



ΕΘΝΙΚΟ ΚΑΙ ΚΑΠΟΔΙΣΤΡΙΑΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ
ΣΧΟΛΗ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΔΙΑΤΜΗΜΑΤΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ
ΣΠΟΥΔΩΝ ΩΚΕΑΝΟΓΡΑΦΙΑΣ

Τίτλος μεταπτυχιακού προγράμματος:

“ Σπουδές Ωκεανογραφίας και Διαχείρισης Περιβάλλοντος ”

Διπλωματική εργασία : Πιπίνη Νικόλαου

A.M :29004

Επιβλέπων Καθηγητής : Κος Βερροϊόπουλος Γιώργος
Καθηγητής Θαλάσσιας Βιολογίας

Μέλη επιτροπής:

Κα Άρτεμις Νικολαΐδου
Καθηγήτρια Θαλάσσιας Βιολογίας
Κα Μαρία Θεσσαλού – Λεγάκη Γραφείο: Αναπληρώτρια Καθηγήτρια
Ζωολογίας Ασπονδύλων

Αθήνα 2011

Διπλωματική εργασία Πιπίνη Νικόλαου

Θέμα:

Εκτίμηση της αφθονίας του κοινού χταποδιού (*Octopus vulgaris*, Cuvier 1797), με χρήση της μεθόδου δειγματοληψίας αποστάσεων.

Estimation of the abundance of (*Octopus vulgaris*, Cuvier 1797) by the use of the method of Distance Sampling.



Περιεχόμενα

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

- 1.1 Περί μεθόδων εκτίμησης αφθονίας.
- 1.2 Στόχος της εργασίας

2. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

2.1 Βιολογία του κοινού χταποδιού

2.2 Οπτικές μέθοδοι

- 2.1.1 Η μέθοδος των λωρίδων
 - A) Οι παραδοχές της μεθόδου
- 2.1.2 Η μέθοδος της Δειγματοληψίας αποστάσεων
 - A) Παραδοχές της μεθόδου
 - B) Μαθηματική προσέγγιση και μοντέλα
 - Γ) Πολυπαραγοντική Μέθοδος

2.3 Σχεδιασμός και εφαρμογή της μεθόδου

- 2.3.1 Η περιοχή έρευνας.
- 2.3.2 Ο σχεδιασμός της έρευνας.
- 2.3.3 Η εφαρμογή της μεθόδου.

2.4 Ομαδοποίηση των αρχικών κατηγοριών οικολογικών παραμέτρων

3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

- 3.1 Εκτίμηση της αφθονίας με την μέθοδο των Λωρίδων.
- 3.2 Εκτίμηση της αφθονίας με την μέθοδο της Δειγματοληψίας αποστάσεων.
- 3.3 Σύγκριση των μεθόδων.
- 3.4 Διερεύνηση της επιρροής των οικολογικών παραμέτρων στην ανιχνευσιμότητα στην δειγματοληψία αποστάσεων.

4. ΣΥΖΗΤΗΣΗ

5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

6. ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ

7.ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ

Contents

1.Introduction

- 1.1 Methods of estimating the abundance.
- 1.2 Aim of the thesis

2. Materials and Methods

2.1 Biology of the common octopus

2.2 Visual Methods

- 2.1.1 The method of zones
 - A) The assumptions of the method.
- 2.1.2
 - A) The assumptions of the method of distance sampling.
 - B) Models
 - C) Multicovariates method

2.3 Planning of the survey

- 2.3.1 The area of the survey.
- 2.3.2 The planning of the survey.
- 2.3.3 The survey.

2.3.4 Grouping of the categories of the ecological parameters.

3. Results

3.1 Estimating abundance by using the method of zones..

3.2 Estimating abundance by using the method of distance sampling.

3.3 Comparison of the two methods.

3.4 Investigation of the effect of ecological parameters to the possibility of traceability at the method of distance sampling.

4. Discussion

5. Conclusions

6. Index

7.ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ

Περίληψη

Ο στόχος της συγκεκριμένης εργασίας είναι η εκτίμηση της αφθονίας του κοινού χταποδιού, (*Octopus vulgaris*, Cuvier 1797), με τις οπτικές μεθόδους των Λωρίδων και της Δειγματοληψίας αποστάσεων. Επιλέχθηκαν 25 τομές οι οποίες τοποθετήθηκαν τυχαίως στην περιοχή έρευνας. Το μέγιστο βάθος των τομών ήταν τα 20 μέτρα.

Κατά τη δειγματοληψία καταγράφηκαν όλα τα κοινά χταπόδια, (*Octopus vulgaris*, Cuvier 1797), τα οποία ανιχνεύτηκαν από τον αυτοδύτη και πιο συγκεκριμένα η κάθετη απόσταση αυτών από την γραμμή αναφοράς της λωρίδος, την τάξη μεγέθους του χταποδιού, ο τύπος του θαλαμιού καθώς και ο τύπος του οικοτόπου. Εν συνεχεία τα αποτελέσματα αναλύθηκαν με την βοήθεια μοντέλων τα οποία βοήθησαν τη σύγκριση των δύο μεθόδων.

Summary

The aim of this thesis is the estimation of the abundance of the common octopus, (*Octopus vulgaris*, Cuvier 1797), using the method of Plot sampling and especially the two methods of zones and distance sampling. Twenty five transects were chosen and placed without using a systematic way of placing them, in to the surveyed area.

The maximum depth was 25 meters. During the sampling which ever octopus was observed we counted the depth, the vertical distance of the organism from the base line, the type of its den and the type of the habitat. The results were analysed by the aid of models which helped the comparison of the methods.

Ευχαριστίες

Ευχαριστώ θερμά τον Κο Βερροϊόπουλο, Καθηγητή θαλάσσιας βιολογίας του Πανεπιστημίου Αθηνών, για την συμβολή του στην πραγματοποίηση αυτής της διπλωματικής εργασίας. Ευχαριστώ επίσης τον Δρ Κατσανεβάκη Στέλιο, Ερευνητή στο ΕΛΚΕΘΕ του Ινστιτούτου θαλασσίων πόρων καθώς και τον Ίσσαρη Γιάννη υποψήφιο διδάκτορα, οι οποίοι με βοήθησαν στον σχεδιασμό και την εφαρμογή της έρευνας καθώς και αργότερα στην ανάλυση των δεδομένων.

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 Περί μεθόδων

Η επιστήμη της οικολογίας εξετάζει την κατανομή και την αφθονία των διαφόρων οργανισμών και τις μεταξύ τους αλληλεπιδράσεις καθώς και με τον περιβάλλοντα χώρο. Βασικά εργαλεία της επιστήμης αυτής είναι διάφορες μέθοδοι που αποσκοπούν στην εκτίμηση της πυκνότητας (αριθμός ατόμων ανά επιφάνεια) ή της αφθονίας (αριθμός ατόμων στην περιοχή έρευνας) και της μελλοντικής τάσης αυτών των παραμέτρων, σε σχέση με τον χώρο και τον χρόνο. Η εκτίμηση αυτών των παραμέτρων για τους διάφορους οργανισμούς και κυρίως για οργανισμούς οι οποίοι απειλούνται, αποτελεί πρωταρχικό στόχο, καθώς, μέσω αυτής καθίσταται δυνατή η οποιαδήποτε μελλοντική διαχείριση για την προστασία τους. Το ίδιο ισχύει και στην περίπτωση οργανισμών οι οποίοι αποτελούν αλιευτικό στόχο, μιας και σε αυτήν την περίπτωση η γνώση αυτή, μας είναι απαραίτητη για την διαχείριση του αποθέματος του συγκεκριμένου είδους. Οι διάφορες μέθοδοι εκτίμησης αφθονίας οργανισμών μέχρι πρότινος στηρίζονταν σε μεθόδους δειγματοληψίας οι οποίες μπορούν να θεωρηθούν καταστροφικές. Επιπλέον, υπάρχει μεγάλο σφάλμα στην μέτρηση λόγω διαφυγής πολλών οργανισμών από τα εργαλεία δειγματοληψίας.

Οι καταστροφικές μέθοδοι στηρίζονται στην σύρση πάνω στον υπό εξέταση βυθό ενός εργαλείου το οποίο συνήθως είναι μία Δράγα ή μία Τράτα η οποία συλλέγει τα χταπόδια. Το βασικό πρόβλημα σε αυτές τις μεθόδους είναι η εκτίμηση της αναλογίας των οργανισμών που συλλέγονται με αυτόν τον τρόπο σε σχέση με τα υπάρχοντα. Συνήθως στις έρευνες αυτές προσμετράται ο αριθμός των συλληφθέντων οργανισμών στην περιοχή σύρσης και ανάγεται στην συνολική επιφάνεια της περιοχής έρευνας (Hilborn and Walterw, 1992).

Με αυτήν την αναγωγή υποτίθεται ότι όλοι οι οργανισμοί που υπάρχουν στην περιοχή δειγματοληψίας συλλέγονται. Δηλαδή έχουμε απόδοση 100% στην συλλογή κάτι το οποίο είναι μακριά από την πραγματικότητα και δημιουργεί μεγάλο σφάλμα στην εκτίμηση του αποθέματος. Η απόδοση στις Δράγες και στις Τράτες μπορεί να είναι πολύ χαμηλή καθώς και ευρέως μεταβαλλόμενη. (Shafee, 1979; Giguere and brulotte, 1994; Tuck et al., 1997; Hall-Spencer et al., 1999).

Η απόδοση αυτών των εργαλείων εξαρτάται από πολλούς παράγοντες όπως είναι η ταχύτητα σύρσης, τα χαρακτηριστικά των εργαλείων, η συμπεριφορά των οργανισμών στόχων, το μέγεθος τους, η διάρκεια της σύρσης, η ώρα δειγματοληψίας (φως – σκοτάδι) καθώς και η εποχή του χρόνου.

Από μία σύγκριση η οποία διεξήχθη από τους Katsanevakis and Verriopoulos (2004) σε μία έρευνα εκτίμησης αφθονίας μέσω της μεθόδου των λωρίδων και διαφόρων ερευνών που πραγματοποιήθηκαν με σύρσεις, βρέθηκε ότι οι αναφερόμενες αφθονίες από τις σύρσεις ήταν πολύ χαμηλότερες από αυτές που εκτίμησαν οι οπτικές μέθοδοι. Η διαφορά αυτή αποδόθηκε στην ιδιαίτερα χαμηλή συλληπτική ικανότητα της τράτας για το κοινό χταπόδι. Ένα μεγάλο ποσοστό του κοινού χταποδιού ζει μέσα σε θαλάμια τύπου «πηγάδι» στο μαλακό υπόστρωμα που του παρέχουν ιδιαίτερη προστασία από τις τράτες. Πρόσθετα η συλλεκτική απόδοση είναι ιδιαίτερα μεταβαλλόμενη λόγω παραμέτρων όπως είναι ο τύπος του υποστρώματος, το φύλο, το μέγεθος και η ηλικία του κοινού χταποδιού (τα ώριμα θηλυκά όταν επωάζουν τα αυγά τους παραμένουν μέσα στα θαλάμια κάνοντας έτσι αδύνατη την σύλληψή τους από τις τράτες), όπως και η ώρα της δειγματοληψίας αφού ο χρόνος που τα χταπόδια απουσιάζουν από τα θαλάμια τους δεν είναι ισοκατανομημένος κατά την διάρκεια του εικοσιτετράωρου. (Katsanevakis and Verriopoulos, 2004a).

Έτσι λοιπόν καταλήγουμε στο συμπέρασμα ότι για τα κοινά χταπόδια τα δεδομένα που αντλούμε από τις τράτες ίσως να μην είναι κατάλληλα για τον υπολογισμό της σχετικής αφθονίας η οποία χρησιμοποιείται για την σύγκριση μεταξύ διαφορετικών περιοχών.

Ειδικά για οργανισμούς που παραλλάσσονται στον περιβάλλοντα χώρο όπως για παράδειγμα το κοινό χταπόδι το σφάλμα είναι ιδιαίτερα μεγάλο. Επίσης οι συνήθειες μέθοδοι δεν είναι αξιόπιστες σε βραχώδες υπόστρωμα.

Για όλους τους παραπάνω λόγους η επιστημονική κοινότητα αναζητεί καινούριες μεθόδους οι οποίες θα ξεπεράσουν τα παραπάνω προβλήματα.

1.2 Στόχος

Ο βασικός στόχος αυτής της εργασίας είναι η εκτίμηση της αφθονίας σε βραχώδες περιβάλλον όπου η δειγματοληψία με τράτα είναι αδύνατη. Η εκτίμηση έγινε με χρήση της μεθόδου της δειγματοληψίας αποστάσεως. Η δειγματοληψία αποστάσεως έχει επιτυχώς εφαρμοσθεί με καταδύσεις με αυτόνομη αναπνευστική συσκευή. Εφαρμόζεται για την εκτίμηση της αφθονίας θαλάσσιων επιβενθικών οργανισμών σε ρηχές περιοχές όπως είναι οι κοραλλιογενείς ύφαλοι, τα λιβάδια ποσειδώνιας, οι παράκτιοι βραχώδεις ύφαλοι, και οι περιοχές με μαλακό υπόστρωμα.

Η μέθοδος δειγματοληψίας αποστάσεως είναι μία μέθοδος εκτίμησης αφθονίας κατάλληλη για προστατευόμενα είδη, για είδη στόχους της αλιείας και για προστατευόμενες περιοχές.

Το είδος στόχος της αλιείας, κοινό χταπόδι (*Octopus vulgaris*, Cuvier 1797) επιλέχτηκε ως παράδειγμα εφαρμογής αυτής της μεθοδολογίας.

2)ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

2.1 Βιολογία του κοινού χταποδιού

Το κοινό χταπόδι (*Octopus vulgaris*, Cuvier 1797) έχει την εξής συστηματική κατάταξη:

Φύλο:	Μαλάκια (<i>Mollusca</i>)
Ομοταξία:	Κεφαλόποδα (<i>Cephalopoda</i>)
Υφομοταξία:	Κολεοειδή (<i>Coleoidea</i>)
Τάξη:	Οκτωβραχιονωτά-Οκτώποδα (<i>Octobrachiata-Octopoda</i>)
Οικογένεια:	Οκτωποδίδες (<i>Octopodidae</i>)
Γένος:	<i>Octopus</i>
Είδος:	<i>Octopus vulgaris</i> Cuvier, 1797 (κοινό χταπόδι)

Είναι το συνηθέστερο είδος του γένους, από τα περίπου 100 άλλα είδη που έχουν περιγραφεί. Το κοινό χταπόδι ζει σε παράκτια νερά, από την επιφάνεια μέχρι τα 200 μ. Η αφθονία του μειώνεται με το βάθος και είναι σχεδόν μηδενική στο τέλος της ηπειρωτικής κρηπίδας (Guerra, 1981; Belcari *et al.*, 2002).

Σπάνια έχουν γίνει καταγραφές σε μεγαλύτερα βάθη. Σε πολύ ρηχά νερά βρίσκεται σε ύφαλους και βράχους, αλλά και σε πολλές περιοχές βρίσκεται στην ίδια ή ακόμα και σε μεγαλύτερη αφθονία σε αμμώδεις πυθμένες και λιβάδια ποσειδωνίας. Είναι προσαρμοσμένο ώστε να ζει σε μεγάλη ποικιλία υποστρωμάτων (Mangold, 1983).

Την ικανότητα του χταποδιού να αλλάζει χρώματα και σχήματα ανάλογα με το υπόστρωμα στο οποίο βρίσκεται διαθέτουν λίγα Κεφαλόποδα. Το

χταπόδι μπορεί να αντέξει σε μεταβολές της θερμοκρασίας από 6 έως 33 Βαθμούς Κελσίου. Συνήθως απαντάται σε νερά θερμότερα από 10°C και ψυχρότερα από 30°C. Οι ανεκτές διακυμάνσεις της αλατότητας είναι από 32 έως 40ppt.

Η ηλικία του χταποδιού δεν μπορεί να υπολογισθεί με ακρίβεια λόγω ελλείψεως σκληρών κατασκευών. Υπολογίζεται ότι η διάρκεια του βιολογικού του κύκλου είναι από 12 έως 24 μήνες. (Εγχειρίδιο εκτροφής του κοινού χταποδιού (*Octopus vulgaris*, Cuvier 1797) 2008 Verriopoulos).

Το σώμα του χταποδιού αποτελείται από δύο κύρια μέρη: το κορμό (κουκούλα) και τους βραχίονες (πλοκάμια). Στο σημείο σύνδεσης τους βρίσκεται και το κεφάλι. Είναι το μικρό "σκληρό" κομμάτι, απ' όπου ξεκινούν ακτινωτά τα πλοκάμια και όπου εδράζεται ο κορμός. Δεν ξεχωρίζεται εύκολα και για το λόγο αυτό πολλοί συγχέουν το κορμό με το κεφάλι, το οποίο είναι μόνο ο στενός "λαιμός" πάνω στον οποίο βρίσκονται τα δύο του μάτια. Τα μάτια του χταποδιού εξέχουν και καλύπτουν ένα ευρύ οπτικό πεδίο. Το στόμα βρίσκεται από την κάτω πλευρά του κεφαλιού, ακριβώς στο κέντρο του σημείου σύνδεσης των πλοκαμιών. Πρόκειται για μια οπή που φέρει το χιτινώδες ράμφος (όπως του παπαγάλου). Αυτό είναι και το μοναδικό σκληρό στοιχείο του σώματος. Οι οχτώ βραχίονες έχουν την ευχέρεια όλων των κινήσεων, ενώ φέρουν από δύο σειρές βεντούζες ώστε να μπορούν να προσκολλούνται στα διάφορα υποστρώματα και να συγκρατούν τη λεία.

Όσον αφορά τους τύπους των θαλαμιών, η διαθεσιμότητα στερεών υλικών αναγκαίων για την κατασκευή τους είναι περιοριστικός παράγοντας για την εξάπλωση του κοινού χταποδιού (*Octopus vulgaris*, Cuvier 1797) στο μαλακό υπόστρωμα. Διαπιστώθηκε ότι στο μαλακό υπόστρωμα χρησιμοποιεί τέσσερις διαφορετικούς τύπους θαλαμιών: το «πηγάδι» (μια κατακόρυφη τρύπα στο υπόστρωμα), την «πέτρα/βράχο» (το χταπόδι χρησιμοποιεί μια πέτρα ή έναν βράχο για να σκάψει από κάτω ένα λαγούμι), τα «ανθρωπογενούς προέλευσης» (χρησιμοποιούνται στερεά απορρίμματα ανθρωπογενούς προέλευσης), και το «όστρακο» (χρησιμοποιείται ένα άδειο όστρακο). (Katsanevakis and Verriopoulos 2004b).

Το κοινό χταπόδι κατά την διάρκεια της μέρας συνήθως παραμένει στο θαλάμι του και κατά την διάρκεια της νύχτας ψάχνει για την τροφή του η οποία αποτελείται από Καρκινοειδή, Μαλάκια και Ψάρια. Το κοινό χταπόδι γενικώς δεν απομακρύνεται πολύ από το θαλάμι του για την εύρεση της τροφής του (McQuaid, 1994).

Όσον αφορά την κατανομή του στον χώρο αυτή εξαρτάται κυρίως από την διαθεσιμότητα θαλαμιών και στο μαλακό υπόστρωμα από την διαθεσιμότητα των υλικών κατασκευής των θαλαμιών όπως είναι οι

πέτρες, τα κοχύλια, βότσαλα, και αντικείμενα ανθρωπογενούς προέλευσης. Οι κύριοι τύποι των θαλαμιών βρίσκονται σε διαφορετική σχετική αφθονία ανάλογα με το βάθος, την απόσταση από ακτή, το μέγεθος του χταποδιού και την κοκκομετρία του υποστρώματος (Katsanevakis and Verriopoulos 2004b).



Στη Μεσόγειο υπάρχουν τέσσερα είδη χταποδιών. Το κοινό χταπόδι (*Octopus vulgaris*, Cuvier 1797) το οποίο είναι και το συνηθέστερο ξεχωρίζει από τα υπόλοιπα είδη από κάποια ιδιαίτερα εξωτερικά μορφολογικά χαρακτηριστικά τα οποία αναφέρονται παρακάτω:

1. Οκτώ βραχίονες (πλοκάμια) με δύο σειρές μυζητήρες (βεντούζες).
2. Τρίτος δεξιός βραχίονας με εκτοκοτύλη.
3. Πλευρικοί βραχίονες μακρύτεροι από τους αντίστοιχους κοιλιακούς και ραχιαίους.
4. Οι ραχιαίοι βραχίονες μακρύτεροι από τους κοιλιακούς.
5. Άτομα μεγάλου μεγέθους, δεύτερος και τρίτος βραχίονας περίπου του ίδιου μήκους .
6. Άτομα μικρού μεγέθους με πολύ μεγάλους βραχίονες. Ο τρίτος αισθητά μεγαλύτερος από τον δεύτερο.

2.2) Οπτικές μέθοδοι εκτίμησης της αφθονίας του κοινού χταποδιού.

2.2.1 Μέθοδος των Λωρίδων

Η πιο ευρέως διαδεδομένη μέθοδος για την διεξαγωγή υποβρυχίων οπτικών ερευνών με σκοπό την εκτίμηση της πυκνότητας ή της αφθονίας βενθικών οργανισμών είναι η δειγματοληψία επιφανείας (Plot Sampling). Η βασική ιδέα αυτής της μεθόδου είναι η αναγωγή των οργανισμών που βρέθηκαν στην επιφάνεια δειγματοληψίας στην υπό μελέτη περιοχή (Borchers *et al.*, 2004).

Υπάρχουν πολλοί διαφορετικοί τύποι αυτής της μεθόδου οι οποίοι διαφέρουν όσον αφορά στο σχήμα της περιοχής καταγραφής το οποίο συνήθως είναι ένα τετράγωνο, μία λωρίδα ή ένας κύκλος, οι οποίοι όμως είναι ίδιοι από στατιστικής σκοπιάς.

Τέτοιες οπτικές έρευνες και κυρίως αυτή των λωρίδων έχουν ευρέως εφαρμοστεί για την εκτίμηση αφθονίας νηριτικών ψαριών (Chabanet *et al.*, 1995; Edgar and Barrett, 1997; Ackerman and Bellwood, 2000; Tuya *et al.*, 2000; De Girolamo and Mazzoldi, 2001; Guidetti *et al.*, 2002; Pet-Soede *et al.*, 2001; Denny and Babcock, 2004; Katsanevakis, 2005), αλλά και ασπόνδυλων (Edgar and Barrett, 1997; Tuya *et al.*, 2000).

Η μέθοδος αυτή εφαρμόζεται ευρέως για την εκτίμηση της αφθονίας των ψαριών των τροπικών υφάλων.

Οι δύο πιο κοινά εφαρμόσιμες μορφές αυτής της μεθόδου είναι η μέθοδος των λωρίδων και των σημείων.

Στην μέθοδο των λωρίδων έχουμε στενές επιμήκεις λωρίδες κατά μήκος της κεντρικής γραμμής όπου ο αυτοδύτης ανιχνεύει τους οργανισμούς και καταγράφει όλα τα άτομα που βρίσκονται μέσα στην λωρίδα. Το σχέδιο έρευνας αποτελείται από K τυχαίως τοποθετημένες λωρίδες ή έναν κάνναβο που αποτελείται από K ισαπέχουσες λωρίδες, τυχαία τοποθετημένος στην περιοχή έρευνας, με πλάτος λωρίδας $2w$ και μήκος li .

Εάν αθροίσουμε όλα τα επιμέρους μήκη li το άθροισμα τους είναι το

$$\sum_{i=1}^k li = L \text{ τότε η μέση πυκνότητα των ατόμων εκτιμάται από την σχέση}$$

$$\hat{D} = n/Ac = n/2wL$$

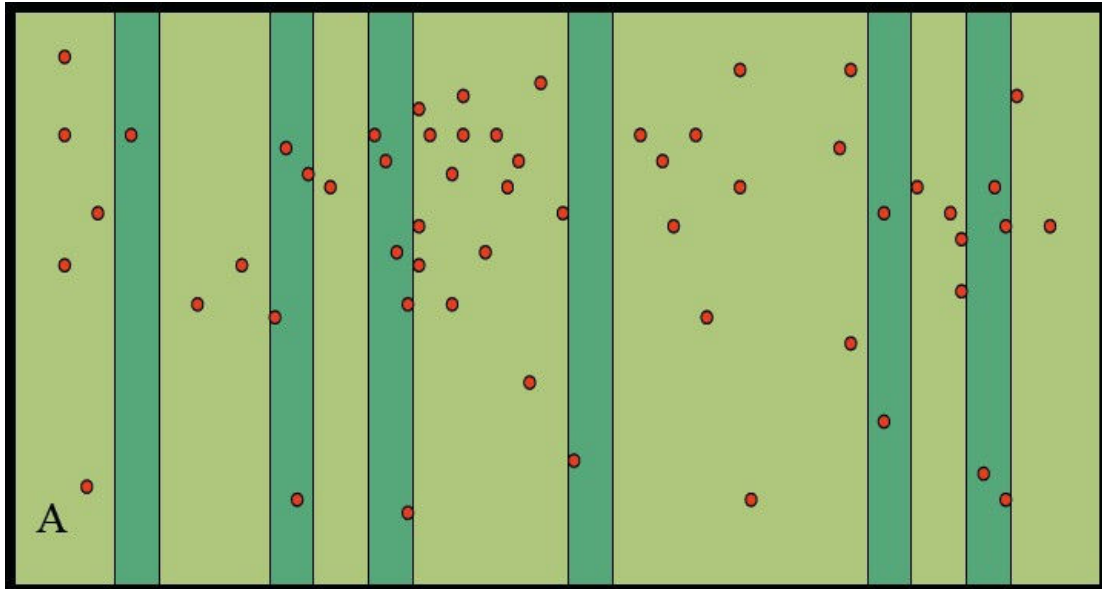
όπου n είναι ο αριθμός των καταγραφέντων οργανισμών και Ac είναι η επιφάνεια της καλυπτόμενης περιοχής.

