



ΔΙΑΤΜΗΜΑΤΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ
ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ στα
ΔΙΚΤΥΑ και ΠΟΛΥΠΛΟΚΟΤΗΤΑ
ΤΜΗΜΑ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΒΙΟΛΟΓΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΛΟΓΙΑΣ
ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ

INTER-FACULTY
MASTER PROGRAM on
NETWORKS and COMPLEXITY
SCHOOL of ECONOMICS
SCHOOL of MATHEMATICS
SCHOOL of BIOLOGY
SCHOOL of GEOLOGY
ARISTOTLE UNIVERSITY of THESSALONIKI



ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Τίτλος Εργασίας

**Μελέτη της ερευνητικής συνεργασίας στα θαλάσσια οικοσυστήματα
μέσω ανάλυσης του κοινωνικού δικτύου συγγραφέων: η
επιστημονικομετρική προσέγγιση στην περίπτωση των θαλάσσιων
θηλαστικών**

Study of research collaboration on marine ecosystems through analysis
of the authors' social network: the scientometric approach –the case of
marine mammals

Αφροδίτη Θ. Λιόλιου

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ: Αντώνιος Δ. Μαζάρης, Αν. Καθηγητής Α.Π.Θ.

Εγκρίθηκε από την Τριμελή Εξεταστική Επιτροπή την 26η Μαρτίου 2021.

.....
Α. Μαζάρης
Αν. Καθηγητής Α.Π.Θ.

.....
Σ. Σγαρδέλης
Καθηγητής Α.Π.Θ.

.....
Σ. Κατσανεβάκης
Καθηγητής Παν.
Αιγαίου

Θεσσαλονίκη, Μάρτιος 2021



Μελέτη της ερευνητικής συνεργασίας στα θαλάσσια οικοσυστήματα μέσω ανάλυσης του κοινωνικού δικτύου συγγραφέων: η επιστημονικομετρική προσέγγιση στην περίπτωση των θαλάσσιων θηλαστικών

Τίτλος Εργασίας

**Μελέτη της ερευνητικής συνεργασίας στα θαλάσσια
οικοσυστήματα μέσω ανάλυσης του κοινωνικού δικτύου
συγγραφέων: η επιστημονικομετρική προσέγγιση στην
περίπτωση των θαλάσσιων θηλαστικών**

Study of research collaboration on marine ecosystems through
analysis of the authors' social network: the scientometric
approach –the case of marine mammals

Αφροδίτη Θ. Λιόλιου

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ: Αντώνιος Δ. Μαζάρης, Αν. Καθηγητής Α.Π.Θ.

Θεσσαλονίκη, Μάρτιος 2021



.....
Αφροδίτη Θ. Λιόλιου

Τεχνολόγος Γεωπόνος Ζωικής Παραγωγής

Copyright © Αφροδίτη Θ. Λιόλιου, 2021

Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All rights reserved.

Απαγορεύεται η αντιγραφή, αποθήκευση και διανομή της παρούσας εργασίας, εξ ολοκλήρου ή τμήματος αυτής, για εμπορικό σκοπό. Επιτρέπεται η ανατύπωση, αποθήκευση και διανομή για σκοπό μη κερδοσκοπικό, εκπαιδευτικής ή ερευνητικής φύσης, υπό την προϋπόθεση να αναφέρεται η πηγή προέλευσης και να διατηρείται το παρόν μήνυμα. Ερωτήματα που αφορούν τη χρήση της εργασίας για κερδοσκοπικό σκοπό πρέπει να απευθύνονται προς τον συγγραφέα.

Οι απόψεις και τα συμπεράσματα που περιέχονται σε αυτό το έγγραφο εκφράζουν τον συγγραφέα και δεν πρέπει να ερμηνευτεί ότι εκφράζουν τις επίσημες θέσεις του Α.Π.Θ.



Μελέτη της ερευνητικής συνεργασίας στα θαλάσσια οικοσυστήματα μέσω ανάλυσης του κοινωνικού δικτύου
συγγραφέων: η επιστημονικομετρική προσέγγιση στην περίπτωση των θαλάσσιων θηλαστικών

To understand ecosystems, ultimately will be to understand networks
B.C. Patten and M. Witkam



Πίνακας περιεχομένων

ΠΕΡΙΛΗΨΗ	7
ΛΕΞΕΙΣ-ΚΛΕΙΔΙΑ	8
ABSTRACT	9
KEY WORDS	10
ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ	11
ΠΡΟΛΟΓΟΣ	12
Εισαγωγή	13
Τα κοινωνικά δίκτυα ως γράφος	14
Τα θαλάσσια θηλαστικά ως Ερευνητικό ερώτημα	16
Στόχος της εργασίας	18
Επιλογή δεδομένων έρευνας	19
Μεθοδολογία και Ανάλυση Δεδομένων	21
<i>Διάμετρος, Μήκος Συντομότερης Διαδρομής και Πυκνότητα Δικτύων</i>	<i>22</i>
<i>Κεντρικότητα Βαθμού</i>	<i>23</i>
<i>Κεντρικότητα Εγγύτητας</i>	<i>23</i>
<i>Κεντρικότητα Διαμεσότητας</i>	<i>24</i>
<i>Συνεκτικότητα και Ευρωστία</i>	<i>24</i>
<i>Συντελεστής Συσχέτισης</i>	<i>26</i>
Αποτελέσματα έρευνας	27
<i>Εξάπλωση Δικτύου Χωρών</i>	<i>27</i>
<i>Αύξηση Αριθμού Δημοσιεύσεων</i>	<i>29</i>
<i>Ανάλυση Συσχέτισης</i>	<i>30</i>
<i>Απομονωμένοι Κόμβοι</i>	<i>30</i>
<i>Μεγάλη συνιστώσα</i>	<i>32</i>
<i>Συντομότερο Μονοπάτι και Πυκνότητα</i>	<i>32</i>
<i>Μέτρα κεντρικότητας</i>	<i>34</i>
<i>Σημεία Άρθρωσης</i>	<i>36</i>
Συμπεράσματα - Συζήτηση	39
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι – ΚΕΝΤΡΙΚΟΤΗΤΕΣ ΣΕΤΩΝ ΔΙΚΤΥΩΝ	42
ΕΤΗ: 1990-1995	42
ΕΤΗ : 1996-2000	43

Μελέτη της ερευνητικής συνεργασίας στα θαλάσσια οικοσυστήματα μέσω ανάλυσης του κοινωνικού δικτύου
συγγραφέων: η επιστημονικομετρική προσέγγιση στην περίπτωση των θαλάσσιων θηλαστικών

ΕΤΗ : 2001-2005

45

ΕΤΗ : 2006-2010

47

ΕΤΗ : 2011-2015

50

Παράρτημα II – Κώδικας R

57

Παράρτημα III – Δίκτυα 5ετιών

66

Βιβλιογραφία

73

Παρότι η συνεργασία στην επιστημονική έρευνα έχει μακρά ιστορία, η ανάλυση του δικτύου συν-συγγραφέων για τη διερεύνηση της επιστημονικής συνεργασίας μεταξύ των συγγραφέων είναι ένας σχετικά πρόσφατος τομέας έρευνας. Μελέτες της τρέχουσας βιβλιογραφίας δίνουν κυρίως έμφαση στη σύλληψη και κατανόηση συνεργατικών προτύπων. Δύο επιστήμονες θεωρούνται συνδεδεμένοι εάν έχουν συνεργαστεί σε μια επιστημονική δημοσίευση και αυτοί οι τύποι συνδέσεων μεταξύ δύο επιστημόνων αποτελούν δίκτυα συν-συγγραφέων. Επιστήμονες από διαφορετικές ερευνητικές περιοχές και διαφορετικές γεωγραφικές τοποθεσίες μπορούν να συμμετέχουν σε ένα συγκεκριμένο δίκτυο συν-συγγραφέα, ενώ ένας μεμονωμένος επιστήμονας μπορεί να ανήκει σε περισσότερα από ένα δίκτυα συν-συγγραφέων.

Η παρούσα εργασία, που εκπονήθηκε στο πλαίσιο του Διατμηματικού Προγράμματος Σπουδών «Δίκτυα και Πολυπλοκότητα», βασίζεται στην έρευνα που παράγεται στο επιστημονικό πεδίο της θαλάσσιας οικολογίας για τα θαλάσσια θηλαστικά κι έχει ως στόχο να διερευνήσει την έκταση των δυνατοτήτων και της δυναμικής της διεθνούς επιστημονικής συνεργασίας, η οποία αντικατοπτρίζει την πρόοδο της γνώσης.

Στο πλαίσιο αυτό, χρησιμοποιήθηκαν επιστημονικές δημοσιεύσεις για τα θαλάσσια θηλαστικά για το χρονικό διάστημα από το 1990 έως και τα μέσα 2020, ως το κύριο προϊόν της παραχθείσας επιστημονικής γνώσης, προκειμένου να αναπτυχθεί και να αναλυθεί μια σειρά δικτύων συν-συγγραφέων. Οι χώρες που αναφέρονται ως έδρα των συγγραφέων χρησιμοποιήθηκαν ως κόμβοι, με δύο κόμβους να συνδέονται εάν συγγραφείς αυτών των χωρών είχαν συνεργαστεί ως συν-συγγραφείς σε μια δημοσίευση. Οι ιδιότητες των δικτύων συν-συγγραφέα αποκάλυψαν ότι με την πάροδο του χρόνου τα δίκτυα επιστημονικής συνεργασίας των θαλασσιών θηλαστικών αυξάνουν σε μέγεθος και εξαπλώνονται συνεχώς σε διαφορετικές χώρες. Οι μετρικές των δικτύων αποκάλυψαν ένα ισχυρό και συνεκτικό δίκτυο που υποστηρίζεται από πολλές χώρες. Τα αποτελέσματα δείχνουν μια σταθερή ροή επιστημονικών πληροφοριών μεταξύ χωρών εντός των ερευνητικών κοινοτήτων των θαλάσσιων θηλαστικών. Η ανάλυση θα μπορούσε να υπογραμμίσει τα πιθανά οφέλη που δημιουργούνται από διεθνείς συνεργασίες και αντικατοπτρίζουν την ενσωμάτωση δεξιοτήτων, επιστημονικών υποβάθρων και γνώσεων. Τα αποτελέσματα εντοπίζουν τις χώρες που διαδραματίζουν κρίσιμο ρόλο στην επιμονή της ευρωστίας των έξι μελετώμενων δικτύων συν-συγγραφέων, και ανάμεσα σε αυτές βρίσκεται και η Ελλάδα.



Μελέτη της ερευνητικής συνεργασίας στα θαλάσσια οικοσυστήματα μέσω ανάλυσης του κοινωνικού δικτύου συγγραφέων: η επιστημονικομετρική προσέγγιση στην περίπτωση των θαλάσσιων θηλαστικών

ΛΕΞΕΙΣ-ΚΛΕΙΔΙΑ

Ανάλυση κοινωνικού δικτύου, δίκτυα συν-συγγραφέων, συνεργασία, θαλάσσια θηλαστικά



Albeit co-authorship in scientific research has a long history, the analysis of co-authorship network that explores scientific collaboration among authors is a relatively new research area. Studies of current literature about co-authorship networks mostly give emphasis to understand patterns of scientific collaborations. Scientists from different research areas and geographical locations may participate in a specific co-author network, whereas a single scientist may belong to different co-author networks. The present study is based on research on marine mammals as a field of exploration of possibilities and dynamics of international scientific cooperation, which reflects the progress of knowledge.

In this study, a thirty years' period (1990-2020) research publications on marine mammals formed the basis to develop a series of co-authorship networks. Countries that were mentioned in authors' affiliations were used as nodes, with two nodes being connected if authors of these countries had collaborated as co-authors in a publication. The properties of the co-authorship networks revealed that marine mammals' scientific collaboration networks are getting larger and spreading constantly over different countries through time. Network metrics revealed a robust and coherent network supported by numerous countries. The results show a steady flow of scientific information among countries within marine mammals' research communities. The analysis highlights the potential benefits generated by international collaborations and reflect the integration of skills, scientific backgrounds and knowledge, identifying the countries which play a critical role in insisting on the robustness of co-authors' networks. Among them Greece is proving to be a proud representative of the Mediterranean Basin.



Μελέτη της ερευνητικής συνεργασίας στα θαλάσσια οικοσυστήματα μέσω ανάλυσης του κοινωνικού δικτύου συγγραφέων: η επιστημονικομετρική προσέγγιση στην περίπτωση των θαλάσσιων θηλαστικών

KEY WORDS

Social Network Analysis (SNA); Co-authorship; Scientific Collaboration; Marine Mammals



Αισθάνομαι την ανάγκη να εκφράσω τις θερμές μου ευχαριστίες σε ορισμένους ανθρώπους, η συμβολή και η συμπαράσταση των οποίων ήταν πολύτιμη και καθοριστική στην εκπόνηση της παρούσας διπλωματικής εργασίας.

Ιδιαίτερες ευχαριστίες οφείλω κατ' αρχάς στον Καθηγητή και επιβλέποντα της διπλωματικής μου εργασίας κ. Αντώνιο Δ. Μαζάρη για την καθοδήγηση, την ενθάρρυνση, τις πολύτιμες συμβουλές και παρατηρήσεις επί της οργάνωσης, της δομής και του περιεχομένου της παρούσας εργασίας αλλά και για τον επιδέξιο τρόπο που επεσήμανε λάθη ή παραλείψεις. Κυρίως τον ευχαριστώ διότι μέσα από την πολυδιάστατη επιστημονική του σκέψη και τις εξόχως εποικοδομητικές συζητήσεις, εμπλούτισε τις γνώσεις και την αντίληψή μου σε ζητήματα θαλάσσιας οικολογίας και με βοήθησε να διαμορφώσω άποψη που να μπορώ να την υποστηρίξω με επιχειρήματα.

Τις ευχαριστίες μου εκφράζω μου επίσης στους Καθηγητές κ.κ. Στέφανο Σγαρδέλη και Στέλιο Κατσανεβάκη, που δέχτηκαν να συμβάλλουν στην πληρότητα αυτής της μελέτης ως μέλη της τριμελούς επιτροπής αξιολόγησης της διπλωματικής μου εργασίας.

Ευχαριστώ ιδιαιτέρως τον Καθηγητή Ιωάννη Αντωνίου, Διευθυντή του Διατμηματικού Μεταπτυχιακού Προγράμματος Σπουδών, που με υπερβάλλοντα ζήλο και σε χρόνους εκτός προγραμματισμένων μαθημάτων, μετέδωσε απλόχερα επιπλέον γνώσεις, ερεθίσματα και εμπειρίες σε όλους του φοιτητές του Προγράμματος. Δε θα μπορούσα να παραλείψω να ευχαριστήσω και τον πολυπράγμονα διδάσκοντα του ΔΠΜΣ, κ. Γεώργιο Μακρή, που αποτέλεσε πηγή έμπνευσης και ενθάρρυνσης σε στιγμές που θεώρησα δύσκολες και αδιέξοδες.

Τέλος, η διπλωματική εργασία δε θα είχε ολοκληρωθεί ποτέ, εάν δεν υπήρχε η συγκινητική μέχρι αυτοθυσίας συμπαράσταση του συζύγου μου Κωνσταντίνου και η απέραντη αγάπη και ενθάρρυνση της μητέρας μου Μαρίας, οι οποίοι με υποστήριζαν σε όλα τα βήματα της μεταπτυχιακής μου πορείας και σε αυτούς, ως ένα ταπεινό δείγμα τιμής και ευγνωμοσύνης, είναι αφιερωμένη η παρούσα εργασία.



Η οικολογική έρευνα αποτελεί τον ακρογωνιαίο λίθο για τη δημιουργία μέσων πολιτικής και μηχανισμών για την αντιμετώπιση της πρόκλησης για τη διατήρηση της άγριας πανίδας των οικοτόπων της. Η μεταφορά γνώσεων και η ανταλλαγή εμπειρογνωμοσύνης είναι κρίσιμης σημασίας για την οικολογική έρευνα, τον έλεγχο ποιότητας των δεδομένων σχετικά με τα είδη και τη σχέση τους με το περιβάλλον, τα εργαλεία αξιολόγησης και τα πρότυπα παρακολούθησης. Έναν αποτελεσματικό τρόπο για τη διασφάλιση αυτής της μεταφοράς γνώσης αποτελεί η διεθνής επιστημονική συνεργασία.

Η παρούσα εργασία επιχειρεί να διερευνήσει τα πιθανά οφέλη που δημιουργούνται από διεθνείς συνεργασίες και διαμέσου της θεωρίας των γραφημάτων να δημιουργήσει ένα πλαίσιο διαφορετικών υπολογιστικών προσεγγίσεων για την περιγραφή της λειτουργικότητας των σύνθετων δυναμικών κοινωνικών συστημάτων ως προς τη διερεύνηση και την κατανόηση των προτύπων επιστημονικών συνεργασιών.

Τα δεδομένα της μελέτης βασίζονται στην επιστημονική γνώση που δημοσιεύτηκε τα τελευταία 30 χρόνια δημιουργώντας υποδίκτυα, πενταετούς έκτασης έκαστο, με κόμβους τις χώρες που δηλώνουν οι συγγραφείς των επιστημονικών δημοσιεύσεων ώστε να αποτελέσουν τους δειγματικούς χώρους μελέτης για τη ροή της επιστημονικής πληροφορίας μεταξύ των χωρών. Στην προσπάθεια προσδιορισμού των σχέσεων που αναπτύσσονται μεταξύ των χωρών, μελετώνται οι ιδιότητες των υποδικτύων και αναλύονται οι συσχετίσεις των συνεργατικών σχέσεων με την πάροδο των ετών.

Ο ρόλος των κοινωνικών δικτύων στην εξέλιξη των κοινωνιών αποτέλεσε το επίκεντρο της προσοχής τα τελευταία χρόνια, κυρίως εξαιτίας της αύξησης της χρήσης του Διαδικτύου και της ψηφιακής σύνδεσης. Σε γενικές γραμμές, τα κοινωνικά δίκτυα αποτελούνται από κοινωνικούς παράγοντες που συνδέονται μεταξύ τους μέσω κάποιου είδους πολύπλοκων σχέσεων (φιλία, συγγένεια, το κοινό συμφέρον, σχέσεις πεποιθήσεων, γνώσης ή κύρους). Η μελέτη της πολυπλοκότητας αυτών των αλληλεξαρτώμενων δομών και των επιδράσεών τους σε άλλα συστήματα αποτελεί ερευνητικό αντικείμενο για ένα ευρύ φάσμα επιστημονικών τομέων. Κατά συνέπεια, η ανάλυση κοινωνικού δικτύου (Social Network Analysis-SNA) ως διεπιστημονικό πεδίο έχει πολλές εφαρμογές που κυμαίνονται από τη μελέτη της διάδοσης πληροφοριών και τις συνέπειές της (Bakshy et.al., 2012), έως την εξάπλωση ασθενειών (Eubank et.al., 2004) και τη διαχείριση των φυσικών πόρων (Bodin and Crona, 2009).

Όσο η δομή των δεδομένων των κοινωνικών δικτύων γίνεται ολοένα και πιο πολύπλοκη, η τάση στην έρευνα στοχεύει στην ανάλυση ερωτημάτων μπορούν να μοντελοποιηθούν καλύτερα από γραφήματα που εξαρτώνται από το χρόνο (Barzel and Barabási, 2013). Αυτός ο επιστημονικός τομέας της κοινωνιολογίας προσπαθεί να εξηγήσει πώς λειτουργεί η διάδοση της καινοτομίας, γιατί δημιουργούνται συμμαχίες και συγκρούσεις σε ομάδες, πώς αναδύεται η ηγεσία και πώς η δομή της ομάδας επηρεάζει την αποτελεσματικότητα της ομάδας (Mika, 2004).

Το κοινωνιογράφημα (sociogram) αποτελεί κοινή μέθοδο για την αναπαράσταση των κοινωνικών δικτύων με την απόδοσή του σε μια δομή γραφήματος (Correa, 2017) όπου οι υπό μελέτη κοινωνικοί παράγοντες σχηματίζουν το σύνολο των κόμβων και οι σχέσεις χαρτογραφούνται σε ένα σύνολο ακμών. Το γράφημα δύναται να είναι σταθμισμένο εφόσον οι σχέσεις δεν είναι ομοιόμορφες. Με άλλα λόγια, το βάρος της ακμής μετρά την ισχύ της σύνδεσης μεταξύ ενός ζεύγους κόμβων. Τα βάρη που αποδίδονται σε αυτές τις συνδέσεις λαμβάνουν υπόψη: α) την ομοιότητα μεταξύ των κόμβων, β) την απόσταση μεταξύ των κόμβων, και γ) την συχνότητα των σχέσεων μεταξύ δύο κόμβων.

Στην πρώτη περίπτωση, το επίπεδο ομοιότητας μεταξύ ενός ζεύγους κόμβων υπολογίζει το βάρος των συνδέσμων μεταξύ τους (Symeonidis et.al., 2010). Για αυτήν τη διαδικασία μπορούν να χρησιμοποιηθούν διαφορετικές μετρήσεις όπως ο αριθμός των κοινών γνωρισμάτων, των κοινών γειτονικών κόμβων ή παρόμοιων χαρακτηριστικών. Η δεύτερη περίπτωση εστιάζει στο μήκος της διαδρομής μεταξύ δύο κόμβων. Συνήθως, το μικρότερο μήκος οδηγεί σε υψηλότερο βάρος ακμής (Shimada et.al., 2016). Η τρίτη περίπτωση μετρά τον αριθμό διαδρομών μεταξύ ενός ζεύγους κόμβων, όπου η ύπαρξη περισσότερων διαδρομών σημαίνει ισχυρότερες συνδέσεις μεταξύ των κόμβων (Hanneman and Riddle, 2005). Μπορούν, επίσης, να χρησιμοποιηθούν και συνδυαστικές μέθοδοι για τη δημιουργία ενός σταθμισμένου γραφήματος.

