

# Αλιευτικά Νέα

**FISHING NEWS**

Μηνιαία Επιθεώρηση Αλιευτικού  
& Ιχθυοτροφικού Πλούτου

ΤΕΥΧΟΣ 359  
ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ 2011

ΠΑΡΗΡΩΜΕΝΟ  
ΤΕΛΟΣ  
Τακ. Γραφείο  
Κ. Πειραιά  
Αριθμός Άδειας  
515



Βασ. Γεωργίου Β' 5, 185 34 Πειραιάς, Τηλ: 210 41 24 504

EN 343



Πιστοποιημένα αδιάβροχα  
Ευρωπαϊκών προδιαγραφών

# DISPAN

Νέες ποιότητες-Ασύγκριτες τιμές



Κατασκευάζονται με υπερηφάνεια στην Ελλάδα



# Bayesian προσέγγιση στην αλιευτική διαχείριση: πώς τα μαθηματικά μας βοηθούν να αποκτήσουμε γνώσεις από άλλα ιχθυαποθέματα

Κωνσταντίνος Ι. Στεργίου, Παρασκευή Κ. Καραχλέ, Χαράλαμπος Αποστολίδης  
Εργαστήριο Ιχθυολογίας, Τμήμα Βιολογίας, ΑΠΘ, [kstergio@bio.auth.gr](mailto:kstergio@bio.auth.gr)

Sakari Kuikka, Samu Mäntyniemi, Eveliina Klemola  
Fisheries and Environmental Management Group, University of Helsinki, [sakari.kuikka@helsinki.fi](mailto:sakari.kuikka@helsinki.fi)

Atso Romakkaniemi  
Finnish Game and Fisheries Research Institute, Finland

John Mumford  
Centre for Environmental Policy, Imperial College, London, UK

## Περίληψη

Η αβεβαιότητα είναι από τα κυριάρχα χαρακτηριστικά της αλιευτικής διαχείρισης. Δεν μπορούμε ποτέ να είμαστε σίγουροι πόσα ψάρια υπάρχουν στη θάλασσα, ή πόσο μεγάλος πρέπει να είναι ένας ιχθυοπληθυσμός που αναπαράγεται ώστε τα μικρά ψάρια να μεγαλώσουν και μελλοντικά να στηρίξουν την αλιεία. Για να περιοριστεί η αβεβαιότητα πρέπει να χρησιμοποιήσουμε αποτελεσματικά όλη την υπάρχουσα πληροφορία για τα είδη ενός οικοσυστήματος. Η Οικοσυστημική Προσέγγιση στην Αλιευτική Διαχείριση (Ecosystem Approach to Fisheries Management) προσφέρει νέες προοπτικές και προκλήσεις στους αλιευτικούς επιστήμονες γιατί αποτελεί το πλαίσιο αξιοποίησης της διαθέσιμης πληροφορίας για τα αποθέματα. Το χρηματοδοτούμενο από την Ευρωπαϊκή Ένωση πρόγραμμα με το ακρωνύμιο ECOKNOWS στοχεύει στην ανάπτυξη μεθόδων ώστε να αντιμετωπιστεί η αβεβαιότητα στην αλιευτική διαχείριση μέσα από μαθηματικές προσεγγίσεις κάνοντας χρήση αυτής της διαθέσιμης πληροφορίας.



## Μονοδιάστατη διαχείριση αποθεμάτων και επιστημονική βεβαιότητα

Η πρόκληση για κάθε πληθυσμό ζώων είναι η παραγωγή αρκετών απογόνων ώστε να εξασφαλίσει την επιβίωση του. Το μέγεθος του πληθυσμού που αναπαράγεται, η βιολογική κατάσταση των αναπαραγόμενων ατόμων και η κατάσταση του περιβάλλοντος, συμβάλλουν όλα στον αριθμό των νεαρών απογόνων που παράγονται από το απόθεμα. Στην αλιευτική διαχείριση, ο άνθρωπος διαχειρίζεται κυρίως τον αριθμό των αναπαραγόμενων ατόμων, αλλά για να γίνει εκτίμηση της αβεβαιότητας που σχετίζεται με την αναπαραγωγή, πρέπει επιπλέον να λάβουμε υπόψιν και την κατάσταση των ατόμων και την κατάσταση του περιβάλλοντος.