Η αφθονία στην περιοχή μελέτης A εκτιμάται από την σχέση

$$\hat{N} = nA/Ac = nA/2wL = n/Pc$$

όπου $Pc = Ac/A$ είναι το ποσοστό της περιοχής μελέτης που καλύφθηκε από την έρευνα.

Pc ονομάζεται η πιθανότητα κάλυψης διότι σε μία έρευνα όπου οι λωρίδες είναι τυχαίως τοποθετημένες και ανεξάρτητες από το πού υπάρχουν οι οργανισμοί, ένας οποιοδήποτε οργανισμός θα βρίσκεται στην περιοχή Ac με πιθανότητα Pc . (Βλέπε Σχήμα 1 παρακάτω).



Σχήμα 1: Απεικόνιση της μεθόδου των λωρίδων (*Strip Transect*).

Τα κόκκινα στίγματα στο παραπάνω σχήμα αναπαριστούν τους υπάρχοντες οργανισμούς σε μία έκταση επιφανείας A . Οι σκούρες πράσινες λωρίδες είναι οι τυχαίως τοποθετημένες λωρίδες έρευνας.

Η δε αφθονία δίνεται από τον παρακάτω τύπο όπου P_c είναι η πιθανότητα αντίχτυψης του ατόμου.

$$\hat{N} = \frac{nA}{A_c} = \frac{nA}{2wL} = \frac{n}{(A_c / A)} = \frac{n}{p_c}$$

A) Παραδοχές της μεθόδου

Σε αυτήν την μέθοδο, η βασική προϋπόθεση, είναι ότι όλοι οι υπό μελέτη οργανισμοί οι οποίοι βρίσκονται στην περιοχή της δειγματοληψίας *Ac* ανιχνεύονται. Παρά ταύτα αυτή η υπόθεση δεν μπορεί να επαληθευτεί με βάση τα δεδομένα της έρευνας και ούτε μπορεί να εκτιμηθεί προσεγγιστικά η διακύμανσή της αναλόγως των διαφορετικών βιοτόπων με αποτέλεσμα μερικές φορές να είναι απαραίτητη η επιλογή στενών λωρίδων η οποία βέβαια είναι προβληματική στην περίπτωση ειδών τα οποία είναι ευρέως χωρικά κατανομημένα (Burnham and Anderson, 1984; Buckland *et al.*, 2001), με αποτέλεσμα την αύξηση της τυπικής απόκλισης της πυκνότητας (Kulbicki and Sarramegna *et al.*, 2001).

Ένα σημαντικό πρόβλημα στην μέθοδο αυτή είναι πώς επιλέγουμε το κατάλληλο πλάτος λωρίδας έτσι ώστε να έχουμε επιτυχή ανίχνευση.

Ο Kulbicki and Sarramegna (1999) βρήκαν ότι το μέγιστο πλάτος λωρίδας το οποίο καθιστά επιτυχή την ανίχνευση όλων των υπό μελέτη οργανισμών μπορεί να αποκλίνει ακόμα και για συγγενή είδη ψαριών καθώς και για ένα συγκεκριμένο είδος ψαριού σε διαφορετικούς βιοτόπους.

Όταν σχεδιάζεται μία έρευνα με την μέθοδο των λωρίδων δεν υπάρχει τρόπος εκτίμησης του μέγιστου πλάτους λωρίδας για σίγουρη ανίχνευση των ειδών στόχων. Από την στιγμή που η υπόθεση περί καθολικής ανίχνευσης παραβιάζεται, υπάρχει υποεκτίμηση της αφθονίας η οποία αυξάνει όσο τα υπό εξέταση είδη παρουσιάζουν μεγάλη παραλλαγή και στα μικρά σε μέγεθος είδη (Ackerman and Bellwood, 2000; Willis, 2001).

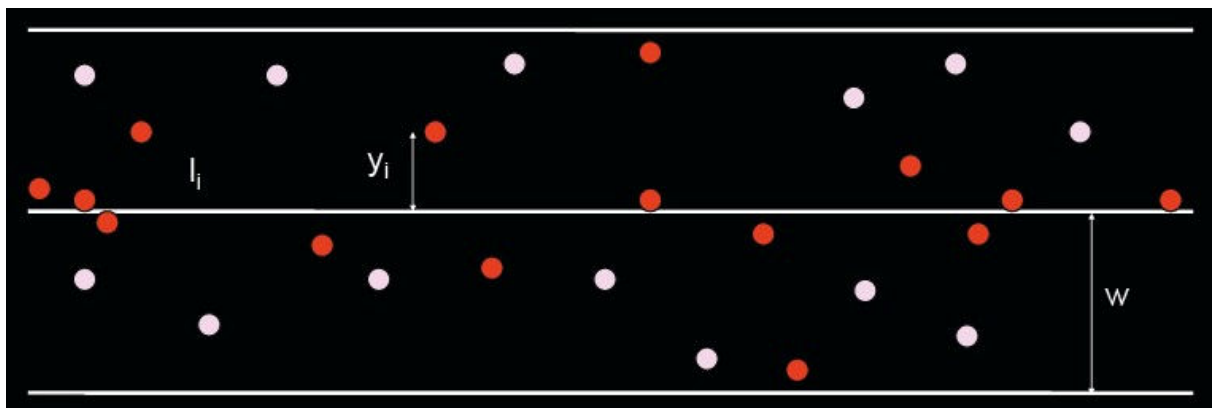
Αποτυχία στην δυνατότητα ανίχνευσης της πιθανότητας εύρεσης ενός ατόμου στην υπό εξέταση περιοχή οδηγεί σε αρνητικό σφάλμα της εκτίμησης αφθονίας ανάλογο της πιθανότητας ενός ατόμου να ανιχνευτεί στην περιοχή.

2.2.2) Η μέθοδος Δειγματοληψίας αποστάσεως

Μία διαδομένη μέθοδος με ικανότητα εκτίμησης της πιθανότητας ανίχνευσης είναι η μέθοδος που εφαρμόσαμε στην εργασία αυτή, η οποία είναι ουσιαστικά μία επέκταση της μεθόδου καταγραφής που περιγράψαμε παραπάνω και ονομάζεται δειγματοληψία αποστάσεως.

Η δειγματοληψία αποστάσεως (Buckland *et al.*, 2001; 2008) είναι στην πραγματικότητα μία ομάδα μεθόδων εκτίμησης αφθονίας και πυκνότητας οργανισμών η οποία υπερτερεί σε σχέση με την μέθοδο των λωρίδων διότι έχει μικρότερο σφάλμα και καλύτερη εκτίμηση της πυκνότητας και της αφθονίας των οργανισμών. Επίσης έχει ιδιαίτερη εφαρμογή στην περίπτωση των βενθικών ειδών με μεγάλη παραλλαγή. (Buckland *et al.*, 2001; 2008).

Οι κύριες μέθοδοι της δειγματοληψίας αποστάσεως είναι τομές με γραμμές και σημεία ανάλογα της μεθόδου των λωρίδων και των σημείων. Μία συστηματική έρευνα διεξάγεται κατά μήκος μίας σειράς γραμμών ή σημείων ψάχνοντας για τους υπό εξέταση οργανισμούς. Για κάθε οργανισμό που ανιχνεύεται μετράται η κάθετη απόσταση από την γραμμή αναφοράς ή το σημείο αναφοράς .



Σχήμα 2: Απεικόνιση της μεθόδου Δειγματοληψίας αποστάσεως (*Distance Sampling*).

Στο παραπάνω σχήμα βλέπουμε μία λωρίδα ημιπλάτους w όπου με κόκκινα στίγματα είναι οι οργανισμοί οι οποίοι ανιχνεύθηκαν κατά την διεξαγωγή της έρευνας και με άσπρα στίγματα οι οργανισμοί οι οποίοι δεν ανιχνεύθηκαν. Η απόσταση του οργανισμού από την γραμμή αναφοράς εκφράζεται σαν y_i και με l_i η απόσταση από την αρχή της γραμμής αναφοράς.

Η δε αφθονία δίνεται από τον παρακάτω τύπο: όπου p_a είναι η πιθανότητα ανίχνευσης του ατόμου εξαρτημένη από την απόσταση του από την γραμμή αναφοράς και p_c η πιθανότητα ανίχνευσης του ατόμου στην περιοχή της έρευνας.

$$\hat{N} = \frac{n}{P_c P_a}$$

Από τις καταγεγραμμένες μετρήσεις των αποστάσεων μέσω μοντέλων βρίσκουμε μία συνάρτηση ανιχνευσιμότητας η οποία προσαρμόζεται στα δεδομένα. Εν συνεχεία μπορούμε να υπολογίσουμε την πιθανότητα ανίχνευσης των ζώων, δηλαδή πόσα ζώα δεν ανιχνεύσαμε οπότε μπορούμε να εκτιμήσουμε την αφθονία τους στη περιοχή μελέτης.

Όταν η ανίχνευση των ζώων είναι δύσκολη μία τέτοια μέθοδος είναι αποτελεσματικότερη από την μέθοδο των λωρίδων, διότι οι πυκνότητες διορθώνονται με την χρήση της συνάρτησης ανίχνευσης αυξάνοντας το δείγμα μας για την ίδια προσπάθεια αφού όλα τα ζώα που ανιχνεύθηκαν μπορούν να καταγραφούν ανεξαρτήτως της απόστασής τους από την γραμμή αναφοράς.

Στην δειγματοληψία αποστάσεων είναι αποδεκτό να αποτύχουμε στην ανίχνευση κάποιων ζώων που βρίσκονται στην υπό εξέταση περιοχή.

Η πιθανότητα για οποιοδήποτε ανεξάρτητο ζώο το οποίο βρίσκεται στη περιοχή μελέτης εκτιμάται.

Αυτή η πιθανότητα συμβολίζεται με P_a .

Για τα ζώα που θα ανιχνευθούν σε μία τέτοια έρευνα η εκτίμηση της μέσης πυκνότητας και ο συνολικός αριθμός τους στην περιοχή μελέτης δίνονται από τις σχέσεις:

$$\hat{D} = n/AcPa \quad \text{και} \quad \hat{N} = n/PcPa \text{ αντιστοίχως.}$$

Έχουμε θεωρήσει ότι η πιθανότητα ένα ζώο να βρίσκεται στην περιοχή μελέτης και η πιθανότητα να ανιχνευτεί είναι ανεξάρτητη και κοινή για όλα τα ζώα.

Ο βασικός στόχος της ανάλυσης των δεδομένων της δειγματοληψίας αποστάσεων είναι η εκτίμηση της πιθανότητας ανίχνευσης P_a .

Αυτό γίνεται μέσω μοντελοποίησης της συνάρτησης ανιχνευσιμότητας $g(y)$, δηλαδή της πιθανότητας ανίχνευσης ενός ζώου το οποίο βρίσκεται σε απόσταση y από την γραμμή αναφοράς ή το σημείο.

Εν συνεχεία θα επικεντρωθούμε στις τομές με γραμμές οι οποίες χρησιμοποιούνται συχνότερα στις υποβρύχιες έρευνες και είναι αυτές που χρησιμοποιήθηκαν στην έρευνά μας.

Σε τέτοιου είδους έρευνες υπάρχουν K τυχαίως τοποθετημένες λωρίδες ή ένας κάνναβος που αποτελείται από K ισαπέχουσες λωρίδες τυχαία τοποθετημένες στην περιοχή έρευνας, με πλάτος λωρίδας $2w$ και μήκος l_i . Όπου w είναι το μέγιστο πλάτος στο οποίο μπορούν να ανιχνευτούν τα ζώα.

Για την αποτελεσματικότητα της μεθόδου απαιτείται ένας αριθμός $K > 20$ που προκύπτει από την ανάγκη επίτευξης ικανοποιητικής ακρίβειας μέσω του επιθυμητού μεγέθους δείγματος το οποίο πρακτικώς επιτυγχάνεται με ένα μέγεθος δείγματος 60-80 οργανισμών. (Buckland, *et al.*, 2008).

Για κάθε ζώο που ανιχνεύεται (βλ. Σχ. 2) μετρίεται η κάθετη απόσταση του y_i , από την γραμμή αναφοράς.

Αθροίζοντας το συνολικό μήκος των λωρίδων, σύμφωνα με τον τύπο

$$\sum_{i=1}^k l_i = L$$

η περιοχή η οποία έχει ερευνηθεί θα είναι η $A_c = 2wL$.

Η πυκνότητα των οργανισμών και η αφθονία τους μπορεί να εκτιμηθεί από τους τύπους

$$\hat{D} = n/2wLPa \quad \text{και}$$

$$\hat{N} = nA/2wLPa \quad \text{αντιστοίχως.}$$

A) Παραδοχές της μεθόδου

Η βασική προϋπόθεση στην δειγματοληψία αποστάσεως με χρήση γραμμών είναι ότι όλοι οι οργανισμοί οι οποίοι βρίσκονται πάνω στην γραμμή αναφοράς ανιχνεύονται σε ποσοστό 100%.

Στην πράξη πρέπει να λαμβάνουμε τα απαραίτητα εκείνα μέτρα τα οποία μας βοηθούν να διατηρήσουμε αυτήν την προϋπόθεση (Βλέπε στην ενότητα Τρόπος εφαρμογής της μεθόδου σε άλλα είδη, σελίδα 33).

Όταν αυτή παραβιάζεται, η εκτίμηση των ζητούμενων παραμέτρων όπως είναι η πυκνότητα (Ο αριθμός των οργανισμών ανά μονάδα επιφανείας της περιοχής μελέτης) και η αφθονία (Ο αριθμός των οργανισμών στην περιοχή μελέτης) επηρεάζονται με αρνητικό σφάλμα σε αναλογία με την πιθανότητα ανίχνευσης.

Για παράδειγμα θα μπορούσαμε να πούμε ότι αν $g(0) = 0.75$ η εκτίμησή μας βρίσκεται στο 75% της πραγματικής αφθονίας.

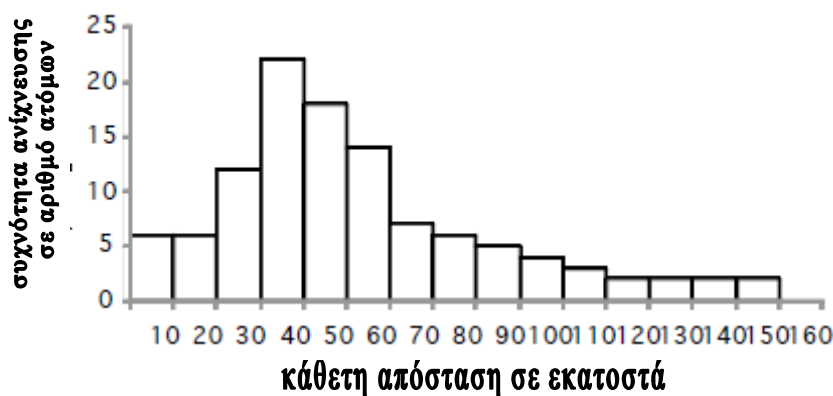
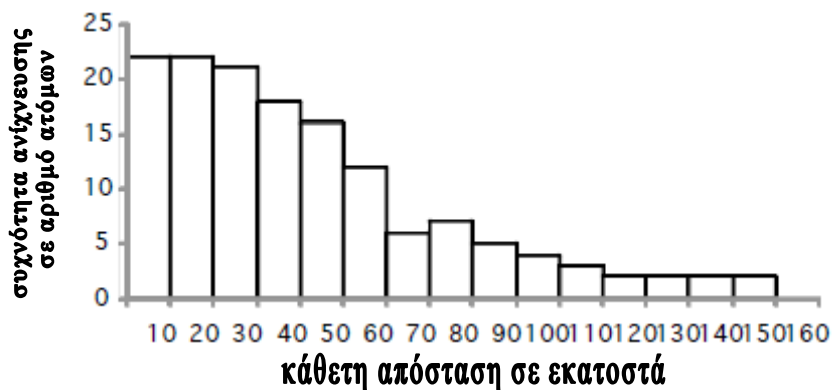
Μία άλλη προϋπόθεση αυτής της μεθόδου είναι ότι οι οργανισμοί ανιχνεύονται στην πρωταρχική τους θέση και δεν έχουν μετακινηθεί λόγω της παρουσίας μας. Οι τυχαία μετακινούμενοι οργανισμοί ανεξαρτήτως της δικής μας προσπάθειας μπορεί να προκαλέσουν σφάλμα εκτίμησης προς τα πάνω, διότι οι μετακινούμενοι οργανισμοί συνήθως ανιχνεύονται ευκολότερα όταν βρίσκονται κοντά στην γραμμή αναφοράς με αποτέλεσμα την καταγραφή μικρότερων αποστάσεων.

Η μετακίνηση οργανισμών λόγω της δικής μας δραστηριότητας μπορεί να προκαλέσει σφάλμα στην εκτίμηση της αφθονίας το οποίο θα είναι θετικό στην περίπτωση οργανισμών οι οποίοι έλκονται από τον παρατηρητή και αρνητικό στην περίπτωση που αυτοί απομακρύνονται.

Αυτό φαίνεται από τα ιστογράμματα της απόστασης των οργανισμών από την γραμμή αναφοράς σε σχέση με την συχνότητα ανίχνευσής τους.

Όπως φαίνεται παρακάτω στο Σχήμα 7, στο δεύτερο ιστόγραμμα παρουσιάζεται σε κοντινές αποστάσεις, χαμηλότερη συχνότητα ανιχνευσιμότητας, από τις πιο απομακρυσμένες.

Το στοιχείο αυτό δείχνει το (αρνητικό) σφάλμα το οποίο έγινε κατά την διάρκεια της δειγματοληψίας. (Buckland, *et al.*, 2008). (Βλέπε Σχήμα 3 παρακάτω).



Σχήμα 3: Ιστογράμματα δεδομένων συχνότητας ανίχνευσης οργανισμών και κάθετης απόστασης τους από την γραμμή αναφοράς.

Επίσης εάν ένας οργανισμός μετακινηθεί μπροστά από τον παρατηρητή και ανιχνευτεί αρκετές φορές κατά την διάρκεια της καταμέτρησης πάλι υπάρχει σφάλμα.

Οι αποστάσεις πρέπει να μετρώνται με ακρίβεια. Συνήθως οι παρατηρητές υποπίπτουν σε συστηματικό σφάλμα με την στρογγυλοποίηση στην μηδενική απόσταση από την γραμμή αναφοράς (Buckland *et al.*, 2001; Borchers *et al.*, 2004).

Από τις παραπάνω σχέσεις βλέπουμε ότι χρειάζεται η πιθανότητα ανίχνευσης P_a .

B) Παρουσίαση του μοντέλου και της μαθηματικής προσέγγισης.

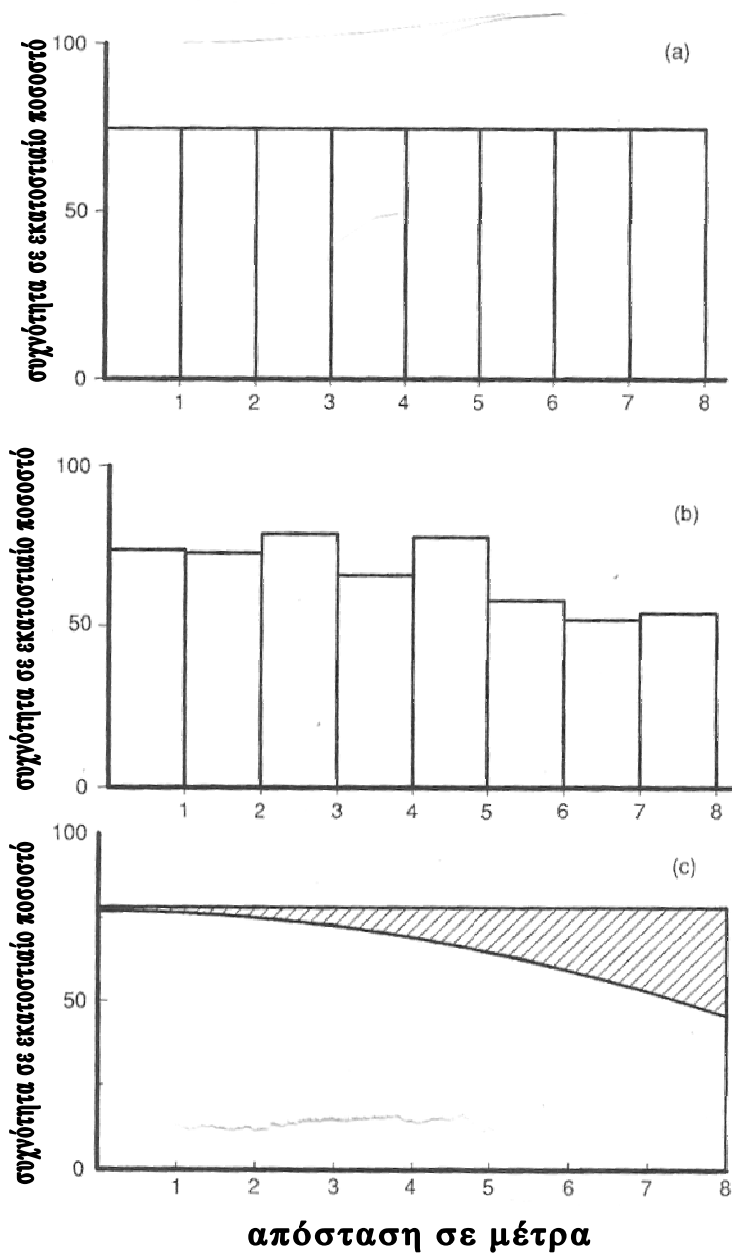
Η ιδέα της εκτίμησης της πιθανότητας αυτής αναλύεται παρακάτω. Εάν όλα τα ζώα είχαν ανιχνευτεί τότε το ιστόγραμμα των καταγεγραμμένων αποστάσεων y_i είναι οριζόντιο (Σχήμα 4a), δεδομένου ότι οι γραμμές είναι τυχαίως τοποθετημένες.

Οποιαδήποτε ελάττωση στον αριθμό των καταγεγραμμένων ζώων με αυξανόμενες αποστάσεις από την γραμμή αναφοράς αντιστοιχεί στην ελάττωση της πιθανότητας ανίχνευσης του ζώου (Σχήμα 4b).

Η αναλογία των ζώων που έχουν ανιχνευτεί μπορεί να εκτιμηθεί από την μη διαγραμμισμένη περιοχή του Σχήματος 4c διαιρεμένη με την συνολική επιφάνεια κάτω από την οριζόντια γραμμή.

Η δε καμπύλη θα μπορούσε να εκτιμηθεί μέσω της εφαρμογής των ελαχίστων τετραγώνων στα κεντρικά σημεία κάθε μίας κλάσης ιστογράμματος.

Όταν αυτή διαιρεθεί με την αντίστοιχη τιμή για $y=0$ αυτή η καμπύλη είναι στην πραγματικότητα η συνάρτηση $g(y)$. (Βλέπε Σχήμα 4).



Σχήμα 4.

- (a) Το ιστόγραμμα των παρατηρημένων αποστάσεων, όταν όλα τα ζώα που υπάρχουν στην καλυπτόμενη περιοχή ανιχνεύονται.
- (b) Το ιστόγραμμα αποστάσεων, όπου η τάση ανίχνευσης λιγότερων οργανισμών σε μεγαλύτερες αποστάσεις είναι φανερή.
- (c) Η διαγραμμισμένη περιοχή είναι ανάλογη του αριθμού των οργανισμών που δεν ανιχνεύτηκαν.

