

Προβολή ερευνητικών αποτελεσμάτων Αριστοτελείου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης

Τεύχος #45
Απρίλιος 2024



Περιεχόμενα

HORIZON 2020

Δημιουργία Κέντρων Επιστήμης Πολιτών σε Ευρωπαϊκούς Ερευνητικούς και Χρηματοδοτικούς Οργανισμούς για την Προώθηση Θεσμικών Αλλαγών και Υπεύθυνης Έρευνας και Καινοτομίας στην Κοινωνία 3

Μια Πολυτροπική Εργαλειοθήκη που Βασίζεται σε TN και Ένα Διαλειτουργικό Αποθετήριο Ιατρικών Εικόνων για την Ενίσχυση της Ανάλυσης Εικόνων που Σχετίζονται με τη Διάγνωση, την Πρόβλεψη και την Παρακολούθηση του Καρκίνου 9

ΕΛΙΔΕΚ

Προηγμένα Νανοσύνθετα Προσοροφητικά για την Απομάκρυνση Ρύπων Υψηλού Σθένους από το Νερό 14

Πρόγραμμα PRIMA Εταιρική Σχέση για την Έρευνα και την Καινοτομία στην περιοχή της Μεσογείου Εθνικά 2014-2020

Ενίσχυση των Υπηρεσιών του Οικοσυστήματος Μέσω της Βιοποικιλότητας στα Μεσογειακά Γεωργικά Συστήματα Καλλιέργειας 23

ΕΣΠΑ 2014-2020 , Επιχειρησιακό Πρόγραμμα «Κεντρική Μακεδονία»

Σύσταση Βέλτιστων Μονοπατιών με Πολλαπλά Κριτήρια "Βέλτιστα Μονοπάτια" 30

Δημιουργία Κέντρων Επιστήμης Πολιτών σε Ευρωπαϊκούς Ερευνητικούς και Χρηματοδοτικούς Οργανισμούς για την Πρώθηση Θεσμικών Αλλαγών και Υπεύθυνης Έρευνας και Καινοτομίας στην Κοινωνία

Ευστράτιος Στυλιανίδης
Καθηγητής
Τμήμα Μηχανικών Χωροταξίας &
Ανάπτυξης
sstyl@auth.gr

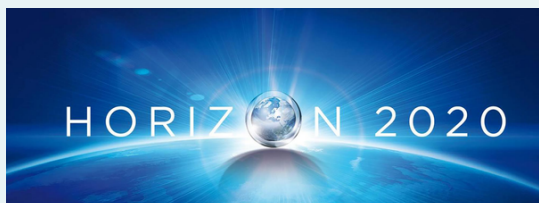


Σύντομη Περίληψη

Το Ευρωπαϊκό έργο INCENTIVE είχε ως πρωταρχικό στόχο τον εντοπισμό και την προώθηση βιώσιμων θεσμικών αλλαγών που απαιτούνται για την ίδρυση Κόμβων Επιστήμης των Πολιτών (Κόμβοι ΕτΠ) σε Ευρωπαϊκούς Ερευνητικούς Οργανισμούς και Πανεπιστήμια. **Οι Κόμβοι ΕτΠ είναι δομές πλήρως ενσωματωμένες στο σύστημα διακυβέρνησης και λειτουργίας των πανεπιστημίων, με κύρια αποστολή τους να εκκινούν, εφαρμόζουν και συντονίζουν διαδικασίες συμμετοχικής έρευνας και καινοτομίας σε τοπικό, περιφερειακό, εθνικό και ευρωπαϊκό επίπεδο.** Προσφέρουν ανοικτά σε ολόκληρο το οικοσύστημα καινοτομίας (προσωπικό, φοιτητές, πολίτες, ΜΚΟ, επιχειρήσεις, φορείς τοπικής αυτοδιοίκησης) το απαραίτητο περιβάλλον, εργαλεία και πόρους που χρειάζονται για να οργανώσουν και να υλοποιήσουν τις δικές τους έρευνες, βασισμένες στις αρχές της «Επιστήμης των Πολιτών». Στην υλοποίηση του έργου συμμετείχαν συνολικά 9 εταίροι από 7 Ευρωπαϊκές χώρες.