Παραδοσιακά στην αλιευτική επιστήμη χρησιμοποιούνται μόνο εκείνα τα δεδομένα (data sets) που έχουν αποκτηθεί άμεσα από την αλιεία και από το μελετούμενο ιχθυαπόθεμα. Για παράδειγμα, αν απαιτείται η εκτίμηση των κινδύνων (risks) που σχετίζονται με ένα συγκεκριμένο πληθυσμό ρέγκας στη Βόρεια Βαλτική Θάλασσα, τότε η γνώση από τα αποθέματα της Νότιας Βαλτικής δεν συμπεριλαμβάνεται στην ανάλυση. Το ίδιο ισχύει για παράδειγμα για το γαύρο και τη σαρδέλα στο Βόρειο και Νότιο Αιγαίο. Παρόλα αυτά, ακόμα και από διαίσθηση είναι σωστό να θεωρήσουμε ότι αν γνωρίζουμε ήδη κάτι, π.χ. για την παραγωγικότητα ενός είδους σε μια περιοχή, αυτή η γνώση θα πρέπει να συνεισφέρει στην κατανόηση της παραγωγικότητας του σε κάποια άλλη περιοχή, και δεν πρέπει να παραβλέπουμε αυτήν τη γνώση.

## Οι Bayesian στατιστικές μέθοδοι μπορούν να χρησιμοποιήσουν πολλές πηγές πληροφοριών

Υπάρχει ένας κλάδος της στατιστικής, γνωστός ως Bayesian στατιστικές μέθοδοι (BΣΜ), που εφαρμόζεται ιδιαίτερα σε περιπτώσεις αβεβαιότητας και συνδέει διαφορετικά πακέτα γνώσης. Στις BΣΜ η υπάρχουσα πληροφορία ονομάζεται προγενέστερη (prior) γνώση, και είναι η γνώση που έχουμε πριν να αρχίσουμε να αναλύουμε νέα δεδομένα. Α τα νέα δεδομένα περιλαμβάνουν περισσότερες πληροφορίες για διάφορες παραμέτρους, τότε οι BΣΜ συνδιάζουν την προγενέστερη πληροφορία με τη νέα πληροφορία μέσα από μια διαδικασία που ονομάζεται επιστημονική μάθηση (scientific learning).

Οι κλασικές στατιστικές μέθοδοι δεν προσφέρουν λύσεις στο πώς να συνδυαστεί η ήδη υπάρχουσα πληροφορία με νέα δεδομένα. Δέχονται ως παραδοχή ότι όλη η απαιτούμενη γνώση είναι τα νέα δεδομένα προς ανάλυση και δεν υπάρχει συστηματικός μηχανισμός χρήσης πληροφοριών από άλλες πηγές, όπως προηγούμενες επιστημονικές δημοσιεύσεις. Επιπλέον, η χρήση της κλασικής στατιστικής δελεάζει τους επιστήμονες να επιδεικνύουν υπερβάλουσα βεβαιότητα. Για παράδειγμα, αν τα δεδομένα διαχείρισης ενός αποθέματος δεν περιέχουν πληροφορίες σχετικά με ορισμένες βιολογικές παραμέτρους, όπως η φυσική θνησιμότητα των ψαριών, η μέθοδος δεν διαθέτει εναλλακτικές λύσεις, εκτός από την υπόθεση ότι αυτές οι παράμετροι είναι γνωστές χωρίς σφάλμα.