Η πιθανότητα ανίχνευσης δίδεται από τον τύπο:

$$\hat{P}_a = \frac{\int_0^w \hat{g}(y) dy}{w}$$

Ο δε συντελεστής $\mu = \int_0^w g(y) dy$ ονομάζεται ελάχιστο βέλτιστο ημιπλάτος λωρίδας και αντιπροσωπεύει το πλάτος w εκατέρωθεν της κεντρικής γραμμής της λωρίδας, ώστε όσοι οργανισμοί ανιχνεύονται έξω από την λωρίδα να παραμένουν μη ανιχνεύσιμοι μέσα σε αυτήν.

Ένας εναλλακτικός τρόπος έκφρασης της εκτίμησης πυκνότητας δίδεται από τον τύπο $\hat{D} = \frac{n}{2L\mu}$.

Από τα παραπάνω συμπεραίνουμε ότι $f(y) = g(y)/\mu$ και ότι $f(0) = 1/\mu$

εφόσον $g(0) = 1$. Οπότε και η πυκνότητα $\hat{D} = \frac{n\hat{f}(0)}{2L\mu}$.

(Buckland *et al.*, 2001).

Η συνάρτηση ανίχνευσης μοντελοποιείται μέσω της γενικής σχέσης

$$g(y) = \frac{key(y)[1 + series(y)]}{key(0)[1 + series(0)]}$$

όπου $key(y)$ είναι η συνάρτηση αναφοράς και $series(y)$ είναι συναρτήσεις οι οποίες χρησιμοποιούνται για την ρύθμιση της κεντρικής συνάρτησης.

Η Uniform συνάρτηση, $key(y) = 1/w$ (0 παράμετροι), η Half Normal $key(y) = \exp(-y^2/2\sigma^2)$ και η Hazard Rate συνάρτηση $key(y) = 1 - \exp[-(y/\sigma)^b]$ θεωρούνται οι κύριες συναρτήσεις.

Για κάθε ομάδα δεδομένων που έχουμε πρέπει να εφαρμόζονται διαφορετικά μοντέλα και να συγκρίνονται.

Η επιλογή του βέλτιστου μοντέλου μπορεί να βασιστεί στην θεωρία της πληροφορίας (Burnham and Anderson, 2002) και στο κριτήριο του Akaike (AIC) (Akaike, 1973; Burnham and Anderson, 2002).

Για μικρά δείγματα (όταν ο λόγος του δείγματος με τον αριθμό των παραμέτρων του μοντέλου είναι μικρότερο του 20), τότε μπορεί να χρησιμοποιηθεί το διορθωμένο κριτήριο του Akaike (AICc).

Το μοντέλο με την μικρότερη τιμή στο κριτήριο (AIC_{min}) είναι το καλύτερο σε σχέση με τα υπόλοιπα.

Όταν ένα μοντέλο είναι καθαρά ανώτερο από τα άλλα είναι συνήθως θεμιτό να στηριχτούμε μόνο σε αυτό.

Σε πολλές περιπτώσεις όμως, διάφορα μοντέλα υποστηρίζουν σωστά τα δεδομένα μας. Σε αυτές τις περιπτώσεις ο συνδυασμός τους προς εύρεση ενός μέσου μοντέλου κρίνεται απαραίτητος.

Αυτή η διαδικασία αναφέρεται στην βιβλιογραφία σαν Multi-model inference (MMI) και έχει διάφορα θεωρητικά και πρακτικά πλεονεκτήματα (Buckland *et al.*, 1997 Burnham and Anderson, 2002).

Η θεωρία προσέγγισης της πληροφορίας ή Information theory approach καθώς και η Multi-model inference (MMI) περιγράφονται αναλυτικά από τους Burnham and Anderson (2002).

Σύμφωνα με τη θεωρία αυτή αφού έχει υπολογιστεί ο AIC για όλα τα μοντέλα εν συνεχεία υπολογίζουμε τις AIC διαφορές , $A_i = AIC_i - AIC_{min}$ για όλα τα υποψήφια μοντέλα.

Για να ποσοτικοποιήσουμε την αληθοφάνεια καθενός από τα μοντέλα υπολογίζουμε τα σταθμά Akaike, “Akaike weight” w_i όπου

$$w_i = \frac{\exp(-0.5\Delta_i)}{\sum_{i=1}^6 \exp(-0.5\Delta_i)}.$$

Τα σταθμά Akaike εκφράζουν την πιθανότητα το μοντέλο g_i να είναι το βέλτιστο μοντέλο εκ των υποψηφίων.(Akaike, 1983; Buckland *et al.*, 1997; Burnham and Anderson, 2002).

Η εκτίμηση της πιθανότητας Pa καθώς και του μ (το βέλτιστο ημιπλάτος λωρίδος) υπολογίζονται μέσω της έκφρασης $\hat{\theta} = \sum_i w_i \hat{\theta}_i$ όπου $\hat{\theta}$ είναι η εκτίμηση της παραμέτρου θ από το μοντέλο i .

Το $var(n)$ εκτιμάται από την απόκλιση του δείγματος αναφοράς της αναλογίας των οργανισμών που μετρήθηκαν n_i/l_i , όπου l_i το μήκος των γραμμών.

Όταν το $f(0)$ εκτιμάται από την μέγιστη πιθανότητα, η απόκλισή της εκτιμάται μέσω του κριτηρίου Fisher.(Buckland *et al.*, 2001).

Γ) Πολυπαραγοντική μέθοδος δειγματοληψίας

Εν συνεχεία θα αναφερθούμε στην πολυπαραγοντική μέθοδο δειγματοληψίας η οποία μας βοηθά να αναλύσουμε τα δεδομένα μέσω της εξάρτησης τους με παράγοντες οι οποίοι επηρεάζουν την ανιχνευσιμότητα. Για παράδειγμα το τύπο του οικοτόπου, τη βαθυμετρία και άλλους παράγοντες.

Σε πολλές περιπτώσεις έχουμε καλύτερο αποτέλεσμα στην εκτίμηση της αφθονίας, αν στις συναρτήσεις αναφοράς όπου μέχρι τώρα ουσιαστικά χρησιμοποιούσαμε σαν παράμετρο την απόσταση, συμπεριλάβουμε στην συνάρτηση ανιχνευσιμότητας και άλλες παραμέτρους.

Έτσι αντί για $g(y)$ θα έχουμε τώρα την $g(y,z)$ όπου z είναι μία άλλη παράμετρος η οποία πιθανά επηρεάζει την ανιχνευσιμότητα. Για παράδειγμα οι διαφορετικές κλάσεις μεγεθών των οργανισμών, οι διαφορετικοί τύποι υποστρώματος (Borchers and Burnham, 2008; Marques and Buckland, 2003; 2008).

Οι Marques and Buckland (2003, 2008) πρότειναν να συμπεριληφθούν αυτές οι παράμετροι στην εκτίμηση της πιθανότητας ανιχνευσιμότητας σύμφωνα με την σχέση:

$$\sigma = \exp\left(\beta_0 + \sum_{i=1}^n \beta_i z_i\right)$$

όπου οι παράμετροι β_i οι οποίες επηρεάζουν την ανιχνευσιμότητα μεταβάλλονται συναρτήσει της απόστασης z . Η δε εκτίμηση της αφθονίας υπολογίζεται από την ακόλουθη σχέση :

$$\hat{N} = \sum_{i=1}^n \frac{1}{\hat{P}_a(z)}$$

Το βασικό λογισμικό για την δειγματοληψία αποστάσεων είναι το DISTANCE (Thomas *et al.*, 2006). Πρόκειται για ένα πρόγραμμα βασισμένο στην φιλοσοφία των Windows το οποίο επιτρέπει στον ερευνητή να σχεδιάσει και να αναλύσει τις έρευνες δειγματοληψίας αποστάσεων με σκοπό την εκτίμηση της πυκνότητας και της αφθονίας οργανισμών. Στην συγκεκριμένη έρευνα χρησιμοποιήσαμε το DISTANCE V.6.0.

Η βασική βιβλιογραφία της δειγματοληψίας αποστάσεων, είναι το εισαγωγικό των Buckland *et al.* (2001) το οποίο πραγματεύεται τυπικές μεθοδολογίες και το πιο εξελιγμένο των Buckland *et al.* (2008) στο οποίο αναλύονται πιο σύνθετες προσεγγίσεις.

2.3.1) Η έρευνα στην περιοχή μελέτης.

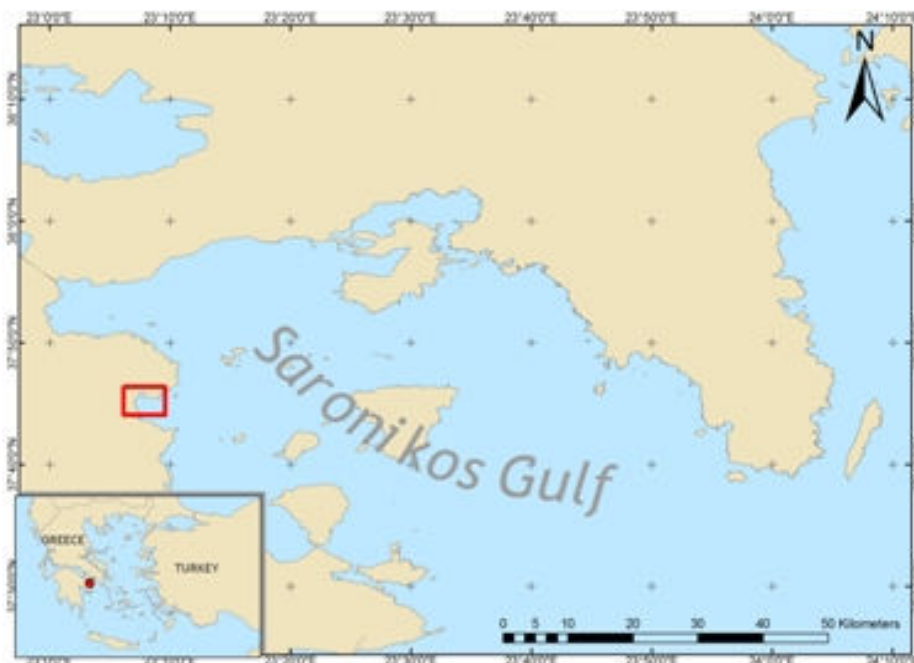
Η περιοχή που επιλέχθηκε για την έρευνα είναι ο Κόρφος Κορινθίας στον Σαρωνικό κόλπο όπως φαίνεται στον παρακάτω χάρτη (Βλέπε Σχήμα 5).

Η περιοχή επιλέχθηκε ύστερα από δοκιμαστική έρευνα με καταδυτική δραστηριότητα σε διάφορα σημεία στην ευρύτερη περιοχή και η οποία πραγματοποιήθηκε μερικές βδομάδες πριν την κανονική. Το συγκεκριμένο μέρος συνδυάζει μία σειρά από προϋποθέσεις όπως την ύπαρξη του κοινού χταποδιού (*Octopus vulgaris*, Cuvier 1797) σε διαφορετικά είδη οικότοπων (μαλακό και σκληρό υπόστρωμα) και σε βάθη προσιτά μέσω της καταδυτικής δραστηριότητας.

Επίσης η περιοχή επιτρέπει την εύκολη πρόσβαση όλων των τομών που αποφασίστηκε να πραγματοποιηθούν.

Η προσέγγιση των τομών πραγματοποιήθηκε με επιφανειακή κολύμβηση, με χρήση πλωτού σκάφους μήκους 5 μέτρων, ή τέλος με την χρήση ιστιοφόρου στα πιο δυσπρόσιτα σημεία. Η παραμονή των ερευνητών στη περιοχή μελέτης καλύφθηκε αμισθί.

Επίσης στον συγκεκριμένο χώρο διαμονής οργανώθηκε σταθμός πλήρωσης φιαλών με ηλεκτροκίνητο αεροσυμπιεστή.



Σχήμα 5: Χάρτης της περιοχής έρευνας

2.3.2) Σχεδιασμός της έρευνας

Αρχικά υπολογίστηκε το μήκος της ακτογραμμής (2,600 μέτρα) της περιοχής μελέτης με τη χρήση του ψηφιακού χάρτη και με την βοήθεια Λογισμικού Συστήματος Γεωγραφικών Πληροφοριών (Arc Gis).

Έγιναν δοκιμαστικές μετρήσεις για να εκτιμηθεί ο αριθμός των οργανισμών που ανιχνεύονται ανά τομή και το βάθος έτσι ώστε να καθοριστεί ο αριθμός και το μέγιστο βάθος των τομών.

Με βάση το δείγμα των δοκιμαστικών τομών και το μήκος της ακτογραμμής επιλέχθηκαν 25 τομές στην περιοχή μελέτης, η απόσταση των οποίων καθορίστηκε με τη διαίρεση του μήκους της ακτογραμμής προς το πλήθος τους και πλάτους 20 μέτρων εκατέρωθεν της γραμμής αναφοράς.

Η ακριβή τους θέση προσδιορίστηκε με συστηματικά τυχαίο τρόπο, επιλέγοντας δηλαδή τυχαία την θέση του πρώτου σταθμού και προσδιορίζοντας τη θέση των επόμενων (βλ. Σχήμα 6).



Σχήμα 6: Απεικόνιση των τομών που επιλέχθηκαν προς δειγματοληψία. Όπως φαίνεται στο παραπάνω σχήμα δεν υπάρχουν τομές μέσα στο λιμάνι λόγω της αυξημένης ναυσιπλοΐας κατά τον μήνα Αύγουστο, η οποία θα έκανε επικίνδυνες τις καταδύσεις. Επίσης η περιορισμένη ορατότητα η οποία επικρατούσε θα μας δυσκόλευε την έρευνα.

2.3.3) Ο Τρόπος εφαρμογής της μεθόδου.

Για την καταδυτική δραστηριότητα απαιτήθηκαν δύο αυτοδύτες και ένα σκάφος υποστήριξης για ευκολότερη και ασφαλέστερη κατάδυση σε κάποιες τομές.

Για την δειγματοληψία χρησιμοποιήθηκαν: υποβρύχια πυξίδα, ψηφιακά βυθόμετρα, ένα Gps, μέτρα και πινακίδες καταγραφής. Για την διεξαγωγή των καταδύσεων χρησιμοποιήθηκε ένας ηλεκτροκίνητος αεροσυμπιεστής των 6 κυβικών μέτρων, τέσσερα ζεύγη διπλών φιαλών, και υπολογιστές χειρός. Πραγματοποιήθηκαν 25 καταδύσεις, μία ανά τομή, σε βάθη από 0-20 μέτρα και μέσο χρόνο κατάδυσης μία ώρα .

Οι συνολικές ώρες κατάδυσης ανά δύτη ήταν 40 ώρες υποβρυχίως και άλλες 25 ώρες επιφανείας δια την προσέγγιση των περιοχών των τομών.

Για 3 ώρες καταδυτικής δραστηριότητας σε 2 από τις επιλεγμένες μας τομές απαιτήθηκε μία ολόκληρη ημέρα. Η δραστηριότητα της ομάδας άρχιζε το πρωί στις 8 και τελείωνε στις 11 το βράδυ με τα γεμίσματα των φιαλών. Ο ημερησίως χρόνος πλήρωσης των 8 φιαλών που απαιτούνταν για τις δύο καταδύσεις ήταν 5 ώρες.

Με τη χρήση μίτου μήκους 250 μέτρων από νάιλον ο οποίος ήταν σηματοδοτημένος ανά πέντε μέτρα καθοριζόταν η γραμμή αναφοράς πάνω στην οποία κινήθηκε ο ερευνητής ο οποίος ανιχνεύει τους οργανισμούς.(βλέπε Σχήμα 7)



Σχήμα 7: Υποβρύχιος Μίτος με σήμανση ανά 5 μέτρα

Ένας άλλος ερευνητής είναι απαραίτητος για λόγους καταδυτικής ασφάλειας καθώς και για την καταγραφή των βαθών ανά πέντε μέτρα για την βυθομετρική καταγραφή.

Στις περισσότερες περιπτώσεις χρησιμοποιήθηκε πλαστικός σωλήνας μήκους 2 μέτρων με διαβαθμίσεις των πέντε εκατοστών για την μέτρηση αποστάσεων. (Βλέπε Σχήμα 8).



Σχήμα 8: Χρήση ενός πλαστικού σωλήνα για την μέτρηση αποστάσεων.

Όλες οι καταδύσεις πραγματοποιήθηκαν ανά ζεύγος όπου με τη χρήση Gps οριζόταν η αφετηρία της τομής στην επιφάνεια και εν συνεχεία με τη χρήση πυξίδας απλωνόταν ο μίτος στο βυθό μέχρι την ισοβαθή των 20 μέτρων. Ο ένας αυτοδύτης ξεκινούσε από το τέλος της τομής και κολυμπώντας τον μίτο ανίχνευε και κατέγραφε τα χταπόδια, το βάθος, τον τύπο του θαλαμιού και το τύπο του οικοτόπου. Ο άλλος αυτοδύτης ακολουθούσε μαζεύοντας τον μίτο και ανά πέντε μέτρα κατέγραφε τα βάθη. Η χρονική διάρκεια της έρευνας ήταν δύο εβδομάδες και ο αριθμός των καταδύσεων ανά ημέρα ήταν δύο.

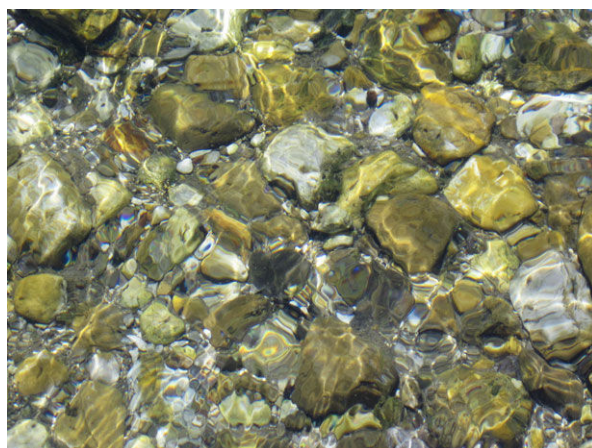
Οι παράμετροι που ερευνήθηκαν εκτός από την ανίχνευση του κοινού χταποδιού ήταν:

1. Το μέγεθος του που κατηγοριοποιήθηκε σε μία από τρεις τάξεις μεγέθους, την κατηγορία Α από 0-150 γραμμάρια, την Β από 150-500 γραμμάρια και την Γ μεγαλύτερα από 500 γραμμάρια.
2. Οι τύποι οικοτόπου που καταγράφηκαν ήταν πέντε (αμμώδης, βραχώδης, βότσαλα, λιβάδι *Posidonia oceanica* και *Cymodocea nodosa*) οι οποίοι τελικά κατηγοριοποιήθηκαν σε δύο κατηγορίες: μαλακό και σκληρό υπόστρωμα λόγω του μικρού αριθμού καταγραφών ανά κατηγορία με αποτέλεσμα την μη εύρεση σχέσης μεταξύ των δεδομένων. Η ομαδοποίηση αυτή αποφασίστηκε μετά την εισαγωγή των δεδομένων και την εφαρμογή των μοντέλων (βλέπε Συζήτηση).
3. Οι τύποι θαλαμιών που αρχικά καταγράφηκαν ήταν τέσσερις (το πηγάδι, ο βράχος, τα ανθρωπογενούς προέλευσης υλικά και τα κοχύλια), οι οποίοι τελικά κατηγοριοποιήθηκαν σε τρεις κατηγορίες: (το πηγάδι, τον βράχο και λοιπά).

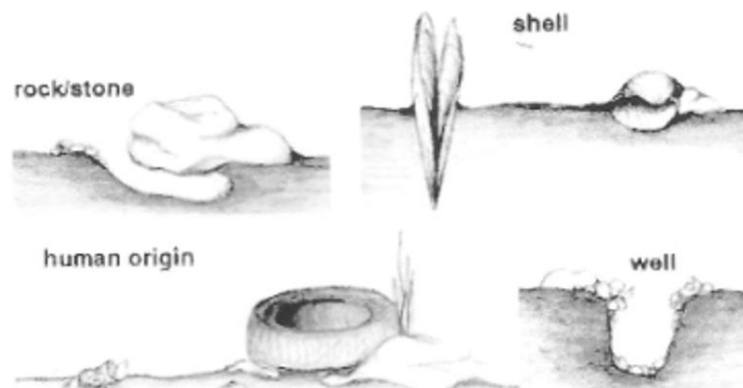
Παρακάτω στα σχήματα 9, 10 και 11 βλέπουμε φωτογραφίες και σχέδια για τα διαφορετικά υποστρώματα και τους τύπους των θαλαμιών.



Σχήμα 9 : Τα τρία διαφορετικά είδη οικοτόπου αμμώδης, λιβάδι *Posidonia oceanica* και *Cymodocea nodosa* τα οποία ομαδοποιήθηκαν στην κατηγορία μαλακό υπόστρωμα.



Σχήμα 10 : Οι δύο διαφορετικοί τύποι οικότοπων στους οποίους ανιχνεύτηκαν τα χταπόδια και ομαδοποιήθηκαν στην κατηγορία σκληρό υπόστρωμα.



Σχήμα 11 : Οι τέσσερις διαφορετικοί τύποι θαλαμιού του κοινού χταποδιού.

Rock/stone ή πέτρα, shell ή κοχύλι, human origin ή ανθρώπινης προέλευσης όπως τα μπουκάλια, τα λάστιχα και το well ή το πηγάδι. (Katsanevakis and Verriopoulos 2004).

2.3.4) Ομαδοποίηση των αρχικών κατηγοριών οικολογικών παραμέτρων

Όπως ανέφερα και παραπάνω η ομαδοποίηση η οποία έγινε όσον αφορά τους τύπους υποστρώματος καθώς και τους τύπους των θαλαμιών έγινε λόγω του περιορισμένου αριθμού καταγραφών ανα τομή προκειμένου ο αριθμός των οργανισμών που ανιχνευτήκαν να καλύπτει τις απαιτήσεις της στατιστικής ανάλυσης.

Επίσης στα αποτελέσματα παρουσιάζονται οι περιπτώσεις με στατιστική σημαντική διαφοροποίηση.

Κατά την επεξεργασία των δεδομένων έγιναν όλο οι δυνατοί συνδυασμοί στατιστικής διερεύνησης όπου αυτό ήταν εφικτό με βάση τον αριθμό των ανιχνευθέντων ατόμων.

3) ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

3.1 Υπολογισμός της αφθονίας με την μέθοδο των Λωρίδων

Το εμβαδόν (176.862 m^2) της περιοχής μελέτης όπως φαίνεται και στο σκιαγραφημένο τμήμα του Σχήματος 9, υπολογίστηκε με την βοήθεια του προγράμματος Arc Gis 9.3. Το συνολικό μήκος των τομών ανέρχεται σε $L = 2.125\text{m}$ (τα επί μέρους μήκη των τομών παρουσιάζονται στον Πίνακα 1).

Η αφθονία του κοινού χταποδιού (*Octopus vulgaris*, Cuvier 1797) με χρήση της μεθόδου των λωρίδων υπολογίστηκε στα 403 άτομα όπως φαίνεται στον Πίνακα 2.



Σχήμα 12: Απεικόνιση του καταμετρημένου εμβαδού της περιοχής έρευνας που ορίζεται από την ακτογραμμή και την ισοβαθή των είκοσι μέτρων.

Πίνακας 1: Τα επιμέρους μήκη των τομών εκφρασμένα σε μέτρα. Όπου S1,...S25 οι τομές.

S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10
115m	60m	90m	65m	65m	115m	65m	55m	55m	75m

S11	S12	S13	S14	S15	S16	S17	S18	S19	S20
75m	120m	125m	130m	125m	65m	145m	95m	95m	100m

S21	S22	S23	S24	S25
60m	60m	60m	60m	50m

Πίνακας 2 : Εκτίμηση της αφθονίας N με την μέθοδο των Λωρίδων.

n =αριθμός ανιχνευμένων ατόμων	A =Εμβαδόν περιοχής μελέτης	W =το πλάτος λωρίδων=10m	$2*w*L$ (εμβαδόν περιοχής που ερευνήθηκε)	$N = \frac{n * A}{2 * W * L}$
97 άτομα	176.862m ²	10m	42500m ²	403 άτομα

Το σύνολο των ατόμων προκύπτει από τα χταπόδια που ανιχνεύτηκαν επί το λόγο του εμβαδού της περιοχής μελέτης προς το εμβαδόν της περιοχής που ερευνήθηκε.

3.2 Υπολογισμός της αφθονίας με την μέθοδο της Δειγματοληψίας αποστάσεως.

Όπως φαίνεται στον Πίνακα 3 το καλύτερο μοντέλο ανιχνευσιμότητας μεταξύ των 8 υποψηφίων ήταν το Half-Normal.

Η αφθονία του κοινού χταποδιού (*Octopus vulgaris*, Cuvier 1797) στην περιοχή μελέτης υπολογίστηκε σύμφωνα με τον μέσο όρο όλων των μοντέλων και χρησιμοποιώντας την μέση πιθανότητα ανιχνευσιμότητας $P_{average}=0.73$ στα 544 άτομα για επίπεδο εμπιστοσύνης 95% .

