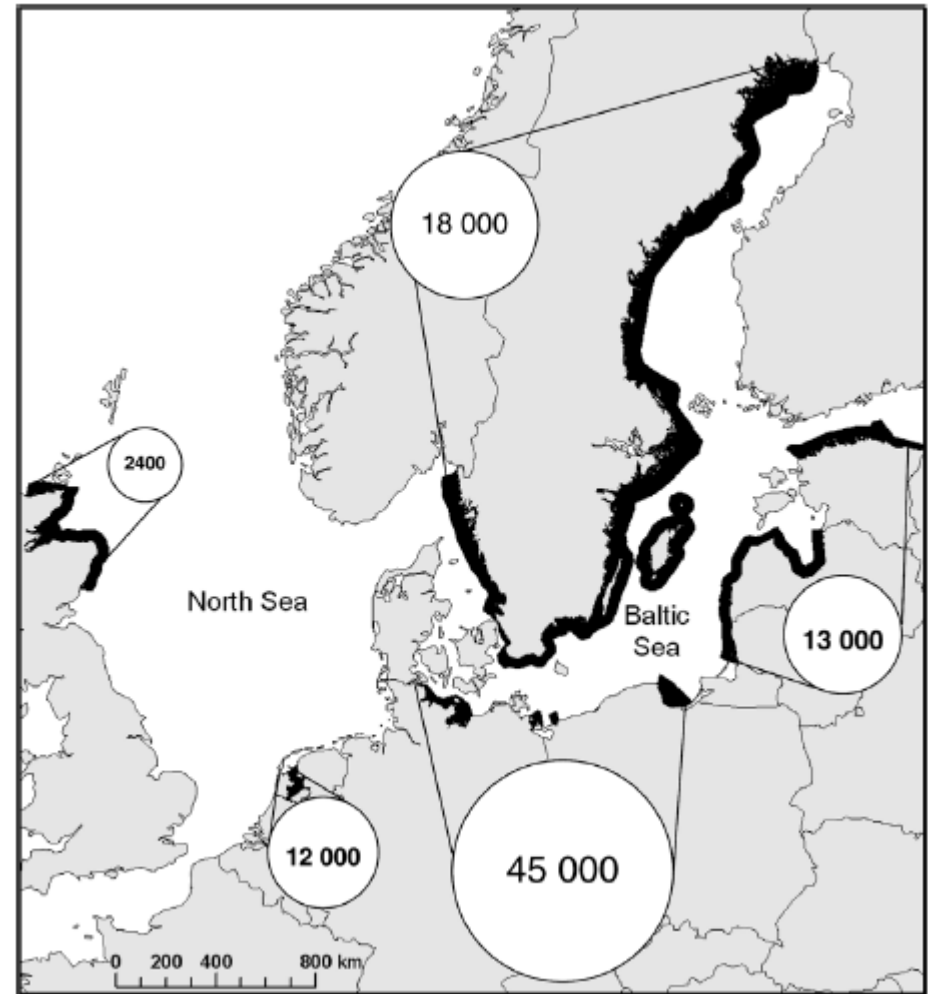
- σε δίχτυα, παραγάδια και τράτες
- εκατομμύρια πουλιά κάθε χρόνο



Αλιεία: παραλιεύματα

Θαλάσσια πτηνά

Στη Βαλτική και Βόρεια
Θάλασσα → 100-200 χιλιάδες
πουλιά θανατώνονται κάθε
χρόνο σε δίκτυα



Żydelis et al. 2009. Bycatch in gillnet fisheries - an overlooked threat to waterbird populations. Biological Conservation 142: 1269-1281



Αλιεία: καταστροφικές μέθοδοι

Τράτα βυθού

- Το πιο καταστρεπτικό αλιευτικό εργαλείο
- Καταστροφή οικοτόπων
- Πολλά παραλιεύματα



Περίγραμμα

- Αλιεία
- Ρύπανση
- Θαλασσοκαλλιέργειες
- Ξενικά είδη
- Κλιματική αλλαγή



Ρύπανση

- Θαλάσσια απορρίμματα (marine litter)
- Πετρελαιοειδή
- Αστικά απόβλητα
- Χημικές ουσίες
- Ραδιενεργά απόβλητα
- Ευτροφισμός
- Θερμική ρύπανση



Πηγές και ροή απορριμμάτων στη θάλασσα

Θαλάσσιες πηγές

- Πλοία

MARPOL Annex V (1988)