Πλαίσιο Χρηματοδότησης:

Horizon 2020, Science with and for Society



Λέξεις Κλειδιά:

citizen science, engagement, participation, responsible research and innovation

Διάρκεια Έργου:

01/02/2021- 31/01/2024

Μέλη Ερευνητικής Ομάδας:

Αθηνά Βακάλη, Καθηγήτρια

Κωνσταντίνος Καρατζάς, Καθηγητής

Αντώνης Μαζάρης, Αναπληρωτής Καθηγητής

Ευαγγελία Μιχαλούδη, Αναπληρώτρια Καθηγήτρια

Ιωάννης Ταβαντζής, Υποψήφιος Διδάκτωρ

Αικατερίνη Μπακούση, Μεταπτυχιακή Φοιτήτρια

Αικατερίνη Στάμου, Μεταδιδακτορική Ερευνήτρια

Βασίλειος Ψωμιάδης, Μεταδιδακτορικός Ερευνητής

Εύα Παράσχου, Μεταπτυχιακή Φοιτήτρια

Ευάγγελος Μπαγκής, Υποψήφιος Διδάκτωρ

Ερευνητικά Αποτελέσματα

- Χαρτογράφηση – καταγραφή των επιστημονικών πρωτοβουλιών στον τομέα της ΕτΠ που (συν)σχεδιάζονται από Ευρωπαϊκούς ερευνητικούς οργανισμούς σε όλο τον κόσμο.
- Εντοπισμός καλών πρακτικών σε παγκόσμια κλίμακα προκειμένου να καταγραφούν και να αναλυθούν ποιοι παράγοντες ευνοούν ή παρεμποδίζουν την ίδρυση και τη λειτουργία πρωτοβουλιών ΕτΠ.
- Ίδρυση και λειτουργία του Κόμβου ΕτΠ ΑΠΘ με απόφαση της Συγκλήτου ΑΠΘ.
- Σχεδιασμός και υλοποίηση δράσεων και πιλοτικών εφαρμογών ΕτΠ μέσω του Κόμβου ΕτΠ ΑΠΘ στους ερευνητικούς - επιστημονικούς τομείς της πληροφορικής, παραπληροφόρησης, χαρτογραφίας, περιβάλλοντος - ποιότητας αέρα και βιοποικιλότητας.
- Οργάνωση και υλοποίηση διαδικτυακών σεμιναρίων και εργαστηρίων για την ενημέρωση και την εκπαίδευση μελών της ακαδημαϊκής κοινότητας αλλά και του κοινωνικού συνόλου.
- Σχεδιασμός και ανάπτυξη ενός μεθοδολογικού οδηγού και μίας ψηφιακής εργαλειοθήκης που θα λειτουργούν ως «πιλότος ίδρυσης» νέων δομών ΕτΠ, παρουσιάζοντας παράλληλα υφιστάμενα ερευνητικά αποτελέσματα και καλές πρακτικές.
- Σύσταση του Συμβουλίου Ενδιαφερομένων (Stakeholders Board) του Κόμβου ΕτΠ ΑΠΘ με φορείς της τοπικής κοινωνίας, βασισμένη στον τετραπλό έλικα (Quadruple Helix).
- Υπογραφή Σύμφωνου Συνεργασίας με τους υπόλοιπους Κόμβους ΕτΠ που ιδρύθηκαν στο πλαίσιο του έργου, προκειμένου η συνεργασία των οργανισμών στον τομέα της ΕτΠ να συνεχιστεί και μετά την ολοκλήρωση του έργου.
- Εγγραφή και συμμετοχή του ΑΠΘ στο δίκτυο μελών της European Citizen Science Association (ECSA).
- Συμμετοχή της ερευνητικής ομάδας με εκπρόσωπο του Συμβουλίου Ενδιαφερομένων του Κόμβου ΕτΠ ΑΠΘ σε συζήτηση στρογγυλής τραπέζης -σε ευρωπαϊκό επίπεδο-, σχετική με την ΕτΠ, την χάραξη πολιτικής και πως μπορούν να πραγματοποιηθούν θεσμικές αλλαγές και αντιμετώπιση προκλήσεων σε οργανισμούς.
- Συμμετοχή σε επιστημονικά συνέδρια με στόχο την ανάδειξη της ΕτΠ, της νέας δομής του ΑΠΘ και των ερευνητικών αποτελεσμάτων του έργου.
- Προβολή, παρουσίαση και διάχυση των ερευνητικών αποτελεσμάτων που προέκυψαν στην ακαδημαϊκή κοινότητα και την τοπική κοινωνία.