Τα πραγματικά δίκτυα¹, συναρτήσει του χρόνου, εξελίσσονται εξ ορισμού και σε αυτά είτε προστίθενται είτε αφαιρούνται κόμβοι ή συνδέσεις. Κατά συνέπεια, με την πάροδο του χρόνου, οι μετρικές των δικτύων σε επίπεδο κοινωνικών παραγόντων (όπως για παράδειγμα η βαθμική κεντρικότητα) διαφοροποιούνται και αναλόγως των γεγονότων και διαφόρων διαδικασιών που μεσολαβούν, η δημοτικότητα και επιρροή των κοινωνικών παραγόντων που αποτελούν το δίκτυο, αυξάνεται ή εξασθενεί συν τω χρόνω. (Cordeiro et.al., 2018)

¹ Πραγματικά δίκτυα ονομάζονται εκείνα που δημιουργούνται μέσα από μελέτες πραγματικών δεδομένων με στόχο την ερμηνεία πραγματικών καταστάσεων.



Ο απώτερος στόχος της δικτυακής ερευνητικής προσέγγισης είναι να χρησιμοποιήσει τις θεωρίες γραφημάτων, την επιστήμη του διαδικτύου και μεθόδους βελτιστοποίησης για να δημιουργήσει ένα πλαίσιο διαφορετικών υπολογιστικών προσεγγίσεων για την περιγραφή της λειτουργικότητας των σύνθετων δυναμικών κοινωνικών συστημάτων ως προς τη διερεύνηση συμπεριφορών αυτών των δικτύων.

Τα θαλάσσια θηλαστικά ως Ερευνητικό ερώτημα

Η αύξηση του ανθρώπινου πληθυσμού και κατά συνέπεια ο αυξημένος βαθμός αλληλεπίδρασης με το περιβάλλον, σε συνδυασμό με τις επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής, επιφέρει σημαντική επιβάρυνση στη βιοποικιλότητα και στους πόρους από τους οποίους εξαρτάται ο άνθρωπος, τόσο σε παγκόσμιο όσο και σε τοπικό επίπεδο (Dias et.al., 2019). Ο σεβασμός προς τη φύση αποτελεί πρόκληση για τις σύγχρονες κοινωνίες και τη διατήρηση της βιοποικιλότητας (Martin et. al., 2015, White, 1967) και κατά συνέπεια η διατήρηση και διαχείριση της άγριας πανίδας και των οικοτόπων τους συνιστά ύψιστη προτεραιότητα (Gamborg et al., 2012). Η οικολογική έρευνα αποκτά θεμελιώδη σημασία προκειμένου να παρέχει στις κυβερνήσεις και στην κοινωνία των πολιτών επιστημονικά αξιόπιστες και ανεξάρτητες ενημερωμένες εκτιμήσεις των διαθέσιμων γνώσεων για καλύτερες αποφάσεις και δράσεις πολιτικής βάσει τεκμηριωμένων στοιχείων σε τοπικό, εθνικό, περιφερειακό και παγκόσμιο επίπεδο και βασίζεται στη διαθεσιμότητα και την ακρίβεια των υπαρχόντων δεδομένων σχετικά με τα είδη και τη σχέση τους με το περιβάλλον (IPBES, 2019, Ludwig et al. 2001). Ωστόσο, κάθε βασική πληροφορία μπορεί να είναι χρήσιμη μόνο όταν μεταφραστεί στη γνώση (Mazaris 2017). Υπό την απουσία αυτής της γνώσης, ακόμη και οι καλοπροαίρετες προσπάθειες διατήρησης θα μπορούσαν να αποτύχουν ή να επηρεάσουν αρνητικά τους στόχους διατήρησης (Richardson 1999).

Η μεταφορά γνώσεων και η ανταλλαγή εμπειρογνωμοσύνης είναι κρίσιμης σημασίας για τη βελτίωση των προτύπων παρακολούθησης, του ελέγχου ποιότητας των δεδομένων και των εργαλείων αξιολόγησης. Η παραδοσιακή οικολογική γνώση θα μπορούσε επίσης να προσφέρει μια ποικιλία πρακτικών και εισροών, ενώ καθώς συχνά μοιράζεται ομοιότητες με την προσαρμοστική διαχείριση, θα μπορούσε να καθοδηγήσει τα σύγχρονα εργαλεία συντήρησης. Ένας αποτελεσματικός δρόμος για τη διασφάλιση της μεταφοράς γνώσης είναι μέσω της διεθνούς επιστημονικής συνεργασίας. Όσον αφορά τις ανάγκες διατήρησης και την αποτελεσματικότητα, η παροχή βελτιωμένων δεδομένων και η εξάλειψη της τμηματοποίησης της γνώσης θα μπορούσε να προσφέρει τη βάση για τη συγκέντρωση, την ολοκλήρωση, την ανάπτυξη και την κοινή χρήση προηγμένων πρακτικών διατήρησης. Κατά συνέπεια,

η υπέρβαση του χάσματος έρευνας-εφαρμογής θα μπορούσε να συμβάλει βιώσιμα στην επίτευξη των στόχων διατήρησης (Mazaris, 2017).

Τα θαλάσσια θηλαστικά είναι καταναλωτές παραγωγής στα περισσότερα τροφικά επίπεδα. Λόγω του μεγάλου μεγέθους και της αφθονίας τους, πιστεύεται ότι επηρεάζουν σημαντικά τη δομή και τη λειτουργία ορισμένων υδρόβιων κοινοτήτων. Ωστόσο, υπάρχουν σχετικά λίγες εμπειρικές ενδείξεις για τον οικολογικό ρόλο που κατέχουν στο οικοσύστημα και αυτό οφείλεται στους εξής κύριους παράγοντες: η έρευνα στα θαλάσσια οικοσυστήματα είναι δαπανηρή, η διεξαγωγή πειραμάτων είναι περιορισμένη και συχνά βασίζεται σε σπάνιες παρουσίες των ζώων στην επιφάνεια, οι αλληλεπιδράσεις λαμβάνουν χώρα σε πολύ διαφορετικές χωρικές και χρονικές κλίμακες εξαιτίας της μεταναστευτικότητας των θηλαστικών, παράγοντες που συνολικά καθιστούν δύσκολη τη μέτρηση των ιδιοτήτων του οικοσυστήματος και υπάρχει μια εγγενής αβεβαιότητα στη συμπεριφορά αυτών των πολύπλοκων συστημάτων η οποία καθιστά την απλοποίηση των ντετερμινιστικών εξηγήσεων προβληματική (Bowen, 1997). Αλλαγές στην αφθονία πολλών ειδών συνεπεία ανθρωπογενών πιέσεων σε παγκόσμια πλίμακα, υποδηλώνουν περαιτέρω επιπτώσεις από πάνω προς τα κάτω στα θαλάσσια θηλαστικά (Brakes and Dall, 2016). Ο Williams το 2010 έγραψε ότι οι θαλάσσιοι επιστήμονες ανακαλύπτουν «μικρές αλήθειες στις οποίες μπορεί να αγκυροβοληθούν οι μελλοντικές αντιλήψεις» με τις μπορούμε να προβλέψουμε και να ικανοποιήσουμε καλύτερα τις ανάγκες των υπευθύνων χάραξης πολιτικής και των υπευθύνων διατήρησης για τα ζητήματα που σχετίζονται τόσο με την τρέχουσα κατάσταση της οικολογικής έρευνας όσο και στη διασφάλιση της δημιουργίας ικανοτήτων διατήρησης σε διάφορες περιοχές κατανομής ειδών-στόχων.

Στόχος της εργασίας

Η ανάλυση κοινωνικού δικτύου αντιμετωπίζει τις σχέσεις συνεργασίας, όπως για παράδειγμα την ανταλλαγή πληροφορικών ή και πόρων, ως μια σειρά παραγόντων που αλληλεπιδρούν μεταξύ τους (Bodin et al. 2006). Καθώς αυτός ο τύπος ανάλυσης στοχεύει στα μοτίβα των σχέσεων και στα δομικά χαρακτηριστικά των αλληλεπιδράσεων μεταξύ όλων των εμπλεκόμενων μερών, θα μπορούσε να προσφέρει πολύτιμη συμβολή στην αντιμετώπιση προκλήσεων διατήρησης και, πρότυπα ανταλλαγής γνώσεων και επιρροής πολιτικής (Mazaris, 2017).

Στην παρούσα εργασία και σύμφωνα με τις αρχές των κοινωνικών δικτύων, αναλύονται δεδομένα σχετικά με τα δίκτυα που αναπτύσσονται στην ερευνητική κοινότητα που μελετά τα θαλάσσια θηλαστικά ώστε να διερευνηθούν οι πιθανές οδοί γνώσης σε εθνικό και διεθνές επίπεδο. Εκλαμβάνοντας τις ερευνητικές δημοσιεύσεις ως το κύριο προϊόν της επιστημονικής γνώσης και της προόδου της έρευνας, μελετώνται πρόσφατα βιβλιομετρικά πρότυπα, διερευνάται περαιτέρω τη δομή της επιστημονικής συνεργασίας και, τέλος, εξετάζεται εάν οι επιστημονικές συνεργασίες αυξάνονται με την πάροδο του χρόνου και επεκτείνονται σε διαφορετικές χώρες. Υποθέτοντας ότι η μεταφορά γνώσης, τεχνολογικής προόδου και εμπειρίας είναι απαραίτητη για αποτελεσματικές πρωτοβουλίες διατήρησης (Mazaris, 2017), διερευνάται εάν οι ιδιότητες του δικτύου συνεργασίας θα μπορούσαν να ενισχύσουν μια σταθερή ροή επιστημονικών πληροφοριών μεταξύ των χωρών, δικαιολογώντας τις πρόσφατες ενθαρρυντικές παγκόσμιες τάσεις του πληθυσμού.



Επιλογή δεδομένων έρευνας

Παγκοσμίως, οι πιο ευρέως χρησιμοποιούμενες βάσεις δεδομένων βιβλιογραφίας, περιλήψεων και παραπομπών είναι η Web of Science και η Scopus (Salmerón-Manzano, 2017).

Το πλεονέκτημα της επιλογής χρήσης μιας εκ των δύο βάσεων εξαρτάται από την επιστημονική περιοχή που ανήκει το προς έρευνα θέμα. Η υπεροχή της Scopus παρουσιάζεται σε πολλές ερευνητικές εργασίες (El Khaled et al., 2018) και για το λόγο αυτό χρησιμοποιείται σε πολλές βιβλιομετρικές αναλύσεις.

Η βάση δεδομένων Scopus αντλεί τις πληροφορίες που διαθέτει από επιστημονικά περιοδικά σε ποσοστό 95%, ενώ περιλαμβάνει και βιβλία, δημοσιεύσεις εργασιών σε συνέδρια, επιλεγμένες ιστοσελίδες συγγραφέων, κ.ά. Οι καταχωρήσεις που περιλαμβάνει, καλύπτουν πολλούς επιστημονικούς κλάδους, μεταξύ των οποίων αυτών της βιολογίας, της γεωλογίας και των επιστημών περιβάλλοντος.

Στην παρούσα εργασία, πραγματοποιήθηκε μια εις βάθος αναζήτηση στη βάση δεδομένων Scopus με κριτήριο αναζήτησης τον όρο «marine mammals» στον τίτλο, στην περίληψη ή στις λέξεις-κλειδιά δημοσιευμένων επιστημονικών άρθρων και κριτικών με ημερομηνίες αναζήτησης από το 1991 έως τον Σεπτέμβριο 2020, χρονικό διάστημα στο οποίο παρατηρήθηκε ικανοποιητική πληρότητα στις καταχωρημένες πληροφορίες. Η αναζήτηση επέστρεψε συνολικά 7.003 επιστημονικές δημοσιεύσεις και για αυτές αντλήθηκαν οι ακόλουθες πληροφορίες προκειμένου κάθε πληροφορία να αντιπροσωπεύει μια στήλη σε υπολογιστικό φύλλο δεδομένων: α) ονόματα συγγραφέων, β) τίτλος δημοσίευσης, γ) το έτος έκδοσης, δ) τίτλος της πηγής στην οποία δημοσιεύτηκε, ε) το ψηφιακό αναγνωριστικό αντικειμένου - DOI (για όσες ήταν καταχωρημένο), στ) τον υπερ-σύνδεσμο δημοσίευσης και, ζ) τέλος, τους συγγραφείς με τις ακριβείς λεπτομέρειες συνεργασίας.

Για να εξαχθούν οι χώρες των δημοσιεύσεων που αντιστοιχούν σε κάθε επιστημονική εργασία ακολούθησε επεξεργασία των δεδομένων με τη χρήση Excel & Excel VBA. Για τις εγγραφές για τις οποίες δεν ήταν εφικτή η αυτοματοποιημένη ανάκτηση των χωρών, έγινε αναζήτηση σε ψηφιακές βιβλιοθήκες, βάσεις δεδομένων και μηχανές

αναζήτησης (κυρίως JSTOR, PubMed και Google Scholar) προκειμένου να συμπληρωθούν τα ελλείποντα δεδομένα ένα προς ένα. Εξαιρέθηκαν 196 εγγραφές για τις οποίες δεν ήταν εφικτός ο εντοπισμός της χώρας συγγραφής (απουσίαζαν είτε ονόματα συγγραφέων, είτε στοιχεία διευθύνσεων) και το τελικό σύνολο των δεδομένων αποτελούνταν από 6.807 καταχωρήσεις.

Για να διερευνηθεί εάν ο αριθμός των ερευνητικών άρθρων που δημοσιεύονται ετησίως αυξάνεται με την πάροδο του χρόνου, υπολογίστηκαν περιγραφικά στατιστικά στοιχεία για την ανάλυση των αποτελεσμάτων, χρησιμοποιώντας μία, ή συνδυάζοντας περισσότερες από μία, από τις προαναφερθείσες στήλες φύλλου δεδομένων και χρησιμοποιώντας την επιλογή φίλτρου αναλόγως, προκειμένου να παρέχονται αντίστοιχες εκτιμήσεις. Έγιναν γραφικές αναπαραστάσεις σε χωροπληθικούς χάρτες και υπολογίστηκε ο βαθμός συσχέτισης μεταξύ μεταβλητών. Σύμφωνα με τη θεωρία της ανάλυσης δικτύων εκτιμήθηκαν μετρικές προκειμένου να αποκαλυφθούν τα χαρακτηριστικά και οι ιδιότητες των δικτύων. Για το λόγο αυτό χρησιμοποιήθηκε η γλώσσα προγραμματισμού R καθώς κι η εφαρμογή SankeyMATIC για τη δημιουργία διαγράμματος.

Μεθοδολογία και Ανάλυση Δεδομένων

Παρότι η διεθνής συνεργασία στην έρευνα έχει μακρά ιστορία, η ανάλυση του δικτύου συν-συγγραφέων είναι ένας σχετικά νέος τομέας έρευνας στη διερεύνηση του επιπέδου επιστημονικής συνεργασίας μεταξύ των συγγραφέων (Uddin et al., 2012)

Έχοντας στόχο την εξέταση της ανάπτυξης και εξέλιξης της διεθνούς συνεργασίας στην έρευνα για τα θαλάσσια θηλαστικά αναπτύχθηκαν μια σειρά δικτύων συν-συγγραφέων και εκτιμήθηκαν διάφορες μετρικές τοπολογίας σύμφωνα με τη θεωρία γραφημάτων.

Το δίκτυο που αναπτύσσεται μεταξύ των επιστημονικών δημοσιεύσεων και των χωρών που συμμετέχουν σε αυτές, αναπαραστάθηκε ως ένα διμερές δίκτυο με ένα σύνολο κόμβων να περιλαμβάνει τις ετήσιες δημοσιεύσεις και ένα δεύτερο σύνολο κόμβων να περικλείει τις χώρες, η προβολή του οποίου ως μονομερές δίκτυο αποκαλύπτει τα χαρακτηριστικά των σχέσεων μεταξύ των χωρών (Scott and Carrington, 2011)

Οι χώρες που αναφέρθηκαν στις συνεργασίες συγγραφέων χρησιμοποιήθηκαν ως κόμβοι και ακμή μεταξύ οποιωνδήποτε δύο κόμβων ορίστηκε όταν συγγραφείς διαφορετικών χωρών είχαν συνεργαστεί ως συν-συγγραφείς σε μια δημοσίευση. Ανατέθηκε βάρος σε κάθε ακμή ίσο με τον αριθμό των επαναλήψεων στη συνεργασία μεταξύ των συγγραφέων. Η περίπτωση των χωρών που αποτελούν βρόχο, δηλαδή μια ακμή που συνδέει μια χώρα με τον εαυτό της, αγνοήθηκε διότι ο στόχος ήταν να εξεταστούν τα πρότυπα συνεργασίας μεταξύ των χωρών και όχι εντός των χωρών.

Κατασκευάστηκαν έξι (6) διαφορετικά δίκτυα συν-συγγραφέων, το καθένα περιγράφοντας ένα διαφορετικό πενταετές διάστημα περιόδου, από το 1991 έως το 2020, δηλ. 1991-1995, 1996-2000, και ούτω καθεξής έως και το πλέον πρόσφατο 2016-2020.

Διάμετρος, Μήκος Συντομότερης Διαδρομής και Πυκνότητα Δικτύων

Για κάθε δίκτυο, εκτιμήθηκε ο αριθμός των μη συνδεδεμένων κόμβων και το μέγεθος της μεγάλης συνιστώσας, δηλαδή σύνολο κόμβων που είναι συνδεδεμένοι μεταξύ τους αλλά διαχωρίζονται από το υπόλοιπο δίκτυο, δημιουργώντας ένα κλάσμα του δικτύου.

Στη συνέχεια, υπολογίστηκε η διάμετρος, το μήκος της συντομότερης διαδρομής και η πυκνότητα των δικτύων. Η διάμετρος αντιπροσωπεύει τη μεγαλύτερη διαδρομή μεταξύ οποιωνδήποτε δύο κόμβων, όπου το μήκος διαδρομής μεταξύ αυτών των κόμβων είναι το ίδιο το συντομότερο δυνατό (Scardoni and Laudanna, 2012). Στην περίπτωση που αναλύεται στην παρούσα εργασία, μια μικρή διάμετρος δείχνει τη γρήγορη ροή επιστημονικών πληροφοριών μεταξύ χωρών στο δίκτυο ή την καθιέρωση διεθνών συνεργασιών.

Το μήκος της συντομότερης διαδρομής στο δίκτυο, αντιπροσωπεύει μια εκτίμηση της πυκνότητας του δικτύου (Minor and Urban, 2008) και δύναται να θεωρηθεί ενδεικτικό του γεγονότος ότι όλες οι χώρες τείνουν να είναι εύκολα προσβάσιμες για τη δημιουργία συνεργασίας.

Η πυκνότητα περιγράφει το γενικό επίπεδο συνοχής σε ένα δίκτυο και υπολογίστηκε με τον υπολογισμό της αναλογίας του πραγματικού αριθμού ακμών και του συνολικού αριθμού πιθανών ακμών (Luarn and Chiu, 2014). Για τα δίκτυα συν-συγγραφέων, η πυκνότητα μπορεί να ερμηνευθεί ως η πιθανότητα να συνεργαστούν ερευνητές από δύο συγκεκριμένες χώρες για την συγγραφή ενός επιστημονικού άρθρου. Όσο μεγαλύτερη είναι η τιμή αυτής της μέτρησης, τόσο πιο πιθανή είναι η συνεργασία (Pauli et.al., 2018) και, στην περίπτωση της παρούσας ανάλυσης, μεταξύ χωρών.

Κεντρικότητα Βαθμού

Για κάθε χώρα (κόμβο) που συνδέεται μονοσήμαντα με έναν συγγραφέα, εκτιμήθηκαν τα ακόλουθα πιο συχνά χρησιμοποιούμενα μέτρα κεντρικότητας σε κοινωνικά δίκτυα: κεντρικότητα βαθμού (degree centrality,) κεντρικότητα εγγύτητας (closeness centrality) και κεντρικότητα διαμεσότητας (betweenness centrality) (Valente et.al. 2008, Bozo and Franceschet, 2013)

Ένας κόμβος με υψηλή βαθμική κεντρικότητα περιγράφει μια χώρα που είναι άμεσα συνδεδεμένη με άλλες χώρες στο δίκτυο. Παρά το γεγονός ότι η κεντρικότητα βαθμού είναι ένα από τα απλούστερα μέτρα, (Hansen et al., 2010) ταυτόχρονα είναι διαφωτιστικό διότι οι κόμβοι με πολλές συνδέσεις παρουσιάζονται να έχουν μια εξέχουσα θέση στο δίκτυο με την έννοια της δυνατότητας άμεσης επιρροής μεγάλου πλήθους κόμβων και μεγαλύτερης πρόσβασης σε πληροφορίες που διακινούνται στο δίκτυο σε σχέση με άλλους κόμβους που έχουν λιγότερες συνδέσεις. Οι χώρες, λοιπόν, με υψηλό βαθμό κεντρικότητας χαρακτηρίζονται ως κομβικοί κόμβοι (Hubs).

Κεντρικότητα Εγγύτητας

Η κεντρικότητα εγγύτητας (closeness centrality) παρουσιάζει υψηλές τιμές σε κόμβους που παρουσιάζουν κοντινές αποστάσεις με άλλους κόμβους του δικτύου. Στην περίπτωση των κοινωνικών δικτύων μπορεί να θεωρηθεί ως ικανότητα μετάδοσης πληροφοριών στους λοιπούς κόμβους και λόγω της μικρής μέσης απόστασης που μεσολαβεί αυτό θα μπορούσε να χαρακτηρίσει την ικανότητα μετάδοσης πληροφορίας (Preparata et al., 2008) Συνεπώς, χώρες με πολλές και σύντομες συνδέσεις μπορούν να χαρακτηριστούν κεντρικές.