Σε αντίθεση, οι BΣΜ χειρίζονται αυτήν την κατάσταση με συνέπεια: τα δεδομένα διαχείρισης αποθέματος ενημερώνουν (update) την προγενέστερη διαθέσιμη πληροφορία από άλλα είδη και πληθυσμούς. Αν τα δεδομένα διαχείρισης αποθέματος δεν περιέχουν πληροφορίες σχετικά με κάποιες βιολογικές παραμέτρους, η μέθοδος αυτόματα χρησιμοποιεί εύρη τιμών των παραμέτρων αυτών από άλλες έρευνες, χωρίς να γίνεται η υπόθεση ότι αυτές οι παράμετροι είναι γνωστές με ακρίβεια.

Η προγενέστερη γνώση μπορεί να προέρχεται από δημοσιευμένα στοιχεία ή, αν δεν υπάρχουν τέτοια δεδομένα, από άλλες πηγές (π.χ. ψαράδες και άλλους ενδιαφερόμενους, επιστήμονες). Αυτό είναι σημαντικό ιδιαίτερα στις περιπτώσεις που χρειάζονται στοιχεία για τη μεταναστευτική συμπεριφορά ενός αποθέματος ή για την επιλεκτικότητα των αλιευτικών εργαλείων.

Η χρήση της προγενέστερης γνώσης είναι επίσης ιδιαίτερα σημαντική για τη διερεύνηση της σχέσης του αριθμού και της κατάστασης των γεννητόρων με τον αριθμό των απογόνων που οι γεννήτορες παράγουν. Αυτή είναι μια ευμετάβλητη και αβεβαιή σχέση, και χρειάζονται μεγάλες χρονοσειρές δεδομένων για τη γνώση της δυναμικής του αποθέματος. Παρόλα αυτά, η διαχείριση των ιχθυαποθεμάτων ουσιαστικά στηρίζεται σε αυτήν τη σχέση: χρειάζεται να γνωρίζουμε πόσοι γεννήτορες πρέπει να επιβιώσουν ώστε με την αναπαραγωγή να αποφευχθεί η κατάρρευση του αποθέματος.



Τέλος, η φυσική θνησιμότητα, ο αριθμός και η ποιότητα των αβγών και το μήκος πρώτης γεννητικής ωρίμασης εξαρτώνται συνήθως από τους ρυθμούς αύξησης των ατόμων. Εντούτοις, κατά τη διαχείριση των αποθεμάτων τις περισσότερες φορές αυτές οι βιολογικές αλληλοεξαρτήσεις δεν λαμβάνονται υπόψη. Υπάρχει, επομένως, μια προφανής ανάγκη δημιουργίας μοντέλων που θα μπορούν να ενσωματώνουν τέτοιες βασικές αλληλοεξαρτήσεις στη λήψη διαχειριστικών αποφάσεων για όλα τα σημαντικά ιχθυοαποθέματα.

### **Το ευρωπαϊκό πρόγραμμα ECOKNOWS – ολικές λύσεις στα προβλήματα**

Η Ευρωπαϊκή Ένωση χρηματοδοτεί, μέσα από το 7ο πλαίσιο, το πρόγραμμα με τίτλο ECOKNOWS – Αποτελεσματική χρήση της γνώσης από την οικολογία και βιολογία στην αλιεία. Ο κύριος στόχος του προγράμματος είναι να προσφέρει λύσεις στις προκλήσεις που συζητήθηκαν παραπάνω: να αναπτυχθούν, δηλαδή, μοντέλα που πραγματικά χρησιμοποιούν πολλές γενικές πληροφορίες που είναι πιθανόν χρήσιμες για τη διαχείριση συγκεκριμένων αποθεμάτων. Στους συμμετέχοντες περιλαμβάνονται 13 ερευνητικοί οργανισμοί από όλον τον κόσμο, με το Πανεπιστήμιο του Ελσίνκι (Φινλανδία), να έχει το γενικό συντονισμό.