Παραδείγματα εφαρμογών

“ Το Ευρωπαϊκό έργο *INCENTIVE* είχε ως πρωταρχικό στόχο τον εντοπισμό και την προώθηση βιώσιμων θεσμικών αλλαγών που απαιτούνται για την ίδρυση Κόμβων Επιστήμης των Πολιτών (Κόμβοι ΕτΠ) σε Ευρωπαϊκούς Ερευνητικούς Οργανισμούς και Πανεπιστήμια. ”

Το έργο *INCENTIVE* εστίασε στη δημιουργία Κόμβων ΕτΠ, οι οποίοι λειτουργούν ως διασυνδεδετικοί φορείς μεταξύ της ακαδημαϊκής κοινότητας, των πολιτών και των επιχειρήσεων. Αυτοί οι κόμβοι μπορούν να έχουν διάφορες εφαρμογές και να προωθούν την καινοτομία και τη συμμετοχική έρευνα σε διάφορους τομείς, όπως για παράδειγμα:

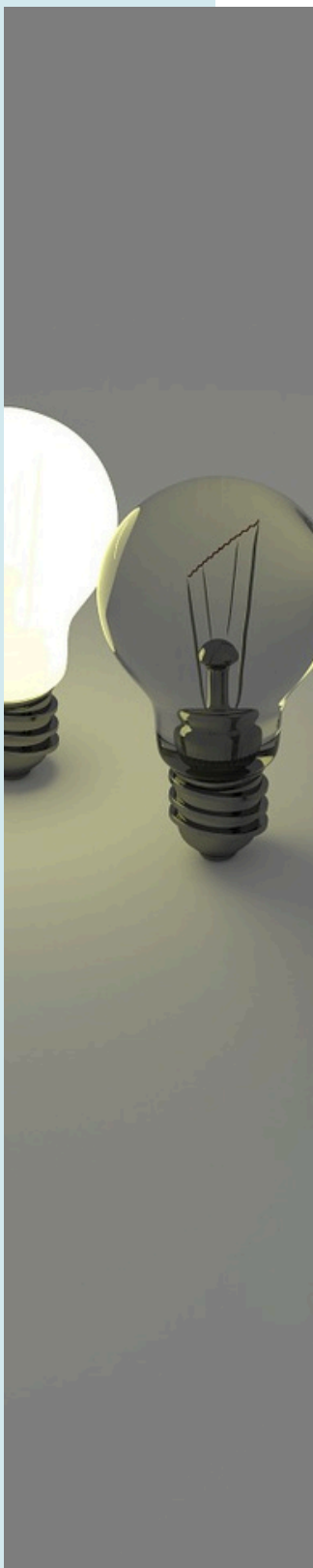
Περιβαλλοντική βιωσιμότητα: διενέργεια έρευνας σε τοπικά περιβαλλοντικά θέματα, όπως η ποιότητα του αέρα. Μέσω συνεργασιών με πολίτες, ερευνητές και αρχές, μπορούν να προωθήσουν πρωτοβουλίες για τη βελτίωση του περιβάλλοντος.