Πίνακας 3: Συγκεντρωτικά αποτελέσματα των οχτώ υποψηφίων μοντέλων g_i όπου AIC_i οι τιμές του κριτηρίου Akaike, ΔAIC_i οι διαφορές αυτών με την τιμή του βέλτιστου μοντέλου (Half Normal), W_i τα βάρη του Akaike, P_i η εκτίμηση της πιθανότητας ανίχνευσης, ESW_i το βέλτιστο ελάχιστο πλάτος λωρίδος μ , N_i ο αριθμός των οργανισμών ,

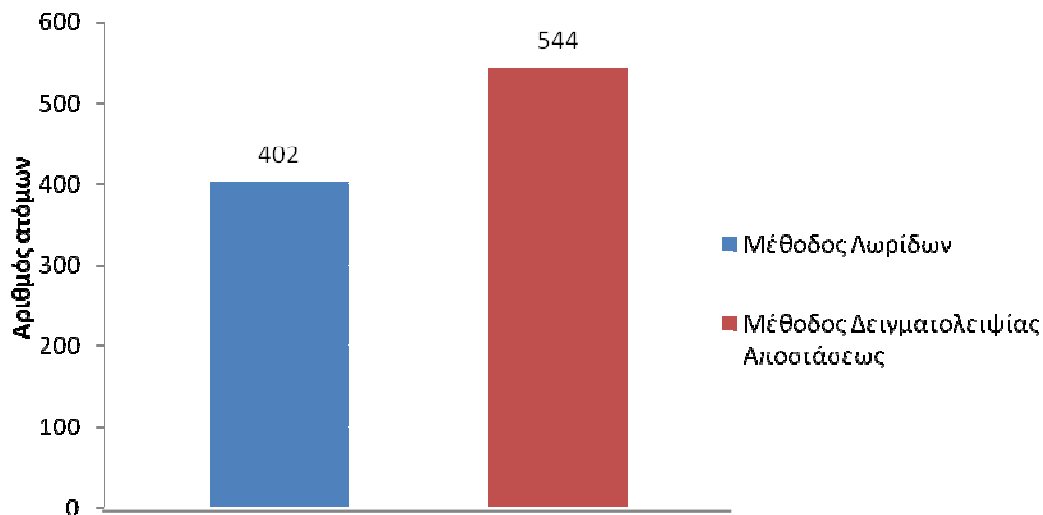
$N_{average_i}$ ο μέσος όρος των N_i και $P_{average}$ ο μέσος όρος της πιθανότητας P_i .

MODEL NAME	AIC	Delta AIC	W	P	ESW	N	N Average
HAZARD RATE	1336,68	2,18	0,14	0,73	727,62	540	
HALF NORMAL	1334,51	0,00	0,42	0,74	744,28	541	
HAZARD RATE+ SIZE	1338,31	3,81	0,06	0,74	743,50	553	
HALF NORMAL+SIZE	1338,31	3,81	0,16	0,74	743,50	545	
HALF NORMAL+HABITAT	1336,46	1,96	0,12	0,74	744,06	541	
HALF NORMAL+DEN TYPE	1337,03	2,53	0,02	0,74	738,48	541	
HAZARD RATE+ DEN TYPE	1340,73	6,23	0,02	0,70	701,41	573	
HAZARD RATE+ HABITAT	1338,73	4,23	0,05	0,70	701,41	573	
							544,50
				p average=0.73			

Στο παράρτημα 2 βλέπουμε τις καταγραφές του πεδίου από τις οποίες προέκυψε ο παραπάνω συγκεντρωτικός πίνακας των εξαγομένων αποτελεσμάτων των 8 μοντέλων που χρησιμοποιήθηκαν.

3.3 Σύγκριση των μεθόδων όσον αφορά την εκτίμηση της αφθονίας

Σε σύγκριση η οποία έγινε και απεικονίζεται στο Διάγραμμα 3 η μέθοδος των λωρίδων υποεκτίμησε την αφθονία **κατά 26%** σε σχέση με τη Δειγματοληψία αποστάσεως.

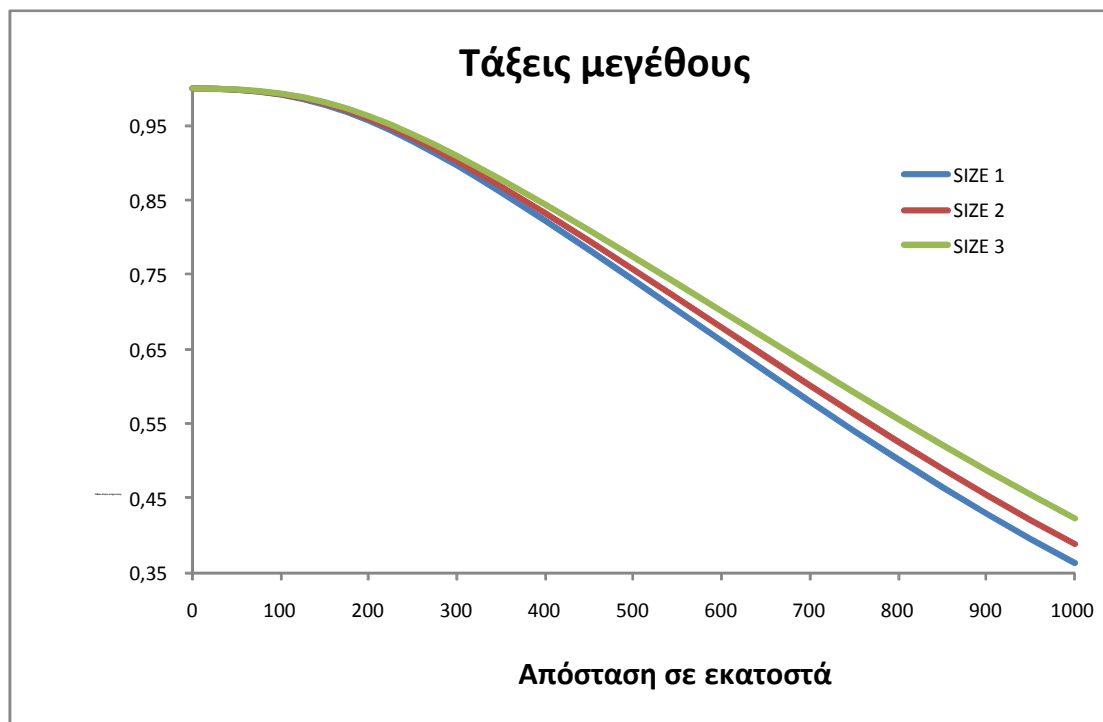


Διάγραμμα 3: Αποτύπωση της αφθονίας του κοινού χταποδιού (*octopus vulgaris*, Cuvier 1797), με την μέθοδο των Λωρίδων και με την μέθοδο της Δειγματοληψίας αποστάσεως.

3.4 Σύγκριση της δειγματοληψίας αποστάσεως συναρτήσει των οικολογικών παραμέτρων

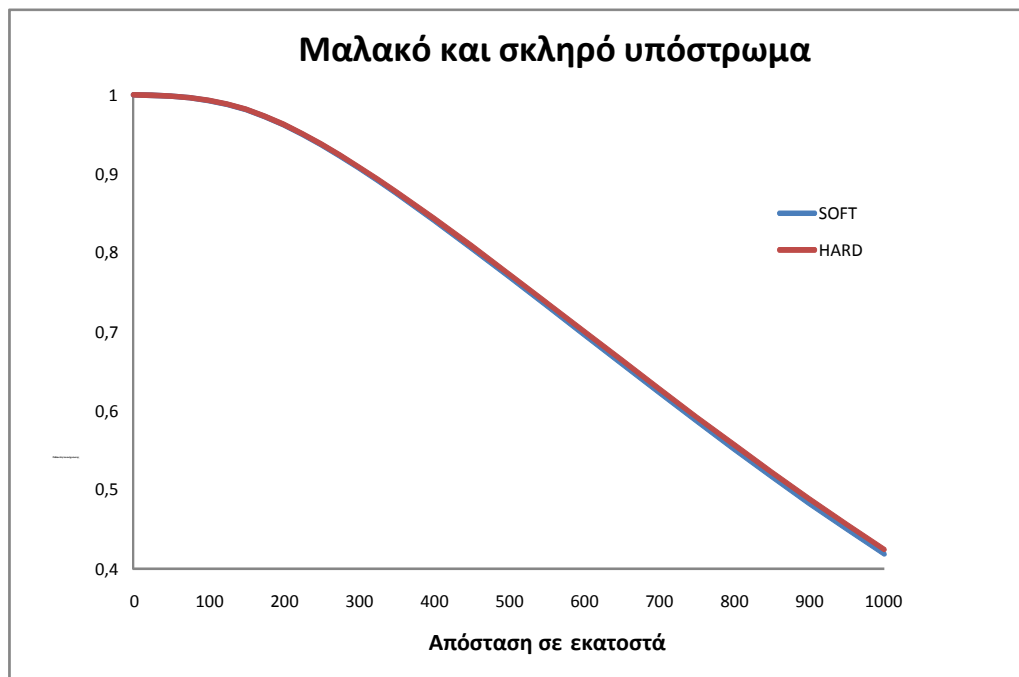
Από τους διάφορους συνδυασμούς που πραγματοποιήθηκαν για την συσχέτιση και πιθανή διαφοροποίηση της πιθανότητας ανίχνευσιμότητας σε σχέση με τις διάφορες οικολογικές παραμέτρους προέκυψαν τα διαγράμματα τα οποία παρατίθενται.

Όπως φαίνεται στο ενδεικτικό Διάγραμμα 4 παρακάτω, στην περίπτωση του μαλακού υποστρώματος με τύπο θαλαμιού την πέτρα αλλά και σε όλες τις άλλες περιπτώσεις όπου χρησιμοποιήθηκε ως συμμεταβλητή το μέγεθος του χταποδιού βλέπουμε τη θετική συσχέτιση της πιθανότητας ανίχνευσης ενός χταποδιού ως προς το μέγεθος του. Ομοίως βλέπουμε την ελάττωση της πιθανότητας ανίχνευσης όσο απομακρυνόμαστε από την γραμμή αναφοράς (μίτος) .



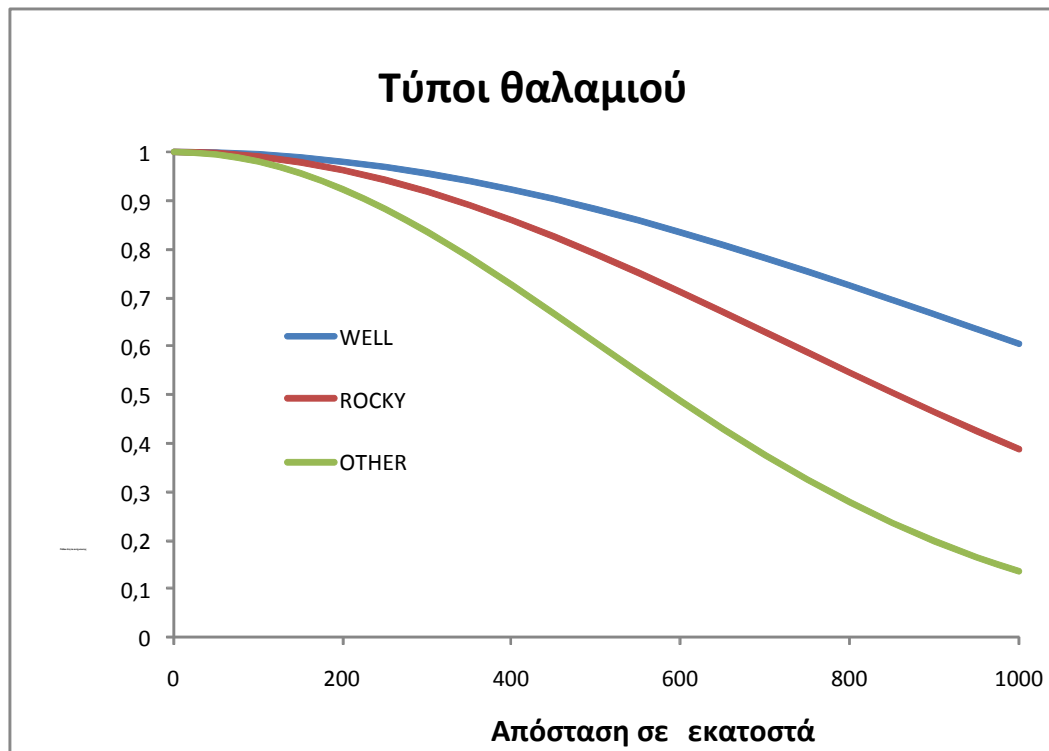
Διάγραμμα 4: Καμπύλες ανιχνευσιμότητας σε μαλακό υπόστρωμα σε σχέση με την απόσταση από την γραμμή αναφοράς (μίτος) και με συμμεταβλητή παράμετρο το μέγεθος του χταποδιού. Όπου size 1, 2, 3 αντιστοίχως οι 3 κλάσεις των 150γραμμαρίων, των 150-500 γραμμαρίων και των μεγαλύτερων από 500 γραμμάρια.

Όπως φαίνεται στο ενδεικτικό Διάγραμμα 5 όπου χρησιμοποιήθηκε ως συμμεταβλητή παράμετρος ο τύπος του οικοτόπου δεν παρατηρήθηκε κάποια σημαντική διαφοροποίηση που να μας δείχνει την εξάρτηση της πιθανότητας ανιχνευσιμότητας με τον τύπο οικοτόπου.



Διάγραμμα 5: Απεικόνιση της ανιχνευσιμότητας σε σχέση με τον τύπο υποστρώματος. Όπου Soft και hard αντιστοίχως οι τύποι υποστρώματος μαλακό και σκληρό αντιστοίχως.

Τέλος όσον αφορά τον τύπο του θαλαμιού παρατηρείται όπως φαίνεται στο ενδεικτικό Διάγραμμα 6 ότι η πιθανότητα ανιχνευσιμότητας είναι μεγαλύτερη στην περίπτωση του θαλαμιού «Πηγάδι» από ότι στον τύπο θαλαμιού «Βράχος». Όπως επίσης ότι ο τύπος θαλαμιού « Βράχος » ανιχνεύεται ευκολότερα από τα ανθρωπογενούς προέλευσης υλικά. Σε όλες τις άλλες περιπτώσεις συνδυασμών μεταξύ των βιολογικών και οικολογικών παραμέτρων τα διαγράμματα που προέκυψαν ήταν παρόμοια. (βλ. Παράρτημα).



Διάγραμμα 6: Απεικόνιση της ανιχνευσιμότητας σε σχέση με τον τύπο θαλαμιού όπου well, rocky, other αντιστοίχως οι τύποι θαλαμιού πηγάδι, βράχος, λοιπά.

ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Όπως φαίνεται παραπάνω η πιθανότητα ανιχνευσιμότητας ενός οργανισμού είναι ανάλογη του μεγέθους του καθώς και της απόστασης από την γραμμή αναφοράς. Έτσι για παράδειγμα όπως φαίνεται στο Διάγραμμα 4 η πιθανότητα ανίχνευσης ελαττώνεται με την απόσταση.

Η πιθανότητα ανίχνευσης παραμένει 100% για απόσταση ενός μέτρου από την γραμμή αναφοράς, ελαττώνεται στο 95% σε απόσταση δύο μέτρων ανεξαρτήτως μεγέθους και εν συνεχεία υπάρχει μία μικρή διαφοροποίηση για πιθανότητα ανίχνευσης 50%.

Για την κλάση μεγέθους 1 η απόσταση είναι στα 7 μέτρα, για την κλάση μεγέθους 2 στα 7.5 μέτρα και για την κλάση 3 στα 8 μέτρα. Τέλος βλέπουμε ότι πέραν των 10 μέτρων η πιθανότητα ανίχνευσης για τις δύο μικρότερες κλάσεις εκμηδενίζεται ενώ για την κλάση 3 είναι στο 45% . Δηλαδή για τα κοινά χταπόδια με μέγεθος μεγαλύτερο των 500 γραμμαρίων η πιθανότητα ανίχνευσης στα 10 μέτρα είναι στο 45% . Κάτι το οποίο είναι λογικό καθώς ο παρατηρητής προφανώς ανιχνεύει ευκολότερα οργανισμούς μεγέθους 500 γραμμαρίων και μεγαλύτερα, όπως επίσης ανιχνεύει ευκολότερα οργανισμούς οι οποίοι είναι κοντά στην γραμμή όπου κολυμπάει.

Όπως ειπώθηκε παραπάνω, η πιθανότητα ανίχνευσης είναι 100% σε απόσταση ενός μέτρου κάτι το οποίο επιτρέπει να σκεφτούμε ότι κάλλιστα θα μπορούσαμε να χρησιμοποιήσουμε την μέθοδο των λωρίδων χωρίς σφάλματα σε αποστάσεις ενός μέτρου. Το μειονέκτημα όμως είναι ότι θα έπρεπε να χρησιμοποιήσουμε πολλές τομές άρα πολλές καταδύσεις και γενικότερα πρακτικό πρόβλημα διεξαγωγής της έρευνας για να μπορέσουμε να φτάσουμε σε σφάλμα εκτίμησης το οποίο να ικανοποιεί επίπεδο εμπιστοσύνης 95%.

Η μη διαφοροποίηση των αποτελεσμάτων που αφορούν την ανιχνευσιμότητα των χταποδιών στους διαφορετικούς τύπους υποστρώματος οφείλεται στον μικρό αριθμό του δείγματος. Βλέπε παραπάνω Διάγραμμα 5.

Όσον αφορά τους τύπους των θαλαμιών σύμφωνα με το Διάγραμμα 6 φαίνεται ότι: Η πιθανότητα ανίχνευσης παραμένει 100% για απόσταση ενός μέτρου από την γραμμή αναφοράς, ελαττώνεται στο 95% σε απόσταση 1.80 μέτρων από την γραμμή αναφοράς για τον τύπο θαλαμιού «Λοιπά», στα 3 μέτρα για τύπο θαλαμιού «Βράχος» και στα 4 μέτρα για τύπο θαλαμιού «Πηγάδι». Εν συνεχεία για πιθανότητα ανίχνευσης 50% οι αποστάσεις μεγαλώνουν στα 5,80 μέτρα, 8.5 μέτρα και μεγαλύτερη από τα 10 μέτρα αντιστοίχως για τους τρεις τύπους θαλαμιών.

Τέλος βλέπουμε ότι στα 10 μέτρα η πιθανότητα ανίχνευσης παραμένει σχετικά υψηλή για τους τύπους θαλαμιών «Βράχος» και « Πηγάδι ».

Η αύξηση της πιθανότητας ανιχνευσιμότητας ανεξαρτήτως του τύπου υποστρώματος στην περίπτωση του τύπου θαλαμιού «Πηγάδι» σε σχέση με τον τύπο θαλαμιού «Βράχος» πιθανά να οφείλεται στην ιδιαιτερότητα της μορφής του θαλαμιού, το οποίο επενδύόμενο περιμετρικά με κοχύλια, καθίσταται εύκολα αναγνωρίσιμο από τον παρατηρητή ως θέση απόκρυψης ενός ζώο.

Στην περίπτωση της μεγαλύτερης ανιχνευσιμότητας του κοινού χταποδιού στον «Βράχο» από τον τύπο θαλαμιού «Λοιπά» ίσως να οφείλεται στον μικρά σχετικά αριθμό των συγκεκριμένων τύπων θαλαμιών τα οποία είναι τα ανθρωπογενούς προέλευσης και τα άδεια κοχύλια σε σχέση με τον τύπο θαλαμιού «Βράχος».

Γενικότερα όσον αφορά την συγκεκριμένη μέθοδο δειγματοληψίας, έχει ευρέως χρησιμοποιηθεί σε χερσαίες έρευνες και ιδιαιτέρως σε πληθυσμούς Πτηνών και Θηλαστικών, καθώς και Κητωδών στο θαλάσσιο περιβάλλον αλλά σπανίως έχει χρησιμοποιηθεί σε υποβρύχιες έρευνες βενθικής πανίδας. Μέχρι τώρα έχει χρησιμοποιηθεί για την εκτίμηση της αφθονίας θαλάσσιων Δίθυρων (Katsanevakis, 2005b; 2006; 2007a), θαλάσσιων ανεμώνων (Katsanevakis and Thessalou-Legaki, 2007), ψαριών υφάλων (Thresher and Gunn, 1986; Letourner *et al.*, 1998; Kulbicki and Sarramegna, 1999), και ψαριών των γλυκών νερών (Ensign *et al.*, 1995; Pink *et al.*, 2007).

Από μία σύγκριση μεταξύ των σχετικών αφθονιών των κοινών χταποδιών για την ίδια χρονική περίοδο μεταξύ της συγκεκριμένης περιοχής ερεύνης και 23 περιοχών που ερευνήθηκαν, (Katsanevakis, S. and Verriopoulos, G. (2004a). Abundance of *Octopus vulgaris* on soft sediment. *Scientia Marina*), προέκυψε ότι :Η σχετική αφθονία στην περιοχή ερεύνης του Κόρφου είναι 3,07 άτομα ανά 1000m² .Η σχετική αφθονία στις περιοχές που αναφέρονται στην έρευνα μέσα στις οποίες υπάρχει και ο Σαρωνικός κόλπος για την ίδια εποχή ήταν 1,8 άτομα ανά 1000m² .

Προκύπτει μια διαφορά στις σχετικές αφθονίες η οποία πιθανόν να οφείλεται στην πληθώρα των περιοχών δειγματοληψίας της έρευνας που προανάφερα η οποία αφορούσε την περιοχή του Σαρωνικού κόλπου, την περιοχή του Μεσσηνιακού, την περιοχή ΒΑ της Ζακύνθου, την περιοχή στην Οξειά καθώς και την Αίγινα.

Τρόπος εφαρμογής της μεθόδου σε άλλα είδη

Παρακάτω παρουσιάζονται οι κατευθυντήριες γραμμές για τον σχεδιασμό της έρευνας σε βενθικούς οργανισμούς μέσω της υποβρύχιας καταδυτικής δραστηριότητας.

Ιδιαίτερη προσοχή απαιτείται στην μέτρηση της κάθετης απόστασης του οργανισμού από την γραμμή αναφοράς. Όπως ήδη έχει αναφερθεί ένα βασικό σφάλμα είναι η στρογγυλοποίηση που γίνεται από τους ερευνητές στην απόσταση αυτή και κυρίως όταν ένας οργανισμός βρίσκεται πάνω σε αυτήν. Το ορθό είναι η καταγραφή της απόστασης από το κεντρικό σημείο του σώματος αφού όλοι οι οργανισμοί έχουν μετρήσιμες διαστάσεις.

Η υποβρύχια ορατότητα μεταβάλλεται ανάλογα με την περιοχή και τις περιβαλλοντικές συνθήκες από μερικά εκατοστά μέχρι κάποιες δεκάδες μέτρα. Επιπλέον οι καταδυτικές μάσκες που χρησιμοποιούνται περιορίζουν το εύρος ορατότητας δημιουργώντας έναν στενό τομέα μπροστά από τον παρατηρητή γεγονός το οποίο μας οδηγεί στο συμπέρασμα ότι για σωστή ανίχνευση απαιτείται από τον παρατηρητή να στρέφει το κεφάλι του όσο μπορεί δεξιά και αριστερά για να διευρύνει αυτόν τον τομέα.

Από τη στιγμή που η βασική προϋπόθεση της μεθόδου απαιτεί πλήρη ανίχνευση όλων των οργανισμών που βρίσκονται πάνω ή πολύ κοντά στην γραμμή αναφοράς ο παρατηρητής πρέπει να είναι σίγουρος ότι ανιχνεύει πολύ σωστά πάνω σε αυτή και αν χρειαστεί να απομακρυνθεί για να μετρήσει την απόσταση κάποιου οργανισμού πρέπει να επιστρέψει ακριβώς στο ίδιο σημείο πάνω στην γραμμή από όπου έφυγε. Επίσης όταν ανιχνεύουμε ακίνητους ή αργά μετακινούμενους οργανισμούς πρέπει να κινούμαστε πάνω στην γραμμή διακριτά, όχι συνεχόμενα και ανά μικρά διαστήματα. Κινούμενος ο παρατηρητής πάνω στην γραμμή αναφοράς πρέπει πρώτα να ανιχνεύει ακριβώς απάνω σε αυτή και κοντά και εν συνεχεία να ψάχνει σε μεγαλύτερες αποστάσεις εκατέρωθεν αυτής.

Όταν ανιχνεύει κινούμενους οργανισμούς όπως είναι τα ψάρια ο δύτες πρέπει να είναι προσεκτικός όσον αφορά την δεύτερη προϋπόθεση της μεθόδου η οποία απαιτεί οι οργανισμοί να ανιχνεύονται στην πρωταρχική τους θέση πριν αυτοί μετακινηθούν λόγω της κίνησης του δύτε.