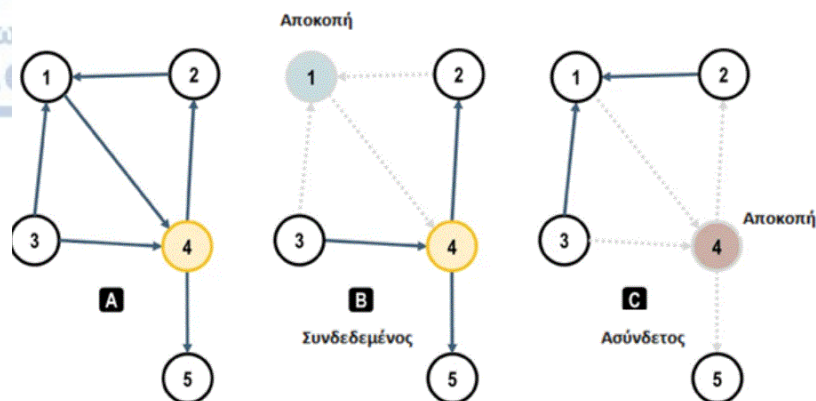
Κεντρικότητα Διαμεσότητα

Η κεντρικότητα διαμεσότητας (betweenness centrality) αντιπροσωπεύει τη μέση αναμενόμενη συχνότητα εμφάνισης ενός κόμβου σε ένα δίκτυο και βασίζεται στην αναλογία όλων των κοντινότερων διαδρομών μεταξύ όλων των κόμβων στο δίκτυο που διατρέχουν έναν συγκεκριμένο κόμβο (Hansen et al. 2010), υποδεικνύοντας τις χώρες που είναι σημαντικές για τη δημιουργία συνεργασίας με άλλες χώρες.

Συνοψίζοντας, τα μέτρα κεντρικότητας, στοχεύουν στον ποσοτικό προσδιορισμό του πόσο σημαντικό είναι ένα στοιχείο του δικτύου, σύμφωνα με το δομικό μοτίβο του κάθε δικτύου, εκφράζοντας, παράλληλα, το βαθμό στον οποίο το δίκτυο οργανώνεται γύρω από τους πιο κεντρικούς κόμβους του. Η κατανόηση και η ανάλυση αυτών, αποκαλύπτει τις ομοιότητες και τις διαφορές των έξι δικτύων που κατασκευάστηκαν και οδηγεί σε εκτίμηση της εξέλιξης του δικτύου.

Συνεκτικότητα και Ευρωστία

Για την εκτίμηση της ευρωστίας (robustness) των δικτύων συν-συγγραφέων, δηλαδή το δίκτυο να παραμείνει συνδεδεμένο παρά την ενδεχόμενη αφαίρεση κόμβων, υπολογίστηκαν ο αριθμός των κόμβων άρθρωσης (articulation nodes) και το μέγεθος των διμερών στοιχείων (bi-components). Η ευρωστία ενός δικτύου έγκειται στη διατήρηση των συνεργασιών μεταξύ των χωρών, ακόμη και αν ορισμένες χώρες έχουν απομακρυνθεί από την ερευνητική κοινότητα των θαλάσσιων θηλαστικών. Οι κόμβοι άρθρωσης αναδεικνύουν εκείνους τους κόμβους (Εικόνα 1), των οποίων η απομάκρυνση μετατρέπει ένα συνδεδεμένο δίκτυο σε αποσυνδεδεμένο (Tian et.al., 2017)



Εικόνα 1: Αφαιρώντας τον κόμβο 1 από το γράφημα A, λαμβάνουμε το γράφημα B, το οποίο είναι συνδεδεμένο. Ο κόμβος 1 δεν είναι επομένως ένας κόμβος άρθρωσης. Εάν αφαιρέσουμε τον κόμβο 4 από το γράφημα A, το αποτέλεσμα είναι ένα μη συνδεδεμένο γράφημα C με δύο υπογράφους. Ο κόμβος 4 αποτελεί τον μόνο κόμβο άρθρωσης του γραφήματος A. Η αφαίρεση οποιουδήποτε άλλου κόμβου δεν δημιουργεί δύο ξεχωριστούς υπογράφους.

Τα διμερή στοιχεία του δικτύου (bi-components) ορίζονται ως συνεκτικά υποδίκτυα τα οποία δεν παρουσιάζουν σημεία σύνδεσης μεταξύ τους, αντικατοπτρίζοντας το γεγονός ότι για να συμβεί αυτό απαιτείται η διαγραφή δύο κόμβων και κατά συνέπεια η ανθεκτικότητα του δικτύου αυξάνει εάν η σύνδεση μεταξύ δύο κόμβων πραγματοποιείται από τουλάχιστον δύο ανεξάρτητες διαδρομές μεταξύ τους (Newman and Ghoshal, 2008) Η απουσία κόμβων άρθρωσης είναι ενδεικτική μιας σχετικής εσωτερικής αντοχής του δικτύου.

Για την περαιτέρω αξιολόγηση της συνοχής και της ευρωστίας των δικτύων συγγραφέων, πραγματοποιήθηκε σύγκριση της δομή τους με κάποιες καλά μελετημένες κατηγορίες δικτύων στη βιβλιογραφία (Barabasi and Bonabeau, 2003). Για το σκοπό αυτό, υπολογίστηκε η κατανομή της κεντρικότητας βαθμού. (Minor and Urban, 2008). Τα τυχαία δίκτυα αποτελούνται από κόμβους με περίπου τον ίδιο αριθμό συνδέσεων και κατά συνέπεια μια κανονική κατανομή (σχήμα καμπάνας). Αυτή η δομή υπονοεί ότι ένα μεγάλος αριθμός κόμβων θα πρέπει να αφαιρεθεί για να αποσυνδεθεί το δίκτυο, δηλαδή ερευνητές από πολλές χώρες πρέπει να εγκαταλείψουν την έρευνα των θαλασσιών θηλαστικών προκειμένου να καταρρεύσει

το δίκτυο διεθνούς συνεργασίας. Ένα δίκτυο χωρίς κλίμακα (scale-free) χαρακτηρίζεται από την παρουσία λίγων κόμβων υψηλού βαθμού (δηλ. hubs), ενώ η πλειονότητα των κόμβων έχει χαμηλή βαθμική κεντρικότητα (Barabási και Bonabeau 2003). Ως εκ τούτου, η κατανομή βαθμού ακολουθεί μια συνεχώς μειούμενη συνάρτηση (continuously decreasing function) και τα scale-free δίκτυα άνευ κλίμακας είναι ισχυρά έναντι τυχαίας αφαίρεσης κόμβων αλλά είναι ευάλωτα σε σκόπιμη αφαίρεση κόμβων (Buesser et al., 2011). Σε σχέση με την παρούσα εργασία, η δομή άνευ κλίμακας υποδηλώνει ότι εάν χώρες που δημιουργούν πολλές συνεργασίες, απομακρυνθούν από την ερευνητική κοινότητα που σχετίζεται με τα θαλάσσια θηλαστικά, τότε το δίκτυο συνεργασίας θα κινδυνεύσει.

Συντελεστής Συσχέτισης

Οι συσχετίσεις κατά Pearson εφαρμόστηκαν για τη διερεύνηση πιθανών σχέσεων μεταξύ του μεγέθους της μέγιστης συνιστώσας, του αριθμού των απομονωμένων κόμβων, της πυκνότητας των δικτύων και του συνολικού μεγέθους των δικτύων συγγραφέων που δημιουργήθηκαν κατά τη διάρκεια των 5ετών διαστημάτων.

Εξάπλωση Δικτύου Χωρών

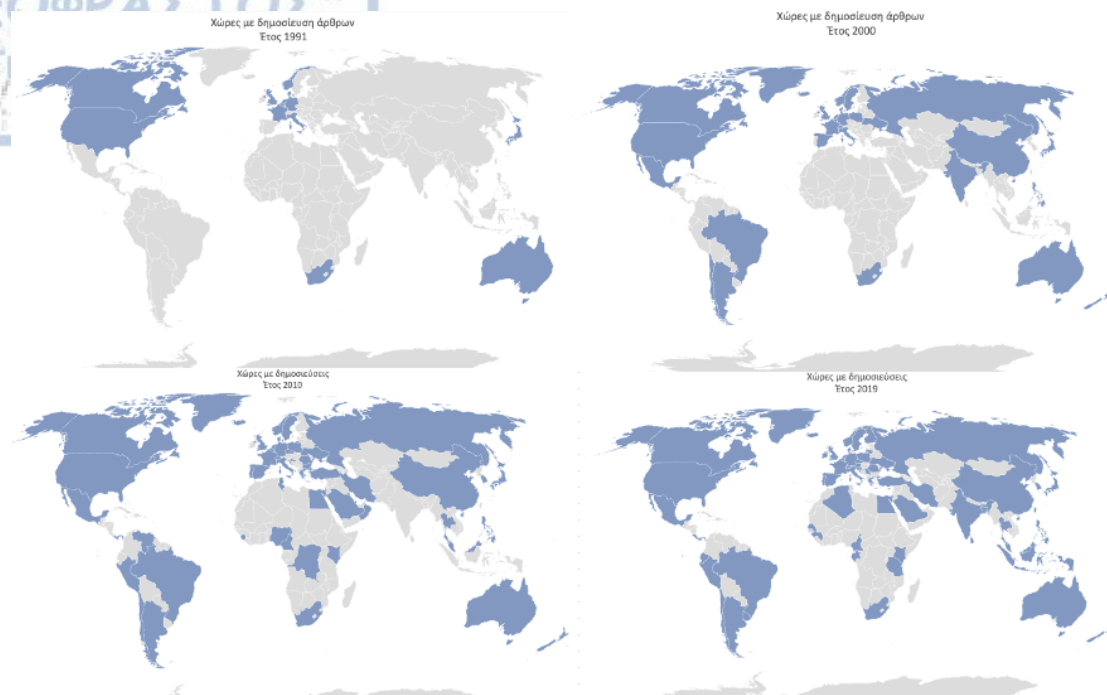
Με την πάροδο του χρόνου, ο αριθμός των χωρών που εμπλέκονται στη δημοσίευση επιστημονικών άρθρων που αφορούν στην έρευνα των θαλάσσιων θηλαστικών παρουσιάζει αυξητική τάση (Διάγραμμα 1).



Διάγραμμα 1: Πλήθος χωρών με δημοσιεύσεις ανά έτος

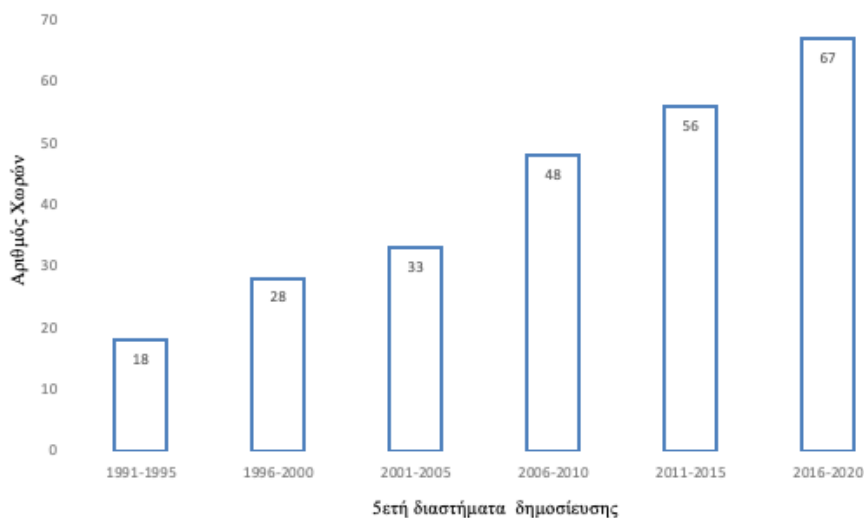
Στους ακόλουθους χωροπληθικούς χάρτες (Διάγραμμα 2) απεικονίζεται η αύξηση των συμμετεχουσών χωρών στην έρευνα του υπό διερεύνηση επιστημονικού πεδίου για τα έτη 1990, 2000, 2010 και 2020 όπου οι συμμετέχουσες χώρες εμφανίζονται με μπλε χρώμα.

Μελέτη της ερευνητικής συνεργασίας στα θαλάσσια οικοσυστήματα μέσω ανάλυσης του κοινωνικού δικτύου συγγραφέων: η επιστημονικομετρική προσέγγιση στην περίπτωση των θαλάσσιων θηλαστικών



Διάγραμμα 2: Χωροπληθικοί χάρτες χωρών με ερευνητική δραστηριότητα στα θαλάσσια θηλαστικά.

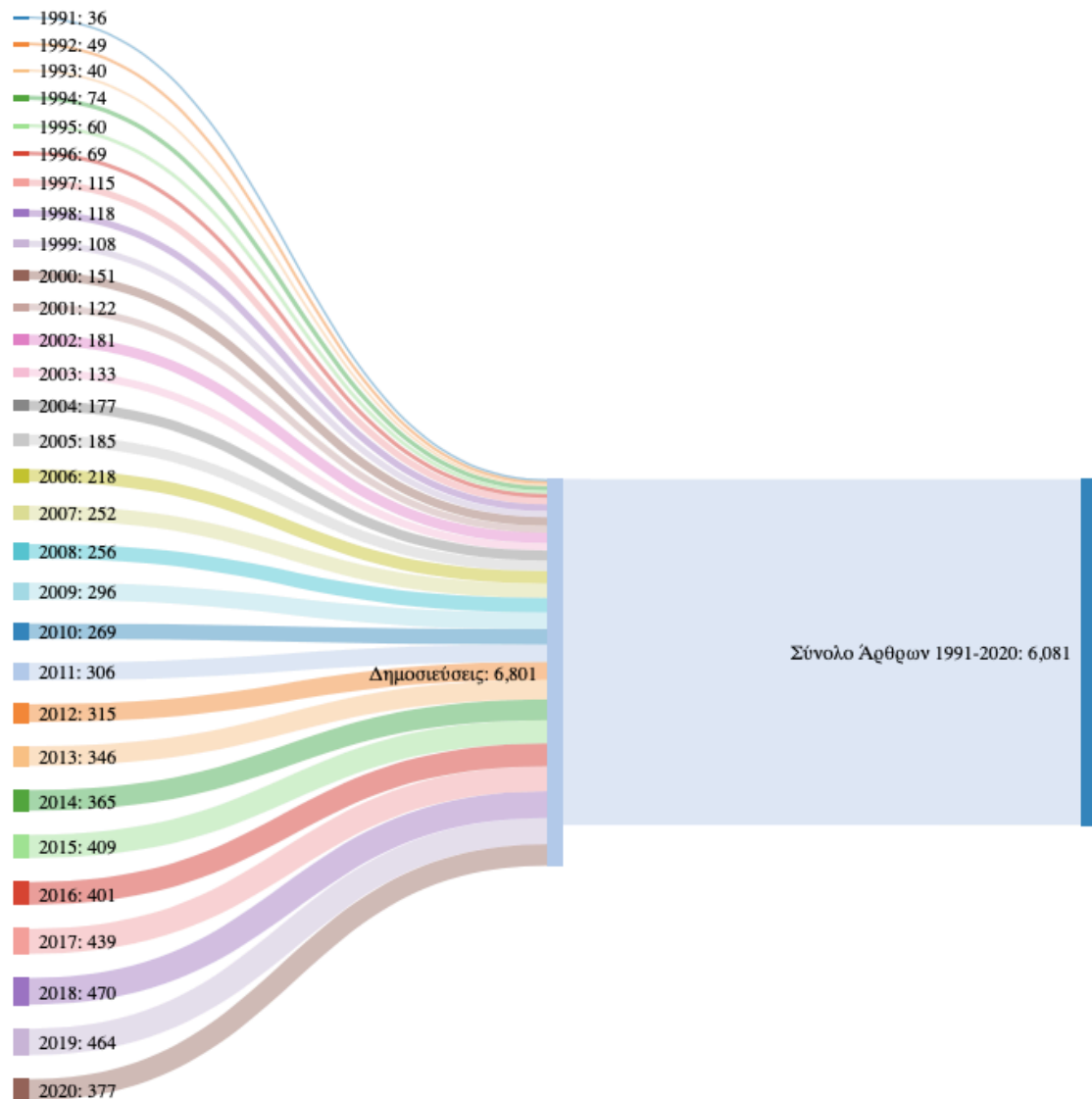
Κατά τη διάρκεια της περιόδου μελέτης, ο μέσος όρος του αριθμού των κόμβων ανά πενταετές δίκτυο συν-συγγραφέων αυξήθηκε από 18 (κατά τη διάρκεια 1990-1995) σε 67 (κατά τη διάρκεια 2016-2020) (Πίνακας 1).



Πίνακας 1: Μέσος όρος συμμετεχουσών χωρών σε συν-συγγραφή άρθρων ανά 5ετία

Αύξηση Αριθμού Δημοσιεύσεων

Ομοίως, ο αριθμός των άρθρων που σχετίζονται με την έρευνα για τα θαλάσσια θηλαστικά παρουσιάζει αντίστοιχα αυξητική τάση. Ενώ το 1996 τα δημοσιευμένα άρθρα αριθμούν 36, το 2019 ο αριθμός ανέρχεται στα 464. Το ακόλουθο διάγραμμα (Διάγραμμα 3) αναδεικνύει την ετήσια αύξηση του πλήθους των ερευνητικών μελετών που χρησιμοποιήθηκαν στην παρούσα ανάλυση.



Διάγραμμα 3 : Αριθμός άρθρων ανά έτος δημοσίευσης

Ανάλυση Συσχέτισης

Η ανάλυση συσχέτισης κατά Pearson επιβεβαίωσε τα παραπάνω.

Υπολογίστηκε ο συντελεστής συσχέτισης Pearson μεταξύ χωρών και ετών για να εκτιμηθεί η σχέση μεταξύ του αριθμού των όλων των χωρών που μετέχουν στην επιστημονική έρευνα των θαλασσίων θηλαστικών σε σχέση με την πάροδο των ετών. Υπήρχε μια θετική συσχέτιση μεταξύ των δύο μεταβλητών, $r = 0,961$, $p < 0,01$. Συνολικά, υπήρξε μια ισχυρή, θετική συσχέτιση μεταξύ των χωρών που μετέχουν στη συγγραφή άρθρων και της παρόδου των ετών.

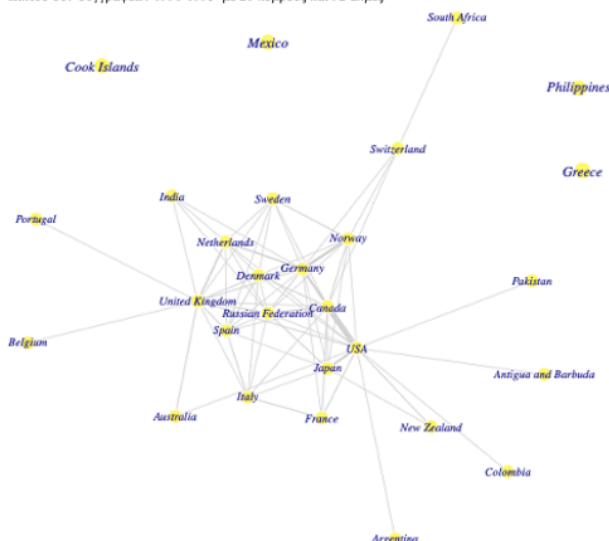
Ομοίως, κατά τη διάρκεια της περιόδου μελέτης, ο συνολικός αριθμός δημοσιεύσεων ανά χρονολογία δημοσίευσης αυξήθηκε εκθετικά ($r = 0,979$, $p < 0,05$) όπως και ο αριθμός των χωρών που εμπλέκονται στη συν-συγγραφή σε επιστημονικά άρθρα παρουσίασε εκθετικό μοτίβο ($r = 0,933$, $p < 0,05$) παρουσιάζοντας ισχυρές θετικές συσχετίσεις μεταξύ των ως άνω μεταβλητών.

Απομονωμένοι Κόμβοι

Εξετάζοντας τις χώρες οι οποίες δε συμμετείχαν σε δίκτυα συν-συγγραφής (απομονωμένοι κόμβοι) ανά διαστήματα 5ετίας, παρατηρήθηκε μια ασθενώς αρνητική συσχέτιση ($r = -0,234$, $p = 0,6554$), γεγονός που θα μπορούσε να ερμηνευθεί ως ότι η συγγραφή άρθρων εντός των συνόρων μιας χώρας εγκαταλείπεται και προσχωρεί σε μοτίβο συνεργασιών μεταξύ χωρών.

Τα έξι δίκτυα συν-συγγραφέων που εξετάστηκαν, παρουσίασαν μια δομή που περιέχει μια μεγάλη συνιστώσα και λίγους απομονωμένους κόμβους. Στο Γράφημα 1 απεικονίζεται ενδεικτικά η δομή του δικτύου κατά την 5ετία 1990-1995. Ανάλογη ήταν και η εικόνα των δικτύων των λοιπών 5ετών διαστημάτων. Σε αυτό το χρονικό διάστημα οι απομονωμένες χώρες που εντοπίστηκαν ήταν η Ελλάδα, οι Φιλιππίνες, τα νησιά Κουκ και το Μεξικό.

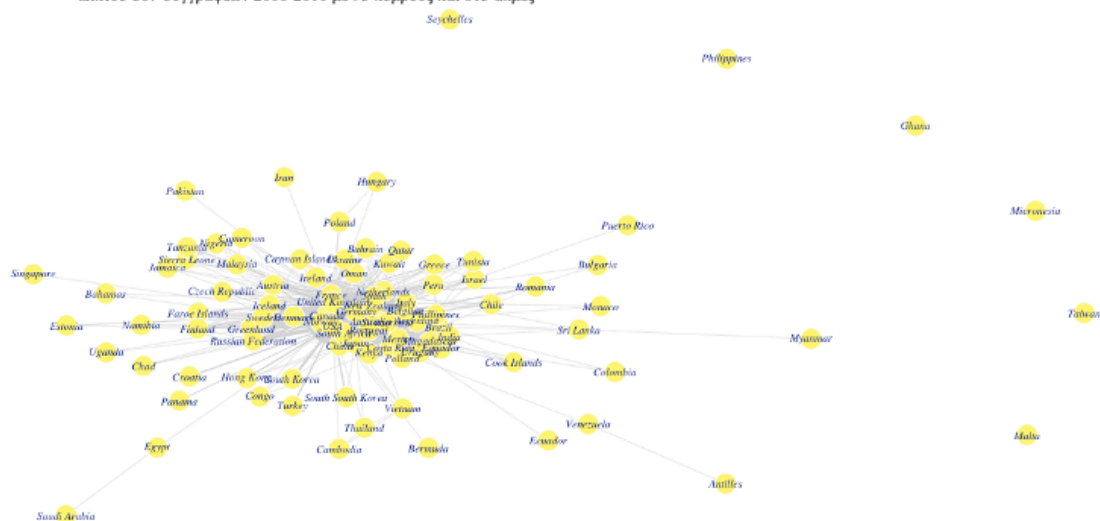
Δίκτυο συν-συγγραφέων 1990-1995 με 28 κόμβους και 92 ακμές



Γράφημα 1: Απεικόνιση γράφου δικτύου χωρών συγγραφής άρθρων για τα θαλάσσια θηλαστικά, έτη 1990-1995.