Κοινωνική πρόνοια: διενέργεια έρευνας σχετικά με κοινωνικά θέματα, όπως η φτώχεια ή η πρόσβαση σε υπηρεσίες υγείας. Στην περίπτωση αυτή, οι εμπλεκόμενοι μπορούν να αναπτύξουν προγράμματα που προάγουν την κοινωνική πρόνοια και την ενσωμάτωση.

Οικονομική ανάπτυξη: διενέργεια έρευνας για την ανάπτυξη της οικονομίας, όπως η ανάπτυξη του τουρισμού. Η συνεργασία των επιχειρήσεων με φορείς τοπικής αυτοδιοίκησης, μπορεί να αποφέρει πολιτικές που υποστηρίζουν την ανάπτυξη και τη δημιουργία θέσεων εργασίας.

Παιδεία και κατάρτιση: ένα Κόμβος ΕτΠ μπορεί να εστιάσει σε θέματα εκπαίδευσης και κατάρτισης, όπως η ανάπτυξη δεξιοτήτων για την αγορά εργασίας. Μέσω συνεργασιών με εκπαιδευτικούς, μαθητές και επιχειρήσεις, μπορούν να διαμορφωθούν προγράμματα που ενισχύουν την εκπαίδευση και την επαγγελματική κατάρτιση.

Καινοτομία και τεχνολογία: Στην περίπτωση αυτή οι Κόμβοι ΕτΠ μπορούν να επικεντρωθούν στην προώθηση της καινοτομίας και της τεχνολογίας μέσω διαφόρων πρωτοβουλιών, όπως είναι για παράδειγμα η προώθηση της ψηφιακής εκπαίδευσης. Οι εμπλεκόμενοι φορείς μπορούν να συμβάλουν στην ανάπτυξη νέων ιδεών και προϊόντων που θα ενισχύσουν την κοινωνία και την οικονομία.



Σχετικές Δημοσιεύσεις

Skarzauskiene, A., Mačiulienė, M., Wildevuur, S., van den Berg, M., Bakratsas, T., Psaltoglou, A., Stylianidis, E., Tavantzis, I., Karatzas, K. (2023). Developing citizen science ecosystem: critical factors for quadruple helix stakeholders engagement. *Journal of Enterprising Communities: People and Places in the Global Economy*, Emerald Publishing Limited 1750-6204. DOI 10.1108/JEC-08-2022-0116.

Tavantzis, I., Bakousi, A., Stamou, A., Stylianidis, E., Evangelidou, E., Nagkoulis, N., Grizos, K., & Vlachopanagiotis, T. (2023). Engaging citizens in environmental health monitoring. *Citizen Science 4 Health Conference 2023*.

Psomiadis, V.G., Bakousi, A., Tavantzis, I., Karatzas, K., Vakali, A., Mazaris, A. & Stylianidis. (2022). Setting the scene for co-creating Citizen Science Hubs. *ECSA Conference 2022*.

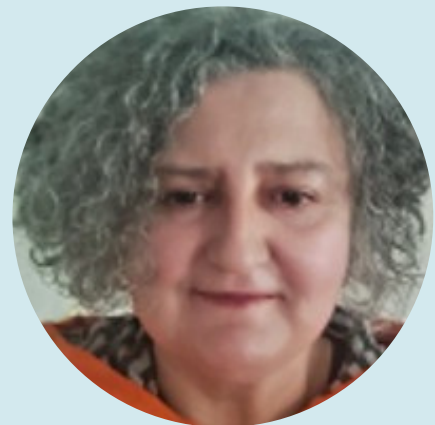
Skarzauskiene, A., Mačiulienė, M., Wildevuur, S., van den Berg, M., Bakratsas, T., Psaltoglou, A., Styliandis, E., Karatzas, K., Skondras, A., Tavantzis, I. (2022). Developing citizen science ecosystem for social change: Critical Factors for quadruple helix stakeholders' engagement, *European Citizen Science Association (ECSA) 2022 Conference - Citizen science for planetary health*.