- Αλιευτικές δραστηριότητες
- Πλατφόρμες πετρελαίου
- Ιχθυοκαλλιέργειες



Πηγές και ροή απορριμμάτων στη θάλασσα

Χερσαίες πηγές

- Χωματερές
- Ποτάμια
- Αστικά λύματα
- Όμβρια ύδατα
- Βιομηχανία
- Τουρισμός



Πηγές και ροή απορριμμάτων στη θάλασσα

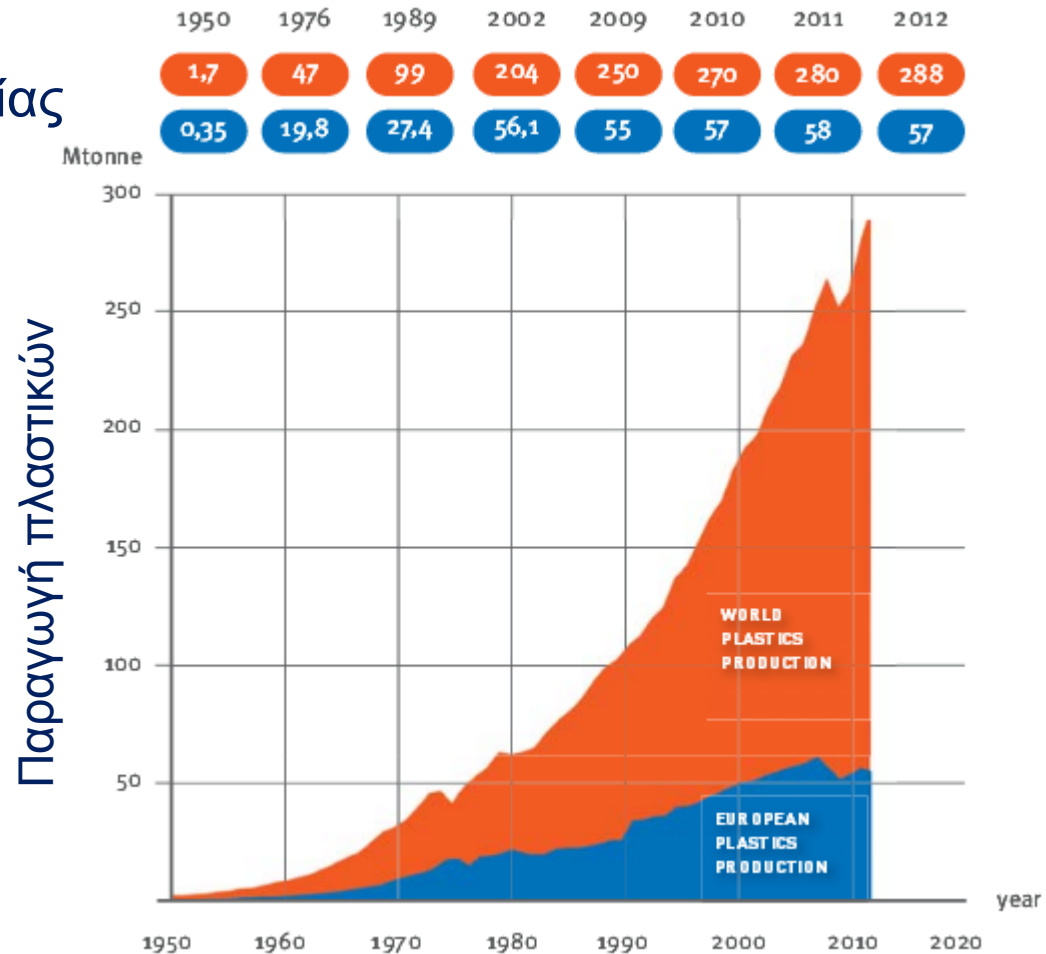
Χερσαίες πηγές

- Χωματερές
- Ποτάμια
- Αστικά λύματα
- Όμβρια ύδατα