Το πρόγραμμα στηρίζεται στην εφαρμογή των ΒΣΜ. Οι ΒΣΜ προσφέρουν ένα συστηματικό τρόπο υπολογισμού των ποσοτήτων που δεν είναι άμεσα παρατηρήσιμες, με βάση στατιστικές τεχνικές, και δεδομένα από παρατηρήσιμες ποσότητες. Παραδείγματα μη παρατηρήσιμων ποσοτήτων είναι ο συνολικός αριθμός ψαριών που ζουν στο περιβάλλον. Δεδομένα που μπορούν να αποκτηθούν από έρευνες χρησιμοποιούνται για την ενημέρωση της γνώσης σχετικά με τις παρατηρήσιμες ποσότητες.

Στην εικόνα 1 δίνεται ένα παράδειγμα εφαρμογής των ΒΣΜ. Στο επάνω μέρος του γραφήματος, η πρώτη εκτίμηση προέρχεται μόνο από μοντέλα και προγενέστερη πληροφορία. Αυτή η πληροφορία μας λέει ότι το μέγεθος της ετήσιας κλάσης μπορεί να έχει οποιαδήποτε τιμή ανάμεσα στους 20 και 100 χιλιάδες τόννους. Καθώς αποκτάται μετρούμενη πληροφορία, πρώτα από το περιβάλλον, μετά από έρευνες σχετικά με τα νεαρά άτομα και στη συνέχεια από ενήλικα ψάρια,

τιμές ανάμεσα στους 60 και 80 χιλιάδες τόννους φαίνονται τελικά πιο πιθανές. Σε αυτήν την περίπτωση, το ουσιώδες χαρακτηριστικό της διαδικασίας μείωσης της αβεβαιότητας είναι ότι οι διαφορετικές πηγές πληροφοριών αλληλοϋποστηρίζονται. Είναι επίσης σημαντικό να σημειωθεί ότι παρόλο που η προγενέστερη πληροφορία από μόνη της δε μπορεί να είναι ακριβής, μαζί με νέα δεδομένα μπορεί να μειώσει σημαντικά την αβεβαιότητα. Στην περίπτωση που οι αποφάσεις πρέπει να λαμβάνονται χωρίς νέα δεδομένα, η προγενέστερη πληροφορία είναι η μόνη πηγή πληροφοριών.