Skondras, A., Karachaliou, E., Tavantzis, I., Tokas, N., Angelidou, M., Stylianidis, E. (2022). Global Citizen Science Programs and Their Contribution to the Sustainable Development Goals. In A. Pego (Ed.), *Climate Change, World Consequences, and the Sustainable Development Goals for 2030* (pp. 132-151). IGI Global. <https://doi.org/10.4018/978-1-6684-4829-8.ch007>.

Skarzauskiene, A., Mačiulienė, A., Psaltoglou, A., Bakratsas, T., van den Berg, M., Wildevuur, S., Stylianidis, E., Tavantzis, I. (2022). Developing citizen science ecosystem for social change: Critical Factors for quadruple helix stakeholders' engagement, *16th Academy of Innovation, Entrepreneurship and Knowledge (ACIEK) Conference - Greening, Digitizing and Redefining Aims in an Uncertain and Finite World*.

Μια Πολυτροπική Εργαλειοθήκη που Βασίζεται σε ΤΝ και Ένα Διαλειτουργικό Αποθετήριο Ιατρικών Εικόνων για την Ενίσχυση της Ανάλυσης Εικόνων που Σχετίζονται με τη Διάγνωση, την Πρόβλεψη και την Παρακολούθηση του Καρκίνου

Ιωάννα Χουβαρδά
Αναπληρώτρια Καθηγήτρια
Τμήμα Ιατρικής
ioannach@auth.gr



Σύντομη Περίληψη

Με βάση την αυξανόμενη ποσότητα και διαθεσιμότητα των συλλεγόμενων απεικονιστικών δεδομένων καρκίνου και την ανάπτυξη νέων τεχνολογικών εργαλείων με βάση την Τεχνητή Νοημοσύνη (TN) και τη Μηχανική Μάθηση (ML), ο πρωταρχικός στόχος του INCISIVE, έργου 42 μηνών, αφορούσε στην βελτίωση της διάγνωσης και της πρόβλεψης του καρκίνου με χρήση τεχνητής νοημοσύνης και μεγάλων δεδομένων.

Για να γίνει αυτό, το INCISIVE σχεδίασε, ανέπτυξε και επικύρωσε:

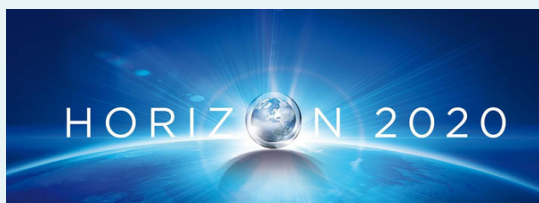
1. μια εργαλειοθήκη βασισμένη σε TN με σκοπό της βελτίωσης της λήψης αποφάσεων,
2. ένα αποθετήριο ιατρικών εικόνων και συνοδών κλινικών δεδομένων, που επιτρέπουν την ασφαλή και κοινή χρήση δεδομένων σε συμμόρφωση με τις ηθικές και νομικές απαιτήσεις.

Τα μοντέλα INCISIVE για τον καρκίνο του πνεύμονα, του μαστού, του προστάτη και του παχέος εντέρου αναπτύχθηκαν χρησιμοποιώντας απεικονιστικά βιολογικά και κλινικά δεδομένα καρκίνου, που έγιναν διαθέσιμα από 5 χώρες ΕΕ, και αξιολογήθηκαν σε μελέτες επικύρωσης.

<https://incisive-project.eu/>.