- Βιομηχανία
- Τουρισμός



Σύνθεση θαλάσσιων απορριμμάτων

- Κυριαρχία πλαστικών
- PP, PE, PVC – είδη συσκευασίας

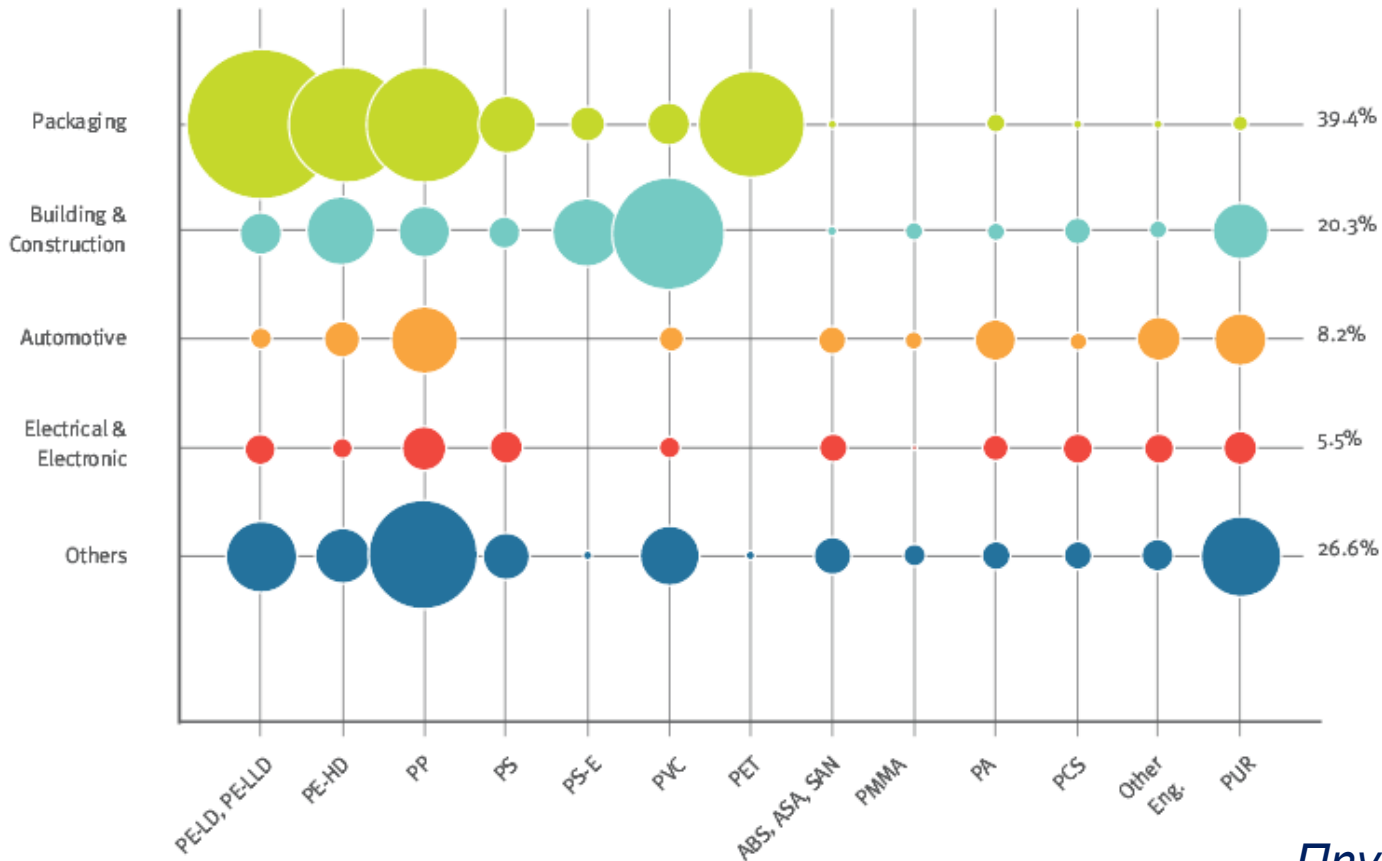


Πηγή: *PlasticsEurope*



Σύνθεση θαλάσσιων απορριμμάτων

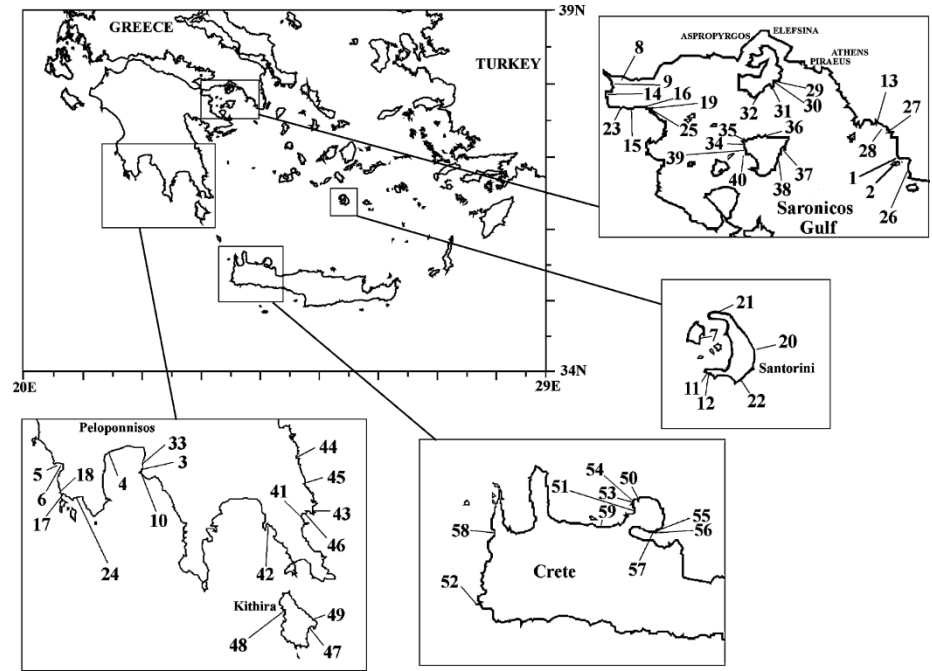
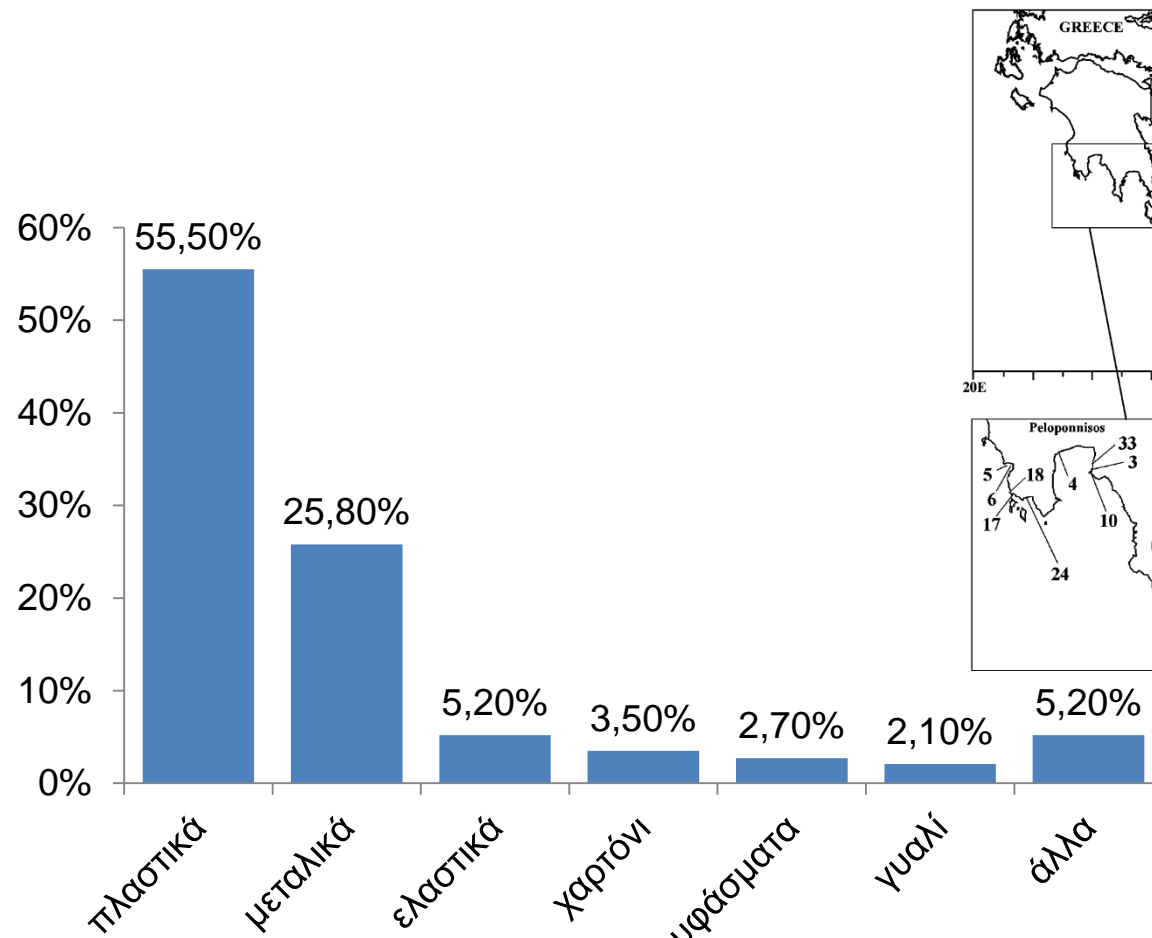
- Κυριαρχία πλαστικών
- PP, PE, PVC – είδη συσκευασίας