Ωστόσο, πολλοί από αυτούς τους απομονωμένους κόμβους ενσωματώθηκαν σταδιακά στο μεγαλύτερο συστατικό και εμφανίστηκαν διαφορετικοί απομονωμένοι κόμβοι. Στο χρονικό διάστημα 2006-2010 (Γράφημα 2), τις απομονωμένες χώρες απαρτίζουν οι: Σευχέλλες, Φιλιππίνες, Γκάνα, Μικρονησία και Μάλτα.

Δίκτυο συν-συγγραφέων 2006-2010 με 95 κόμβους και 615 ακμές



Γράφημα 2: Απεικόνιση γράφου δικτύου χωρών συγγραφής άρθρων για τα θαλάσσια θηλαστικά, έτη 2006-2010.

Στο Παράρτημα III παρατίθενται τα δίκτυα των 6 πενταετών διαστημάτων

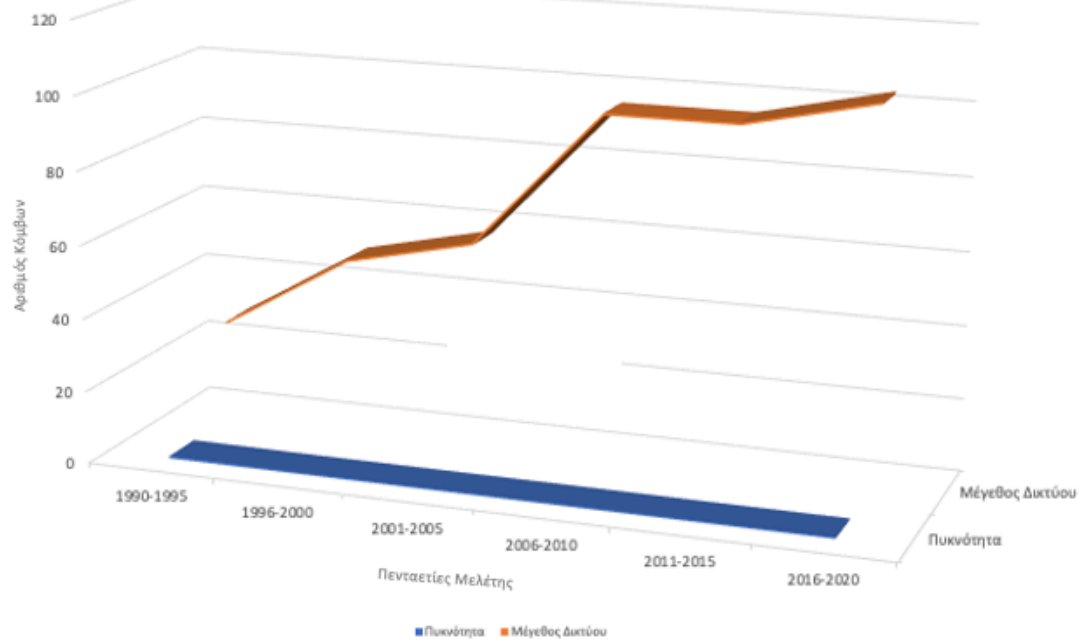
Μεγάλη συνιστώσα

Ακολουθώς, μελετήθηκαν το μέγεθος της μεγαλύτερης συνιστώσας καθώς και το μέγεθος του συνολικού δικτύου. Κατά τη διάρκεια των 5ετών διαστημάτων το μέγεθος της μεγαλύτερης συνιστώσας αυξήθηκε σταδιακά (1990-1995=24, 1996-2000=43, 2001-2005=50, 2006-2010=89, 2011-2015=88, 2016-2020=102) με βαθμό συσχέτισης $r = 0,99$, $P < 0,05$, όπως και το συνολικό μέγεθος του δικτύου ($r = 0,96$, $P = 0,00235 < 0,05$). Οι αναλύσεις δεν εντόπισαν σημαντική σχέση μεταξύ του μεγέθους του δικτύου και του αριθμού των απομονωμένων κόμβων ($r = -0,178$, $P = 0,7361 > 0,05$), με τον μέγιστο αριθμό των απομονωμένων κόμβων να είναι ίσος με 7 (κατά τη διάρκεια των ετών 2001-2005 και 2011-2015).

Συντομότερο Μονοπάτι και Πυκνότητα

Η συντομότερη διαδρομή (συντομότερο μονοπάτι) των δικτύων κυμαινόταν από 1,98 έως 2,29 με τη μέγιστη τιμή να παρουσιάζεται για το δίκτυο κατά την περίοδο 1996-2000. Η διάμετρος των δικτύων κυμαινόταν από 4 έως 7, με την υψηλότερη εκτιμώμενη τιμή να εντοπίζεται κατά την περίοδο 1996-2000. Η πυκνότητα των δικτύων συν-συγγραφέων κυμαινόταν από 0,127 έως 0,268, εμφανίζοντας τιμές υψηλότερης πυκνότητας όταν το μέγεθος του δικτύου έχει μικρότερο μέγεθος ($r = -0,7$, $P = 0,1161$).

Είναι ενδιαφέρον ότι στα δίκτυα των πενταετιών περιόδων 1996-2000 και 2011-2015, δηλαδή σε διάστημα 15 περίπου ετών και το πρώτο μισό της υπό μελέτη περιόδου, ο αριθμός των κόμβων σχεδόν διπλασιάστηκε (από 49 σε 95) ωστόσο η τιμή της πυκνότητας παρέμεινε σταθερή ($\cong 0,13$). Γενικότερα θα λέγαμε ότι στο σύνολο του υπό μελέτη διαστήματος (τριακονταετία), η πυκνότητα διπλασιάστηκε. Η τιμή της πυκνότητας στο δίκτυο των ετών 1990-1996 ήταν 0,127 και στο δίκτυο των ετών 2016-2020 υπολογίστηκε 0,268 (η πυκνότητα κυμαίνεται σε διάστημα 0-1). Ωστόσο, πρέπει να υπογραμμιστεί ότι το μέγεθος του δικτύου στο ίδιο χρονικό διάστημα τετραπλασιάστηκε (Διάγραμμα 8).

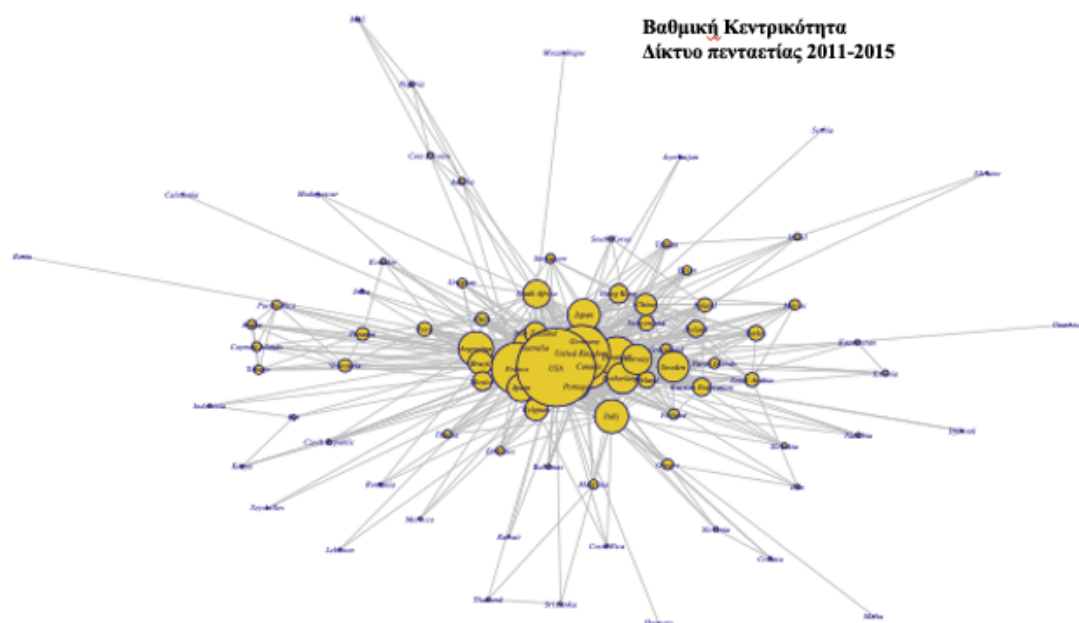


Διάγραμμα 8: Διάγραμμα πυκνότητας και μεγέθους δικτύων κατά την περίοδο μελέτης.

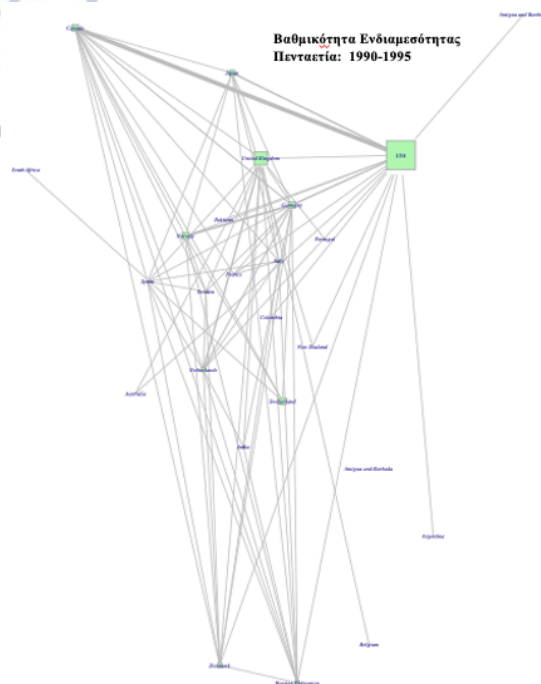
Μέτρα κεντρικότητας

Όλα τα δίκτυα παρουσίασαν διαφορετικά επίπεδα οργάνωσης γύρω από τους πιο κεντρικούς κόμβους τους με βάση τα μέτρα κεντρικότητας. Χώρες όπως οι Ηνωμένες Πολιτείες, το Ηνωμένο Βασίλειο και ο Καναδάς έχουν διαρκή παρουσία όσον αφορά τις δημοσίευση και τη συνεργασία με άλλες χώρες από το 1991.

Από τις αρχές της δεκαετίας του 1990, αυτές οι χώρες έχουν εξελιχθεί σε κόμβους που διαδραματίζουν κεντρικό ρόλο στα δίκτυα συν-συγγραφέων, μαζί με χώρες όπως η Γερμανία και η Γαλλία. Στα ακόλουθα γραφήματα (Γραφήματα 3 και 4) διακρίνεται η κυρίαρχη θέση των προαναφερόμενων χωρών.



Γράφημα 3: Ηνωμένες Πολιτείες και Ηνωμένο Βασίλειο κατέχουν τις υψηλότερες τιμές κεντρικότητας βαθμού στο δίκτυο της πενταετίας 2011-2015.



Γράφημα 4: Ηνωμένες Πολιτείες και Καναδάς κατέχουν τις υψηλότερες τιμές κεντρικότητας διαμεσότητας στο δίκτυο της πενταετίας 1990-1995.

Η βαθμική κεντρικότητα (degree centralization) κυμαινόταν από 0,1 έως 0,795 με τάση για υψηλότερες τιμές τα τελευταία χρόνια. Η κεντρικότητα εγγύτητας (closeness centralization) κυμαινόταν από 1,185 έως 0,561 και η κεντρικότητα διαμεσότητας (betweenness centralization) μεταξύ 0 έως 0,352 αλλά με μεγαλύτερη παραλλαγή των τιμών μεταξύ των ετών. Αξίζει να σημειωθεί ότι την προτελευταία πενταετία (περίοδος 2011-2015) η Ιταλία (καταλαμβάνει την πρώτη θέση στην κεντρικότητα εγγύτητας των δικτύων συν-συγγραφέων για τα θαλάσσια θηλαστικά και κατά συνέπεια παρουσιάζει υψηλή ικανότητα μετάδοσης της πληροφορίας σε άλλους κόμβους του δικτύου. Επίσης, θα πρέπει να αναδειχθεί το γεγονός ότι, επίσης, στην πρόσφατη δεκαετία, η Γαλλία αναδεικνύεται σημαντική χώρα για συνεργασία δεδομένου του γεγονότος ότι ακολουθεί τις Ηνωμένες Πολιτείες στην τιμή της κεντρικότητας διαμεσότητας. Το Παράρτημα I περιλαμβάνει τις τιμές που έλαβαν τα παραπάνω δικτυακά μέτρα για τις συμμετέχουσες στη συν-συγγραφή χώρες.

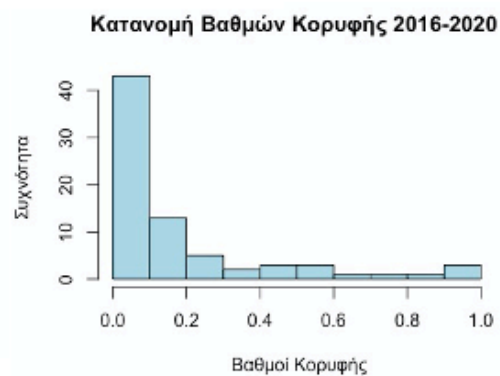
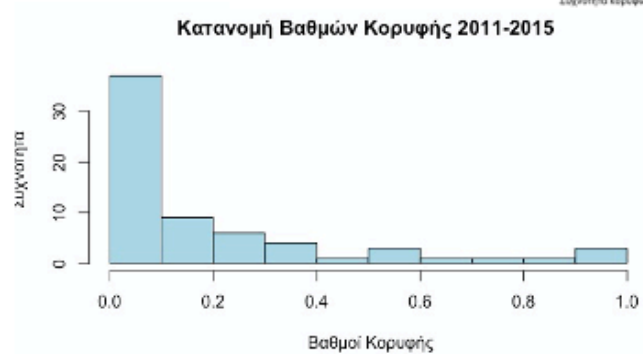
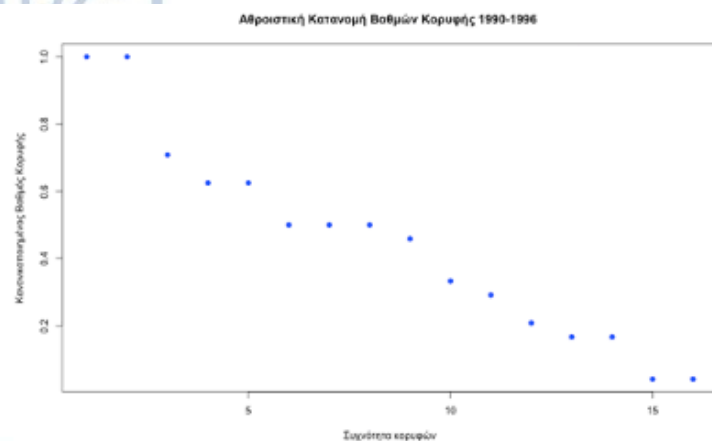
Σημεία Άρθρωσης

Ο αριθμός των σημείων άρθρωσης, δηλαδή των χωρών εκείνων που εάν εξαιρεθούν από το δίκτυο το καθιστούν μη-συνδεδετικό και συνεπώς αυξάνεται το πλήθος των συνεκτικών συνιστωσών, αυξήθηκαν με την πάροδο του χρόνου και αριθμούν μεταξύ 3 και 8. Στον Πίνακα 2 παρατίθενται οι χώρες που αποτελούν σημεία άρθρωσης σε όλα τα πενταετή δίκτυα που εξετάστηκαν. Αξίζει να σημειωθεί ότι ορισμένες από τις χώρες που προσδιορίστηκαν ως σημεία άρθρωσης, δεν χαρακτηρίζονταν απαραίτητα από υψηλές τιμές όλων των άλλων κεντρικών (π.χ. Αίγυπτος, Περού, Σενεγάλη)

Πενταετία	Πλήθος Σημείων Άρθρωσης της μεγάλης συνιστώσας	Χώρες / Σημεία Άρθρωσης
1990-1995	3	Η.Π.Α, Ην. Βασίλειο, Ελβετία
1996-2000	8	Καναδάς, Ιταλία, Ην. Βασίλειο, Η.Π.Α., Ιαπωνία, Σουηδία, Γερμανία, Αυστρία
2001-2005	5	Μεξικό, Ην. Βασίλειο, Η.Π.Α., Ιαπωνία, Γερμανία
2006-2010	8	Μεξικό, Σρι Λάνκα, Ην. Βασίλειο, Ιταλία, Καναδάς, Η.Π.Α., Αίγυπτος, Βενεζουέλα
2011-2015	7	Περού, Νορβηγία, Ιταλία, Η.Π.Α., Ν. Αφρική, Γερμανία, Αυστραλία
2016-2020	7	Ελλάδα, Ουγγαρία, Σλοβενία, Σενεγάλη, Ην. Βασίλειο, Γαλλία, Καναδάς

Πίνακας 2: Χώρες-σημεία άρθρωσης στα πενταετή υπό μελέτη δίκτυα

Όλα τα πενταετή δίκτυα με πιθανή εξαίρεση το πρώτο (δηλ. του χρονικού διαστήματος 1990-1996) χαρακτηρίστηκαν από τις ιδιότητες των δικτύων άνευ κλίμακας, με την κατανομή βαθμού να βαίνει μειούμενη (Γράφημα 5)



Γράφημα 5: Τα δίκτυα των συν-συγγραφέων ακολουθούν το πρότυπο των δικτύων άνευ κλίμακας



Μελέτη της ερευνητικής συνεργασίας στα θαλάσσια οικοσυστήματα μέσω ανάλυσης του κοινωνικού δικτύου συγγραφέων: η επιστημονικομετρική προσέγγιση στην περίπτωση των θαλάσσιων θηλαστικών

Συμπεράσματα - Συζήτηση

Τα αποτελέσματα της μελέτης αναδεικνύουν ότι το δίκτυο των χωρών που αναπτύσσουν επιστημονικές συνεργασίες στο αντικείμενο των θαλασσίων θηλαστικών, με το πέρασμα του χρόνου, παρουσιάζει αύξηση του αριθμού των χωρών που προσχωρούν. Η σημασία της ανταλλαγής επιστημονικών γνώσεων έχει διεθνώς αναγνωριστεί ως σημαντική στη λήψη αποφάσεων (Ministry of Environment, Japan, 2011) και η εδραίωση μακροπρόθεσμων συνεργασιών θα μπορούσε να συμβάλει στην επιτυχή διαχείριση και διατήρηση της θαλάσσιας βιοποικιλότητας (Parsons et al., 2014). Τα πενταετή δίκτυα που μελετήθηκαν χαρακτηρίζονται από πυκνή και συνεκτική δομή, ιδιότητες που δηλώνουν τη σταθερή ροή επιστημονικών πληροφοριών δια μέσου της συνεργασίας στη συν-συγγραφή επιστημονικών άρθρων.

Η διεθνής συνεργασία μεταξύ ανεπτυγμένων και αναπτυσσόμενων χωρών είναι απαραίτητη στην ανακάλυψη νέας γνώσης και στη βελτίωση της διαχειριστικών πρακτικών που εφαρμόζονται στην προστασία της θαλάσσιας βιοποικιλότητας (Costello et al., 2010) και η μεταφορά των εμπειριών, των τεχνολογικών εξελίξεων και της γνώσης που έχει αποκτηθεί σε πολλαπλά διοικητικά και χωρικά επίπεδα (εθνικό, περιφερειακό, διακρατικό) είναι απαραίτητη για αποτελεσματικές πρωτοβουλίες διατήρησης θαλάσσιων πληθυσμών (Mazaris, 2017). Στην μελέτη που διενεργήθηκε, παρατηρήθηκε η συνεργασία μεταξύ ανεπτυγμένων και αναπτυσσόμενων χωρών. Η διαπίστωση υποστηρίζεται περαιτέρω από το γεγονός ότι με το πέρασμα του χρόνου, μεγαλύτερος αριθμός νεοεισερχόμενων χωρών προσχώρησαν σε ήδη ανεπτυγμένα δίκτυα συνεργασίας μεταξύ χωρών με εδραιωμένη συνεργασία, μοντέλο που περιγράφεται με την επιλεκτική πρόσδεση ή σύνδεση κατά προτίμηση για τα δίκτυα ελεύθερης κλίμακας (The Barabási-Albert Model), όπως διαπιστώθηκε να είναι και τα υπο μελέτη δίκτυα. Δεν αποτελεί, λοιπόν, έκπληξη το γεγονός ότι χώρες με υψηλότερη βαθμική κεντρικότητα (Η.Π.Α., Ηνωμένο Βασίλειο, Γαλλία, Γερμανία) έχουν ισχυρότερη ικανότητα να προσελκύουν νέες συνδέσεις με νεοεισερχόμενες -στα υφιστάμενα δίκτυα- χώρες.

Η διεύρυνση του παγκόσμιου δικτύου της ερευνητικής συνεργασίας θα μπορούσε να αιτιολογηθεί εξαιτίας της επίδρασης πολλών και διαφορετικών παραγόντων. Σήμερα,

οι τεχνολογίες πληροφοριών και επικοινωνιών επιτρέπουν τη συνεργασία μεταξύ επιστημόνων απομακρυσμένων γεωγραφικά ιδρυμάτων και σε διαφορετικούς κλάδους. Μετά την καθιέρωση μιας επιστημονικής συνεργασίας, το Διαδίκτυο παρέχει τόσο ευρείες όσο και σε βάθος δυνατότητες ανταλλαγής πληροφοριών στην εξυπηρέτηση της επικοινωνίας και της ανταλλαγής δεδομένων μεταξύ των ερευνητών (National Academy Press, USA, 1997) αλλά και προάγει νέα είδη διεπιστημονικής συνεργασίας (Pohl, 2008).