Πλαίσιο Χρηματοδότησης:

Horizon 2020, Societal Challenges, Health, demographic change and wellbeing



Λέξεις Κλειδιά:

cancer imaging repositories, AI for decision making, challenges in cancer clinical routine

Διάρκεια Έργου:

01/10/2020- 31/03/2024

Μέλη Ερευνητικής Ομάδας:

Δημήτρης Φίλος

Αλεξάνδρα Κοσβύρα

Όλγα Τσαβέ

Δημήτρης Φωτόπουλος

Ιωάννης Λαδάκης

Μαρία Λελεγιάννη

Σοφία Παπαιωάννου

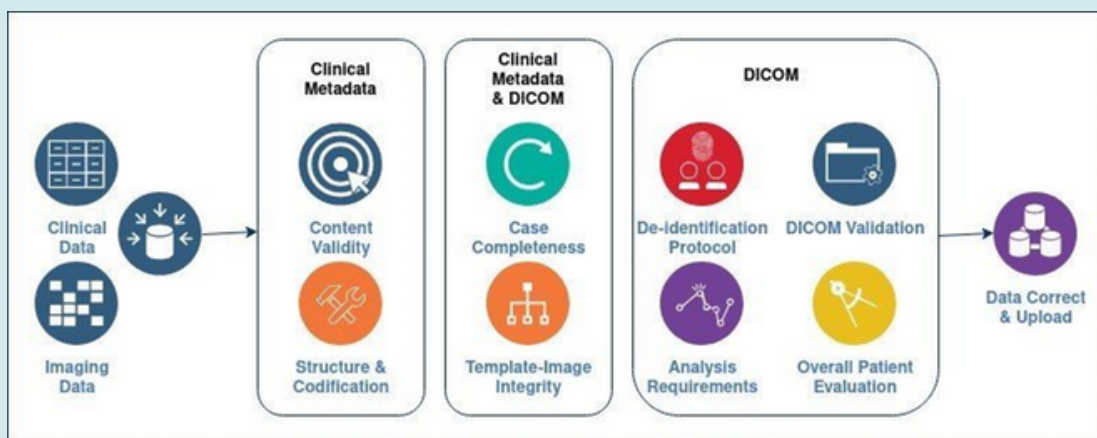
Κατερίνα Ξυνού

Στέφανος Φοινίτσης

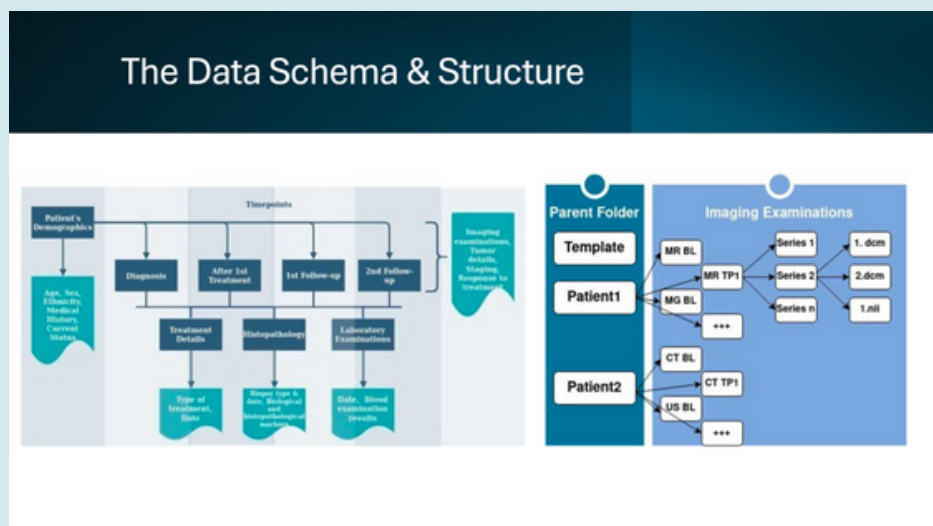
Ερευνητικά Αποτελέσματα

Τα αποτελέσματα που αφορούν περισσότερο την ομάδα του ΑΠΘ είναι:

- συλλογή δεδομένων καρκίνου του μαστού, πνεύμονα και παχέος εντέρου που έχουν ενταχθεί στο INCISIVE repository και θα αξιοποιηθούν πολύπλευρα, και μέσω του European Cancer Imaging Repository (EUCAIM),
- ανάπτυξη μεθοδολογίας για την ενοποίηση δεδομένων που προέρχονται από πολλαπλές πηγές
- ανάπτυξη εργαλείου για τον έλεγχο ποιότητας των απεικονιστικών και κλινικών δεδομένων, που θα αξιοποιηθεί και επεκταθεί και σε άλλα έργα,
- μεθοδολογία και κώδικας ελέγχου/επικύρωσης των δεδομένων αποθετηρίου, που θα αξιοποιηθεί και επεκταθεί και σε άλλα έργα,
- ολοκληρωμένη μεθοδολογία ανάλυσης και 3 μοντέλα μηχανικής μάθησης που βασίζονται σε απεικονιστικά και κλινικά δεδομένα, για τη σταδιοποίηση καρκίνου πνεύμονα, πρόβλεψη μετάστασης καρκίνου πνεύμονα και ταξινόμηση κλινικά σημαντικού καρκίνου του προστάτη, με διάφορες εκδοχές και προεκτάσεις σε κάθε μοντέλο (και σχετική τεχνογνωσία



Data Quality Check Tool



Παραδείγματα εφαρμογών

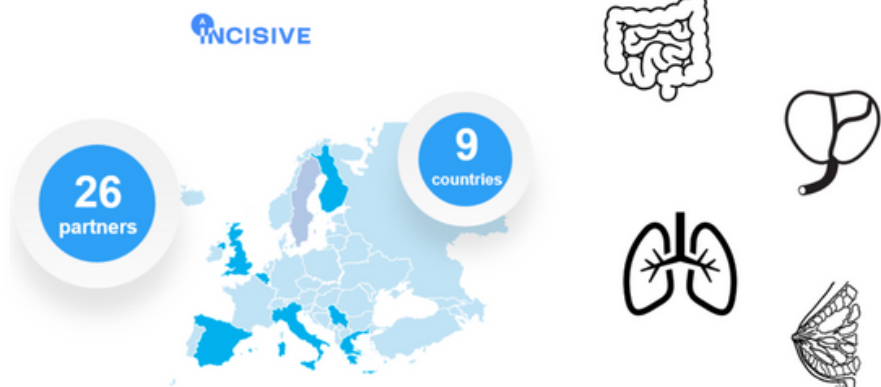
“ Τα μοντέλα *INCISIVE* για τον καρκίνο του πνεύμονα, του μαστού, του προστάτη και του παχέος εντέρου αναπτύχθηκαν χρησιμοποιώντας απεικονιστικά βιολογικά και κλινικά δεδομένα καρκίνου, που έγιναν διαθέσιμα από 5 χώρες ΕΕ, και αξιολογήθηκαν σε μελέτες επικύρωσης. ”

Τα αποτελέσματα μπορούν να αξιοποιηθούν με ποικίλους τρόπους:

1. τα δεδομένα θα επαναχρησιμοποιηθούν για ερευνητικούς και εκπαιδευτικούς σκοπούς,
2. το εργαλείο ελέγχου ποιότητας θα εξελιχθεί και θα διατεθεί προς (ελεγχόμενη) χρήση για την προετοιμασία δεδομένων για ερευνητικά αποθετήρια, πχ μέσω EUCAIM.

Όσον αφορά στα μοντέλα που αναπτύχθηκαν, θα μπορούσαν τα πιο αξιόλογα από αυτά να χρησιμοποιηθούν κλινικά. Για παράδειγμα το μοντέλο πρόβλεψης της μετάστασης δίνει πληροφορία που θα βοηθούσε στην παρακολούθηση του ασθενή, ή το μοντέλο σταδιοποίησης βοηθά σε αποφάσεις για τη θεραπευτική προσέγγιση.