Για την ικανοποίηση αυτής της προϋπόθεσης ο δύτες ο οποίος μετακινείται κατά μήκος της γραμμής δεν ελέγχει τον τομέα ακριβώς από κάτω αλλά μπροστά του για να προλάβει να τους ανιχνεύσει πριν

αυτοί μετακινηθούν. Επίσης θα πρέπει να μετακινείται πιο γρήγορα από την ταχύτητα των οργανισμών στόχων. Αναλόγως με τις επικρατούσες περιβαλλοντικές συνθήκες και τα είδη των οργανισμών θα ήταν χρήσιμο μερικές φορές να κολυμπάει ένα με δύο μέτρα πάνω από την γραμμή για να αυξήσει το βάθος του πεδίου του.

Οι ακριβείς μετρήσεις της απόστασης είναι πρωταρχικός στόχος της μεθοδολογίας. Οι αποστάσεις πρέπει να μετρώνται με μέτρο και ποτέ με το μάτι (κατ εκτίμηση).

Υποβρυχίως το σφάλμα στις οπτικές παρατηρήσεις αναμένεται να είναι μεγαλύτερο από τις αντίστοιχες χερσαίες λόγω της παραποίησης της απόστασης οι οποία δημιουργείται από τις καταδυτικές μάσκες οι οποίες εγκλωβίζουν αέρα.

Η παραποίηση αυτή μεταξύ του ματιού και του παρατηρούμενου αντικειμένου είναι ο δύτης να βλέπει τα αντικείμενα πιο κοντά κατά $\frac{1}{4}$ από ότι στην πραγματικότητα. Ένα αρνητικό σφάλμα στην απόσταση οδηγεί σε ένα θετικό σφάλμα στην εκτίμηση της αφθονίας. Στην συγκεκριμένη έρευνα δεν χρειάστηκαν να γίνουν διορθώσεις όσον αφορά την απόσταση αφού λόγο του συγκεκριμένου είδους το οποίο ανιχνεύτηκε στο θαλάμι του, η μέτρηση της απόστασης έγινε με μέτρο. Συνήθως οι αποστάσεις που μετράμε υποβρυχίως είναι της τάξεως των μερικών εκατοστών ή μερικών μέτρων. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί ένας χάρακας ή μία ταινία μετρήσεως αποστάσεων.

Η μέθοδος της δειγματοληψίας αποστάσεων είναι μία ευρέως διαδεδομένη μέθοδος η οποία χρησιμοποιείται για την εκτίμηση της αφθονίας οργανισμών και είναι η κύρια μέθοδος για εκτιμήσεις απειλούμενων ειδών. Παρά ταύτα σπανίως έχει χρησιμοποιηθεί σε υποβρύχιες έρευνες στο βένθος. Η εκτίμηση της αφθονίας και η συστηματική παρακολούθηση απουσιάζει για τα περισσότερα είδη που κινούνται πλησίον του πυθμένα. Η μέθοδος δειγματοληψίας μέσω καταδυτικής δραστηριότητας μπορεί να αποτελέσει στο μέλλον ένα αξιόλογο και πρακτικό εργαλείο τουλάχιστον σε βάθη όπου η καταδυτική δραστηριότητα είναι εφικτή και ασφαλής.

5) ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η δειγματοληψία αποστάσεων είναι γενικώς πιο αξιόπιστη και ακριβής σε σχέση με την μέθοδο των λωρίδων η οποία λόγω της δυσκολίας της στην ικανοποίηση των βασικών της παραδοχών παρουσιάζει σφάλμα στην εκτίμηση της αφθονίας οργανισμών και ιδιαιτέρως στην περίπτωση των βενθικών οργανισμών με μεγάλη παραλλαγή.

Η μέθοδος των λωρίδων μπορεί να οδηγήσει σε αρνητικά σφάλματα στην εκτίμηση αφθονίας δεδομένης της αδυναμίας της να συμπεριλάβει την πιθανότητα ανίχνευσης. Μπορεί να δώσει εκτιμήσεις μικρής ακρίβειας σε περιπτώσεις ειδών με χαρακτηριστικά παραλλαγής λόγω της αναγκαίας επιλογής μικρού πλάτους λωρίδας έτσι ώστε να είναι πιθανή η ανίχνευση των οργανισμών. Η δειγματοληψία αποστάσεων μπορεί, ως μη καταστρεπτική μέθοδος, να χρησιμοποιηθεί για απειλούμενα είδη και σε προστατευόμενες περιοχές. Επίσης μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε οικοτόπους όπου δύσκολα με τις υπάρχουσες καταστροφικές μεθόδους μπορεί να γίνει μια δειγματοληψία όπως είναι ο βραχώδης τύπος οικοτόπου.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ

Παράρτημα 1 : Πίνακας των καταγραφών του πεδίου όπου για κάθε τομή αναφοράς δίνεται η κάθετη απόσταση του οργανισμού από την γραμμή αναφοράς σε εκατοστά, η τάξη μεγέθους του οργανισμού (τάξη 1:0 -150 γραμμάρια, τάξη 2: 150- 500 γραμμάρια και τάξη 3 :>500 γραμμάρια), ο τύπος του θαλαμιού και ο τύπος οικοτόπου.

Τομές	Κάθετη απόσταση	Τάξη μεγέθους	Τύπος θαλαμιού	Τύπος οικοτόπου
S1	550	3	Άλλο	Μαλακό
S1	279	1	Άλλο	Μαλακό
S1	60	3	Άλλο	Μαλακό
S2	707	3	Άλλο	Σκληρό
S2	810	2	Πηγάδι	Μαλακό
S2	390	2	Πηγάδι	Μαλακό
S3	418	1	Πέτρα	Μαλακό
S3	353	2	Πηγάδι	Μαλακό
S4	210	1	Άλλο	Σκληρό
S5	820	2	Πηγάδι	Σκληρό

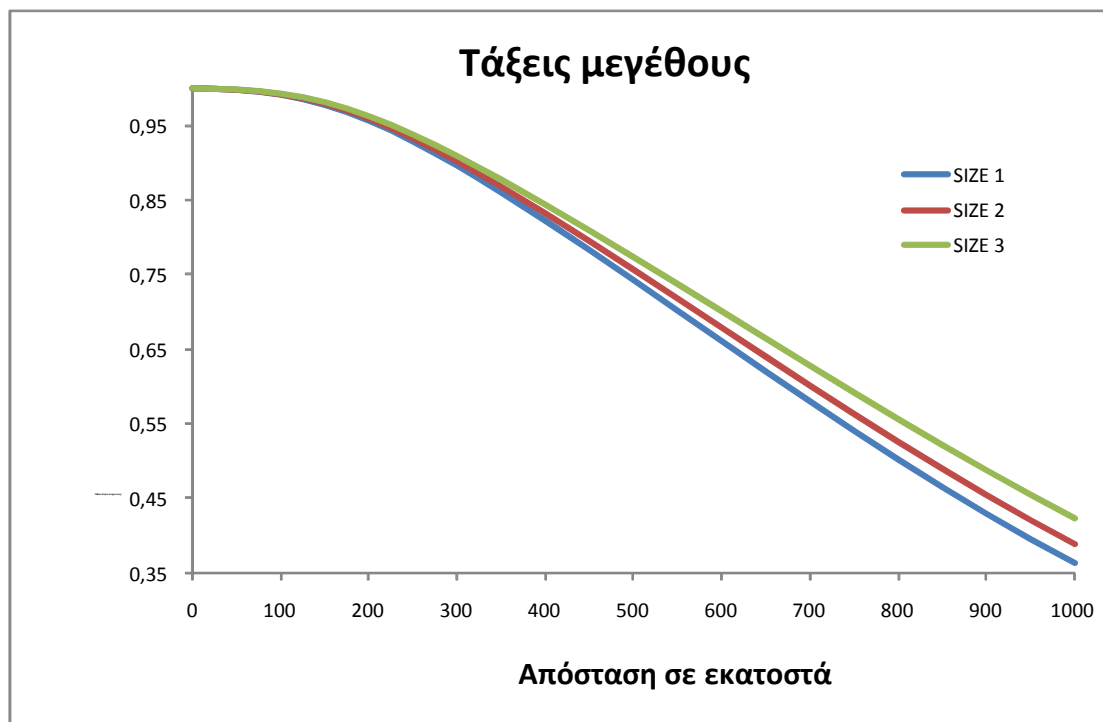
S5	800	2	Πέτρα	Σκληρό
S5	1000	3	Πέτρα	Μαλακό
S5	860	2	Πηγάδι	Σκληρό
S5	610	3	Πέτρα	Σκληρό
S6	787	2	Πηγάδι	Σκληρό
S6	775	2	Πηγάδι	Σκληρό
S6	100	2	Πηγάδι	Σκληρό
S7	941	2	Πηγάδι	Μαλακό
S8	638	3	Πέτρα	Μαλακό
S8	541	2	Πηγάδι	Μαλακό
S8	142	3	Πηγάδι	Μαλακό
S8	296	2	Πέτρα	Σκληρό
S9	261	1	Πηγάδι	Μαλακό
S9	690	1	Πέτρα	Μαλακό
S10	820	2	Πέτρα	Μαλακό
S10	610	3	Πέτρα	Σκληρό
S11	535	2	WELL	Μαλακό
S11	345	2	Πέτρα	Μαλακό
S11	65	1	Πέτρα	Μαλακό
S11	820	2	Πέτρα	Μαλακό
S11	610	3	Πέτρα	Σκληρό
S17	215	2	Άλλο	Μαλακό
S17	176	2	Πηγάδι	Μαλακό
S17	622	2	Άλλο	Μαλακό
S17	540	2	Άλλο	Μαλακό
S17	340	3	Πέτρα	Μαλακό
S17	360	2	Άλλο	Μαλακό
S17	212	2	Πηγάδι	Σκληρό
S17	475	2	Πέτρα	Σκληρό
S17	620	1	Πέτρα	Σκληρό
S17	26	2	Πέτρα	Σκληρό
S18	155	2	Άλλο	Μαλακό
S18	888	2	Πηγάδι	Μαλακό
S18	115	1	Πηγάδι	Μαλακό
S18	465	2	Άλλο	Μαλακό
S18	588	2	Άλλο	Μαλακό
S18	115	2	Πέτρα	Μαλακό
S18	430	1	Άλλο	Μαλακό
S18	156	2	Πέτρα	Σκληρό
S18	145	3	Πέτρα	Σκληρό
S18	125	2	Πέτρα	Σκληρό
S18	90	2	Πέτρα	Σκληρό
S13	287	1	WELL	Σκληρό
S13	162	2	Πέτρα	Σκληρό
S14	117	2	Πέτρα	Μαλακό

S14	354	2	Πέτρα	Μαλακό
S14	635	3	Πέτρα	Μαλακό
S14	43	2	Πέτρα	Μαλακό
S15	629	2	Πέτρα	Σκληρό
S15	224	3	Πέτρα	Σκληρό
S15	950	1	Πέτρα	Σκληρό
S15	850	2	Πέτρα	Μαλακό
S15	987	2	Πέτρα	Σκληρό
S16	515	3	Πέτρα	Μαλακό
S16	443	1	Πέτρα	HARD
S16	352	2	Πέτρα	Σκληρό
S16	503	2	Πέτρα	Σκληρό
S19	405	2	Πέτρα	Μαλακό
S19	96	1	Άλλο	Μαλακό
S19	930	1	Πέτρα	Μαλακό
S19	120	3	Πέτρα	Μαλακό
S19	250	2	Πέτρα	Μαλακό
S19	600	1	Άλλο	Σκληρό
S20	12	2	Πέτρα	Σκληρό
S20	320	2	Άλλο	Σκληρό
S20	590	2	Άλλο	Μαλακό
S21	480	1	Πέτρα	Σκληρό
S21	45	2	Πέτρα	Σκληρό
S21	165	2	Πέτρα	Σκληρό
S21	430	1	Πέτρα	Σκληρό
S21	340	1	Πέτρα	Σκληρό
S21	320	2	Πέτρα	Σκληρό
S22	650	1	Πέτρα	Σκληρό
S22	28	2	Πέτρα	Σκληρό
S22	180	2	Πέτρα	Σκληρό
S22	540	1	Πέτρα	Σκληρό
S22	280	1	Πέτρα	Σκληρό
S23	37	2	Πηγάδι	Μαλακό
S23	220	3	Πέτρα	Μαλακό
S23	727	2	Πέτρα	Σκληρό
S23	700	2	Πέτρα	Σκληρό
S23	458	1	Πέτρα	Σκληρό
S23	250	2	Πέτρα	Σκληρό
S23	132	2	Πέτρα	Σκληρό
S24	68	2	Πηγάδι	Μαλακό
S24	140	1	Πηγάδι	Μαλακό
S25	670	2	Πέτρα	Σκληρό

Παράρτημα 2: Πίνακες και Διαγράμματα της πιθανότητας ανίχνευσης εξαρτώμενη από τις συμμεταβλητές: κλάσεις μεγέθους, τύποι υποστρώματος, τύποι θαλαμιών.

Πίνακας 1 (Παράρτημα 2): Οι πιθανότητες ανίχνευσης για τις τρεις κλάσεις μεγέθους χταποδιού με **τύπο θαλαμιού το πηγάδι** και σε **μαλακό υπόστρωμα**.

Μέγεθος 1		Μέγεθος 2		Μέγεθος 3	
απόσταση	πιθανότητα	απόσταση	πιθανότητα	απόσταση	πιθανότητα
0	1	0	1	0	1
50	0,998064668	50	0,998241857	50	0,99845619
100	0,991715595	100	0,992418598	100	0,993270212
150	0,978431947	150	0,979992364	150	0,981887241
200	0,957202005	200	0,959923833	200	0,963240305
250	0,929468399	250	0,933618566	250	0,938697552
300	0,897119962	300	0,902920349	300	0,910056813
350	0,861623314	350	0,869244547	350	0,878680449
400	0,823988867	400	0,83354609	400	0,845465032
450	0,784919384	450	0,796470117	450	0,810993813
500	0,74493756	500	0,758481662	500	0,775668307
550	0,7044657	550	0,719947349	550	0,739791866
600	0,663869302	600	0,681180821	600	0,703616925
650	0,623478405	650	0,642465697	650	0,667369625
700	0,583596377	700	0,604065665	700	0,631261382
750	0,544502044	750	0,566227573	750	0,595493223
800	0,506448631	800	0,529180979	800	0,5602563
850	0,46966149	850	0,493136117	850	0,52573053
900	0,434335732	900	0,458281424	900	0,49208251
950	0,400634362	950	0,424781259	950	0,459463316
1000	0,368687207	1000	0,392774148	1000	0,428006559

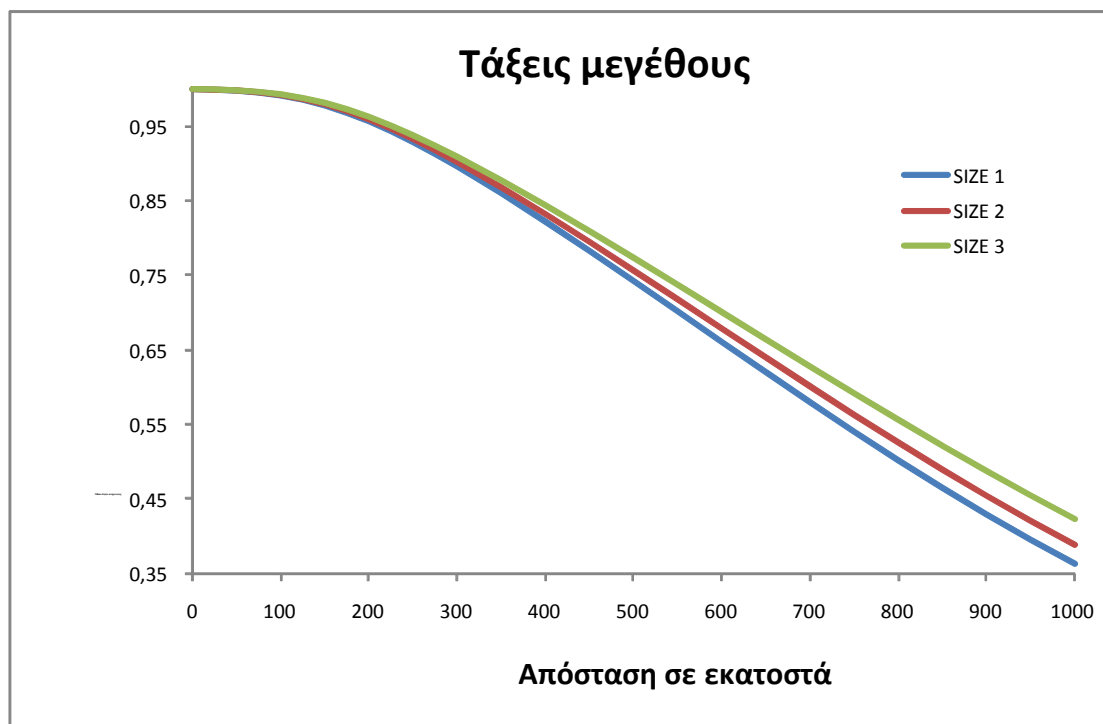


Διάγραμμα 1 (Παράρτημα 2): Καμπύλες ανιχνευσιμότητας σε μαλακό υπόστρωμα και σε τύπο θαλαμιού το πηγάδι σε σχέση με την απόσταση από την γραμμή αναφοράς και με συμμεταβλητή παράμετρο το μέγεθος του χταποδιού.

Πίνακας 2 (Παράρτημα 2): Οι πιθανότητες ανίχνευσης για τις τρεις τάξεις μεγέθους χταποδιού σε σκληρό υπόστρωμα.

Μέγεθος 1		Μέγεθος 2		Μέγεθος 3	
απόσταση	πιθανότητα	απόσταση	πιθανότητα	απόσταση	πιθανότητα
0	1	0	1	0	1
50	0,998101966	50	0,998876206	50	0,998493488
100	0,991863656	100	0,993684954	100	0,993418273
150	0,97876089	150	0,978228867	150	0,982216184
200	0,95777651	200	0,952663761	200	0,96381481
250	0,930345822	250	0,920967685	250	0,939574975
300	0,898348719	300	0,886255227	300	0,91128557

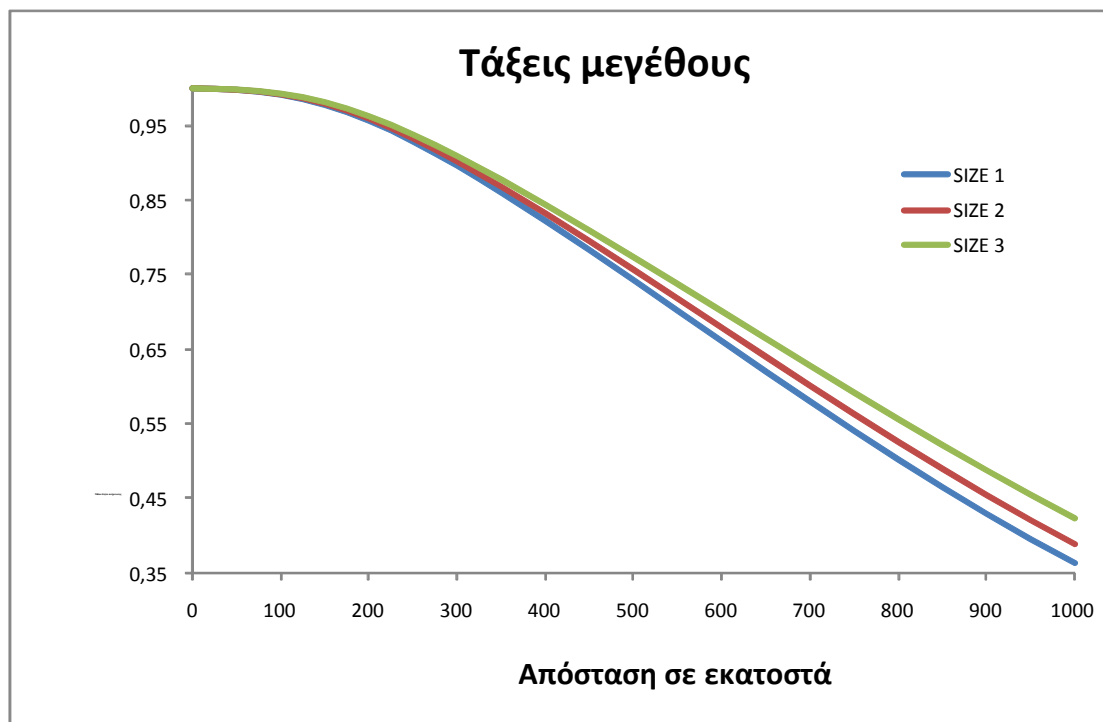
350	0,863241593	350	0,850316469	350	0,880298728
400	0,826023711	400	0,814086763	400	0,847499876
450	0,787386162	450	0,778040433	450	0,813460591
500	0,74783984	500	0,742421476	500	0,778570587
550	0,707795513	550	0,707365859	550	0,743121679
600	0,667607768	600	0,672963283	600	0,707355391
650	0,627596686	650	0,639286806	650	0,671487906
700	0,588056902	700	0,606405773	700	0,635721907
750	0,549259951	750	0,574390211	750	0,600251131
800	0,511453358	800	0,543311006	800	0,565261028
850	0,474858452	850	0,513238178	850	0,530927492
900	0,439668009	900	0,484238466	900	0,497414787
950	0,406044352	950	0,456372872	950	0,464873306
1000	0,374118175	1000	0,429694502	1000	0,433437527



Διάγραμμα 2 : Καμπύλες ανιχνευσιμότητας **σε σκληρό υπόστρωμα** σε σχέση με την απόσταση από την γραμμή αναφοράς και με συμεταβλητή παράμετρο το μέγεθος του χταποδιού.

Πίνακας 3 : Οι πιθανότητες ανίχνευσης για τις τρεις τάξεις μεγέθους χταποδιού **σε μαλακό υπόστρωμα.**

Μέγεθος 1		Μέγεθος 2		Μέγεθος 3	
απόσταση	πιθανότητα	απόσταση	πιθανότητα	απόσταση	πιθανότητα
0	1	0	1	0	1
50	0,998043746	50	0,998220936	50	0,998435269
100	0,991632363	100	0,992335366	100	0,99318698
150	0,978246366	150	0,979806784	150	0,98170166
200	0,956876245	200	0,959598073	200	0,962914545
250	0,928967637	250	0,933117804	250	0,93819679
300	0,896413093	300	0,90221348	300	0,909349944
350	0,860683568	350	0,868304801	350	0,877740703
400	0,822794304	400	0,832351527	400	0,844270469
450	0,783453264	450	0,795003997	450	0,809527693
500	0,743188578	500	0,75673268	500	0,773919325
550	0,702428086	550	0,717909736	550	0,737754253
600	0,661542786	600	0,678854305	600	0,701290409
650	0,620868051	650	0,639855343	650	0,66475927
700	0,5807123	700	0,601181588	700	0,628377305
750	0,541359023	750	0,563084553	750	0,592350203
800	0,503065629	800	0,525797977	800	0,556873298
850	0,4660611	850	0,489535726	850	0,52213014
900	0,430543571	900	0,454489262	900	0,488290349
950	0,396678429	950	0,420825326	950	0,455507383
1000	0,364597227	1000	0,388684168	1000	0,423916579

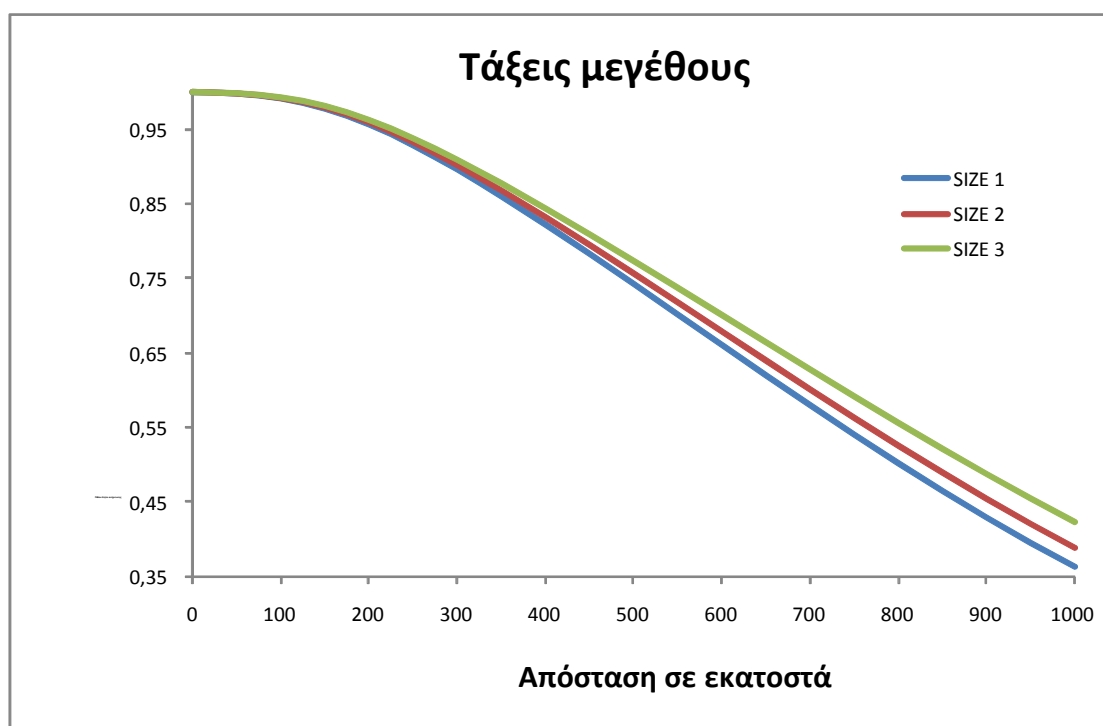


Διάγραμμα 3 : Καμπύλες ανιχνευσιμότητας σε μαλακό υπόστρωμα σε σχέση με την απόσταση από την γραμμή αναφοράς και με συμεταβλητή παράμετρο το μέγεθος του χταποδιού.