Ένας άλλος παράγοντας που θα μπορούσε να συνηγορήσει στη διεύρυνση των δικτύων είναι η κινητικότητα που χαρακτηρίζει τους -νέους κυρίως – ερευνητές και της σημαντικής σχέσης που παρατηρείται μεταξύ των ροών μετακίνησης ερευνητών και της ικανότητας συν-δημοσίευσης στην πλειοψηφία των περιπτώσεων (Chinchilla-Rodriguez et al., 2018) Το ίδιο αποτέλεσμα θα μπορούσε να αποδοθεί και από την αυξανόμενη συμμετοχή επιστημόνων διαφορετικών χωρών στη διοργάνωση παγκοσμίων συνεδρίων, σεμιναρίων και φόρα με το πέρασμα του χρόνου (Sonnenwald, 2007). Η διεύρυνση του παγκόσμιου δικτύου της ερευνητικής συνεργασίας θα μπορούσε επίσης να αποδοθεί σε απότοκο της αποικιοκρατίας (Vermuelen et.al., 2013, Deb Roy, 2017) και στη χρήση κοινής γλώσσας (Yow and Lim, 2019).

Από την ανάλυση του δικτύου μεταξύ των συν-συγγραφέων αναδείχτηκε ότι μερικές χώρες που μελετήθηκαν, διαδραματίζουν κρίσιμο ρόλο στην επιμονή της ευρωστίας των δικτύων συν-συγγραφέων. Για όλα τα δίκτυα που δημιουργήθηκαν, αναδείχθηκε η σημασία των ΗΠΑ ως ισχυρού κόμβου με διάφορους δεσμούς σε όλο τον κόσμο σύμφωνα με τις διάφορες κεντρικές δυνατότητες δικτύου. Αυτό το εύρημα δεν προκαλεί έκπληξη καθώς οι ΗΠΑ, εκτός από το σχετικό μέγεθος και τον πλούτο της επιστημονικής κοινότητας που φιλοξενεί, έχει θεσπίσει νομοθετικές πράξεις για την προστασία των θαλασσιών θηλαστικών ήδη από τις αρχές του 1970 (Marine Mammal Protection Act –MMPA) ενώ όντας η έδρα διεθνών οργανισμών (π.χ Ηνωμένα Έθνη) συντονίζει και εκπονεί πολιτικές που στοχεύουν την προώθηση διεθνών συνεργασιών μέσω διεθνών περιβαλλοντικών συμφωνιών που εστιάζουν αποκλειστικά στην προστασία των θαλασσιών θηλαστικών (Borrelle et al., 2017)

Τα αποτελέσματα της εργασίας εντόπισαν επίσης μερικές άλλες χώρες που διαδραματίζουν κρίσιμο ρόλο στη διατήρηση της ευρωστίας του δικτύου. Τέτοιο παράδειγμα αποτελεί η Σενεγάλη που αποτελεί ένα από τα επτά σημεία ζεύξης στο δίκτυο των ετών 2016-2020. Σε ότι αφορά την περίπτωση της Σενεγάλης, μπορούμε να παρατηρήσουμε ότι σύντομα μετά την ανεξαρτητοποίησή της, η διακυβέρνηση της χώρας, μέσα από ένα σύστημα θεσμικών άρθρων, διαπραγματεύσεων και επίλυσης συγκρούσεων, και φιλοξενώντας περισσότερα από 25 είδη θαλασσίων θηλαστικών, παρουσίασε πρωτοπόρα αποτελέσματα αειφόρου ανάπτυξης και κύρωσε τις περισσότερες διεθνείς πράξεις σχετικά με το διεθνές σύστημα διακυβέρνησης της αλιείας (Cormier-Salem and Mainguy, 2014, Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο – Έκθεση Αλιείας, 2020), γεγονός που θα αποτελούσε εύλογη εξήγηση ότι διαδραματίζει σημαντικό ρόλο στο δίκτυο βάσει της αποκτηθείσας εμπειρίας.

Επιπλέον, στο τελευταίο χρονικό δίκτυο (2016-2020), σημείο άρθρωσης αποτελεί και η Ελλάδα, η μοναδική χώρα της Μεσογείου Θάλασσας που εντοπίστηκε ως σημείο ζεύξης στο συνολικό δίκτυο των 107 χωρών. Η διαπίστωση αυτή αποκτά ιδιαίτερη έννοια, λαμβάνοντας υπόψη ότι η Μεσόγειος Θάλασσα έχει περιγραφεί ως μικροσκοπικός ωκεανός που μπορεί να χρησιμεύει ως μεσόκοσμος των ωκεανών του κόσμου προκειμένου να διερευνήσει τις επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής και άλλων φυσικών διαδικασιών (Katsanevakis et al., 2015). Ένας παράγοντας που θα μπορούσε να ερμηνεύσει την ανάδειξη της χώρας μας ως έχουσα βασικό ρόλο στη διασφάλιση της διασύνδεσης του δικτύου είναι η δημιουργία περιφερειακών, συνεργατικών έργων και η συγκέντρωση ερευνητικών κονδυλίων για την υποστήριξη κοινού επιστημονικού και πολιτικού περιβάλλοντος (Katsanevakis et al., 2017) και ενδεχομένως αναγνώριση αυτού αποτελεί η επιλογή της Ελλάδος ως τόπος για τη διοργάνωση του επόμενου 15^{ου} παγκόσμιου συνεδρίου στην Έρευνα των Θαλασσίων Θηλαστικών για το έτος 2021 (ICMMR 2021).

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι – ΚΕΝΤΡΙΚΟΤΗΤΕΣ 5ΕΤΩΝ ΔΙΚΤΥΩΝ

ΕΤΗ: 1990-1995

α/α	Χώρες	Κεντρικότητα Βαθμού	Χώρες	Κεντρικότητα Εγγύτητας	Χώρες	Κεντρικότητα Ενδιαμεσότητας
1	USA	0.652	USA	0.561	USA	0.39
2	Canada	0.565	Denmark	0.511	United Kingdom	0.181
3	Germany	0.565	Russian Federation	0.511	Switzerland	0.093
4	United Kingdom	0.565	Netherlands	0.489	Norway	0.092
5	Russian Federation	0.478	Norway	0.479	Germany	0.09
6	Denmark	0.434	Germany	0.469	Canada	0.087
7	Netherlands	0.434	United Kingdom	0.469	Japan	0.073
8	Spain	0.391	Canada	0.46	Russian Federation	0.06
9	Italy	0.347	Spain	0.451	Denmark	0.058
10	Japan	0.347	Italy	0.434	Netherlands	0.057
11	Norway	0.347	Sweden	0.434	Italy	0.042
12	Sweden	0.304	Japan	0.426	Sweden	0.028
13	France	0.173	Switzerland	0.426	India	0.02
14	India	0.173	India	0.411	Spain	0.01
15	Switzerland	0.173	Australia	0.383	Antigua and Barbuda	0
16	Australia	0.086	France	0.371	Argentina	0
17	New Zealand	0.086	Antigua and Barbuda	0.365	Australia	0
18	Antigua and Barbuda	0.043	Argentina	0.365	Belgium	0
19	Argentina	0.043	Colombia	0.365	Colombia	0
20	Belgium	0.043	Pakistan	0.365	France	0
21	Colombia	0.043	New Zealand	0.329	New Zealand	0
22	Pakistan	0.043	Belgium	0.324	Pakistan	0
23	Portugal	0.043	Portugal	0.324	Portugal	0
24	South Africa	0.043	South Africa	0.303	South Africa	0

ΕΤΗ : 1996-2000

Χώρες	Κεντρικότητα Βαθμού	Χώρες	Κεντρικότητα Εγγύτητας	Χώρες	Κεντρικότητα Ενδιαμεσότητας
USA	0.571	Germany	0.412	USA	0.301
Canada	0.381	Ireland	0.408	Germany	0.22
Germany	0.357	USA	0.404	Canada	0.177
France	0.333	Italy	0.4	Italy	0.156
United Kingdom	0.333	Canada	0.396	Australia	0.147
Norway	0.31	Portugal	0.382	Hong Kong	0.134
Italy	0.262	Sweden	0.372	United Kingdom	0.103
Denmark	0.238	Australia	0.368	Norway	0.097
Ireland	0.238	Norway	0.353	Ireland	0.095
Netherlands	0.238	Denmark	0.344	France	0.068
Sweden	0.214	Hong Kong	0.344	Sweden	0.064
Australia	0.19	Spain	0.339	Portugal	0.051
Spain	0.19	Czech Republic	0.333	Japan	0.05
Japan	0.167	South Africa	0.331	Czech Republic	0.036
New Zealand	0.167	United Kingdom	0.328	Puerto Rico	0.027
Hong Kong	0.143	France	0.316	Ghana	0.02
Portugal	0.143	Russian Federation	0.313	Spain	0.016
Philippines	0.119	Ghana	0.311	New Zealand	0.015
Puerto Rico	0.119	Puerto Rico	0.307	Denmark	0.011
Brazil	0.095	Monaco	0.302	Russian Federation	0.007
Mexico	0.095	Argentina	0.298	Monaco	0.006
Russian Federation	0.095	New Zealand	0.294	Mexico	0.005
Belgium	0.071	Austria	0.29	Belgium	0.004
Czech Republic	0.071	Kenya	0.29	Philippines	0.002
India	0.071	Ecuador	0.288	India	0.001
Ecuador	0.048	Switzerland	0.286	Argentina	0
Ghana	0.048	Columbia	0.284	Austria	0
Greenland	0.048	Peru	0.282	Azerbaijan	0
Iceland	0.048	Mexico	0.278	Bahamas	0
Monaco	0.048	Japan	0.276	Brazil	0
Peru	0.048	Philippines	0.275	Columbia	0

Μελέτη της ερευνητικής συνεργασίας στα θαλάσσια οικοσυστήματα μέσω ανάλυσης του κοινωνικού δικτύου συγγραφέων: η επιστημονικομετρική προσέγγιση στην περίπτωση των θαλάσσιων θηλαστικών

South Africa	0.048	Poland	0.271	Ecuador	0
Argentina	0.024	Brazil	0.266	Finland	0
Austria	0.024	India	0.25	Greenland	0
Azerbaijan	0.024	Azerbaijan	0.246	Iceland	0
Bahamas	0.024	Finland	0.246	Kenya	0
Columbia	0.024	Netherlands	0.232	Netherlands	0
Finland	0.024	Greenland	0.226	Peru	0
Kenya	0.024	Belgium	0.219	Poland	0
Poland	0.024	Turkey	0.218	South Africa	0
Switzerland	0.024	Iceland	0.214	Switzerland	0
Turkey	0.024	Bahamas	0.185	Turkey	0

ΕΤΗ : 2001-2005

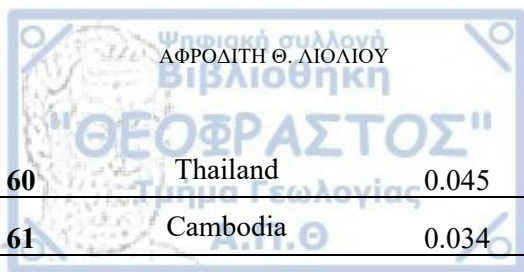
α/α	Χώρες	Κεντρικότητα Βαθμού	Χώρες	Κεντρικότητα Εγγύτητας	Χώρες	Κεντρικότητα Ενδιαμεσότητας
1	USA	0.735	USA	0.527	USA	0.352
2	United Kingdom	0.551	Finland	0.516	Spain	0.125
3	Canada	0.51	Netherlands	0.458	United Kingdom	0.123
4	Spain	0.429	South Africa	0.454	Finland	0.105
5	Germany	0.408	Poland	0.441	South Africa	0.094
6	Norway	0.327	Greece	0.438	Germany	0.076
7	France	0.306	Argentina	0.434	France	0.075
8	Russian Federation	0.306	Singapore	0.426	Canada	0.07
9	Sweden	0.306	United Kingdom	0.426	Japan	0.056
10	Australia	0.245	Norway	0.412	Netherlands	0.056
11	Belgium	0.245	Spain	0.412	Belgium	0.046
12	Finland	0.245	France	0.408	Mexico	0.041
13	Italy	0.245	Russian Federation	0.408	Argentina	0.032
14	Denmark	0.224	Canada	0.402	Norway	0.031
15	Japan	0.204	Denmark	0.402	Denmark	0.03
16	South Africa	0.204	Germany	0.402	Poland	0.029
17	Netherlands	0.184	Iceland	0.402	Russian Federation	0.028
18	New Zealand	0.163	Hong Kong	0.392	Greece	0.024
19	Argentina	0.143	Italy	0.386	Singapore	0.023
20	Iceland	0.143	Belgium	0.383	Chile	0.021
21	Poland	0.143	Suriname	0.383	Sweden	0.018
22	Greece	0.122	Sweden	0.383	Australia	0.017
23	Chile	0.082	Australia	0.377	Iceland	0.014
24	Estonia	0.082	Chile	0.377	Italy	0.013
25	Singapore	0.082	Czech Republic	0.371	Hong Kong	0.012
26	Brazil	0.061	Polynesia	0.371	Czech Republic	0.009
27	Greenland	0.061	New Zealand	0.368	Suriname	0.008
28	Hong Kong	0.061	Portugal	0.36	Switzerland	0.006

29	Mexico	0.061	South Korea	0.36	Polynesia	0.005
30	Suriname	0.061	Switzerland	0.36	Estonia	0.004
31	Switzerland	0.061	Thailand	0.36	Ukraine	0.004
32	Cook Islands	0.041	Brazil	0.355	Cook Islands	0.003
33	Costa Rica	0.041	Malta	0.355	New Zealand	0.003
34	Czech Republic	0.041	Estonia	0.353	Brazil	0.002
35	Ireland	0.041	Bahamas	0.348	Costa Rica	0.002
36	Malta	0.041	Colombia	0.348	Ireland	0.001
37	Polynesia	0.041	Fiji	0.348	Malta	0.001
38	Portugal	0.041	Israel	0.348	Portugal	0.001
39	South Korea	0.041	Peru	0.348	South Korea	0.001
40	Thailand	0.041	Japan	0.345	Thailand	0.001
41	Ukraine	0.041	Cook Islands	0.325	Bahamas	0
42	Bahamas	0.02	Greenland	0.325	Colombia	0
43	Colombia	0.02	Ukraine	0.322	Faroe Islands	0
44	Faroe Islands	0.02	Costa Rica	0.316	Fiji	0
45	Fiji	0.02	Mexico	0.312	Greenland	0
46	Indonesia	0.02	Ireland	0.306	Indonesia	0
47	Israel	0.02	Faroe Islands	0.301	Israel	0
48	Peru	0.02	Indonesia	0.288	Peru	0
49	Slovenia	0.02	Vietnam	0.258	Slovenia	0
50	Vietnam	0.02	Slovenia	0.24	Vietnam	0

ΕΤΗ : 2006-2010

α/α	Χώρες	Κεντρικότητα Βαθμού	Χώρες	Κεντρικότητα Εγγύτητας	Χώρες	Κεντρικότητα Ενδιαμεσότητας
1	USA	0.795	USA	0.533	USA	0.292
2	United Kingdom	0.636	Equador	0.524	United Kingdom	0.124
3	Canada	0.523	Magadascar	0.524	Canada	0.072
4	France	0.489	Phillipines	0.524	France	0.062
5	Germany	0.443	Polland	0.524	Mexico	0.06
6	Italy	0.432	Uruguay	0.512	Italy	0.054
7	Australia	0.409	India	0.5	Japan	0.051
8	Norway	0.409	Mexico	0.494	China	0.049
9	Mexico	0.352	Switzerland	0.481	Brazil	0.036
10	Japan	0.341	Argentina	0.478	Phillipines	0.036
11	Spain	0.341	Costa Rica	0.473	Australia	0.034
12	Belgium	0.33	Kenya	0.473	Sri Lanka	0.025
13	Switzerland	0.33	United Kingdom	0.471	Argentina	0.024
14	Phillipines	0.318	China	0.466	Egypt	0.023
15	Argentina	0.307	Canada	0.451	Equador	0.023
16	Brazil	0.307	Bahrain	0.449	Magadascar	0.023
17	China	0.307	France	0.449	Polland	0.023
18	Portugal	0.307	Italy	0.449	Venezuela	0.023
19	South Africa	0.295	Norway	0.449	India	0.022
20	Costa Rica	0.273	Qatar	0.447	Uruguay	0.022
21	India	0.273	Australia	0.444	Spain	0.021
22	Kenya	0.273	Belgium	0.444	Sweden	0.02
23	Equador	0.261	Portugal	0.444	Faroe Islands	0.018
24	Magadascar	0.261	South Africa	0.44	Finland	0.018
25	Polland	0.261	Japan	0.436	Norway	0.017
26	Uruguay	0.261	Faroe Islands	0.433	Germany	0.016
27	Denmark	0.25	Brazil	0.431	Switzerland	0.015
28	Netherlands	0.239	Israel	0.431	Iceland	0.014

29	Sweden	0.216	Ukraine	0.429	Kenya	0.014
30	Iceland	0.193	Finland	0.427	Netherlands	0.013
31	Oman	0.182	Oman	0.427	Costa Rica	0.012
32	New Zealand	0.17	Cayman Islands	0.425	Denmark	0.011
33	Russian Federation	0.136	Iceland	0.425	South Africa	0.011
34	Ukraine	0.136	New Zealand	0.425	Bahrain	0.01
35	Bahrain	0.125	Kuwait	0.419	Oman	0.01
36	Finland	0.125	Chile	0.417	Qatar	0.01
37	Kuwait	0.125	Tunisia	0.417	Belgium	0.009
38	Qatar	0.125	Greece	0.413	Israel	0.008
39	Faroe Islands	0.114	Sweden	0.413	Ukraine	0.008
40	Greece	0.114	Germany	0.411	Poland	0.007
41	Greenland	0.114	Spain	0.409	Russian Federation	0.007
42	Israel	0.102	Sri Lanka	0.409	Cayman Islands	0.005
43	Malaysia	0.102	Netherlands	0.404	Chile	0.005
44	Cameroon	0.091	Vietnam	0.398	Greece	0.005
45	Ireland	0.091	Chad	0.396	Kuwait	0.004
46	Jamaica	0.091	Cook Islands	0.396	New Zealand	0.004
47	Nigeria	0.091	Jamaica	0.395	Portugal	0.004
48	Peru	0.091	Nigeria	0.395	Vietnam	0.004
49	Sierra Leone	0.091	Peru	0.395	Cook Islands	0.003
50	Tanzania	0.091	Sierra Leone	0.395	Czech Republic	0.003
51	Tunisia	0.091	Tanzania	0.395	Malaysia	0.003
52	Austria	0.08	Cameroon	0.393	Chad	0.002
53	Cayman Islands	0.08	Russian Federation	0.388	Peru	0.002
54	Chile	0.068	Thailand	0.386	Thailand	0.002
55	Czech Republic	0.068	Poland	0.384	Tunisia	0.002
56	Sri Lanka	0.057	Malaysia	0.383	Austria	0.001
57	Vietnam	0.057	Uganda	0.383	Bahamas	0.001
58	Cook Islands	0.045	Denmark	0.376	Cameroon	0.001
59	Poland	0.045	Monaco	0.374	Greenland	0.001



60	Thailand	0.045	Greenland	0.37	Jamaica	0.001
61	Cambodia	0.034	Bahamas	0.368	Monaco	0.001
62	Chad	0.034	Czech Republic	0.364	Nigeria	0.001
63	Congo	0.034	Congo	0.358	Sierra Leone	0.001
64	Estonia	0.034	Cambodia	0.355	Tanzania	0.001
65	Hong Kong	0.034	Egypt	0.353	Uganda	0.001
66	Namibia	0.034	Bermuda	0.351	Antilles	0
67	Romania	0.034	Venezuela	0.351	Bermuda	0
68	Bahamas	0.023	Namibia	0.349	Bulgaria	0
69	Bulgaria	0.023	Bulgaria	0.348	Cambodia	0
70	Colombia	0.023	Estonia	0.341	Colombia	0
71	Egypt	0.023	Hungary	0.341	Congo	0
72	Hungary	0.023	Austria	0.338	Croatia	0
73	Monaco	0.023	Ecuador	0.332	Ecuador	0
74	South Korea	0.023	Ireland	0.331	Estonia	0
75	Uganda	0.023	Colombia	0.327	Hong Kong	0
76	Venezuela	0.023	Hong Kong	0.324	Hungary	0
77	Antilles	0.011	Iran	0.321	Iran	0
78	Bermuda	0.011	Pakistan	0.321	Ireland	0
79	Croatia	0.011	South Korea	0.314	Myanmar	0
80	Ecuador	0.011	Puerto Rico	0.312	Namibia	0
81	Iran	0.011	Singapore	0.312	Pakistan	0
82	Myanmar	0.011	Romania	0.302	Panama	0
83	Pakistan	0.011	Myanmar	0.292	Puerto Rico	0
84	Panama	0.011	Saudi Arabia	0.262	Romania	0
85	Puerto Rico	0.011	Antilles	0.261	Saudi Arabia	0
86	Saudi Arabia	0.011	Panama	0.259	Singapore	0
87	Singapore	0.011	Croatia	0.207	South Korea	0
88	Turkey	0.011	Turkey	0.207	Turkey	0