Πηγή: *PlasticsEurope*



Σύνθεση θαλάσσιων απορριμμάτων



Σύνθεση απορριμμάτων στον θαλάσσιο πυθμένα (Νότια Ελλάδα, 2003)



Κατανομή και συγκεντρώσεις

Αυξημένες συγκεντρώσεις:

- Κοντά σε μεγάλα αστικά κέντρα
- Σε παράκτιες περιοχές
- Σε υποθαλάσσια φαράγγια
- Σε κλειστούς κόλπους
- Όπου υπάρχει έντονη αλιευτική δραστηριότητα
- Σε τουριστικές περιοχές



Επιπτώσεις θαλάσσιων απορριμμάτων: Μπλέξιμο

- Θανάτωση λόγω πνιγμού, στραγγαλισμού ή ασφυξίας
- Περιορισμοί στην κινητικότητα, ικανότητα εύρεσης τροφής
- Πληγές και μολύνσεις
- Αλλαγές συμπεριφοράς
- Ghost-fishing



Επιπτώσεις θαλάσσιων απορριμμάτων: Μπλέξιμο

Πτερυγιόποδα

- Αναφορές για τουλάχιστον 20 είδη (61% των ειδών παγκοσμίως) (Katsanevakis 2008)
- Τμήματα από δίχτυα, πετονιές, πλαστικές ταινίες, πλαστικά δαχτυλίδια, σχοινιά
- Σημαντικός παράγοντας θνησιμότητας
- Αιτία μείωσης πληθυσμού σε τουλάχιστον 2 είδη (*Monachus shauinslandi*, *Callorhinus ursinus*)



Επιπτώσεις θαλάσσιων απορριμμάτων: Μπλέξιμο

Πτερυγιόποδα

- Ghost-fishing



Επιπτώσεις θαλάσσιων απορριμμάτων: Μπλέξιμο

Κητώδη

- Αναφορές για τουλάχιστον 14 είδη
- Κυρίως σε εγκαταλελειμμένα αλιευτικά εργαλεία



Επιπτώσεις θαλάσσιων απορριμμάτων: Μπλέξιμο

Θαλάσσιες χελώνες

- Αναφορές για όλα τα είδη θαλάσσιας χελώνας
- Σημαντικός παράγοντας θνησιμότητας
- Κυρίως σε αλιευτικά εργαλεία



Επιπτώσεις θαλάσσιων απορριμμάτων: Μπλέξιμο

Θαλάσσιες πτηνά

- Αναφορές για 56 είδη (16% των ειδών παγκοσμίως)
- Κυρίως κινδυνεύουν είδη που καταδύονται



Επιπτώσεις θαλάσσιων απορριμμάτων: Μπλέξιμο

Θαλάσιες πτηνά

- Ghost-fishing
- Σε εγκαταλελειμμένο παρασυρόμενο δίχτυ οι Degange and Newby (1980) βρήκαν 99 νεκρά πουλιά τουλάχιστον 5 ειδών



Επιπτώσεις θαλάσσιων απορριμμάτων: Μπλέξιμο

Ψάρια & καρκινοειδή (ghost fishing)



Επιπτώσεις θαλάσσιων απορριμμάτων: κατάποση

Κατάποση απορριμμάτων

- εσφαλμένη αναγνώριση
- κατά λάθος κατά τη φυσιολογική συμπεριφορά

Συνέπειες κατάποσης

- μπλοκάρισμα του πεπτικού αγωγού
- εσωτερικά τραύματα
- μειωμένο ερέθισμα σίτισης
- μειωμένοι ρυθμοί αύξησης
- αδυναμία αναπαραγωγής
- απορρόφηση τοξινών



Επιπτώσεις θαλάσσιων απορριμμάτων: κατάποση

Κητώδη

- έχει καταγραφεί σε τουλάχιστον 32 είδη (43% των ειδών παγκοσμίως) (Katsanevakis 2008)
- δεδομένα από εκβρασμούς – όχι αντιπροσωπευτικά
- μυστακοκήτη → πιο επιρρεπή, 2 οδοντοκήτη → *Physeter macrocephalus*, *Berardius berdii*