Πίνακας 4 : Οι πιθανότητες ανίχνευσης για τις τρεις τάξεις μεγέθους χταποδιού με τύπο θαλαμιού Πέτρα και σε σκληρό υπόστρωμα.

Μέγεθος 1		Μέγεθος 2		Μέγεθος 3	
απόσταση	πιθανότητα	απόσταση	πιθανότητα	απόσταση	πιθανότητα
0	1	0	1	0	1
50	0,998081044	50	0,998258233	50	0,998472567
100	0,991780424	100	0,992483427	100	0,993335041
150	0,978575309	150	0,980135726	150	0,982030603
200	0,95745075	200	0,960172578	200	0,96348905
250	0,92984506	250	0,933995227	250	0,939074213
300	0,89764185	300	0,903442237	300	0,910578701
350	0,862301847	350	0,86992308	350	0,879358983
400	0,824829148	400	0,834386371	400	0,846305313
450	0,785920042	450	0,797470775	450	0,811994471
500	0,746090858	500	0,75963496	500	0,776821605
550	0,705757899	550	0,721239549	550	0,741084066
600	0,665281252	600	0,682592771	600	0,705028875

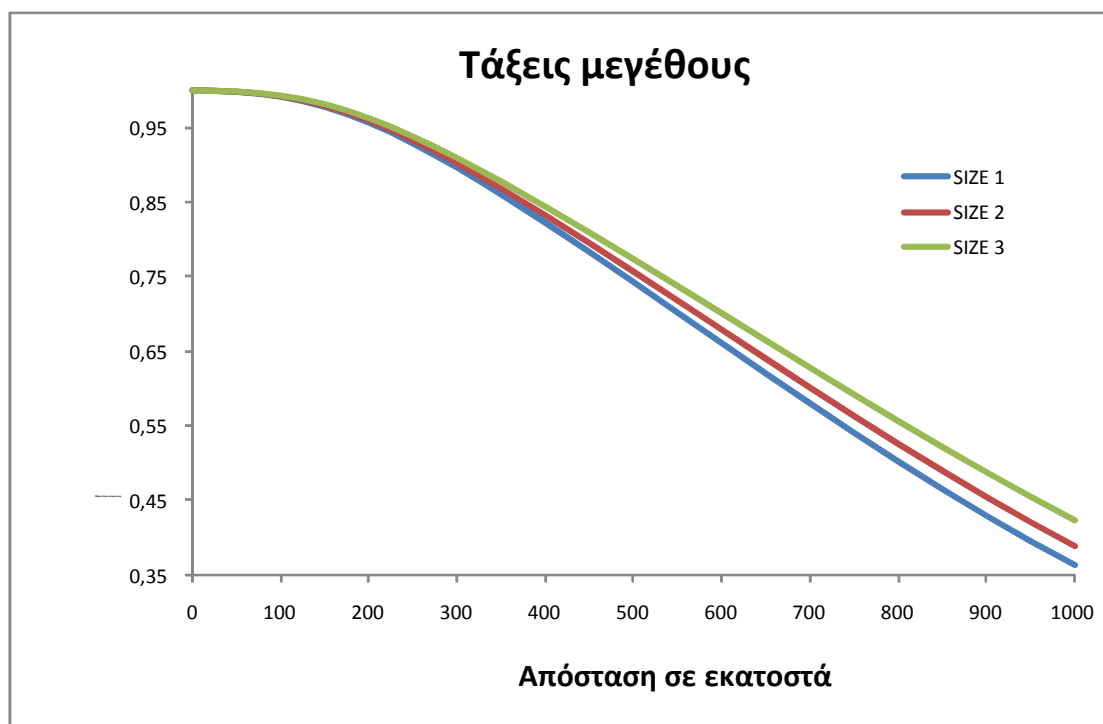
650	0,624986332	650	0,643973624	650	0,668877552
700	0,585172826	700	0,605642113	700	0,63283783
750	0,546116931	750	0,56784246	750	0,597108111
800	0,508070357	800	0,530802705	800	0,561878026
850	0,471258062	850	0,494732688	850	0,527327102
900	0,435875848	900	0,45982154	900	0,493622626
950	0,402088419	950	0,426235317	950	0,460917373
1000	0,370028195	1000	0,394115136	1000	0,429347547



Διάγραμμα 4 : Καμπύλες ανιχνευσιμότητας σε σκληρό υπόστρωμα και σε τύπο θαλαμιού Πέτρα σε σχέση με την απόσταση από την γραμμή αναφοράς και με συμμεταβλητή παράμετρο το μέγεθος του χταποδιού.

Πίνακας 5 : Οι πιθανότητες ανίχνευσης για τις τρεις τάξεις μεγέθους χταποδιού με **τύπο θαλαμιού Λοιπά** και σε **μαλακό υπόστρωμα**.

Μέγεθος 1		Μέγεθος 2		Μέγεθος 3	
απόσταση	πιθανότητα	απόσταση	πιθανότητα	απόσταση	πιθανότητα
0	1	0	1	0	1
50	0,997993936	50	0,998171126	50	0,998385459
100	0,991435318	100	0,992138321	100	0,992989935
150	0,977811118	150	0,979371536	150	0,981266412
200	0,95612218	200	0,958844008	200	0,96216048
250	0,927827806	250	0,931977973	250	0,937056959
300	0,894836772	300	0,90063716	300	0,907773624
350	0,858637938	350	0,866259171	350	0,875695073
400	0,8202652	400	0,829822423	400	0,841741364
450	0,780444991	450	0,791995724	450	0,80651942
500	0,739722861	500	0,753266963	500	0,770453608
550	0,69854226	550	0,714023909	550	0,733868427
600	0,657287378	600	0,674598897	600	0,697035002
650	0,61630394	650	0,635291232	650	0,660195159
700	0,575907626	700	0,596376914	700	0,623572631
750	0,53638605	750	0,558111579	750	0,58737723
800	0,497997713	800	0,520730062	800	0,551805383
850	0,460969926	850	0,484444552	850	0,517038966
900	0,425496749	900	0,44944244	900	0,483243527
950	0,391737546	950	0,415884444	950	0,4505665
1000	0,359816386	1000	0,383903326	1000	0,419135738

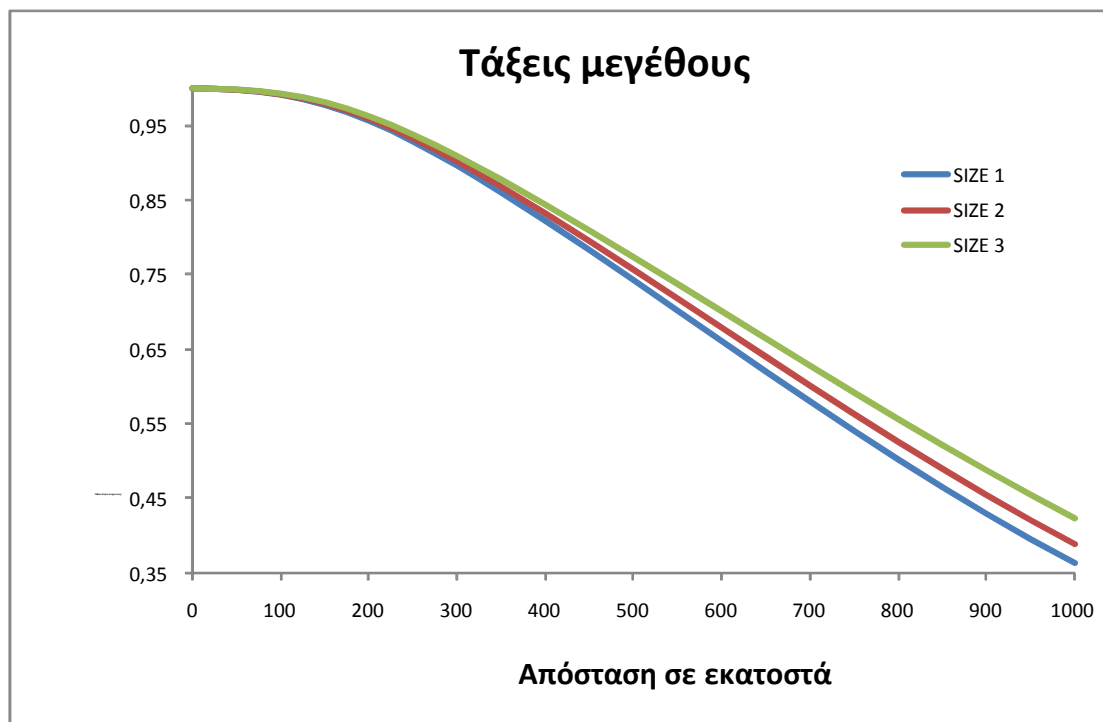


Διάγραμμα 5 : Καμπύλες ανιχνευσιμότητας σε μαλακό υπόστρωμα και σε τύπο θαλαμιού Λοιπά σε σχέση με την απόσταση από την γραμμή αναφοράς και με συμμεταβλητή παράμετρο το μέγεθος του χταποδιού.

Πίνακας 6 : Οι πιθανότητες ανίχνευσης για τις τρεις τάξεις μεγέθους χταποδιού με τύπο θαλαμιού Λοιπά και σε σκληρό υπόστρωμα.

Μέγεθος 1		Μέγεθος 2		Μέγεθος 3	
απόσταση	πιθανότητα	απόσταση	πιθανότητα	απόσταση	πιθανότητα
0	1	0	1	0	1
50	0,998101966	50	0,998876206	50	0,998493488
100	0,991863656	100	0,993684954	100	0,993418273
150	0,97876089	150	0,978228867	150	0,982216184
200	0,95777651	200	0,952663761	200	0,96381481
250	0,930345822	250	0,920967685	250	0,939574975

300	0,898348719	300	0,886255227	300	0,91128557
350	0,863241593	350	0,850316469	350	0,880298728
400	0,826023711	400	0,814086763	400	0,847499876
450	0,787386162	450	0,778040433	450	0,813460591
500	0,74783984	500	0,742421476	500	0,778570587
550	0,707795513	550	0,707365859	550	0,743121679
600	0,667607768	600	0,672963283	600	0,707355391
650	0,627596686	650	0,639286806	650	0,671487906
700	0,588056902	700	0,606405773	700	0,635721907
750	0,549259951	750	0,574390211	750	0,600251131
800	0,511453358	800	0,543311006	800	0,565261028
850	0,474858452	850	0,513238178	850	0,530927492
900	0,439668009	900	0,484238466	900	0,497414787
950	0,406044352	950	0,456372872	950	0,464873306
1000	0,374118175	1000	0,429694502	1000	0,433437527



Διάγραμμα 6 : Καμπύλες ανιχνευσιμότητας σε μαλακό υπόστρωμα και σε τύπο θαλαμιού Λοιπά σε σχέση με την απόσταση από την γραμμή αναφοράς και με συμμεταβλητή παράμετρο το μέγεθος του χταποδιού.

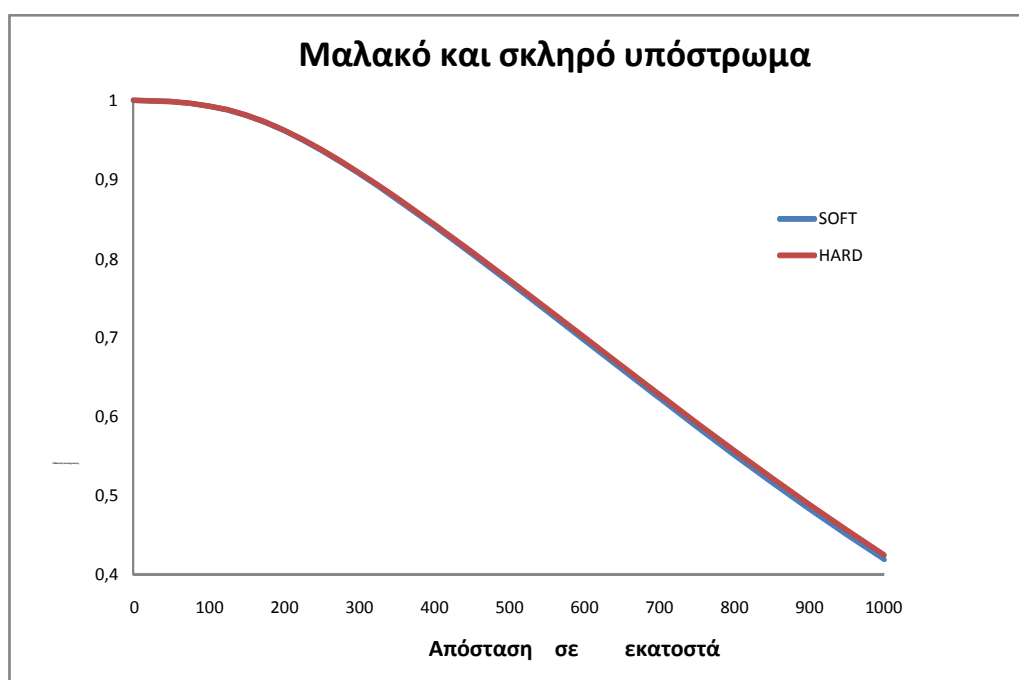
Πίνακας 7 : Οι πιθανότητες ανίχνευσης για τους δύο τύπους υποστρώματος και μέγεθος χταποδιού 1.

Μαλακό υπόστρωμα

Σκληρό υπόστρωμα

απόσταση	πιθανότητα	απόσταση	πιθανότητα
0	1	0	1
50	0,998043746	50	0,998081044
100	0,991632363	100	0,991780424
150	0,978246366	150	0,978575309
200	0,956876245	200	0,95745075
250	0,928967637	250	0,92984506
300	0,896413093	300	0,89764185
350	0,860683568	350	0,862301847

400	0,822794304	400	0,824829148
450	0,783453264	450	0,785920042
500	0,743188578	500	0,746090858
550	0,702428086	550	0,705757899
600	0,661542786	600	0,665281252
650	0,620868051	650	0,624986332
700	0,5807123	700	0,585172826
750	0,541359023	750	0,546116931
800	0,503065629	800	0,508070357
850	0,4660611	850	0,471258062
900	0,430543571	900	0,435875848
950	0,396678429	950	0,402088419
1000	0,364597227	1000	0,370028195



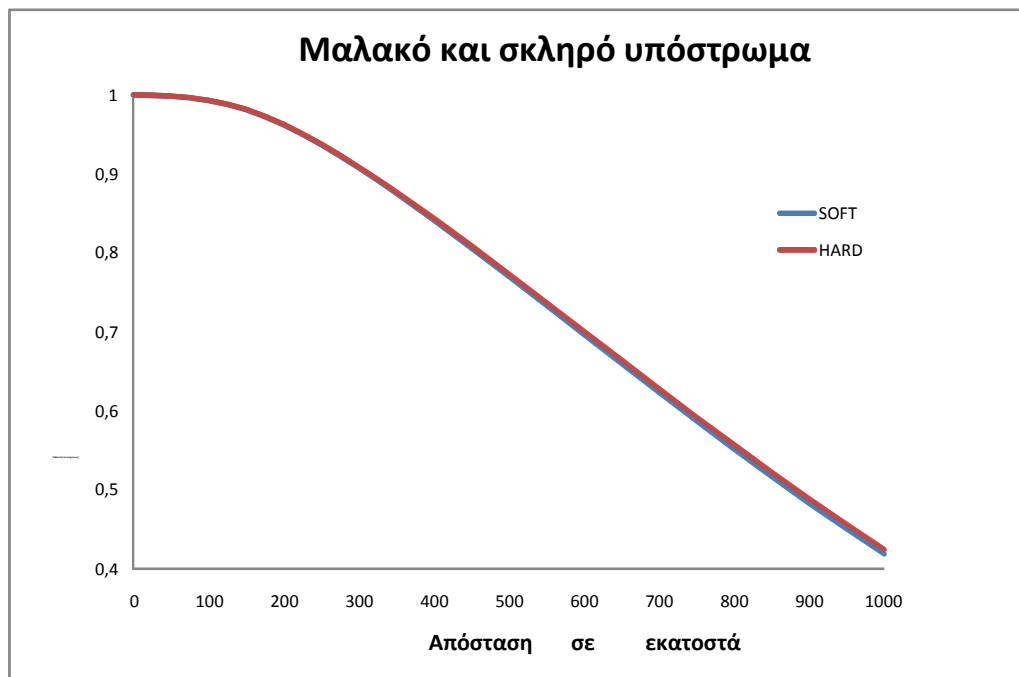
Διάγραμμα 7 : Καμπύλες ανιχνευσιμότητας σε σχέση με τον οικολογικό τόπο και μέγεθος χταποδιού 1

Πίνακας 8 : Οι πιθανότητες ανίχνευσης για τους δύο τύπους υποστρώματος και μέγεθος χταποδιού 1.

Μαλακό υπόστρωμα

Σκληρό υπόστρωμα

απόσταση	πιθανότητα	απόσταση	πιθανότητα
0	1	0	1
50	0,997314	50	0,9976
100	0,989298	100	0,9906
150	0,976082	150	0,9789
200	0,957876	200	0,9628
250	0,934966	250	0,9425
300	0,907707	300	0,9182
350	0,876515	350	0,8904
400	0,841854	400	0,8593
450	0,804226	450	0,8253
500	0,764157	500	0,789
550	0,722189	550	0,7507
600	0,678864	600	0,7109
650	0,634715	650	0,67
700	0,590252	700	0,6285
750	0,54596	750	0,5867
800	0,502282	800	0,5452
850	0,459619	850	0,5042
900	0,418323	900	0,464
950	0,378694	950	0,4251
1000	0,340981	1000	0,3876



Διάγραμμα 8: Καμπύλες ανιχνευσιμότητας σε σχέση με τον οικολογικό τόπο και μέγεθος χταποδιού 1

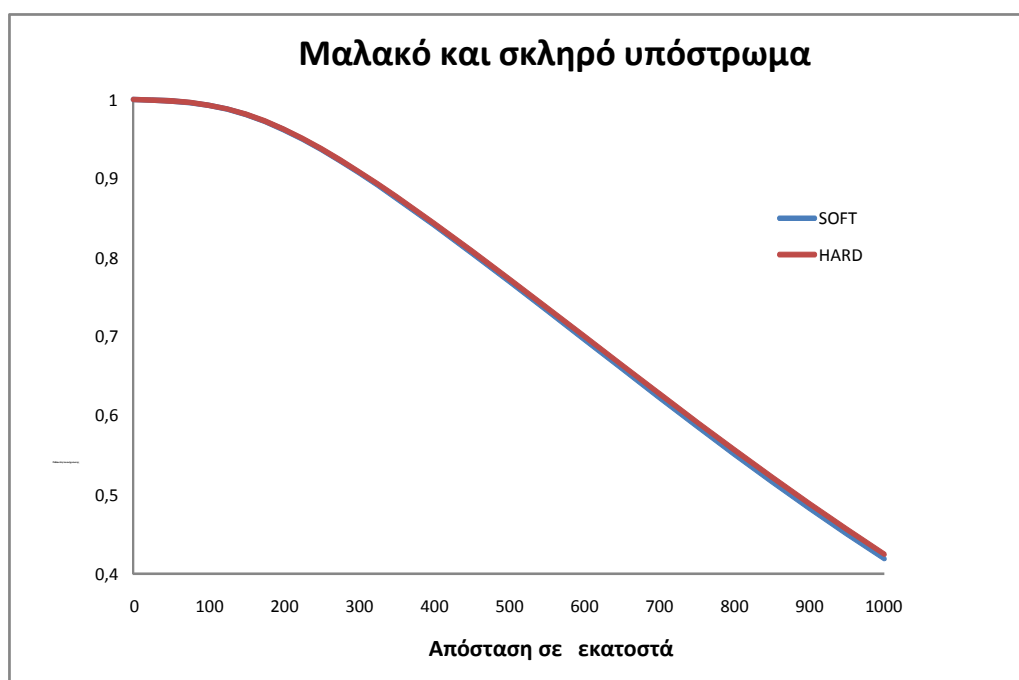
Πίνακας 9: Οι πιθανότητες ανίχνευσης για τους δύο τύπους υποστρώματος με τύπο θαλαμιού λοιπά και μέγεθος χταποδιού 1.

Μαλακό υπόστρωμα

Σκληρό υπόστρωμα

απόσταση	πιθανότητα	απόσταση	πιθανότητα
0	1	0	1
50	0,997993936	50	0,998031234
100	0,991435318	100	0,991583379
150	0,977811118	150	0,978140061
200	0,95612218	200	0,956696685
250	0,927827806	250	0,928705229
300	0,894836772	300	0,896065529
350	0,858637938	350	0,860256217
400	0,8202652	400	0,822300044
450	0,780444991	450	0,782911769
500	0,739722861	500	0,742625141
550	0,69854226	550	0,701872073

600	0,657287378	600	0,661025845
650	0,61630394	650	0,620422221
700	0,575907626	700	0,580368151
750	0,53638605	750	0,541143957
800	0,497997713	800	0,503002441
850	0,460969926	850	0,466166887
900	0,425496749	900	0,430829026
950	0,391737546	950	0,397147536
1000	0,359816386	1000	0,365247354



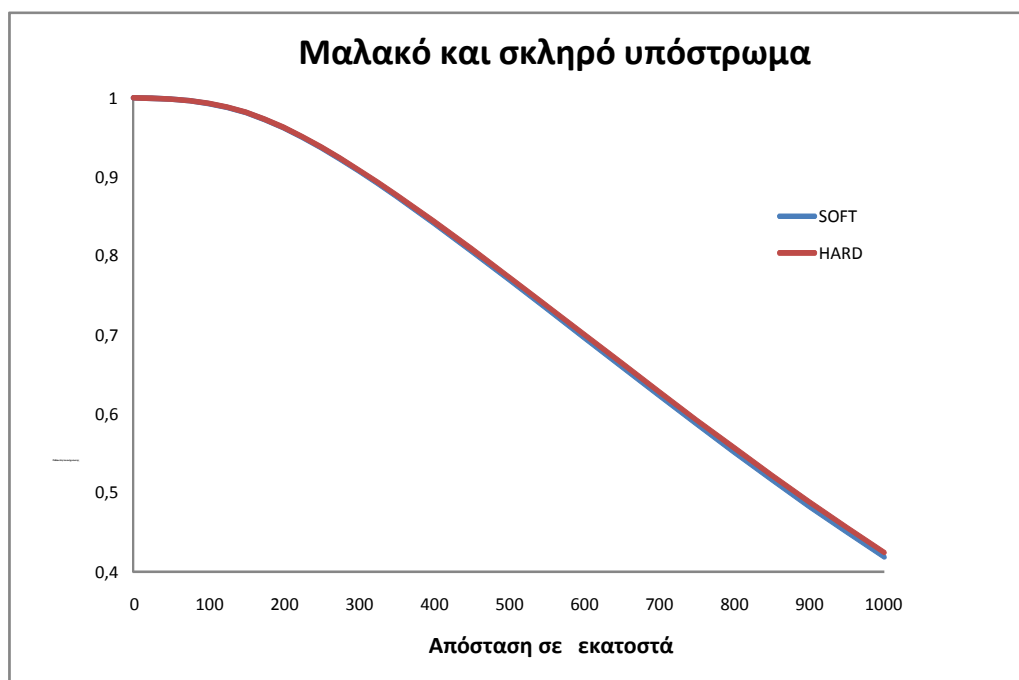
Διάγραμμα 9 : Καμπύλες ανιχνευσιμότητας σε σχέση με τον οικολογικό τόπο με **τύπο θαλαμιού Λοιπά** και **μέγεθος χταποδιού 1**

Πίνακας 10: Οι πιθανότητες ανίχνευσης για τους δύο τύπους υποστρώματος και μέγεθος χταποδιού 2.