ΕΤΗ · 2011-2015

α/α	Χώρες	Κεντρικότητα Βαθμού	Χώρες	Κεντρικότητα Εγγύτητας	Χώρες	Κεντρικότητα Ενδιαμεσότητας
1	USA	0.747	Italy	0.492	USA	0.149
2	United Kingdom	0.54	Japan	0.465	France	0.118
3	France	0.494	Argentina	0.463	Australia	0.085
4	Canada	0.425	Sweden	0.463	Argentina	0.075
5	Australia	0.402	Turkey	0.463	Italy	0.073
6	Denmark	0.379	South Africa	0.458	South Africa	0.066
7	Germany	0.345	Australia	0.455	Germany	0.057
8	Argentina	0.333	Hong Kong	0.453	United Kingdom	0.052
9	Italy	0.322	USA	0.451	Japan	0.048
10	Japan	0.31	Netherlands	0.446	Netherlands	0.045
11	Netherlands	0.299	France	0.437	Canada	0.039
12	Sweden	0.299	Peru	0.435	Russian Federation	0.038
13	Norway	0.287	Mexico	0.431	Spain	0.035
14	South Africa	0.264	Poland	0.431	Sweden	0.035
15	Spain	0.264	Portugal	0.431	Peru	0.033
16	Brazil	0.23	Saudi Arabia	0.431	Poland	0.033
17	Belgium	0.218	Emirates	0.429	Denmark	0.032
18	Portugal	0.218	China	0.426	Greece	0.032
19	China	0.207	Macau	0.424	Norway	0.03
20	New Zealand	0.207	United Kingdom	0.424	Belgium	0.028
21	Hong Kong	0.184	Belgium	0.422	Turkey	0.027
22	Mexico	0.184	Germany	0.42	Portugal	0.026
23	Russian Federation	0.172	Ireland	0.42	Austria	0.025
24	Iceland	0.161	Panama	0.42	Malaysia	0.024
25	Ireland	0.161	Denmark	0.418	Egypt	0.021
26	Switzerland	0.149	Russian Federation	0.418	Mexico	0.018
27	Turkey	0.149	New Zealand	0.416	China	0.017
28	Peru	0.138	Canada	0.414	Namibia	0.016
29	Poland	0.138	Malaysia	0.414	Cote d'Ivoire	0.014
30	Saudi Arabia	0.138	Spain	0.414	Hong Kong	0.014
31	Chile	0.126	Slovakia	0.412	Panama	0.014
32	Panama	0.126	Iceland	0.41	Brazil	0.013
33	Venezuela	0.126	Greece	0.408	New Zealand	0.013
34	Faroe Islands	0.103	Uruguay	0.408	Emirates	0.01
35	Finland	0.103	Brazil	0.407	Israel	0.01

36	Greece	0.103	Taiwan	0.403	Ecuador	0.009
37	Greenland	0.103	Ecuador	0.399	Saudi Arabia	0.009
38	Macau	0.103	Czech Republic	0.397	Estonia	0.008
39	Aruba	0.092	Egypt	0.397	Ireland	0.008
40	Cayman Islands	0.092	Aruba	0.395	Macau	0.008
41	Egypt	0.092	Austria	0.395	Switzerland	0.007
42	Malaysia	0.092	Cayman Islands	0.395	Nigeria	0.006
43	Puerto Rico	0.092	Puerto Rico	0.395	Tunisia	0.006
44	Singapore	0.092	Switzerland	0.395	Chile	0.005
45	Tobago	0.092	Tobago	0.395	Finland	0.005
46	Uruguay	0.092	Singapore	0.392	Venezuela	0.005
47	Emirates	0.08	Tunisia	0.39	Iceland	0.004
48	Taiwan	0.08	Estonia	0.38	Kenya	0.004
49	Tunisia	0.08	Chile	0.378	Slovakia	0.004
50	Austria	0.069	Costa Rica	0.375	South Korea	0.004
51	Israel	0.069	Cote d'Ivoire	0.375	Taiwan	0.004
52	Cote d'Ivoire	0.057	Morocco	0.37	Uruguay	0.004
53	Ecuador	0.057	Venezuela	0.369	Aruba	0.003
54	Estonia	0.057	Namibia	0.367	Cayman Islands	0.003
55	Slovakia	0.057	Norway	0.367	Czech Republic	0.003
56	Bahamas	0.046	Faroe Islands	0.366	Indonesia	0.003
57	Czech Republic	0.046	Finland	0.366	Morocco	0.003
58	Fiji	0.046	Iran	0.366	Puerto Rico	0.003
59	Iran	0.046	Israel	0.364	Slovenia	0.003
60	Kazakhstan	0.046	Greenland	0.358	Tobago	0.003
61	Namibia	0.046	Indonesia	0.352	Costa Rica	0.002
62	Nigeria	0.046	Madagascar	0.349	Faroe Islands	0.002
63	Slovenia	0.046	Seychelles	0.349	Fiji	0.002
64	South Korea	0.046	Kenya	0.345	Iran	0.002
65	Costa Rica	0.034	Nigeria	0.344	Romania	0.002
66	Croatia	0.034	Romania	0.344	Singapore	0.002
67	India	0.034	India	0.343	Bahamas	0.001
68	Indonesia	0.034	Kuwait	0.343	Djibouti	0.001
69	Kenya	0.034	Slovenia	0.343	India	0.001
70	Mali	0.034	South Korea	0.341	Kuwait	0.001
71	Morocco	0.034	Sri Lanka	0.339	Lebanon	0.001
72	Romania	0.034	Thailand	0.339	Seychelles	0.001
73	Sri Lanka	0.034	Fiji	0.335	Azerbaijan	0
74	Thailand	0.034	Lebanon	0.335	Benin	0
75	Azerbaijan	0.023	Malta	0.331	Caledonia	0
76	Djibouti	0.023	Azerbaijan	0.33	Croatia	0
77	Kuwait	0.023	Bahamas	0.32	Greenland	0

78	Lebanon	0.023	Djibouti	0.315	Guatemala	0
79	Madagascar	0.023	Mozambique	0.315	Hungary	0
80	Seychelles	0.023	Caledonia	0.311	Kazakhstan	0
81	Ukraine	0.023	Mali	0.311	Madagascar	0
82	Benin	0.011	Hungary	0.31	Mali	0
83	Caledonia	0.011	Benin	0.304	Malta	0
84	Guatemala	0.011	Ukraine	0.302	Mozambique	0
85	Hungary	0.011	Serbia	0.301	Serbia	0
86	Malta	0.011	Croatia	0.296	Sri Lanka	0
87	Mozambique	0.011	Kazakhstan	0.295	Thailand	0
88	Serbia	0.011	Guatemala	0.268	Ukraine	0

ETH: 2016-2020

α/α	Χώρες	Κεντρικότητα Βαθμού	Χώρες	Κεντρικότητα Εγγύτητας	Χώρες	Κεντρικότητα Ενδιαμεσότητας
1	USA	0.725	USA	0.459	USA	0.139
2	United Kingdom	0.647	Spain	0.447	United Kingdom	0.112
3	France	0.49	Ghana	0.44	France	0.099
4	Germany	0.48	Samoa	0.44	Italy	0.087
5	Canada	0.471	South Africa	0.438	Germany	0.08
6	Spain	0.431	France	0.436	Canada	0.062
7	Australia	0.422	Japan	0.436	Australia	0.061
8	Italy	0.402	Lithuania	0.436	Spain	0.06
9	Denmark	0.382	United Kingdom	0.434	Slovenia	0.059
10	Portugal	0.324	South Korea	0.432	South Africa	0.055
11	Norway	0.304	Cape Verde	0.43	Mexico	0.045
12	South Africa	0.304	Germany	0.429	South Korea	0.041
13	Netherlands	0.265	Italy	0.429	Greece	0.034
14	Sweden	0.265	Mauritania	0.429	Japan	0.028
15	Switzerland	0.255	Australia	0.427	China	0.026
16	Belgium	0.245	Greece	0.427	Senegal	0.025
17	Japan	0.245	Slovenia	0.427	Denmark	0.025
18	Brazil	0.235	Poland	0.425	Peru	0.021
19	China	0.235	Finland	0.423	Chile	0.021
20	Finland	0.196	Gabon	0.423	Hungary	0.02
21	Greece	0.176	Guinea	0.42	Portugal	0.019
22	Mexico	0.176	Mexico	0.42	Poland	0.019
23	Iceland	0.167	Peru	0.42	Belgium	0.019
24	Ireland	0.167	Bulgaria	0.418	Switzerland	0.018
25	Russian Federation	0.167	Chile	0.418	Mauritania	0.017
26	South Korea	0.167	Czech Republic	0.411	Czech Republic	0.017
27	New Zealand	0.157	Russian Federation	0.411	Netherlands	0.016
28	Chile	0.137	Denmark	0.405	Mozambique	0.015
29	Greenland	0.137	Iran	0.405	Brazil	0.014
30	Poland	0.137	Belgium	0.403	Samoa	0.013
31	Argentina	0.127	China	0.403	Romania	0.013

32	Cape Verde	0.127	Canada	0.402	Ghana	0.013
33	Czech Republic	0.127	Costa Rica	0.402	Finland	0.013
34	Gabon	0.127	New Zealand	0.398	Norway	0.011
35	Lithuania	0.127	Switzerland	0.398	Lithuania	0.011
36	Mauritania	0.127	Hong Kong	0.397	Hong Kong	0.01
37	Ghana	0.118	Luxembourg	0.397	Bulgaria	0.01
38	Guinea	0.118	Netherlands	0.394	Federation of Saint Christopher and Nevis	0.009
39	Samoa	0.118	Portugal	0.392	Faroe Islands	0.009
40	Slovenia	0.118	Senegal	0.392	Cape Verde	0.008
41	Turkey	0.118	Thailand	0.392	Turkey	0.007
42	Bulgaria	0.108	Ecuador	0.389	Thailand	0.007
43	Costa Rica	0.108	Singapore	0.389	Russian Federation	0.007
44	Peru	0.108	Uruguay	0.388	Costa Rica	0.007
45	Malaysia	0.098	Aruba	0.385	Singapore	0.006
46	Taiwan	0.098	Romania	0.385	Malaysia	0.006
47	Faroe Islands	0.088	Turkey	0.385	Kenya	0.006
48	Hong Kong	0.078	Malaysia	0.382	Vietnam	0.005
49	Iran	0.078	Taiwan	0.382	Taiwan	0.005
50	Kenya	0.078	Venezuela	0.382	Sweden	0.005
51	Singapore	0.078	Norway	0.379	Luxembourg	0.005
52	Ukraine	0.078	Vietnam	0.379	Greenland	0.005
53	Ecuador	0.069	Iceland	0.376	Austria	0.005
54	Romania	0.069	Brazil	0.372	Venezuela	0.004
55	Thailand	0.069	Nigeria	0.372	Malta	0.004
56	Uruguay	0.069	Sweden	0.371	Gabon	0.004
57	Austria	0.059	Federation of Saint Christopher and Nevis	0.37	Aruba	0.004
58	Panama	0.059	Bangladesh	0.368	Uruguay	0.003
59	Saudi Arabia	0.059	Egypt	0.366	Ukraine	0.003
60	Senegal	0.059	Kenya	0.364	Nigeria	0.003
61	Venezuela	0.059	Faroe Islands	0.363	New Zealand	0.003
62	Aruba	0.049	Greenland	0.363	Monaco	0.003

63	Colombia	0.049	Ireland	0.362	Jamaica	0.003
64	Croatia	0.049	Israel	0.362	Ireland	0.003
65	Luxembourg	0.049	Saudi Arabia	0.362	Iran	0.003
66	Monaco	0.049	Austria	0.359	Iceland	0.003
67	Mozambique	0.049	Croatia	0.358	Guinea	0.003
68	Serbia	0.049	Philippines	0.358	Colombia	0.003
69	Tanzania	0.049	Colombia	0.357	Saudi Arabia	0.002
70	Vietnam	0.049	Monaco	0.357	Panama	0.002
71	Egypt	0.039	Mozambique	0.355	Lebanon	0.002
72	Estonia	0.039	Jamaica	0.352	Israel	0.002
73	Federation of Saint Christopher and Nevis	0.039	Panama	0.352	Egypt	0.002
74	Israel	0.039	Bahamas	0.347	Ecuador	0.002
75	Kazakhstan	0.039	India	0.347	Cuba	0.002
76	Nigeria	0.039	Malta	0.346	Sri Lanka	0.001
77	Philippines	0.039	Togo	0.345	Puerto Rico	0.001
78	Bangladesh	0.029	Sri Lanka	0.341	Philippines	0.001
79	Belize	0.029	Ukraine	0.338	Pakistan	0.001
80	Cuba	0.029	Argentina	0.334	India	0.001
81	India	0.029	Puerto Rico	0.332	Croatia	0.001
82	Indonesia	0.029	Estonia	0.329	Bangladesh	0.001
83	Jamaica	0.029	Indonesia	0.329	Bahamas	0.001
84	Malta	0.029	Serbia	0.325	Argentina	0.001
85	Pakistan	0.029	Lebanon	0.321	Aquática	0.001
86	Slovakia	0.029	Polynesia	0.321	Togo	0
87	Sri Lanka	0.029	Kazakhstan	0.32	Tanzania	0
88	Togo	0.029	Pakistan	0.319	Slovakia	0
89	Aquática	0.02	Aquática	0.316	Serbia	0
90	Bahamas	0.02	Belize	0.315	Polynesia	0
91	Cayman Islands	0.02	Hungary	0.313	Palestine	0
92	Hungary	0.02	Cuba	0.31	Mauritius	0
93	Lebanon	0.02	Slovakia	0.31	Maldives	0
94	Palestine	0.02	Cayman Islands	0.306	Kazakhstan	0
95	Polynesia	0.02	Cambodia	0.305	Indonesia	0
96	Puerto Rico	0.02	Maldives	0.304	Grenada	0
97	Brunei	0.01	Palestine	0.304	Estonia	0

Μελέτη της ερευνητικής συνεργασίας στα θαλάσσια οικοσυστήματα μέσω ανάλυσης του κοινωνικού δικτύου συγγραφέων: η επιστημονικομετρική προσέγγιση στην περίπτωση των θαλάσσιων θηλαστικών

98	Cambodia	0.01	Mauritius	0.301	Cyprus	0
99	Cameroon	0.01	Cyprus	0.299	Cayman Islands	0
100	Cyprus	0.01	Grenada	0.291	Cameroon	0
101	Grenada	0.01	Cameroon	0.287	Cambodia	0
102	Maldives	0.01	Tanzania	0.245	Brunei	0
103	Mauritius	0.01	Brunei	0.236	Belize	0



Παράρτημα II – Κώδικας R

```
#libraries - packages
```

```
library(igraph)
```

```
library(Matrix)
```

```
library(lattice)
```

```
library(vcd)
```

```
library(readxl)
```

```
library(ggplot2)
```

```
#Import: File -> Import Dataset -> From Excel
```

```
# Κάθε δίκτυο καταχωρίζεται με τη σειρά στη μεταβλητή "Pin"
```

```
Pin <- read_excel("Pin1.xlsx")
```

```
Pin
```

```
#Pin <- read_excel("Pin2.xlsx")
```

```
#Pin <- read_excel("Pin3.xlsx")
```

```
#Pin <- read_excel("Pin4.xlsx")
```

```
#Pin <- read_excel("Pin5.xlsx")
```

```
#Pin <- read_excel("Pin6.xlsx")
```

```
# Κατασκευή incidence matrix
```

```
h <- table(cbind.data.frame(Papers=Pin$PAPER,  
                            Countries=c(Pin$Country1,Pin$Country2,Pin$Country3,  
                                          Pin$Country4,Pin$Country5,  
                                          Pin$Country6,Pin$Country7))))
```

```
class(h)
```

```
h
```

```
# Παράγω τον bipartite graph, που είναι undirected και unweighted
```

```
g<- graph_from_incidence_matrix(h)
```

```
# Κάνω projection γράφου του g - τον ονομάζω k
```

```
# Με ενδιαφέρει το δίκτυο των countries (οριζόντιος άξονας του Pin), Δηλ το k2
```

```
# Μετονομάζω το K2->c
```

```
k<- bipartite_projection(g)
```

```
c <- k$proj2; show(c)
```

#Βάρη ακμών - εξαγωγή σε πίνακα

E(c)\$weight

WPin<-E(c)\$weight

write.table(WPin, file="Weights1991-1995", sep = ",")

plots

set.seed(41)

plot (c)

plot(c, layout=layout_with_fr,

edge.color="steelblue1",

edge.width=E(c)\$weight/2, # paxos akmwn

vertex.shape="circle",

vertex.frame.color="steelblue1",

vertex.color="deeppink",

vertex.size=5, # megethos korufwn

vertex.label=V(c)\$name, # onoma korufwn

vertex.label.font=0.3,

vertex.label.cex=1,

vertex.label.dist=1,

vertex.label.degree=-pi/2,

main="Simple view")

#Έλεγχος δικτύου εάν είναι κατευθυνόμενο, εάν έχει βάρη, αν είναι συνδεδετικό.

Βρίσκω ότι είναι μη κατευθυνόμενο, έχει βάρη και είναι δεν συνδεδετικό

is.directed(c)

is.weighted(c)

is.connected(c)

#Εύρεση μεγάλης συνιστώσας

comp <- components(c); comp

G <- induced.subgraph(c,V(c)[comp\$membership == 1])

is.connected(G)

G

plot (G)



ΑΦΡΟΔΙΤΗ Θ. ΔΙΟΛΙΟΥ

```
# Συνδετικότητα, Πυκνότητα # αντιστροφή βαρών
graph.density(G, weights=1/E(G)$weight)
cutvG <- articulation_points(G);cutvG # ευπάθεια δικτύου

# Αποστάσεις
DistG<-distances(G, v = V(G),mode = "all", algorithm = "automatic");DistG # συντομότερα
μονοπάτια προς όλες τις κορυφές

diameter(G, directed=F, weights=1/(E(G)$weight))
mdGnew <-mean_distance(G, directed = F, weights=1/(E(G)$weight), unconnected = F);
mdGnew

# plot tou G
set.seed(41)
plot(G, layout=layout_with_fr,
     edge.color="steelblue1",
     edge.width=E(G)$weight/2,      # πάχος ακμών
     vertex.shape="circle",
     vertex.frame.color="steelblue1",
     vertex.color="deeppink",
     vertex.size=4,                  # μέγεθος κορυφών
     vertex.label=V(G)$name,        # όνομα κορυφών
     vertex.label.font=0.3,
     vertex.label.cex=1,
     vertex.label.dist=1,
     vertex.label.degree=-pi/2,
     main="Larger component view")

set.seed(1234)
plot.igraph(c)
title("Χώρες 2016-2020",
      sub = "Υπότιτλος")
par(mfrow=c(1, 2))                ## par(mfrow=c(1,2)) = 1 row, 2 columns
par(oma=c(2,0,2,0))

plot.igraph(c)

title("Inner Plot Title for Plot 1", sub = "Subtitle for Plot 1") ## internal titles
```

```
plot.igraph(c)
title("Inner Plot Title for Plot 2", sub = "Subtitle for Plot 2") ## internal titles
title("Default plot.igraph()", outer = TRUE)
par(mfrow=c(1, 1))          ## par(mfrow=c(1,1)) resets to 1 row, 1 column
```

```
plot.igraph(c)
title("Inner Plot Title for Plot 1", sub = "Subtitle for Plot 1") ## internal titles
mtext(text = "left side inner plot", side = 2)          ## internal side text
mtext(text = "right side inner plot", side = 4)          ## internal side text
```

```
plot.igraph(c)
title("Inner Plot Title for Plot 2", sub = "Subtitle for Plot 2") ## internal titles
mtext(text = "left side inner plot", side = 2)          ## internal side text
mtext(text = "right side inner plot", side = 4)          ## internal side text
```

```
plot.igraph(c)
title("Inner Plot Title for Plot 3", sub = "Subtitle for Plot 3") ## internal titles
mtext(text = "left side inner plot", side = 2)          ## internal side text
mtext(text = "right side inner plot", side = 4)          ## internal side text
```

```
plot.igraph(c)
title("Inner Plot Title for Plot 4", sub = "Subtitle for Plot 4") ## internal titles
mtext(text = "left side inner plot", side = 2)          ## internal side text
mtext(text = "right side inner plot", side = 4)          ## internal side text
```

```
title("So. Many. Plots.", outer = TRUE)
mtext(text = "a subtitle", side = 1, outer = TRUE)
mtext(text = "left side outer plot", side = 2, outer = TRUE)
mtext(text = "right side outer plot", side = 4, outer = TRUE)
```

```
par(mfrow=c(1, 1))
```

```
#Epilegw to layout fr
layouts <- grep("^layout_with_fr", ls("package:igraph"), value = TRUE)
layouts
invisible(lapply(layouts, function(x){
  plot.igraph(c, edge.arrow.size = 0, layout = eval(as.name(x)), main = x)
  title("Layout Variations", outer = TRUE)}))
par(mfrow=c(1, 1))
```