### **Οι υπάρχουσες βάσεις δεδομένων έχουν μεγάλη αξία στην επιστημονική γνώση**

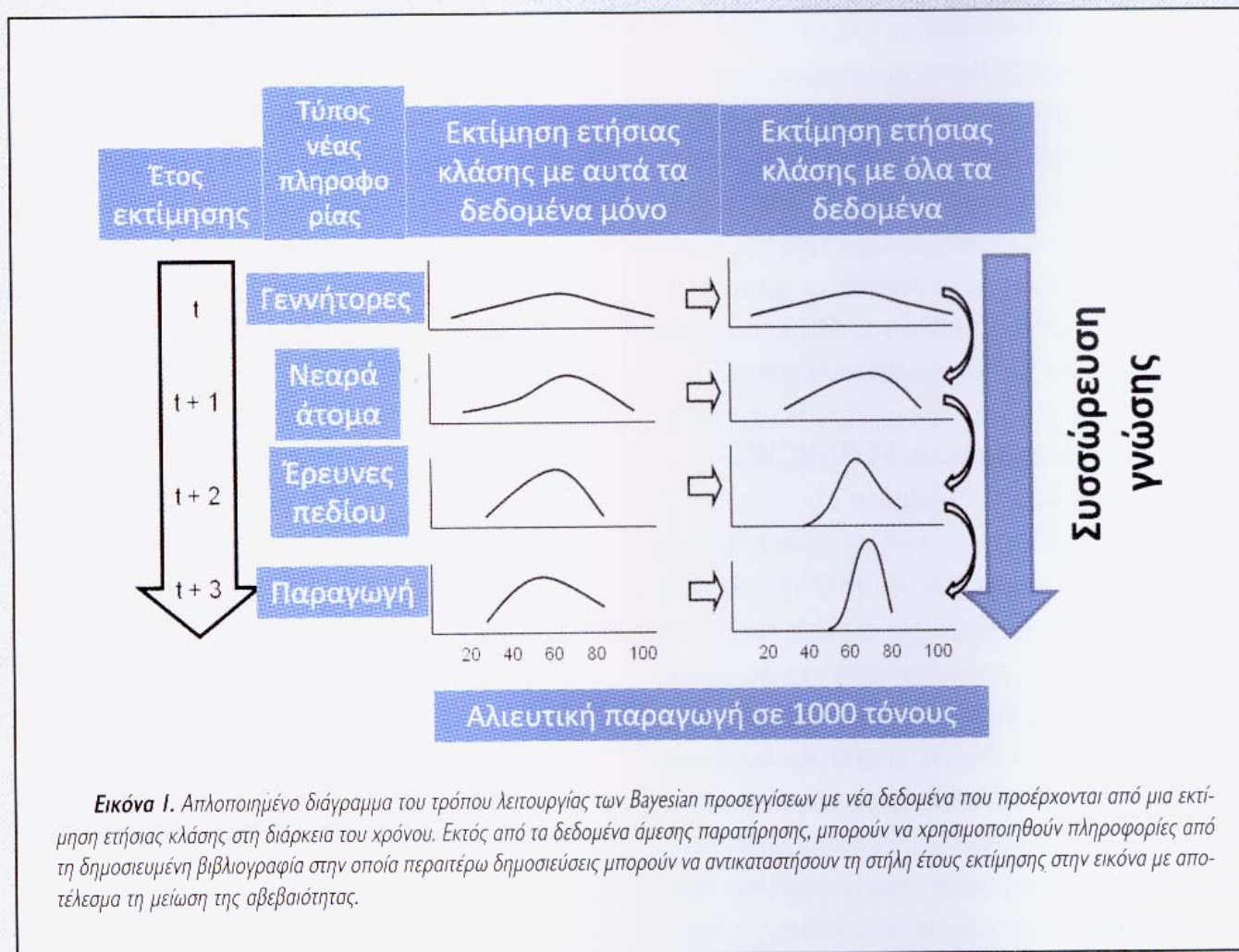
Το πρόγραμμα ECOKNOWS στοχεύει να χρησιμοποιήσει τη μεγαλύτερη βάση δεδομένων που υπάρχει για τα ψάρια, την FishBase ([www.fishbase.org](http://www.fishbase.org)), και να ενσωματώσει εκτιμητές ώστε να παρέχει πιθανολογική πληροφορία που θα χρησιμοποιηθεί για τη διαχείριση των αποθεμάτων. Η FishBase περιλαμβάνει πληθώρα δημοσιευμένων βιολογικών πληροφοριών που μπορούν να χρησιμοποιηθούν, σε συνδυασμό με μαθηματικά μοντέλα, για την ακριβέστερη εκτίμηση των κινδύνων των ιχθυοπληθυσμών.

Οι εκτιμήσεις που αποκτώνται από τις υπάρχουσες βάσεις δεδομένων μπορούν να χρησιμοποιηθούν για σκοπούς διαχείρισης ιδιαίτερα σε περιπτώσεις που τα δεδομένα εκλείπουν παντελώς ή είναι χαμηλής αξιοπιστίας. Αυτό συχνά ισχύει για τα παραλιεύματα, η σημασία των οποίων έχει αυξηθεί εξαιτίας της Οικοσυστημικής Προσέγγισης στην Αλιευτική Διαχείριση (Ecosystem Approach to Fisheries Management). Οι κατανομές μήκους και οι ηλικιακές δομές των παραλιευμάτων μπορούν να συνδεθούν με επιπλέον βιολογική γνώση μέσα από πιθανολογικά μοντέλα. Αυτό μπορεί να δώσει ενδείξεις για τις πιο πιθανές επιπτώσεις της αλιείας στους συγκεκριμένους ιχθυοπληθυσμούς. Αν υπάρχουν τρόποι επίτευξης των ίδιων ποσοτήτων αλιευμάτων με χαμηλότερα παραλιεύματα, αυτοί είναι, από τη διαχειριστική άποψη, καλύτεροι.