Μαλακό υπόστρωμα

Σκληρό υπόστρωμα

απόσταση	πιθανότητα	απόσταση	πιθανότητα
0	1	0	1
50	0,998241857	50	0,998876206
100	0,992418598	100	0,993684954
150	0,979992364	150	0,978228867
200	0,959923833	200	0,952663761
250	0,933618566	250	0,920967685
300	0,902920349	300	0,886255227
350	0,869244547	350	0,850316469
400	0,83354609	400	0,814086763
450	0,796470117	450	0,778040433
500	0,758481662	500	0,742421476
550	0,719947349	550	0,707365859
600	0,681180821	600	0,672963283
650	0,642465697	650	0,639286806
700	0,604065665	700	0,606405773
750	0,566227573	750	0,574390211
800	0,529180979	800	0,543311006
850	0,493136117	850	0,513238178
900	0,458281424	900	0,484238466
950	0,424781259	950	0,456372872
1000	0,392774148	1000	0,429694502



Διάγραμμα 10 : Καμπύλες ανιχνευσιμότητας σε σχέση με τους δύο τύπους υποστρώματος και μέγεθος χταποδιού 2

Πίνακας 11 : Οι πιθανότητες ανίχνευσης για τους δύο τύπους υποστρώματος και μέγεθος χταποδιού 2.

Μαλακό υπόστρωμα

Σκληρό υπόστρωμα

απόσταση	πιθανότητα	απόσταση	πιθανότητα
0	1	0	1
50	0,998220936	50	0,998258233
100	0,992335366	100	0,992483427
150	0,979806784	150	0,980135726
200	0,959598073	200	0,960172578
250	0,933117804	250	0,933995227
300	0,90221348	300	0,903442237
350	0,868304801	350	0,86992308
400	0,832351527	400	0,834386371
450	0,795003997	450	0,797470775

500	0,75673268	500	0,75963496
550	0,717909736	550	0,721239549
600	0,678854305	600	0,682592771
650	0,639855343	650	0,643973624
700	0,601181588	700	0,605642113
750	0,563084553	750	0,56784246
800	0,525797977	800	0,530802705
850	0,489535726	850	0,494732688
900	0,454489262	900	0,45982154
950	0,420825326	950	0,426235317
1000	0,388684168	1000	0,394115136



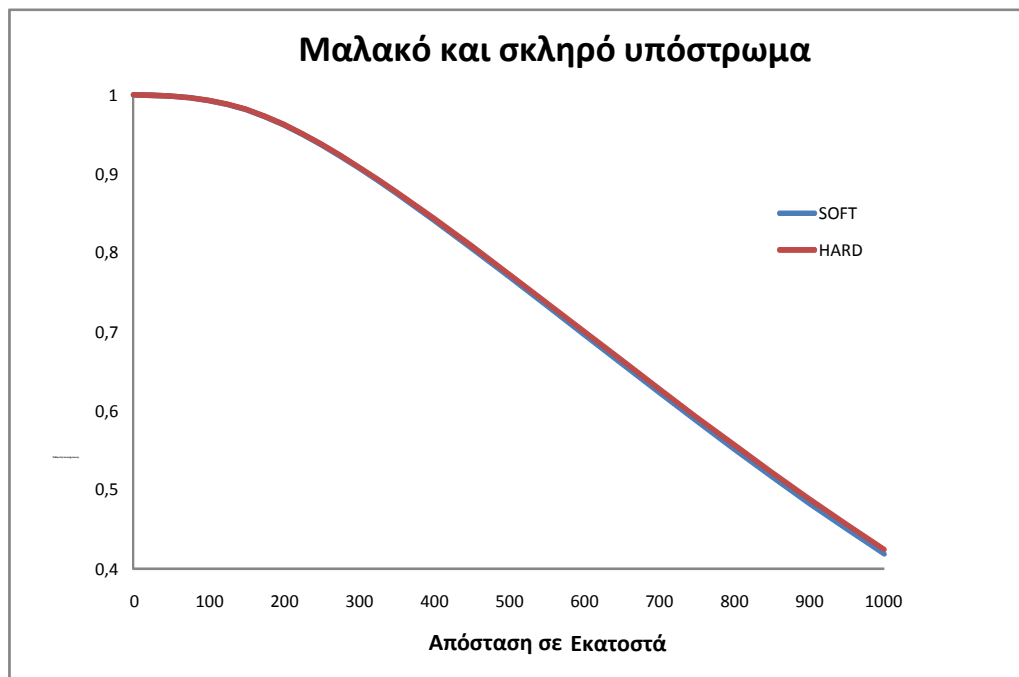
Διάγραμμα 11 : Καμπύλες ανιχνευσιμότητας σε σχέση με τον τύπο οικοτόπου και μέγεθος χταποδιού 2

Πίνακας 12 : Οι πιθανότητες ανίχνευσης για τους δύο τύπους υποστρώματος με **τύπο θαλαμιού Λοιπά** και **μέγεθος χταποδιού 2**.

Μαλακό υπόστρωμα

Σκληρό υπόστρωμα

απόσταση	πιθανότητα	απόσταση	πιθανότητα
0	1	0	1
50	0,998171126	50	0,998208423
100	0,992138321	100	0,992286382
150	0,979371536	150	0,979700478
200	0,958844008	200	0,959418513
250	0,931977973	250	0,932855396
300	0,90063716	300	0,901865916
350	0,866259171	350	0,86787745
400	0,829822423	400	0,831857266
450	0,791995724	450	0,794462501
500	0,753266963	500	0,756169243
550	0,714023909	550	0,717353722
600	0,674598897	600	0,678337364
650	0,635291232	650	0,639409513
700	0,596376914	700	0,600837439
750	0,558111579	750	0,562869486
800	0,520730062	800	0,52573479
850	0,484444552	850	0,489641514
900	0,44944244	900	0,454774717
950	0,415884444	950	0,421294434
1000	0,383903326	1000	0,389334294



Διάγραμμα 12 : Καμπύλες ανιχνευσιμότητας σε σχέση με τον οικολογικό τόπο με **τύπο θαλαμιού Λοιπά** και **μέγεθος χταποδιού 2**

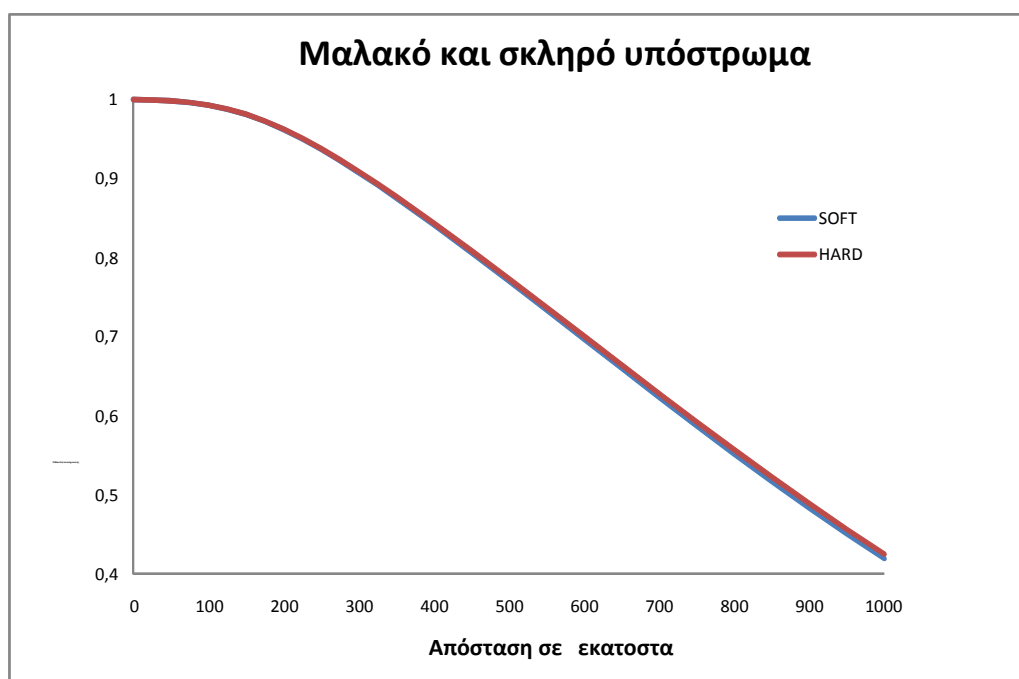
Πίνακας 13 : Οι πιθανότητες ανίχνευσης για τους δύο τύπους υποστρώματος και **μέγεθος χταποδιού 3**.

Μαλακό υπόστρωμα

Σκληρό υπόστρωμα

απόσταση	πιθανότητα	απόσταση	πιθανότητα
0	1	0	1
50	0,99845619	50	0,998493488
100	0,993270212	100	0,993418273
150	0,981887241	150	0,982216184
200	0,963240305	200	0,96381481
250	0,938697552	250	0,939574975
300	0,910056813	300	0,91128557
350	0,878680449	350	0,880298728
400	0,845465032	400	0,847499876
450	0,810993813	450	0,813460591
500	0,775668307	500	0,778570587
550	0,739791866	550	0,743121679

600	0,703616925	600	0,707355391
650	0,667369625	650	0,671487906
700	0,631261382	700	0,635721907
750	0,595493223	750	0,600251131
800	0,5602563	800	0,565261028
850	0,52573053	850	0,530927492
900	0,49208251	900	0,497414787
950	0,459463316	950	0,464873306
1000	0,428006559	1000	0,433437527



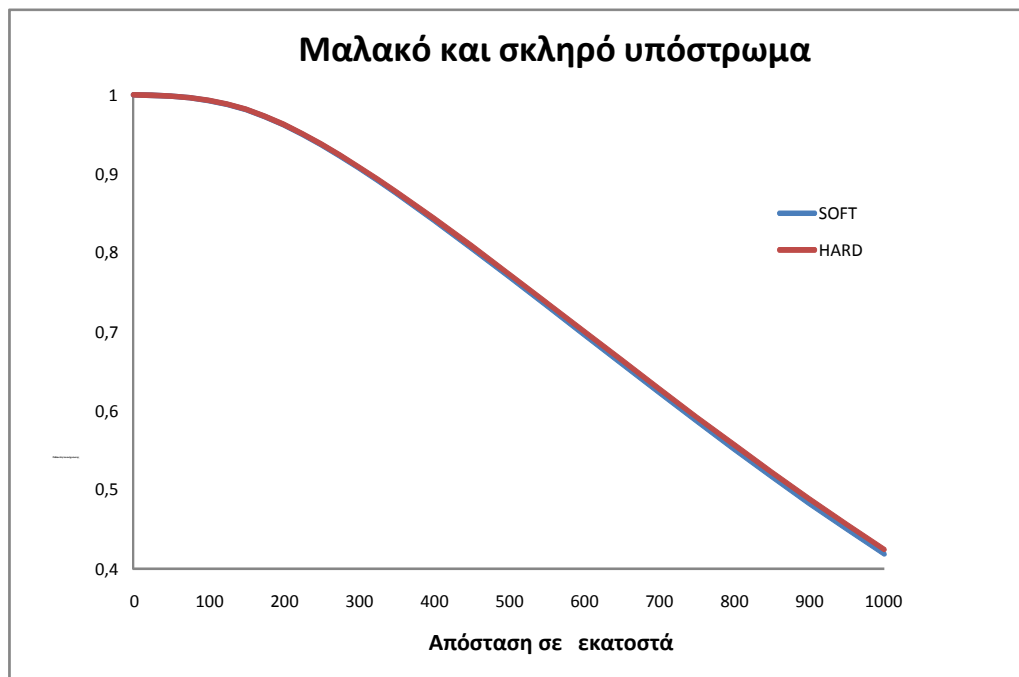
Διάγραμμα 13 : Καμπύλες ανιχνευσιμότητας σε σχέση με τους τύπους οικοτόπου και μέγεθος χταποδιού 3

Πίνακας 14 : Οι πιθανότητες ανίχνευσης για τους δύο τύπους υποστρώματος και μέγεθος χταποδιού 3.

Μαλακό υπόστρωμα

Σκληρό υπόστρωμα

απόσταση	πιθανότητα	απόσταση	πιθανότητα
0	1	0	1
50	0,998435269	50	0,998472567
100	0,99318698	100	0,993335041
150	0,98170166	150	0,982030603
200	0,962914545	200	0,96348905
250	0,93819679	250	0,939074213
300	0,909349944	300	0,910578701
350	0,877740703	350	0,879358983
400	0,844270469	400	0,846305313
450	0,809527693	450	0,811994471
500	0,773919325	500	0,776821605
550	0,737754253	550	0,741084066
600	0,701290409	600	0,705028875
650	0,66475927	650	0,668877552
700	0,628377305	700	0,63283783
750	0,592350203	750	0,597108111
800	0,556873298	800	0,561878026
850	0,52213014	850	0,527327102
900	0,488290349	900	0,493622626
950	0,455507383	950	0,460917373
1000	0,423916579	1000	0,429347547



Διάγραμμα 14 : Καμπύλες ανιχνευσιμότητας για τους δύο τύπους υποστρώματος και μέγεθος χταποδιού 3

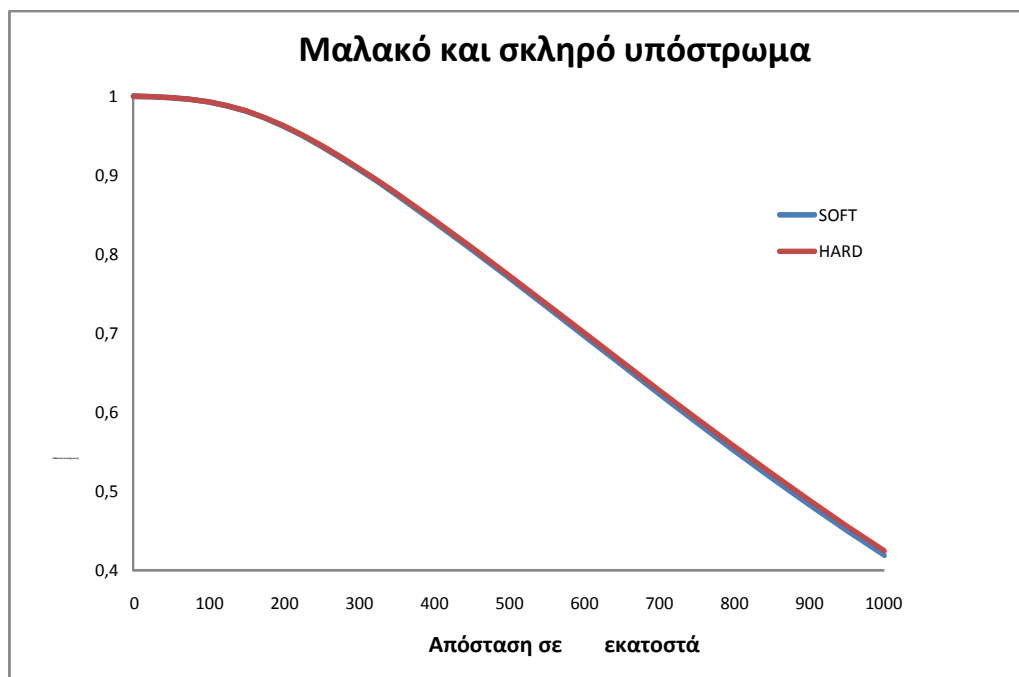
Πίνακας 15 : Οι πιθανότητες ανίχνευσης για τους δύο τύπους υποστρώματος με τύπο θαλαμιού Λοιπά και μέγεθος χταποδιού 3.

Μαλακό υπόστρωμα

Σκληρό υπόστρωμα

απόσταση	πιθανότητα	απόσταση	πιθανότητα
0	1	0	1
50	0,998385459	50	0,998422757
100	0,992989935	100	0,993137996
150	0,981266412	150	0,981595355
200	0,96216048	200	0,962734985
250	0,937056959	250	0,937934383
300	0,907773624	300	0,90900238
350	0,875695073	350	0,877313353
400	0,841741364	400	0,843776208
450	0,80651942	450	0,808986198
500	0,770453608	500	0,773355888

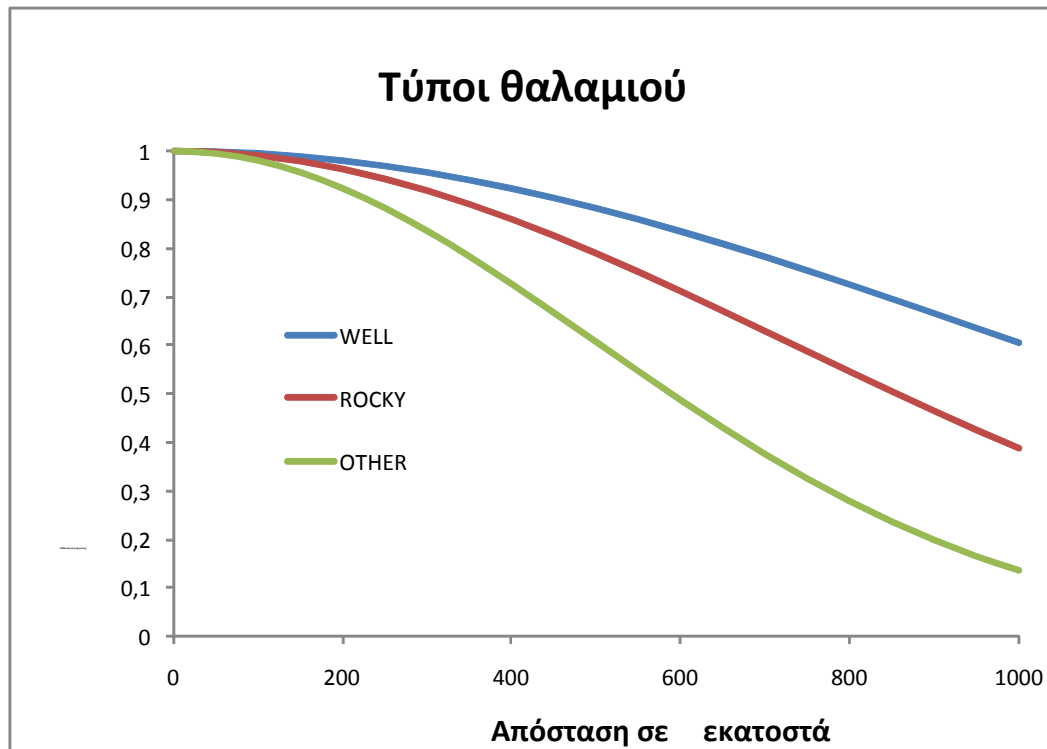
550	0,733868427	550	0,73719824
600	0,697035002	600	0,700773468
650	0,660195159	650	0,66431344
700	0,623572631	700	0,628033156
750	0,58737723	750	0,592135137
800	0,551805383	800	0,556810111
850	0,517038966	850	0,522235928
900	0,483243527	900	0,488575804
950	0,4505665	950	0,45597649
1000	0,419135738	1000	0,424566706



Διάγραμμα 15 : Καμπύλες ανιχνευσιμότητας σε σχέση με τον τύπο υποστρώματος και μέγεθος χταποδιού 3

Πίνακας 16 : Οι πιθανότητες ανίχνευσης για τους τρεις τύπους θαλαμιού και μέγεθος χταποδιού 1.

Πηγάδι		Πέτρα		Λοιπά	
απόσταση	πιθανότητα	απόσταση	πιθανότητα	απόσταση	πιθανότητα
0	1	0	1	0	1
50	0,998064668	50	0,998043746	50	0,997993936
100	0,991715595	100	0,991632363	100	0,991435318
150	0,978431947	150	0,978246366	150	0,977811118
200	0,957202005	200	0,956876245	200	0,95612218
250	0,929468399	250	0,928967637	250	0,927827806
300	0,897119962	300	0,896413093	300	0,894836772
350	0,861623314	350	0,860683568	350	0,858637938
400	0,823988867	400	0,822794304	400	0,8202652
450	0,784919384	450	0,783453264	450	0,780444991
500	0,74493756	500	0,743188578	500	0,739722861
550	0,7044657	550	0,702428086	550	0,69854226
600	0,663869302	600	0,661542786	600	0,657287378
650	0,623478405	650	0,620868051	650	0,61630394
700	0,583596377	700	0,5807123	700	0,575907626
750	0,544502044	750	0,541359023	750	0,53638605
800	0,506448631	800	0,503065629	800	0,497997713
850	0,46966149	850	0,4660611	850	0,460969926
900	0,434335732	900	0,430543571	900	0,425496749
950	0,400634362	950	0,396678429	950	0,391737546
1000	0,368687207	1000	0,364597227	1000	0,359816386

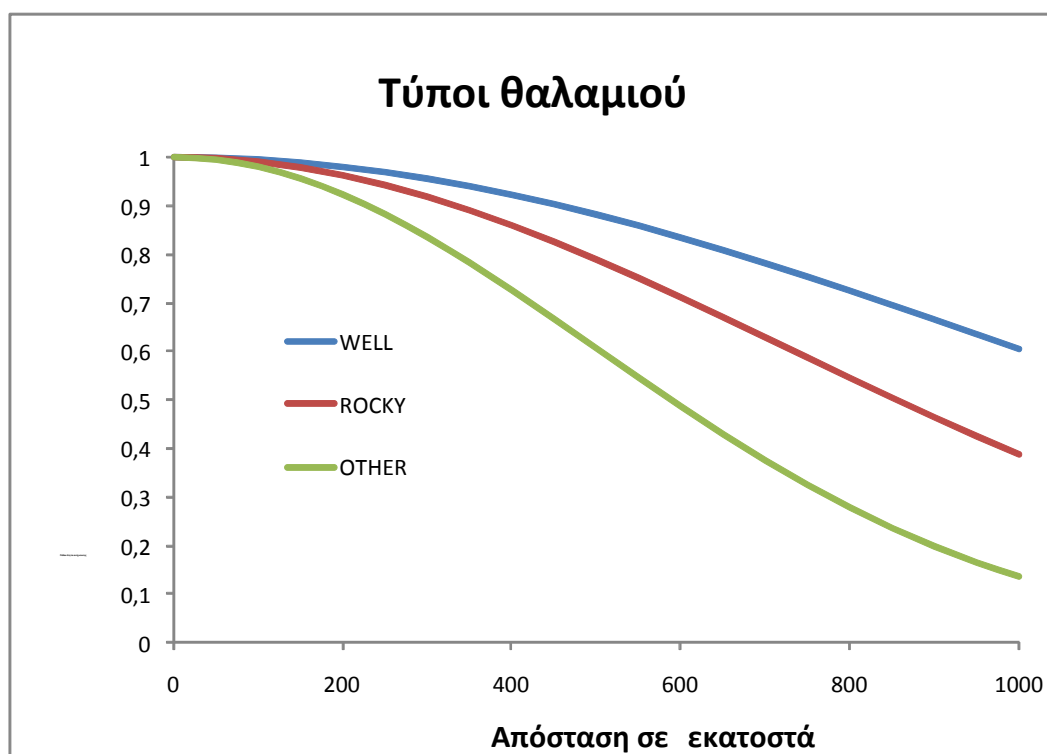


Διάγραμμα 16: Απεικόνιση της ανιχνευσιμότητας σε σχέση με τον τύπο θαλαμιού και τάξη μεγέθους 1. Οπου well είναι ο τύπος θαλαμιού πηγάδι, rocky ο βράχος και other η κατηγορία λοιπά.

Πίνακας 17: Οι πιθανότητες ανίχνευσης για τους τρεις τύπους θαλαμιού και μέγεθος χταποδιού 2.