G<-c

```
## layout_with_fr
plot.igraph(G, layout = layout_with_fr(G, niter = 5), main = 5)
plot.igraph(G, layout = layout_with_fr(G, niter = 50), main = 50)
plot.igraph(G, layout = layout_with_fr(G, niter = 500), main = 500)
plot.igraph(G, layout = layout_with_fr(G, niter = 10000), main = 10000)
title("No. of Iterations (layout_with_fr)", outer = TRUE)

## layout_with_graphopt
plot.igraph(G, layout = layout_with_graphopt(G, niter = 5), main = 5)
plot.igraph(G, layout = layout_with_graphopt(G, niter = 50), main = 50)
plot.igraph(G, layout = layout_with_graphopt(G, niter = 500), main = 500)
plot.igraph(G, layout = layout_with_graphopt(G, niter = 10000), main = 10000)
title("No. of Iterations (layout_with_graphopt)", outer = TRUE)

par(mfrow=c(1, 1))

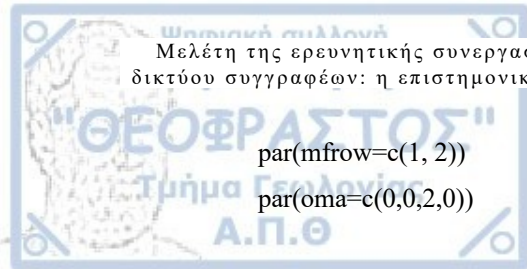
#layout_with_fr + layout_with_graphopt πιο ενδιαφέροντα
#Let's compare just those two.
par(mfrow=c(1, 2))
par(oma=c(0,0,2,0))

plot.igraph(G,
  layout = layout_with_fr(G, niter = 100000),
  main = "layout_with_fr",
  sub = "100000 iterations")

plot.igraph(G,
  layout = layout_with_graphopt(G, niter = 100000),
  main = "layout_with_graphopt",
  sub = "100000 iterations")

par(mfrow=c(1, 1))

#Keeping Coordinates. You can assign the coordinates to a variable like so:
coords <- layout_with_fr(G, niter = 5000)
```



```
par(mfrow=c(1, 2))
```

```
par(oma=c(0,0,2,0))
```

```
plot.igraph(G, layout = coords, main = "layout = coords #1")
```

```
plot.igraph(G, layout = coords, main = "layout = coords #2")
```

```
title("Using the Same Layout Across Multiple Graphs", outer = TRUE)
```

```
par(mfrow=c(1, 1))
```

```
plot.igraph(G, layout = coords, main = "layout = coords (Single Plot)")
```

```
#### Vertices/Nodes
```

```
title("Inner Plot Title for Plot 1", sub = "Subtitle for Plot 1")
```

```
plot.igraph(G2, layout = coords, asp = 1, main = "Co-authors Network 1996-2000,
nodes=49,edges=122",
```

```
vertex.color =rgb(1,1,0.4),
```

```
sub = "with isolated nodes ",
```

```
vertex.frame.color = "white",
```

```
vertex.label.font=3,
```

```
vertex.label.cex=0.7,
```

```
vertex.shape = "circle",
```

```
vertex.label.degree=-pi/2,
```

```
vertex.size = 4, # size, default = 15
```

```
vertex.size2 = NA, # second dimension size (for parallelograms)
```

```
edge.color="light grey",
```

```
edge.width=E(G)$weight/2,
```

```
)
```

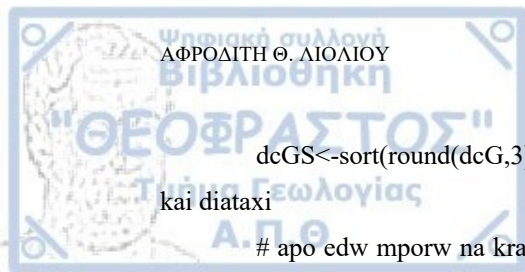
```
#vari akmwn
```

```
E(G)$weight
```

```
# 1.Degree centrality G
```

```
dcG<-degree(G, mode = "all", loops = F, normalized = T);dcG # normalized gia na einai ewe
```

```
1 kai na einai sygkrisima metaxy tous
```



```
dcGS<-sort(round(dcG,3),decreasing = T);dcGS
```

```
# stroggulopoihsh se 3 dekadika
```

```
kai diataxi
```

```
# apo edw mporw na kratisw ta px 5 megalytera score gia na sygkrinw ta diktya metaxy tous  
se vathos xronou
```

```
#ypologizw thn katanomi twn degree centrality - onomazw dd=degree distribution
```

```
dd<-degree_distribution(G, cumulative = T);dd
```

```
hist(dd,
```

```
breaks="Sturges",col="red",
```

```
xlab="Βαθμός Κορυφής", ylab="Συχνότητα",
```

```
main="Distribution of degree centrality")
```

```
# h par mou spaei to parathyro twn plots se 2 parathyra
```

```
par(mfrow=c(1,2))
```

```
hist(dcG,
```

```
breaks="Sturges",col="red",
```

```
xlab="Degree", ylab="Frequency",
```

```
main="Distribution of degree centrality")
```

```
plot(dd, xlab="Degree", ylab="CCDF", pch=19,
```

```
cex=1, col="blue",
```

```
main="Cumulative Distribution") # 1-F(x)
```

```
# apo to apotelesma ypopsiazomai oti prokeitai gia free scale network me liges koryfes me
```

```
# megalo degree centrality k oi perissoteres me mirko vathmo
```

```
#epanaferw 1 parathyso apotelesmatwn
```

```
par(mfrow=c(1,1))
```

```
# xanakanw plot me stoxo na deixw tis centralities. Onomazw: dcG=degree centrality tou G
```

```
set.seed(41)
```

```
plot(G, layout=layout_with_fr,
```

```
edge.color="steelblue1",
```

```
edge.width=E(G)$weight/2, # paxos akmwon
```

```
vertex.shape="circle",
```

```
vertex.frame.color="steelblue1",
```

```
vertex.color="deeppink",
```

```
vertex.size=dcG*20, # megethos korufwn me prosarmogh sth centrality
```

```
vertex.label=V(G)$name, # onoma korufwn
```

```
vertex.label.font=0.3,
vertex.label.cex=1,
vertex.label.dist=1,
vertex.label.degree=-pi/2,
main="Vertex rescale based on Degree centrality")
```

```
# 2.Closeness centrality, Onomazw: ccG=closeness centrality tou G
ccG<-round(closeness(G, mode = "all", normalized = T), 3);ccG
set.seed(41)
plot(G, layout=layout_with_fr,
     edge.color="steelblue1",
     edge.width=E(G)$weight/2,      # paxos akwn
     vertex.shape="circle",
     vertex.frame.color="steelblue1",
     vertex.color="pink",
     vertex.size=ccG*20,             # megethos korufwn me prosarmogh sth centrality
     vertex.label=V(G)$name,        # onoma korufwn
     vertex.label.font=0.3,
     vertex.label.cex=1,
     vertex.label.dist=1,
     vertex.label.degree=-pi/2,
     main="Vertex rescale based on Closeness")
```

```
# 3.Betweenness. Onomazw: bcG=betweenness centrality tou G
bcG<-round(betweenness(G, directed = F, nobint = TRUE, normalized = TRUE),3);bcG
set.seed(41)
plot(G, layout=layout_with_fr,
     edge.color="steelblue1",
     edge.width=E(G)$weight/2,      # paxos akwn
     vertex.shape="circle",
     vertex.frame.color="steelblue1",
     vertex.color="red",
     vertex.size=bcG*25,             # megethos korufwn me prosarmogh sth centrality
     vertex.label=V(G)$name,        # onoma korufwn
     vertex.label.font=0.3,
     vertex.label.cex=1,
     vertex.label.dist=1,
     vertex.label.degree=-pi/2,
     main="Vertex rescale based on Betweenness")
```


Correlations

```
T<-read_excel(("pearson.xlsx"))
```

```
cor.test(T$Year,T$Publications)
```

```
scatter_plot <- ggplot(T, aes(Year, Publications))
```

```
scatter_plot + geom_point() + labs(x = "Years", y = "No of Publications per Yea") +
```

```
  geom_smooth(method="lm")
```

```
cor.test(T$Year,T$edges)
```

```
cor.test(T$Year,T$isolated_nodes)
```

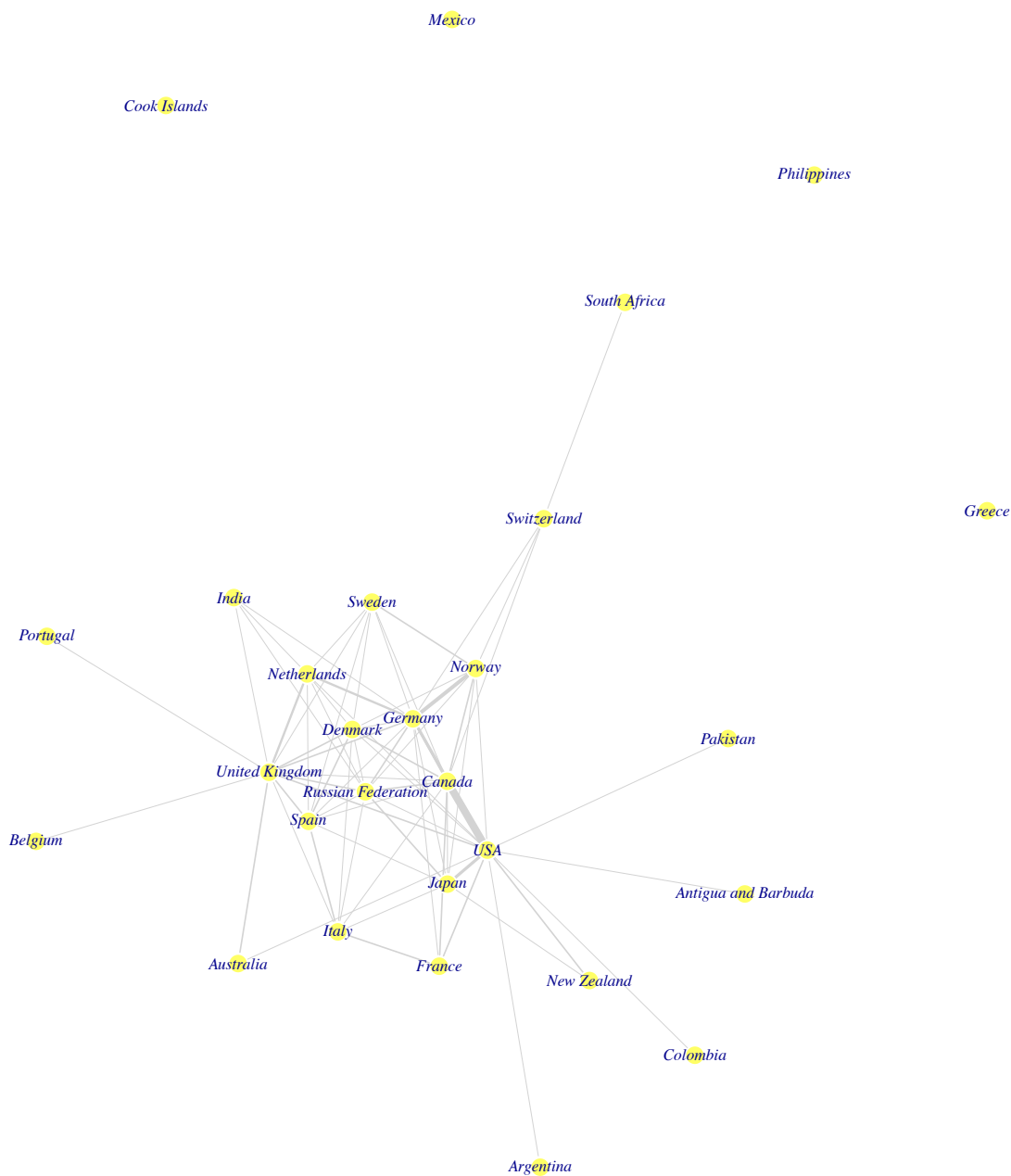


Μελέτη της ερευνητικής συνεργασίας στα θαλάσσια οικοσυστήματα μέσω ανάλυσης του κοινωνικού δικτύου συγγραφέων: η επιστημονικομετρική προσέγγιση στην περίπτωση των θαλάσσιων θηλαστικών

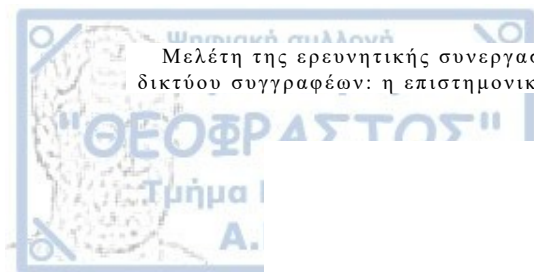
Παράρτημα III – Δίκτυα 5ετιών



Co-authors Network 1991–1996, nodes=28,edges=72

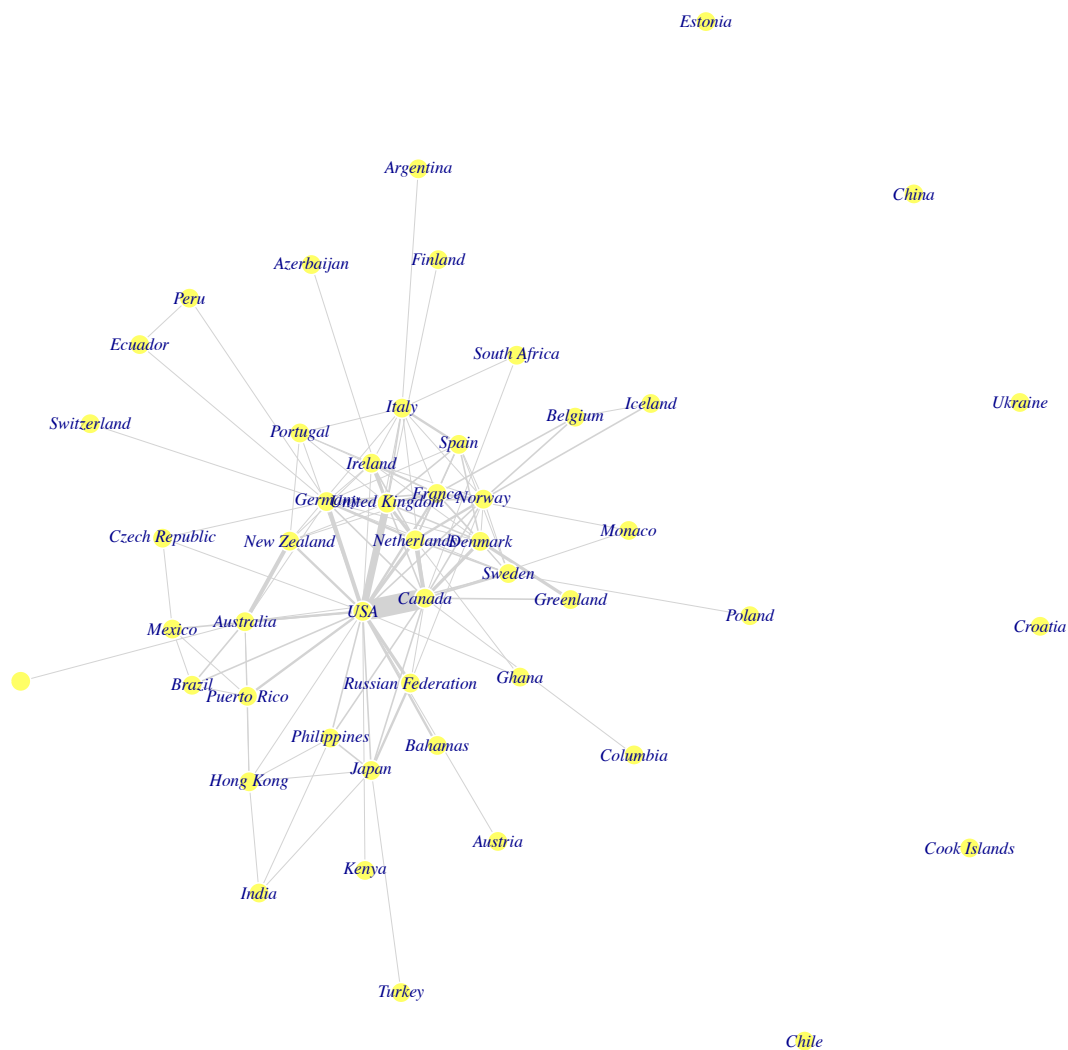


with isolated nodes



Μελέτη της ερευνητικής συνεργασίας στα θαλάσσια οικοσυστήματα μέσω ανάλυσης του κοινωνικού δικτύου συγγραφέων: η επιστημονικομετρική προσέγγιση στην περίπτωση των θαλάσσιων θηλαστικών

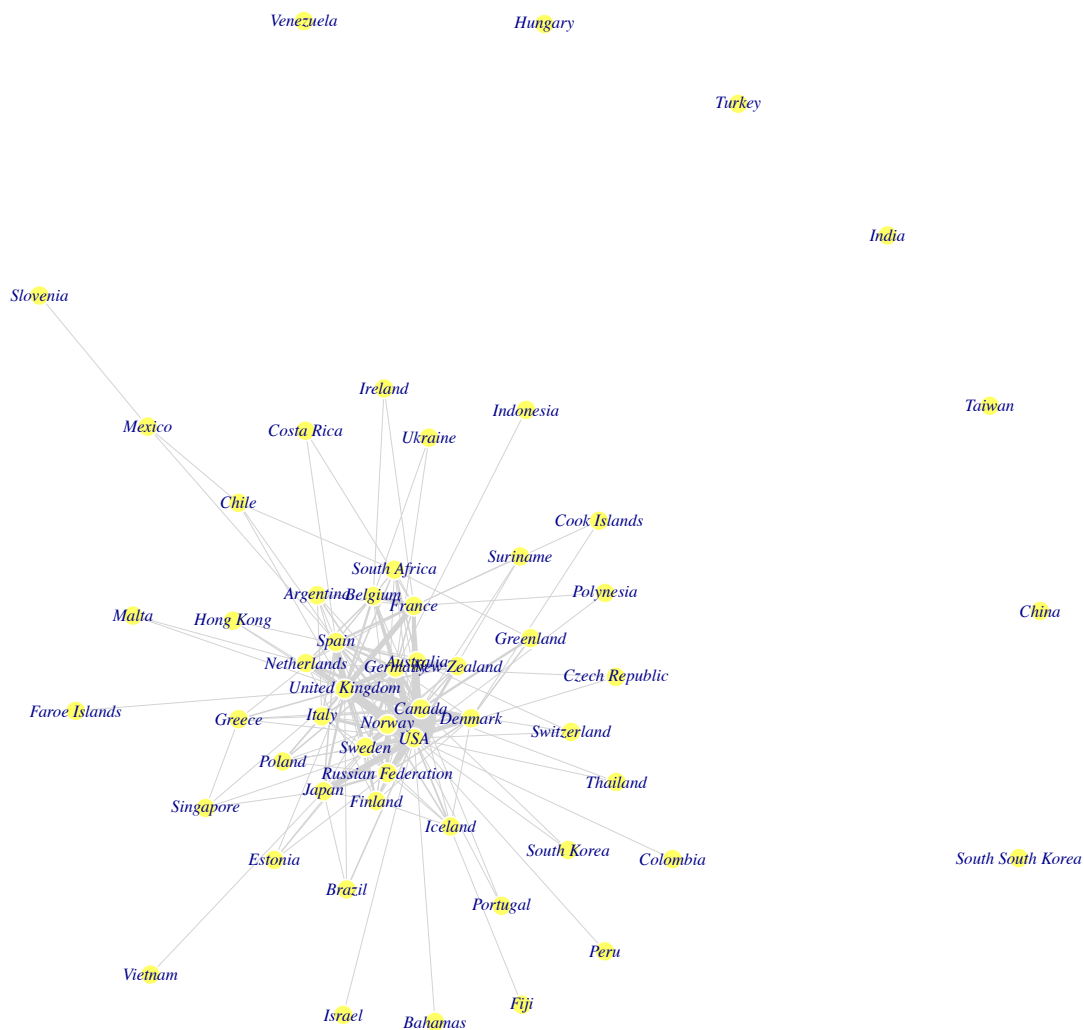
Co-authors Network 1996–2000, nodes=49,edges=122