Επιπτώσεις θαλάσσιων απορριμμάτων: κατάποση

Θαλάσσιες χελώνες

- επιρρεπή και τα 7 είδη θαλάσσιων χελωνών
- κυρίως πλαστικές σακούλες



Επιπτώσεις θαλάσσιων απορριμμάτων: κατάποση

Θαλάσσιες χελώνες

- Κατηγορίες απορριμμάτων που έχουν βρεθεί στο πεπτικό σύστημα των χελωνών:

Πλαστικές σακούλες, σκληρά τεμάχια πλαστικού, πετονιές, σχοινιά, φελιζόλ, ελαστικά, αγκίστρια, αλουμινένια κουτιά, χαρτόνι, τμήματα διχτυών, ρούχα, πλαστικά σφαιρίδια, ελατήρια, ξύλινα τεμάχια, αποσιγάρα, σελοφάν, μπουκάλια, ταινίες βινυλίου, μπαλόνια, πώματα μπουκαλιών κλπ

- Στο στομάχι δερματοχελώνας που εκβράστηκε το 1996 στο Σαρωνικό βρέθηκε πλαστικό φύλλο διαστάσεων 9.8 m²



Επιπτώσεις θαλάσσιων απορριμμάτων: κατάποση

Θαλάσσια πουλιά

- Καταπίνουν μεγάλες ποσότητες πλαστικών
- Επιρρεπή κυρίως τα πλαγκτονοφάγα – λιγότερο τα ιχθυοφάγα
- >111 είδη (36% των ειδών παγκοσμίως) (Laist 1997)
- Πιο συχνά στα Procellariiformes
- Θνησιμότητα – υποθανάτιες συνέπειες
- Πλαστικά → από τα ενήλικα στους νεοσσούς



Επιπτώσεις θαλάσσιων απορριμμάτων: κατάποση

Θαλάσσια πουλιά

Πρόγραμμα παρακολούθησης πλαστικών
στα στομάχια του *Fulmarus glacialis*, στη
Βόρεια Θάλασσα



Επιπτώσεις θαλάσσιων απορριμμάτων: κατάποση

Θαλάσσια πουλιά

Πρόγραμμα παρακολούθησης πλαστικών
στα στομάχια του *Fulmarus glacialis*, στη
Βόρεια Θάλασσα



Επιπτώσεις θαλάσσιων απορριμμάτων: κατάποση

Ψάρια

Ο Carson (2013) μελέτησε

5518 πλαστικά επιπλέοντα

τεμάχια ανοιχτά της Χαβάης.

Το 15.8% είχαν σημάδια

επίθεσης από ψάρια



Επιπτώσεις θαλάσσιων απορριμμάτων: κατάποση

Ψάρια

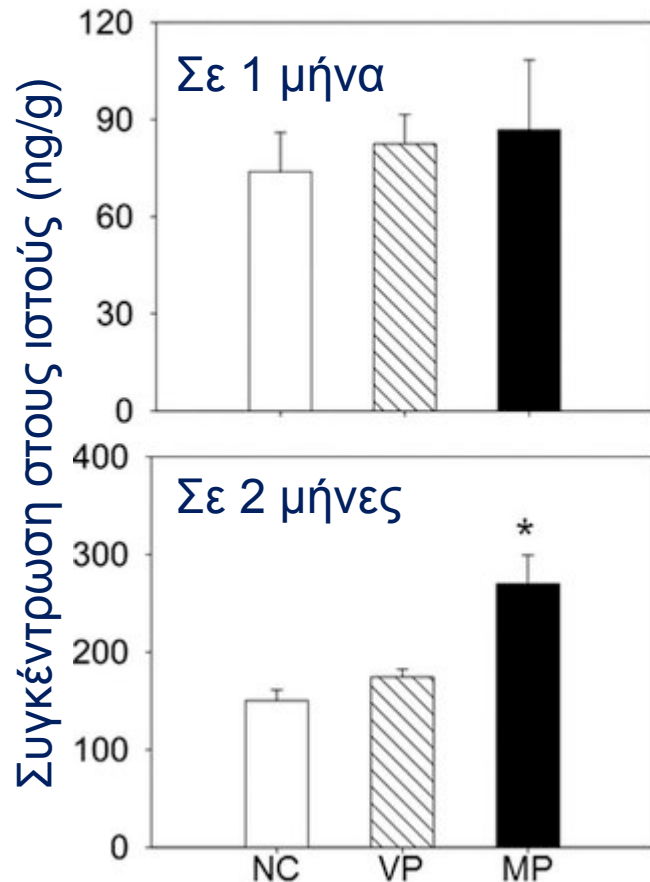
- 595 άτομα από 10 είδη
- Απορρίμματα στα στομαχικά περιεχόμενα 7 ειδών
- 19% των ατόμων (0-58%)



Επιπτώσεις θαλάσσιων απορριμμάτων: κατάποση

Ψάρια

Σ PBDEs



- Ψάρια που τρέφονται με πολυαιθυλένιο βιοσυσσωρεύουν χημικούς ρυπαντές
- Διαπιστώθηκε ηπατική τοξικότητα και παθολογία