### **Πρέπει να μαζεύουμε περισσότερα δεδομένα?**

Μια σημαντική ερώτηση για αυτούς που χρηματοδοτούν





**Εικόνα 1.** Απλοποιημένο διάγραμμα του τρόπου λειτουργίας των Bayesian προσεγγίσεων με νέα δεδομένα που προέρχονται από μια εκτίμηση ετήσιας κλάσης στη διάρκεια του χρόνου. Εκτός από τα δεδομένα άμεσης παρατήρησης, μπορούν να χρησιμοποιηθούν πληροφορίες από τη δημοσιευμένη βιβλιογραφία στην οποία περαιτέρω δημοσιεύσεις μπορούν να αντικαταστήσουν τη στήλη έτους εκτίμησης στην εικόνα με αποτέλεσμα τη μείωση της αβεβαιότητας.

την παρακολούθηση των ιχθυαποθεμάτων είναι: Πόσο πολύ πρέπει να επενδύσουμε στη συλλογή περισσότερων δεδομένων? Κάθε δείγμα αυξάνει το συνολικό κόστος για την επιστήμη, και οι επενδύσεις που γίνονται από την κοινωνία για συμβουλευτικές και επιστημονικές δραστηριότητες στην Ευρωπαϊκή Ένωση, για παράδειγμα, είναι ήδη υψηλές. Επιπρόσθετα, υπάρχει η ανάγκη εκτίμησης ποιά από τα πιθανά δεδομένα θα πρέπει να βελτιωθούν ώστε να μειωθεί η συνολική αβεβαιότητα που συνοδεύει τη διαχείριση των αποθεμάτων.

Πρέπει να γνωρίζουμε πόσο κάθε νέα συλλογή πληροφοριών μειώνει στην πραγματικότητα την αβεβαιότητά μας. Υπάρχουν υπολογιστικές τεχνικές για να απαντηθούν τέτοια ερωτήματα. Η επωνομαζόμενη ανάλυση «αξίας της πληροφορίας» στοχεύει στο να κάνει εκτιμήσεις πριν γίνει συλλογή δεδομένων, για τον πιθανό αντίκτυπο των δεδομένων στις αποφάσεις διαχείρισης. Αν είναι προφανές ότι οι αποφάσεις διαχείρισης δε θα μεταβληθούν, ανεξάρτητα από τις νέες

πληροφορίες, δεν υπάρχει λόγος να επενδυθούν πόροι για την απόκτηση νέων δεδομένων. Από την άλλη, αν η τελική απόφαση επηρεάζεται από την πληροφορία που θα αποκτηθεί από νέα ή βελτιωμένα δεδομένα, η επένδυση για την απόκτηση τους είναι δικαιολογημένη.

Το όφελος από τη νέα πληροφορία εξαρτάται επίσης από τα αποτελέσματα των εναλλακτικών αποφάσεων: για παράδειγμα, αν οι συλλήψεις ή οι βιολογικοί κίνδυνοι είναι παρόμοια για διαφορετικές διαχειριστικές πρακτικές, η επένδυση σε νέα πληροφορία θα είναι χαμηλότερη σε σχέση με το αν οι συλλήψεις ή ο κίνδυνος είναι πολύ διαφορετικά. Ένα τόσο σημαντικό ερώτημα μπορεί να απαντηθεί μόνο με τη χρήση των ΒΣΜ.

Η ανάγκη αλιευτικής διαχείρισης με μικρή ποσότητα συλλεγόμενων δεδομένων είναι κρίσιμη για τις αναπτυσσόμενες χώρες. Παρά την έλλειψη στοιχείων, η σημασία της αλιείας στις τοπικές κοινωνίες είναι συχνά υψηλή και η ανάγκη εξα-



σφάλισης αυτών των εισοδημάτων στο μέλλον είναι προφανής. Σε τέτοιες περιπτώσεις, οι ΒΣΜ είναι σαφώς ανώτερης αξίας, καθώς συνδέουν αποτελεσματικά τις διάφορες πηγές πληροφοριών μεταξύ τους.