Πηγάδι		Πέτρα		Λοιπά	
απόσταση	πιθανότητα	απόσταση	πιθανότητα	απόσταση	πιθανότητα
0	1	0	1	0	1
50	0,998241857	50	0,998220936	50	0,998171126
100	0,992418598	100	0,992335366	100	0,992138321
150	0,979992364	150	0,979806784	150	0,979371536
200	0,959923833	200	0,959598073	200	0,958844008
250	0,933618566	250	0,933117804	250	0,931977973
300	0,902920349	300	0,90221348	300	0,90063716
350	0,869244547	350	0,868304801	350	0,866259171
400	0,83354609	400	0,832351527	400	0,829822423
450	0,796470117	450	0,795003997	450	0,791995724

500	0,758481662	500	0,75673268	500	0,753266963
550	0,719947349	550	0,717909736	550	0,714023909
600	0,681180821	600	0,678854305	600	0,674598897
650	0,642465697	650	0,639855343	650	0,635291232
700	0,604065665	700	0,601181588	700	0,596376914
750	0,566227573	750	0,563084553	750	0,558111579
800	0,529180979	800	0,525797977	800	0,520730062
850	0,493136117	850	0,489535726	850	0,484444552
900	0,458281424	900	0,454489262	900	0,44944244
950	0,424781259	950	0,420825326	950	0,415884444
1000	0,392774148	1000	0,388684168	1000	0,383903326

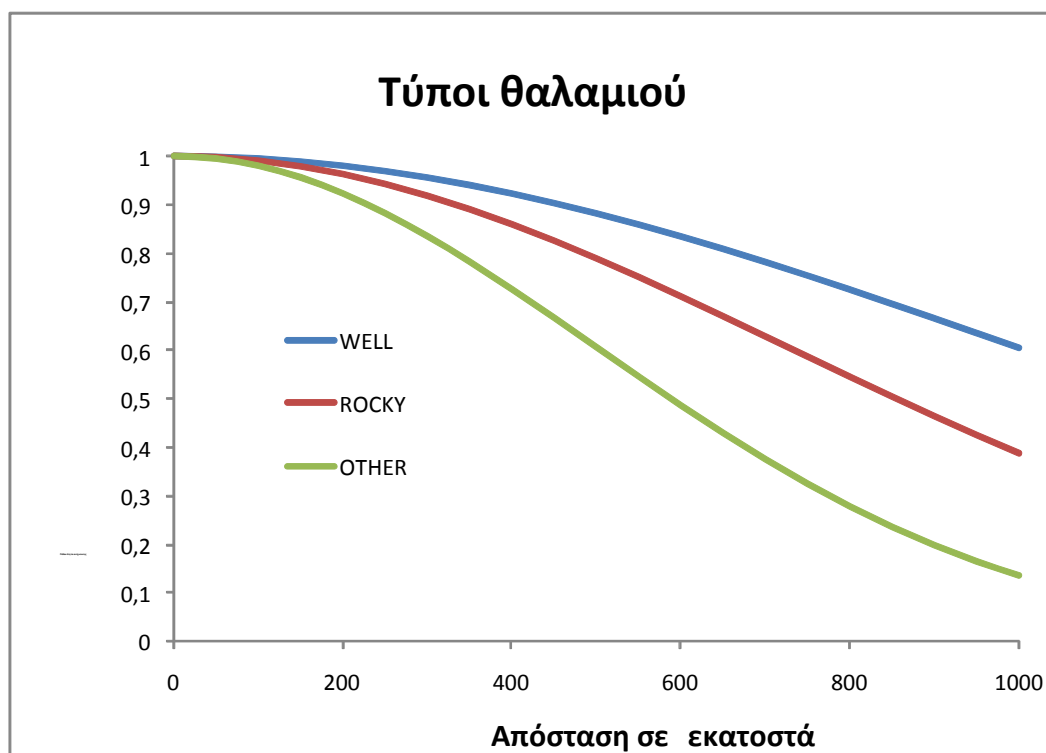


Διάγραμμα 17 : Απεικόνιση της ανιχνευσιμότητας των διαφορετικών τύπων θαλαμιού και τάξη μεγέθους 2. Οπου well είναι ο τύπος θαλαμιού πηγάδι, rocky ο βράχος και other η κατηγορία λοιπά.

Πίνακας 18: Οι πιθανότητες ανίχνευσης για τους τρεις τύπους θαλαμιού και μέγεθος χταποδιού 3.

Πηγάδι**Πέτρα****Λοιπά**

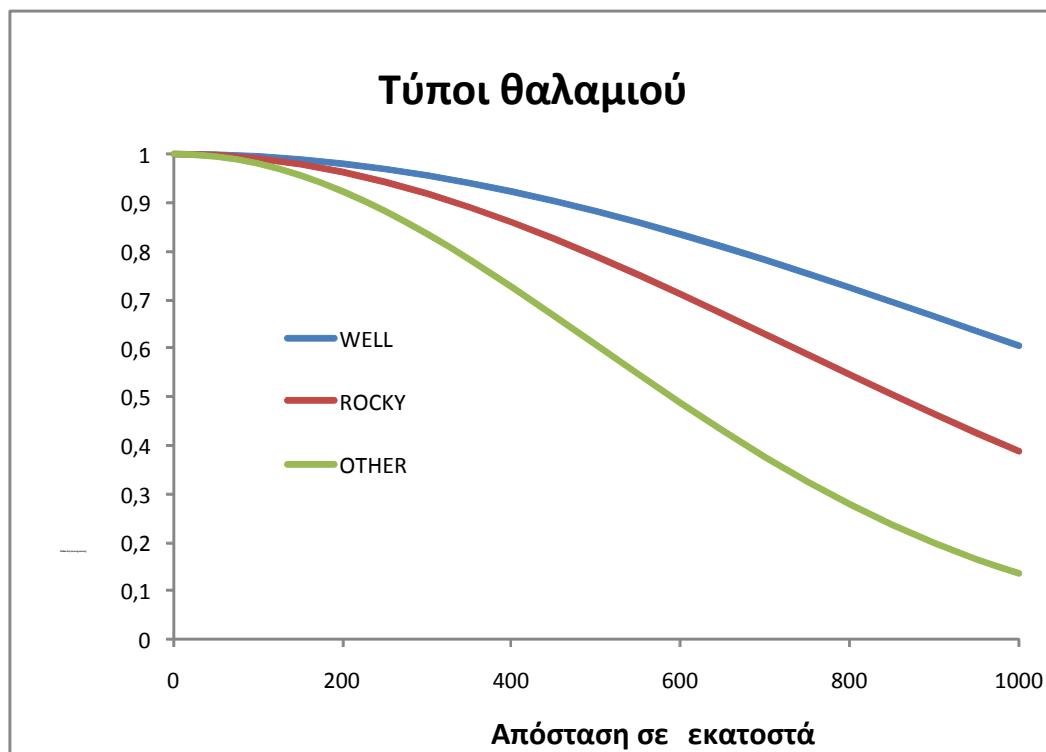
απόσταση	πιθανότητα	απόσταση	πιθανότητα	απόσταση	πιθανότητα
0	1	0	1	0	1
50	0,99845619	50	0,998435269	50	0,998385459
100	0,993270212	100	0,99318698	100	0,992989935
150	0,981887241	150	0,98170166	150	0,981266412
200	0,963240305	200	0,962914545	200	0,96216048
250	0,938697552	250	0,93819679	250	0,937056959
300	0,910056813	300	0,909349944	300	0,907773624
350	0,878680449	350	0,877740703	350	0,875695073
400	0,845465032	400	0,844270469	400	0,841741364
450	0,810993813	450	0,809527693	450	0,80651942
500	0,775668307	500	0,773919325	500	0,770453608
550	0,739791866	550	0,737754253	550	0,733868427
600	0,703616925	600	0,701290409	600	0,697035002
650	0,667369625	650	0,66475927	650	0,660195159
700	0,631261382	700	0,628377305	700	0,623572631
750	0,595493223	750	0,592350203	750	0,58737723
800	0,5602563	800	0,556873298	800	0,551805383
850	0,52573053	850	0,52213014	850	0,517038966
900	0,49208251	900	0,488290349	900	0,483243527
950	0,459463316	950	0,455507383	950	0,4505665
1000	0,428006559	1000	0,423916579	1000	0,419135738



Διάγραμμα 18: Απεικόνιση της ανιχνευσιμότητας σε σχέση με τον τύπο θαλαμιού και **τάξη μεγέθους 3**. Οπου well είναι ο τύπος θαλαμιού πηγάδι, rocky ο βράχος και othel η κατηγορία λοιπά.

Πίνακας 19 : Οι πιθανότητες ανίχνευσης για τους τρεις τύπους θαλαμιού και **μέγεθος χταποδιού 1**.

Πηγάδι		Πέτρα		Λοιπά	
απόσταση	πιθανότητα	απόσταση	πιθανότητα	απόσταση	πιθανότητα
0	1	0	1	0	1
50	0,998101966	50	0,998081044	50	0,998031234
100	0,991863656	100	0,991780424	100	0,991583379
150	0,97876089	150	0,978575309	150	0,978140061
200	0,95777651	200	0,95745075	200	0,956696685
250	0,930345822	250	0,92984506	250	0,928705229
300	0,898348719	300	0,89764185	300	0,896065529
350	0,863241593	350	0,862301847	350	0,860256217
400	0,826023711	400	0,824829148	400	0,822300044
450	0,787386162	450	0,785920042	450	0,782911769
500	0,74783984	500	0,746090858	500	0,742625141
550	0,707795513	550	0,705757899	550	0,701872073
600	0,667607768	600	0,665281252	600	0,661025845
650	0,627596686	650	0,624986332	650	0,620422221
700	0,588056902	700	0,585172826	700	0,580368151
750	0,549259951	750	0,546116931	750	0,541143957
800	0,511453358	800	0,508070357	800	0,503002441
850	0,474858452	850	0,471258062	850	0,466166887
900	0,439668009	900	0,435875848	900	0,430829026
950	0,406044352	950	0,402088419	950	0,397147536
1000	0,374118175	1000	0,370028195	1000	0,365247354

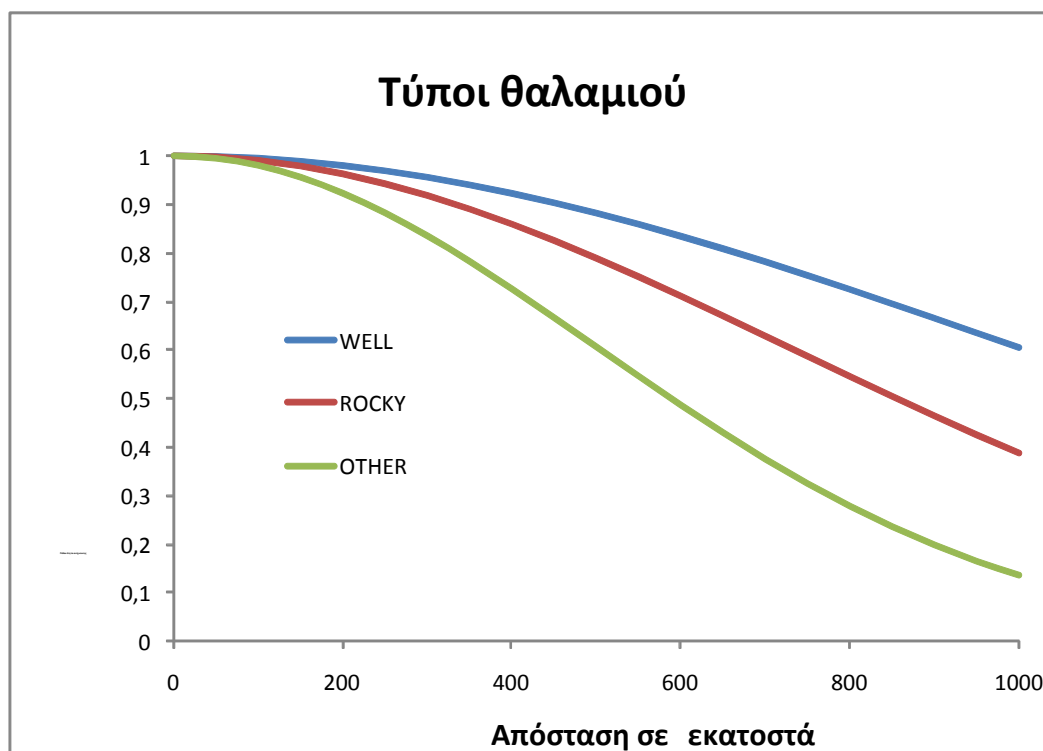


Διάγραμμα 19: Απεικόνιση της ανιχνευσιμότητας σε σχέση με τον τύπο θαλαμιού και τάξη μεγέθους 1. Οπου well είναι ο τύπος θαλαμιού πηγάδι, rocky ο βράχος και other η κατηγορία λοιπά.

Πίνακας 20: Οι πιθανότητες ανίχνευσης για τους τρεις τύπους θαλαμιού και μέγεθος χταποδιού 2.

Πηγάδι		Πέτρα		Λοιπά	
απόσταση	πιθανότητα	απόσταση	πιθανότητα	απόσταση	πιθανότητα
0	1	0	1	0	1
50	0,998876206	50	0,998258233	50	0,998208423
100	0,993684954	100	0,992483427	100	0,992286382
150	0,978228867	150	0,980135726	150	0,979700478
200	0,952663761	200	0,960172578	200	0,959418513
250	0,920967685	250	0,933995227	250	0,932855396
300	0,886255227	300	0,903442237	300	0,901865916
350	0,850316469	350	0,86992308	350	0,86787745
400	0,814086763	400	0,834386371	400	0,831857266
450	0,778040433	450	0,797470775	450	0,794462501
500	0,742421476	500	0,75963496	500	0,756169243

550	0,707365859	550	0,721239549	550	0,717353722
600	0,672963283	600	0,682592771	600	0,678337364
650	0,639286806	650	0,643973624	650	0,639409513
700	0,606405773	700	0,605642113	700	0,600837439
750	0,574390211	750	0,56784246	750	0,562869486
800	0,543311006	800	0,530802705	800	0,52573479
850	0,513238178	850	0,494732688	850	0,489641514
900	0,484238466	900	0,45982154	900	0,454774717
950	0,456372872	950	0,426235317	950	0,421294434
1000	0,429694502	1000	0,394115136	1000	0,389334294



Διάγραμμα 20: Απεικόνιση της ανιχνευσιμότητας σε σχέση με τον τύπο θαλαμιού και τάξη μεγέθους 2. Οπου well είναι ο τύπος θαλαμιού πηγάδι, rocky ο βράχος και other η κατηγορία λοιπά.

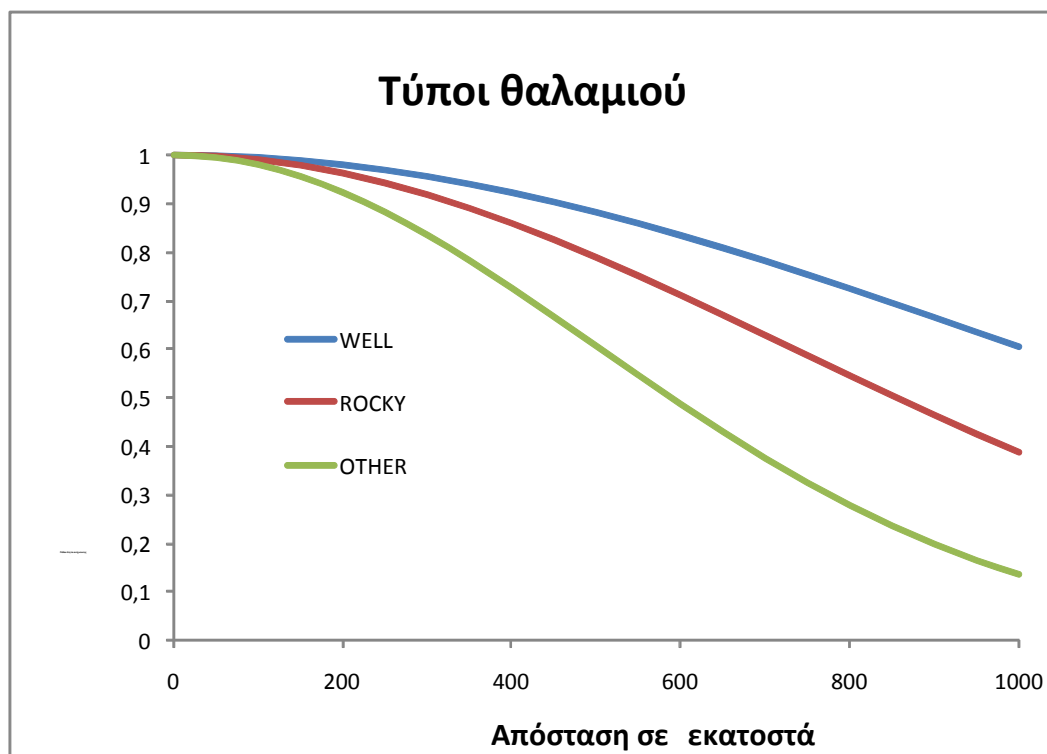
Πίνακας 21: Οι πιθανότητες ανίχνευσης για τους τρεις τύπους θαλαμιού και μέγεθος χταποδιού 3.

Πηγάδι

Πέτρα

Λοιπά

απόσταση	πιθανότητα	απόσταση	πιθανότητα	απόσταση	πιθανότητα
0	1	0	1	0	1
50	0,998493488	50	0,998472567	50	0,998422757
100	0,993418273	100	0,993335041	100	0,993137996
150	0,982216184	150	0,982030603	150	0,981595355
200	0,96381481	200	0,96348905	200	0,962734985
250	0,939574975	250	0,939074213	250	0,937934383
300	0,91128557	300	0,910578701	300	0,90900238
350	0,880298728	350	0,879358983	350	0,877313353
400	0,847499876	400	0,846305313	400	0,843776208
450	0,813460591	450	0,811994471	450	0,808986198
500	0,778570587	500	0,776821605	500	0,773355888
550	0,743121679	550	0,741084066	550	0,73719824
600	0,707355391	600	0,705028875	600	0,700773468
650	0,671487906	650	0,668877552	650	0,66431344
700	0,635721907	700	0,63283783	700	0,628033156
750	0,600251131	750	0,597108111	750	0,592135137
800	0,565261028	800	0,561878026	800	0,556810111
850	0,530927492	850	0,527327102	850	0,522235928
900	0,497414787	900	0,493622626	900	0,488575804
950	0,464873306	950	0,460917373	950	0,45597649
1000	0,433437527	1000	0,429347547	1000	0,424566706



Διάγραμμα 21: Απεικόνιση της ανιχνευσιμότητας σε σχέση με τον τύπο θαλαμιού και τάξη μεγέθους 3. Οπου well είναι ο τύπος θαλαμιού πηγάδι, rocky ο βράχος και other η κατηγορία λοιπά.

7.Βιβλιογραφικές Αναφορές

1. Ackerman, J.L. and Bellwood, D.R. (2000). Reef fish assemblages: a re-evaluation using enclosed rotenone stations. *Marine Ecology-Progress Series*, 206, 227-237.
2. Akaike, H. (1983). Information measures and model selection. *Bulletin of the International Statistical Institute*, 44, 277-290.
3. Borchers, D.L. and Burnham, K.P. (2008). General formulation for distance sampling. In: S.T. Buckland, D.R. Anderson, K.P. Burnham, J.L. Laake, D.L. Borchers and L. Thomas (Eds.) *Advanced distance sampling: estimating abundance of biological populations*. New York: Oxford University Press; pp. 6-30.
4. Borchers, D.L., Buckland, S.T. and Zucchini, W. (2004). *Estimating animal abundance*. London: Springer-Verlag.
5. Buckland, S.T., Burnham, K.P. and Augustin, N.H. (1997). Model selection: An integral part of inference. *Biometrics*, 53(2), 603-618.
6. Buckland, S.T., Anderson, D.R., Burnham, K.P., Laake, J.L., Borchers, D.L. and Thomas, L. (2001). *Introduction to distance sampling: Estimating abundance of biological populations*. New York: Oxford University Press.
7. Buckland, S.T., Anderson, D.R., Burnham, K.P., Laake, J.L., Borchers, D.L. and Thomas, L. (2008). *Advanced distance sampling: Estimating abundance of biological populations*. New York: Oxford University Press.
8. Burnham, K.P. and Anderson, D.R. (1984). The need for distance data in transect counts. *Journal of Wildlife Management*, 48(4), 1248-1254.
9. Burnham, K.P. and Anderson, D. (2002). *Model selection and multi-model inference*. Berlin: Springer.
10. Burnham, K.P., Buckland, S.T., Laake, J.L., Borchers, D.L., Marques, T.A., Bishop, J. R. B. and Thomas, L. (2008). Further topics in distance sampling. In: S.T. Buckland, D.R. Anderson, K.P. Burnham, J.L. Laake, D.L. Borchers and L. Thomas (Eds.) *Advanced distance sampling: estimating abundance of biological populations*. New York: Oxford University Press; pp. 307-392.
11. Anderson, K.P. Burnham, J.L. Laake, D.L. Borchers and L. Thomas (Eds.) *Advanced distance sampling: estimating abundance of biological populations*. New York: Oxford University Press; pp. 307-392.
12. Chabanet, P., Dufour, V. and Galzin, R. (1995). Disturbance impact on reef fish communities in reunion island (Indian Ocean). *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 188(1), 29-48.
13. Chapman, C.J. (1980). Ecology of juvenile and adult nephrops. In: S. Cobb and B. Philips (Eds.) *The biology and management of lobsters, vol. II*. New York: Academic Press; pp. 143-178.
14. De Girolamo, M. and Mazzoldi, C. (2001). The application of visual census on Mediterranean rocky habitats. *Marine Environmental Research*, 51(1), 1-16.
15. Guerra, 1981
16. Hedley, S.L., Buckland, S.T. and Borchers, D.L. (2008). Spatial distance sampling models. In: S.T. Buckland, D.R. Anderson, K.P. Burnham, J.L. Laake, D.L. Borchers and L. Thomas (Eds.) *Advanced distance sampling: estimating abundance of biological populations*. New York: Oxford University Press; pp. 48-70.
17. Thomas (Eds.) *Advanced distance sampling: estimating abundance of biological populations*. New York: Oxford University Press; pp. 48-70.
18. Hilborn, R. and Walters, C.J. (1992). *Quantitative fisheries stock assessment: choice, dynamics and uncertainty*. New York: Chapman & Hall.
19. Katsanevakis, S. and Verriopoulos, G. (2004a). Abundance of *Octopus vulgaris* on soft

- sediment. *Scientia Marina*, 68(4), 553-560.
20. Katsanevakis, S. and Verriopoulos, G. (2004b). Den ecology of *Octopus vulgaris* Cuvier, 1797, on soft sediment: availability and types of shelter. *Scientia Marina*, 68(1), 147-157.
21. Katsanevakis S, 2005. Abundance and spatial distribution of the Mediterranean scallop, *Pecten jacobaeus*, in a marine lake. *Fisheries Research* 76: 417–429
22. Katsanevakis, S. (2006). Population ecology of the endangered fan mussel *Pinna nobilis* in a marine lake. *Endangered Species Research*, 1, 51-59.
23. Katsanevakis, S. (2007a). Density surface modeling with line transect sampling as a tool for abundance estimation of marine benthic species: the *Pinna nobilis* example in a marine lake. *Marine Biology*, 152(1), 77-85.
24. Katsanevakis, S. (2007b).
25. Katsanevakis, S. and Thessalou-Legaki, M. (2007). First record of *Alicia mirabilis* (Anthozoa: Actiniaria) from the Aegean Sea and density assessment with distance sampling in a site of high abundance. *Marine Biology Research*, 3(6), 468-472.
26. Katsanevakis, S. (2009). Estimating abundance of endangered marine benthic species using distance sampling through scuba diving.
27. Kulbicki, M. and Sarramegna, S. (1999). Comparison of density estimates derived from strip transect and distance sampling for underwater visual censuses: a case study of Chaetodontidae and Pomacanthidae. *Aquatic Living Resources*, 12(5), 315-325.
28. Marques, F.F.C. and Buckland, S.T. (2003). Incorporating covariates into standard line transect analyses. *Biometrics*, 59(4), 924-935.
29. Marques, F. F. C. and Buckland, S.T. (2008). Covariate models for the detection function. In: S.T. Buckland, D.R. Anderson, K.P. Burnham, J.L. Laake, D.L. Borchers and L. Bishop J.R.B. and Marques, T.A. (2006). Distance 6.0. Release Beta 3. Research Unit for Wildlife Population Assessment, University of St. Andrews: St. Andrews, UK.
30. Shafee, M.S. (1979). Underwater observation to estimate the density and spatial distribution of black scallop, *Chlamys varia* (L.) in Lanveoc (Bay of Brest). *Bulletin Off. Natl. Pêches (Tunisie)*, 3, 143-156.
31. Thomas, L., Laake, J.L., Rexstad, E., Strindberg, S., Marques, F.F.C., Buckland, S.T., Borchers, D.L., Anderson, D.R., Burnham, K.P., Burt, M.L., Hedley, S.L., Pollard, J.H., Bishop J.R.B. and Marques, T.A. (2006). Distance 6.0. Release Beta 3. Research Unit for Wildlife Population Assessment, University of St. Andrews: St. Andrews, UK.
32. Tuck, I.D., Chapman, C.J., Atkinson, R.J.A., Bailey, N. and Smith, R.S.M. (1997). A comparison of methods for stock assessment of the Norway lobster, *Nephrops norvegicus*, in the Firth of Clyde. *Fisheries Research*, 32(1), 89-100.
33. Willis, T.J. (2001). Visual census methods underestimate density and diversity of cryptic reef fishes. *Journal of Fish Biology*, 59(5), 1408-1411.
34. Βερροϊόπουλος Γ (2008) Εγχειρίδιο εκτροφής του κοινού χταποδιού (*Octopus vulgaris*, Cuvier 1797)