PBDE: polybrominated diphenyls

NC: Control

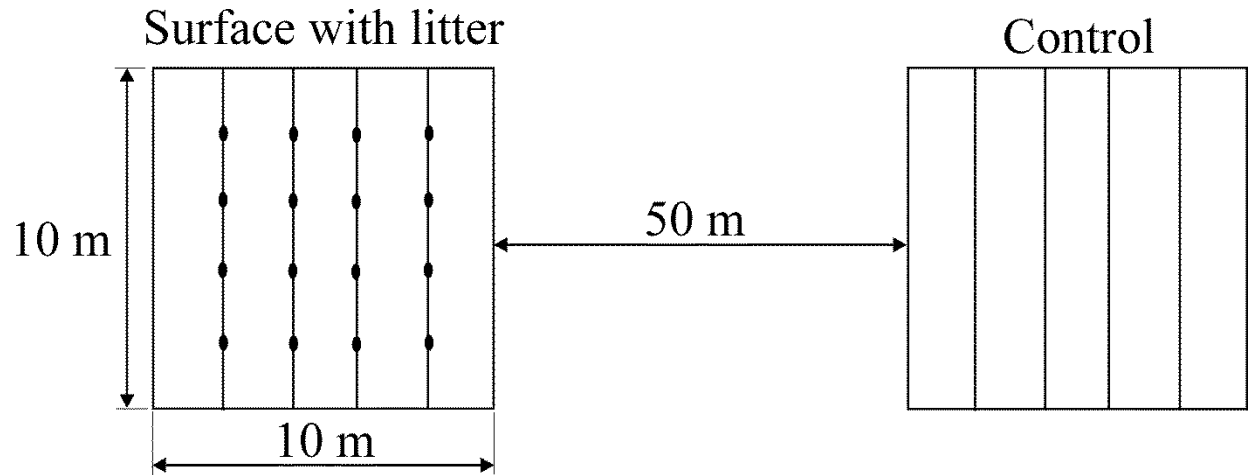
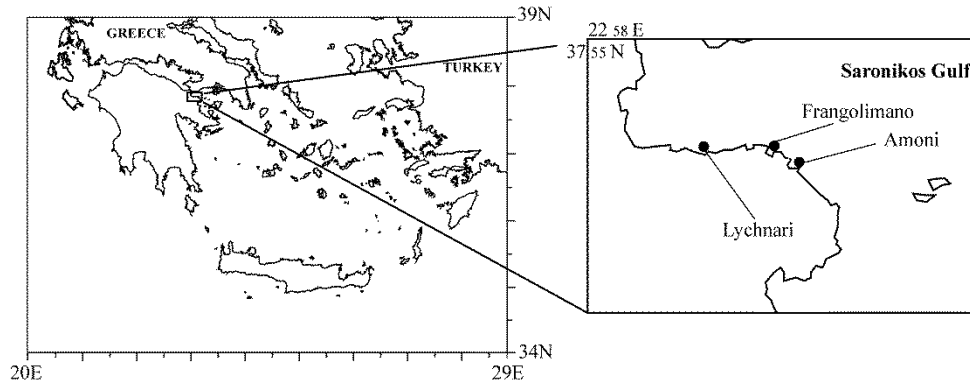
VP: Virgin polyethylene