### Θα είναι κατανοητή η πληροφορία πάνω στους σχετικούς κινδύνους;

Ο απώτερος σκοπός των επιστημονικών εκτιμήσεων της κατάστασης των αποθεμάτων είναι η πληροφορία διαχείρισης που αφορά επιδράσεις από ανθρώπινες συμπεριφορές. Οι τελικοί χρήστες των πληροφοριών θα πρέπει να το κατανοήσουν και θα πρέπει να δουν πώς αυτό συνδέεται με τα δικά τους συμφέροντα. Ορισμένες φορές τα βιολογικά

σημεία αναφοράς και άλλα εργαλεία διαχείρισης αποθεμάτων που παρέχονται από τους επιστήμονες μπορεί να είναι πολύ δύσκολα ή πολύ αφηρημένα για να κατανοηθούν. Οι υπολογισμένοι κίνδυνοι και η χρήση τους στη λήψη αποφάσεων διαχείρισης μπορεί να περιπλέξουν περαιτέρω το έργο των διαχειριστών. Το πρόγραμμα ECOKNOWS προσπαθεί να μεταφράσει τη γνώση σε κάτι πιο απλό, όπως π.χ. «ο αριθμός των απαιτούμενων αναπαραγωγικών γεγονότων (δηλαδή των φωρών που λαμβάνει χώρα η αναπαραγωγή) ανά άτομο», το οποίο μπορεί να γίνει εύκολα κατανοητό και να χρησιμοποιηθεί από τους εμπλεκόμενους στη διαχείριση. Αυτό ελπίζουμε ότι θα αυξήσει την πιθανότητα ορθολογικών συμπεριφορών στη διαχείριση της αλιείας.

## Άλλες πληροφορίες για το ECOKNOWS

Το πρόγραμμα θα διαρκέσει έως το 2014 (βλέπε διαδικτυακό τόπο: [www.ecoknows.eu/](http://www.ecoknows.eu/))

Οι φορείς του προγράμματος είναι:

- University of Helsinki, Finland, συντονιστής
- Finnish Game and Fisheries Research Institute, Finland
- International Council for the Exploration of the Sea, Denmark
- FishBase Information and Research Group, Inc., Philippines
- Department of Biology, Aristotle University, Greece
- Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Spain
- Marine Institute, Ireland
- Imperial College London, UK
- Department of Fisheries and Oceans, Canada
- Swedish Board of Fisheries/Swedish University of Agricultural Sciences, Sweden
- Institut National de la Recherche Agronomique, France
- Agrocampus OUEST, France
- Instituto Español de Oceanografía, Spain

Τα είδη-πilotοί είναι: η ρέγκα στη Βαλτική και τη Βόρεια Θάλασσα, ο σολομός στον Ατλαντικό και τη Βαλτική, ο γάβρος στη Δυτική Μεσόγειο και τον παρακείμενο Ατλαντικό, ο μπακαλιάρος, το μπαρμούνη, η μαυροσκορπίνα, ο σπάρρος και ο χάνος στη Μεσόγειο (στην οποία η αλιεία χαρακτηρίζεται ως πολυειδική και απαιτεί διαφορετική προσέγγιση απ' ό,τι στις άλλες περιοχές έρευνας), διάφορα είδη στη Βαλτική η αλιεία της οποίας επίσης χαρακτηρίζεται ως πολυειδική και, έτσι, η προσέγγιση θα είναι ανάλογη αυτής της Μεσογείου, το απόθεμα του γάδου στο Βόρειο Ατλαντικό και η Βόρεια γαρίδα στο Skagerrak και στα βαθιά νερά της Νορβηγίας.