with isolated nodes

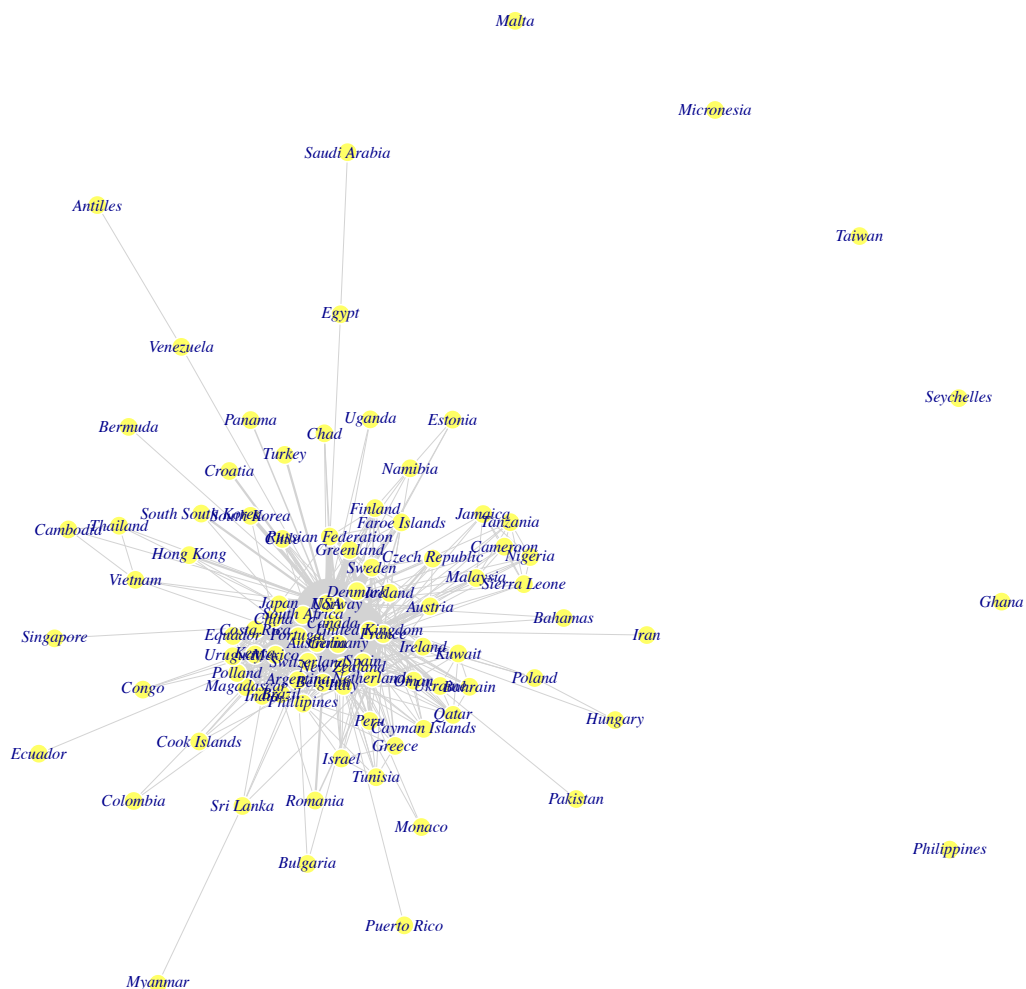


Co-authors Network 2001–2005, nodes=57,edges=186



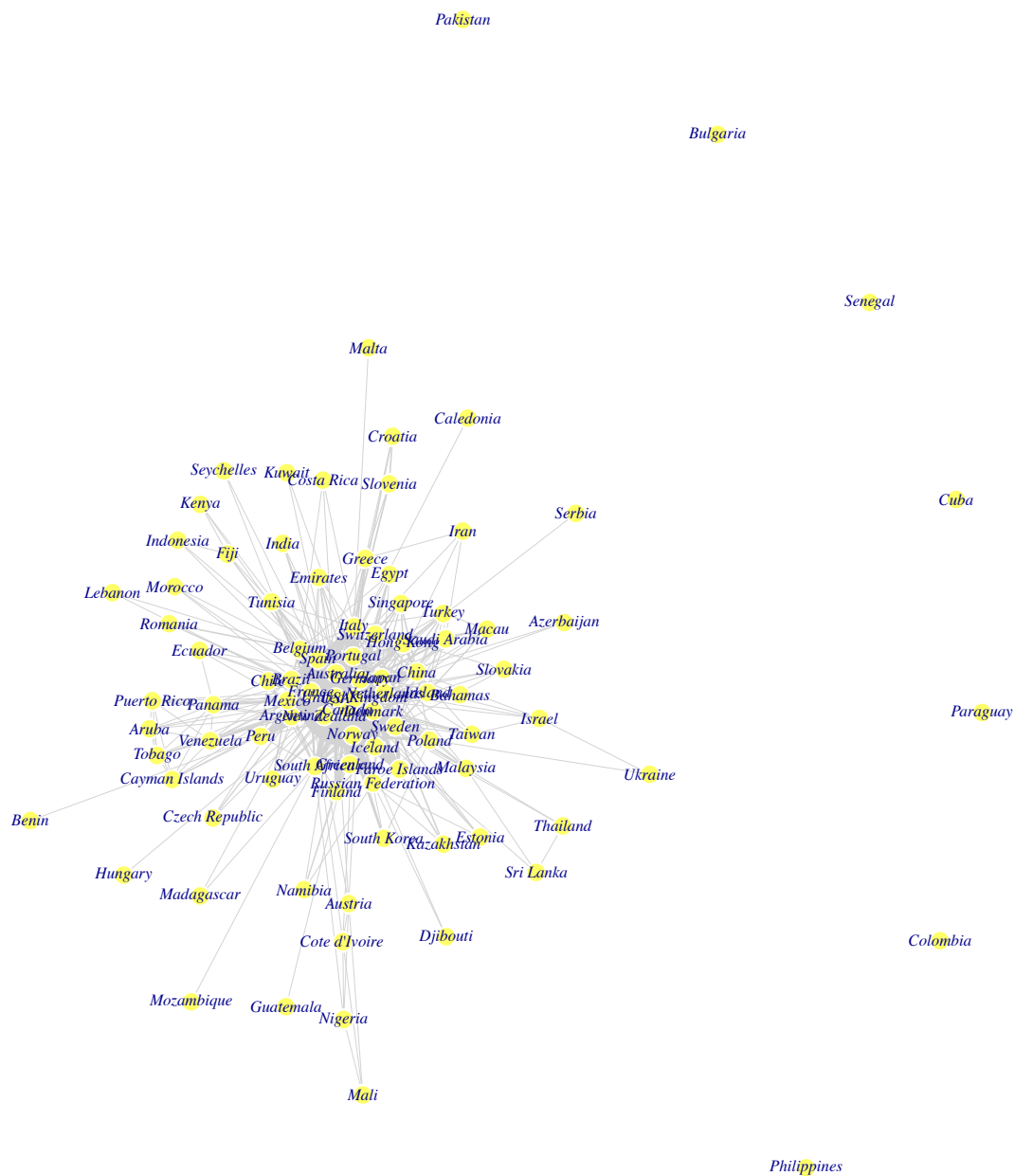
with isolated nodes

Co-authors Network 2006–2010, nodes=96,edges=618



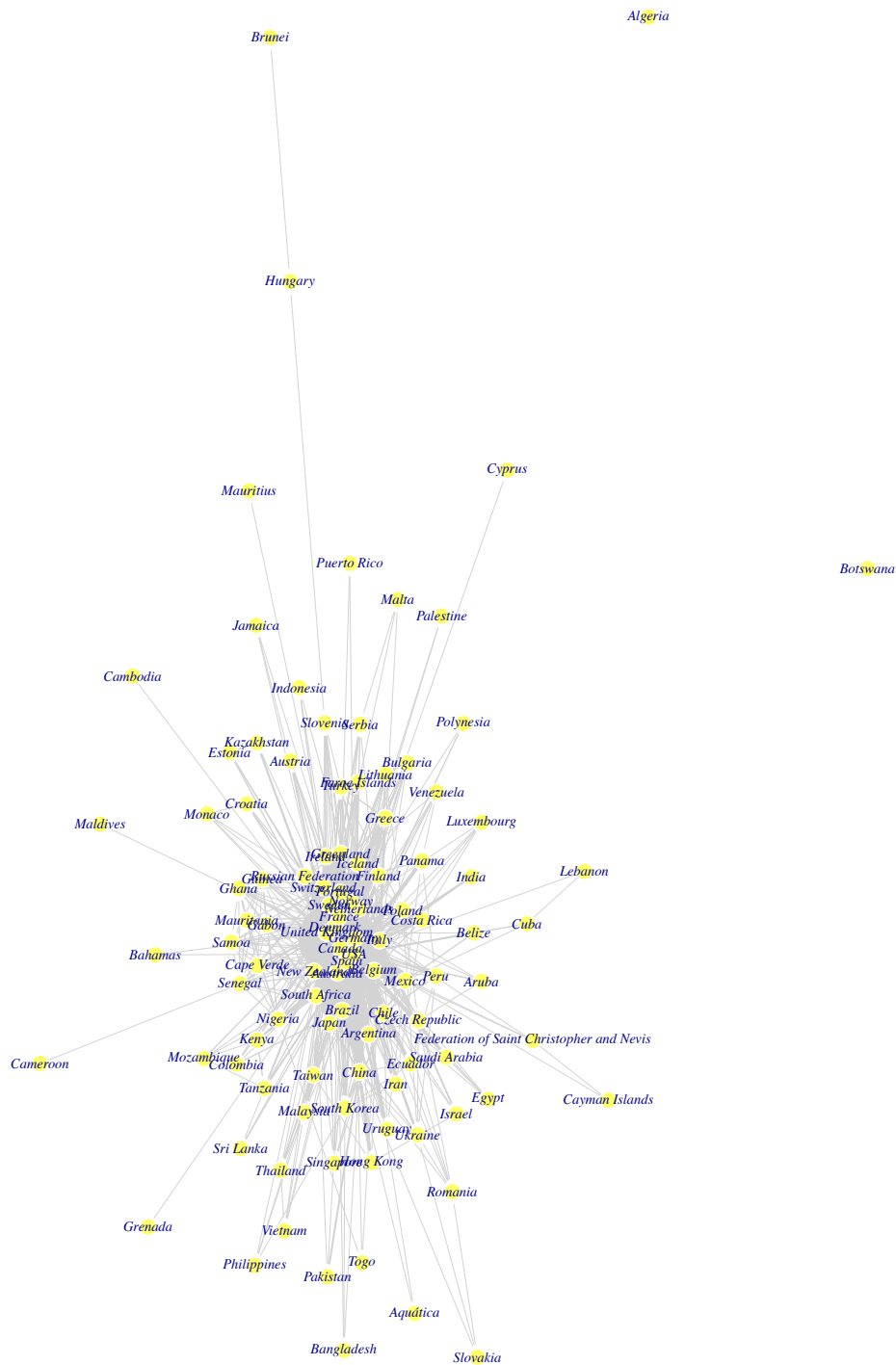
with isolated nodes

Co-authors Network 2011–2015, nodes=95,edges=505



with isolated nodes

Co-authors Network 2016–2020, nodes=105,edges=699



with isolated nodes

Επιτροπή Αλιείας, Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο, 2019 : Έκθεση που περιέχει πρόταση μη νομοθετικού ψηφίσματος σχετικά με το σχέδιο απόφασης του Συμβουλίου για τη σύναψη του πρωτοκόλλου σχετικά με την εφαρμογή της συμφωνίας σύμπραξης στον τομέα της βιώσιμης αλιείας μεταξύ της Ευρωπαϊκής Ένωσης και της Δημοκρατίας της Σενεγάλης (13484/2019 – C9-0178/2019 – 2019/0226M(NLE))

Bakshy, E., Rosenn, I., Marlow C., Adamic L. (2012). The role of social networks in information diffusion. In: *Proceedings of the 21st international conference on World Wide Web*, pp 519–528. ACM

Barabási, A.L., Bonabeau, E. (2003), Scale-Free Networks, In: *Scientific American*. DOI: 10.1038/scientificamerican0503-60

Barzel, B., Barabási, AL. (2013). Universality in network dynamics. In: *Nature Phys* 9, pp. 673–681. <https://doi.org/10.1038/nphys2741>

Bits of Power: Issues in Global Access to Scientific Data (1997), National Academy of Science (Ed.), *National Academy Press*, United States of America, ISBN 0-309-05635-7

Bodin, O., Crona, B. (2009) The role of social networks in natural resource governance: What relational patterns make a difference? In: *Global Environmental Change*, 19, pp. 366-374

Borrelle, S.B., Rochman C.M., Libiron, M., Bond, A.L., Lusher, A., Bradsahw, H., Provencher, J.F. (2017). An international policy to stem plastic pollution. In: *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 114(38), pp. 9994-9997 , DOI: 10.1073/pnas.1714450114

Bozo E., Franceschet, M. (2013). Resistance distance, closeness and betweenness. In. : *Social Networks*, 35(3) pp. 460-469, <https://doi.org/10.1016/j.socnet.2013.05.003>

Bowen W.D. (1997) Role of marine mammals in aquatic ecosystems. In: *Marine Ecology Progress Series [Mar. Ecol. Prog. Ser.]*, vol. 158, pp. 267-274

Brakes, P., Dall, S.R.X. (2016) Marine Mammal Behavior: A review of Conservation Implications. In: *frontiers in Marine Science*, 3, pp. 87, DOI=10.3389/fmars.2016.00087

Buesser, P., Daolio, F., Tomassini, M. (2011) Optimizing the Robustness of Scale-Free Networks with Simulated Annealing. In: *Dobnikar A., Lotrič U., Šter B. (eds) Adaptive and Natural Computing Algorithms*. ICANNGA 2011. Lecture Notes in Computer Science, 6594. https://doi.org/10.1007/978-3-642-20267-4_18

Cordeiro, M., Sarmiento, R. P., Brazdil, P., & Gama, J. (2018). Evolving Networks and Social Network Analysis Methods and Techniques. doi:10.5772/intechopen.79041

Correa, C.D. (2017) History and Evolution of Social Network Visualization. In: Alhajj R., Rokne J. (eds) *Encyclopedia of Social Network Analysis and Mining*. Springer, New York, NY. https://doi.org/10.1007/978-1-4614-7163-9_102-1

Chinchilla-Rodríguez, Z., Miao, L., Murray Δ., , Robinson-García N., Costas, P., Sugimoto, R. (2018). A Global Comparison of Scientific Mobility and Collaboration According to National Scientific Capacities. In: *Frontiers in Research Metrics and Analytics*, 3, <https://doi.org/10.3389/frma.2018.00017>

Deb Roy, R., (2017) Decolonise science – time to end another imperial era. https://theconversation.com/decolonise-science-time-to-end-another-imperial-era-89189/?xid=PS_smithsonian [προσπελάστηκε 1/2/2021]

Díaz, S., Settele, J., Brondízio, E.S., Arneeth, A., Agard, J., Balvanera, P., Brauman, K.A., Butchart S.H.M., Chan, K.M.A., Garibaldi L.A., Ichii, K., Liu, J., Subramanian, S.M., Midgley G.F., Miloslavich P., Molnár Z., Obura, D., Pfaff, A., Polasky, S., Purvis, A., Razzaque J., Reyers, B., Chowdhury R.R., Shin, Y.J., Visseren-Hamakers, I., Willis K.J., Zayas C.N. (2019). Pervasive human-driven decline of life on Earth points to the need for transformative change. In: *Science*, 366(6471), doi: 10.1126/science.aax3100

El Khaled D., B.K., Novas, N., Gazquez Parra J.A., Manzano-Agugliaro, F. (2018) Dielectric and Bioimpedance Research Studies: A Scientometric Approach Using the Scopus Database, In: *Publications* 6(1): DOI: 10.3390/publications6010006

Eubank, S., Guclu, H., Anil Kumar, V.S., Marathe M.V., Srinivasan, A., Toroczka, Z., Wang N. (2004) Modelling disease outbreaks in realistic urban social networks. In: *Nature*, 429(6988), pp 80–184.

Gamborg, C., Palmer, C. & Sandoe, P. (2012) Ethics of Wildlife Management and Conservation: What Should We Try to Protect? In: *Nature Education Knowledge* 3(10):8

Cormier-Salem, M.C., Mainguy, G., (2014). Participatory governance of Marine Protected Areas: a political challenge, an ethical imperative, different trajectories. In: *S.A.P.I.E.N.S* [Online], 7.2 | 2014, Online since 22 April 2014, connection on 10 March 2021. URL: <http://journals.openedition.org/sapiens/1560>

Costello, M.J., Coll, M., Danovaro, R., Halpin, P., Ojaveer, H., Miloslavich, P. (2010) A Census of Marine Biodiversity Knowledge, Resources, and Future Challenges. In: *PLoS ONE* 5(8): e12110. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0012110>

Hanneman, A.R., Riddle, M., (2005) Introduction to social network methods. Eds. published in digital form at <http://faculty.ucr.edu/~hanneman/>

Hansen, D., Shneiderman, B., Smoth, M., R. (eds) (2010). Analysing Social Media Networks with NodeXL, eBook ISBN: 9780123822307, p.304

IPBES (2019): Summary for policymakers of the global assessment report on biodiversity and ecosystem services of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services. Díaz, S., Settele, J., Brondízio, E., T. Ngo, H.T., Guèze, M., Agard, J., Almut, A., Balvanera, P., Brauman, K., Butchart, S., Chan, K., Garibaldi L.A., Kazuhito Ichii (Japan), Liu, J., Subramanian S.M., Miloslavich, P., Molnár Z., Obura, D., Pfaff, A., Polasky, S., Purvis, A., Razzaque, J., Reyers, B., Chowdhury R.R., Shin Y.J., Visseren-Hamakers, I., Willis, K., Zayas, C. (eds) IPBES Secretariat, Bonn, Germany, pp.56

Katsanevakis, S., Mackelworth, P., Coll, M., Fraschetti, S., Mačić, V., Giakoumi, S., Jones, P.J.S., Levin, N., Albano, P.G., Badalamenti, F., Brennan, R.E., Claudet, J., Culibrk, D., D'Anna, G., Deidun, A., Evagelopoulos, A., García-Charton, J.A., Goldsborough, D., Holcer, D., Jimenez, C., Kark, S., Sørensen, T.K., Lazar, B., Martin, G., Mazaris, A.D., Micheli, F., Milner-Gulland, E.J., Pipitone, C., Portman, M.E., Pranovi, F., Rilov, G., Smith, R.J., Stelzenmüller, V., Vogiatzakis, I., Winters, G., (2017). Advancing marine conservation in European and contiguous seas with the MarCons Action. Research Ideas and Outcomes 3: e11884.

Katsanevakis, S., Levin, N., Coll, M., Giakoumi, S., Shkedi, D., Mackelworth, P., Levy, R., Velegrakis, A., Koutsoubas, D., Caric, H., Brokovich, E., Öztürk, B., Kark, S., (2015) Marine conservation challenges in an era of economic crisis and geopolitical instability: The case of the Mediterranean Sea. In: *Marine Policy* 51, pp.31–39. doi: 10.1016/j.marpol.2014.07.013

Luarn, P., Chiu Y.P. (2014). Influence of network density on information diffusion on social network sites: The mediating effects of transmitter activity. In: *SAGE* 32 (3) , pp. 389-397, <https://doi.org/10.1177/0266666914551072>

Ludwig, D., Mangel, M., Haddad, B. (2001). Ecology, Conservation and Public Policy. In: *Annu. Rev. Ecol. Syst.* 32, pp. 481-517

Mazaris, A.D., Gkazinou, C., Almpanidou, V., Balazs, G. (2017) The sociology of sea turtle research: evidence on a global expansion of co-authorship networks. In: *Biodivers Conserv* 27, pp. 1503-1516, <https://doi.org/10.1007/s10531-018-1506-1>

Martin, J.L., Maris, V., Simberloff, D.S. (2016) The need to respect nature and its limits challenges society and conservation science. In: *PNAS* 113(22), pp. 6105-6112 <https://doi.org/10.1073/pnas.1525003113>

Mika, P. (2004). Social Networks and the Semantic Web. In: *IEEE/WIC/ACM International Conference on Web Intelligence (WI'04)*, Beijing, China, 2004, pp. 285-291, <https://doi.org/10.1109/WI.2004.10039>

Ministry of Environment - Nature Conservation Bureau, Japan (2011): Marine Biodiversity Conservation Strategy, March 2011, Godoshosha No5, Kasumigaseki I-2-2, Chiyoda-ku, Tokyo, 100-8975, Japan, pp. 25

Minor, E.S., Urban D.L. (2008). A graph-theory framework for evaluating landscape connectivity and conservation planning. In: *Conserv Biol* 22(2) , pp. 297-307 <https://doi.org/10.1111/j.1523-1739.2007.00871.x>

Network Science – The Barabási-Albert Model: Albert-László Barabási (Ed.), <http://networksciencebook.com/chapter/0#introduction0> (προσπελάστηκε την 22/1/2021)

Newman, M.E., Ghoshal, G., (2008). Biocomponents and the Robustness of Networks to Failure. In: *Phys. Rev. Lett*, 100(13), pp.138701-138704 <https://doi.org/10.1103/PhysRevLett.100.138701>

Parsons, E. C., Favaro, B., Aguirre, A. A., Bauer, A. L., Blight, L. K., Cigliano, J. A., Coleman, M. A., Côté, I. M., Draheim, M., Fletcher, S., Foley, M. M., Jefferson, R., Jones, M. C., Kelaher, B. P., Lundquist, C. J., McCarthy, J. B., Nelson, A., Patterson, K., Walsh, L., Wright, A. J., Sutherland, W. J. (2014). Seventy-one important questions for the conservation of marine biodiversity. In: *Conservation biology* 28(5), pp. 1206–1214. <https://doi.org/10.1111/cobi.12303>

Paul, J., Basso, K., Gobi, R.L., Bilhar, A., (2018) The effect of co-authorship network density on the performance of postgraduate programs. In: *Brazilian Business Review* 16(6), pp. 576-588, <https://doi.org/10.15728/bbr.2019.16.6.3>

Pohl, C. (2008) From science to policy through transdisciplinary research. In: *Environmental science & policy*, 1, pp.46–53

Preparata, F., Wu, X., Yin, J., (Eds) (2008). An Incremental Feature Learning Algorithm Based on Least Square Support Vector Machine. In: *FAW 2008*, LNCS 5059, pp. 330–338, ISSN 0302-9743

Salmerón-Manzano, E, Manzano-Agugliaro, F. (2017) Worldwide scientific production indexed by Scopus on Labour Relations. In: *Publications* 5 (25), <https://doi.org/10.3390/publications5040025>

Sasvari, P., 2012, The Effects of Technology and Innovation on Society, In: *Journal of Information & Communication Technology*, Vol. 5, Issue 1, arXiv:1307.3911

Scardoni, G, Laudanna, C. (eds) (2012). Centralities based analysis of Complex Networks, In: *Tech*, book chapter, doi: 10.5772/35846

Scott, J., Carrington, P. (2011) The SAGE Handbook of Social Network Analysis, (eds), In: SAGE Publications, ISBN: 978-1-84787-395-8, p. 20.

Shimada, Y., Hirata, Y., Ikeguchi, T., Aihara K.. (2016) Graph distance for complex networks. In: *Scientific Reports* 6, 34944, <https://doi.org/10.1038/srep34944>

Sonnenwald, D.H. (2007). Scientific collaboration. In: *B. Cronin (Ed.), Annual Review of Information Science and Technology*, Vol. 41, pp. 643-681

Symeonidis, P., Tiakas, E., Manolopoulos, Y. (2010). Transitivity node similarity for link prediction in social networks with positive and negative links. In: *RecSys '10: Proceedings of the fourth ACM conference on Recommender systems*, pp. 183–190 <https://doi.org/10.1145/1864708.1864744>

Tian, L., Bashan, A., Shi, D.N., Liu, Y.Y., et al., (2017). Articulation Points in complex networks. In: *Nat Commun.*, 8 (14223), <https://doi.org/10.1038/ncomms14223>

Uddin, S., Hossain, L., Abbasi, A., Rasmussen, K., (2012) Trend and efficiency analysis of co-authorship network. In: *Scientometrics* 90, pp. 87-699 <https://doi.org/10.1007/s11192-011-0511-x>

Valente, T. W., Coronges, K., Lakon, C., & Costenbader, E. (2008). How Correlated Are Network Centrality Measures?. In: *Connections* (Toronto, Ont.), 28(1), pp.16–26

Vermeulen, N., Parker, J. N., & Penders, B. (2013). Understanding life together: a brief history of collaboration in biology. In: *Endeavour*, 37(3), pp. 162–171. <https://doi.org/10.1016/j.endeavour.2013.03.001>

White, L. Jr.. (1967). The Historical Roots of Our Ecologic Crisis, In: *Science*, 155(3767), pp. 1203-1207

Williams, R. (2010). Establishing general principles from little truths: lessons from marine mammal research. In: *Journal of Zoology*, 283 (1), pp. 1-2 , <https://doi.org/10.1111/j.1469-7998.2010.00768.x>

Yow, W.Q., Lim, T.Z.M. (2019) Sharing the same languages helps us work better together. In: *Palgrave Commun* 5, 154. <https://doi.org/10.1057/s41599-019-0365-z>