MP: Marine polyethylene

10% πλαστικά στην τροφή

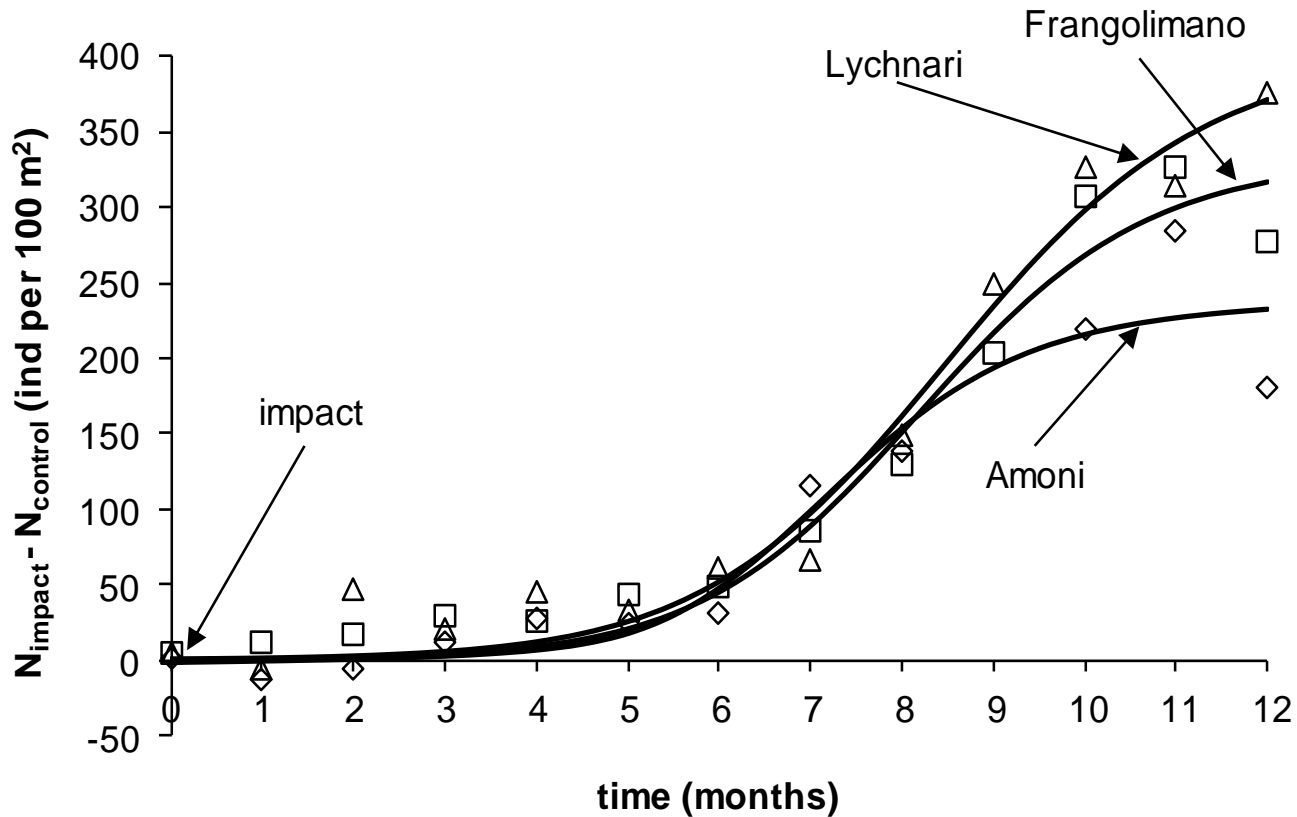


Επιπτώσεις θαλάσσιων απορριμμάτων: μεταβολή δομής βενθικών βιοκοινωνιών





Επιπτώσεις θαλάσσιων απορριμμάτων: μεταβολή δομής βενθικών βιοκοινωνιών

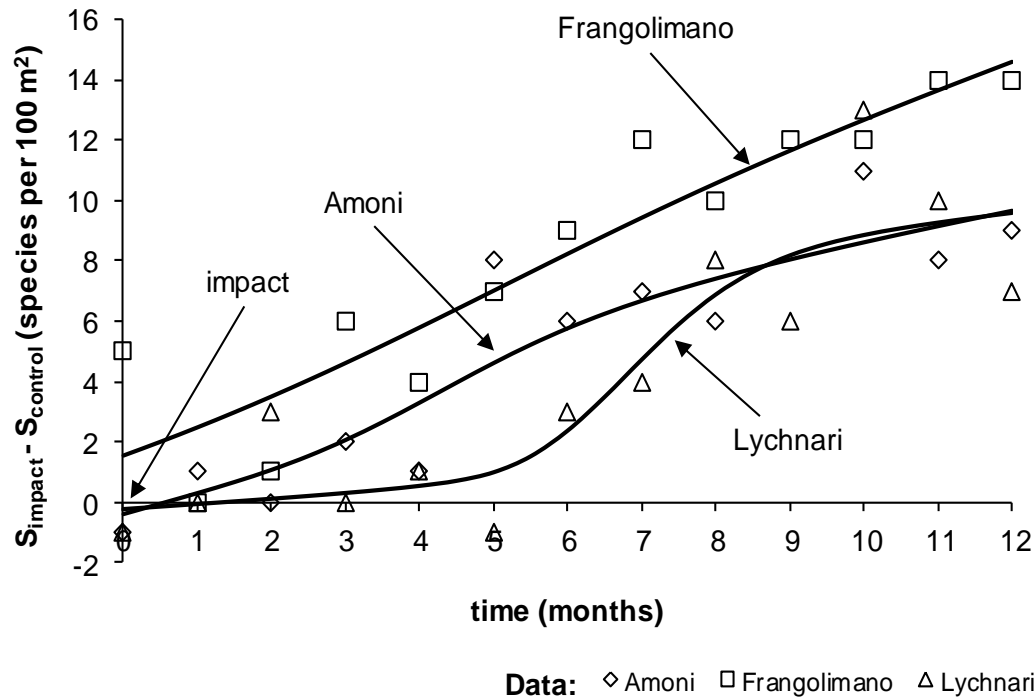


N: αριθμός ατόμων

Data: \diamond Amoni \square Frangolimano \triangle Lychnari



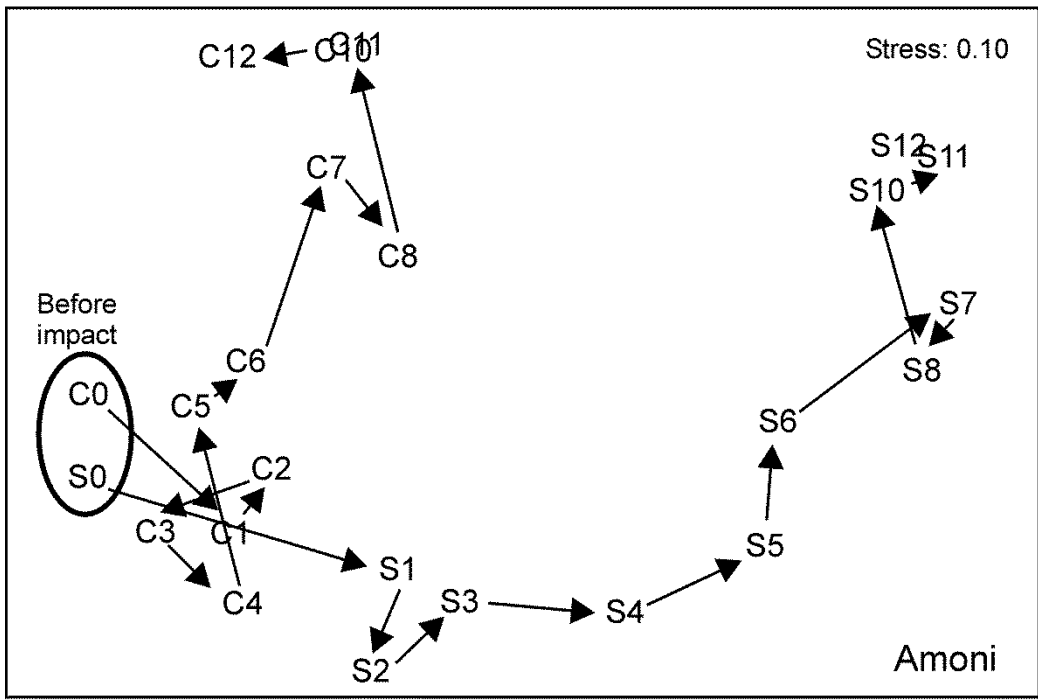
Επιπτώσεις θαλάσσιων απορριμμάτων: μεταβολή δομής βενθικών βιοκοινωνιών



S: αριθμός ειδών



Επιπτώσεις θαλάσσιων απορριμμάτων: μεταβολή δομής βενθικών βιοκοινωνιών



S_t : περιοχή με σκουπίδια το χρόνο t
 C_t : Control το χρόνο t

MDS διάγραμμα της διαδοχής των μεγαβενθικών βιοκοινωνιών



Επιπτώσεις θαλάσσιων απορριμμάτων: καταστροφές σε κοραλλιογενείς υφάλους και κοραλλιογενείς σχηματισμούς

- Κυρίως από εγκαταλελειμμένα αλιευτικά εργαλεία
- Σπάσιμο κοραλλιών
- Απόξεση ζωντανού ιστού



Επιπτώσεις θαλάσσιων απορριμμάτων: διευκόλυνση βιολογικών εισβολών

- επιπλέοντα πλαστικά: υπόστρωμα για εγκατάσταση και μεταφορά ειδών
- βακτήρια, δειλίθια, βρυόζωα, θυσσανόποδα, υδρόζωα, μικροφύκη, μακροφύκη, σπόγγοι, ασκίδια κλπ



Επιπτώσεις θαλάσσιων απορριμμάτων: διευκόλυνση βιολογικών εισβολών

Ιαπωνικό τσουνάμι του 2011 → τόνοι από απορρίμματα στη θάλασσα →
νησιά Ειρηνικού και Δ. ακτές ΗΠΑ
2 προβλήτες κατέληξαν στις ακτές των ΗΠΑ (Όρεγκον και Ουάσιγκτον)



Επιπτώσεις θαλάσσιων απορριμμάτων: διευκόλυνση βιολογικών εισβολών

Ιαπωνικό τσουνάμι του 2011 → τόνοι από απορρίμματα στη θάλασσα →
νησιά Ειρηνικού και Δ. ακτές ΗΠΑ
Πολλές βάρκες βρέθηκαν στις ακτές των ΗΠΑ



Πετρελαιοειδή

Δημιουργία πετρελαιοκηλίδων

- Ατυχήματα σε πετρελαιοφόρα
- Ατυχήματα σε πλατφόρμες γεώτρησης
- Δολιοφθορές (π.χ. πόλεμος του Κόλπου)
- Απόβλητα πλοίων
- Φυσικές διαρροές



Πετρελαιοειδή

Επιπτώσεις πετρελαιοκηλίδων

- Παράκτια οικοσυστήματα
- Ανοιχτή θάλασσα

Πτηνά

Θηλαστικά



Πετρελαιοειδή

Ατύχημα Exxon Valdez στην Αλάσκα

- 24 Μαρτίου 1989
- 260,000 βαρέλια πετρελαίου
- Πετρελαιοκηλίδα 30,000 km²
- 2100 km ακτογραμμής



Πετρελαιοειδή

Ατύχημα Exxon Valdez στην Αλάσκα

Θανατώθηκαν:

- 580,000 πουλιά
- 5,500 ενυδρίδες
- 200 φώκιες
- 22 όρκες



Πετρελαιοειδή

Ατύχημα Exxon Valdez στην Αλάσκα

25 χρόνια μετά

- Ανέκαμψαν μόνο 13 από τους 32 πληθυσμούς, οικοτόπους που είχαν υποστεί ζημιά
- Κατάρρευση του πληθυσμού της ρέγγας



Πετρελαιοειδή

Ατύχημα στον κόλπο του Μεξικού (2011)

- μεγαλύτερο πετρελαϊκό ατύχημα
- εκροή πετρελαίου για 87 ημέρες
- ~4.9 εκατομ. βαρέλια
- ~1.8 εκατομ. γαλόνια COREXIT
- ~180,000 km²



Αστικά απόβλητα

- κατεργασμένα ή όχι
- μεγάλος όγκος μικρών σωματιδίων και θρεπτικών
- μικροί όγκοι και σωλήνες διάχυσης → μικρή επίδραση
- μεγάλοι όγκοι – ημίκλειστοι κόλποι → καταστροφικές επιπτώσεις



Χημικές ουσίες

- μεταφορά μέσω της τροφικής αλυσίδας
- βιολογική μεγέθυνση
- ασθένεια της Minimata (1,784 νεκροί)
- DDT – επιπτώσεις σε πτηνά



Ραδιενεργά απόβλητα

- πυρηνικές δοκιμές
- απορρίψεις αποβλήτων (π.χ. Sellafield)
- πυρηνικά ατυχήματα (π.χ. αποτυχία εκτόξευσης πυρηνικής γεννήτριας το 1964)



Θερμική ρύπανση

- όχι καλά μελετημένη
- περιορισμένες συνέπειες

Ευτροφισμός

- περίσσεια θρεπτικών
- κυρίως λόγω έκπλυσης λιπασμάτων
- ερυθρές παλίρροιες
- νεκρές ζώνες