Radiomics and cancer research



Σχετικές Δημοσιεύσεις

A. Kosvira, D. Filos, D. Fotopoulos, T. Olga and I. Chouvarda, "Towards Data Integration for AI in Cancer Research," 2021 43rd Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine & Biology Society (EMBC), Mexico, 2021, pp. 2054-2057, doi: 10.1109/EMBC46164.2021.9629675. keywords: {Data privacy;Protocols;Statistical analysis;Semantics;Data integration;Tools;Data models}.

A. Kosvira, D. Filos, D. Fotopoulos, O. Tsave and I. Chouvarda, "Data Quality Check in Cancer Imaging Research: Deploying and Evaluating the DIQCT Tool," 2022 44th Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine & Biology Society (EMBC), Glasgow, Scotland, United Kingdom, 2022, pp. 1053-1057, doi: 10.1109/EMBC48229.2022.9871018.

Kondylakis H, Ciarrocchi E, Cerda-Alberich L, Chouvarda I, Fromont LA, Garcia-Aznar JM, Kalokyri V, Kosvira A, Walker D, Yang G, Neri E; the AI4HealthImaging Working Group on metadata models**. Position of the AI for Health Imaging (AI4HI) network on metadata models for imaging biobanks. Eur Radiol Exp. 2022 Jul 1;6(1):29. doi: 10.1186/s41747-022-00281-1. PMID: 35773546; PMCID: PMC9247122.

Lazic, I.; Agullo, F.; Ausso, S.; Alves, B.; Barelle, C.; Berral, J.L.; Bizopoulos, P.; Bunduc, O.; Chouvarda, I.; Dominguez, D.; et al. The Holistic Perspective of the INCISIVE Project —Artificial Intelligence in Screening Mammography. Appl. Sci. 2022, 12, 8755. <https://doi.org/10.3390/app12178755>.

Ntzioni E, Chouvarda I. Combining Machine Learning and Network Analysis Pipelines: The Case of Microbiome and Metabolomics Data in Colorectal Cancer. Stud Health Technol Inform. 2022 Jan 14;289:489-490. doi: 10.3233/SHTI210965. PMID: 35062198.

Fotopoulos D., Filos D., Xinou E. and Chouvarda, I., Towards Lung Cancer Staging via Multipositional Radiomics and Machine Learning, Proceedings of the 16th International Joint Conference on Biomedical Engineering Systems and Technologies - BIOSIGNALS, ISBN 978-989-758-631-6; ISSN 2184-4305, pages 317-324. DOI: 10.5220/0011781500003414.

O. Tsave et al., "Data Validation in Cancer Imaging Repositories: the INCISIVE Approach*," 2023 IEEE EMBS Special Topic Conference on Data Science and Engineering in Healthcare, Medicine and Biology, Malta, 2023, pp. 75-76, doi: 10.1109/IEEECONF58974.2023.10404109.

Dimitris Filos, Dimitris Fotopoulos, Maria Anastasia Rouni, and Ioanna Chouvarda, Machine learning-based whole gland radiomics analysis for prostate cancer classification, 21st International Symposium on Biomedical Imaging, May 2024.

Προηγμένα Νανοσύνθετα Προσροφητικά για την Απομάκρυνση Ρύπων Υψηλού Σθένους από το Νερό

Κωνσταντίνος Συμεωνίδης
Μεταδιδακτορικός Ερευνητής
Τμήμα Χημικών Μηχανικών
ksime@physics.auth.gr



Σύντομη Περίληψη

Το έργο MagnoSorb στοχεύει στην ανάπτυξη μιας νέας κατηγορίας προσροφητικών για πόσιμο νερό, και ειδικότερα για την απομάκρυνση ανόργανων ρύπων υψηλού σθένους όπως το χρώμιο, το μολυβδαίνιο και το σελήνιο, βασισμένη σε χαμηλού κόστους νανοσύνθετα μαγνητικά υλικά με συνδυασμό φάσεων Sn και Fe. Η ερευνητική προσπάθεια εστιάστηκε στη σύνθεση νανοσωματιδίων μαγνητικού οξειδίου σιδήρου (Fe_3O_4) τα οποία ενσωματώθηκαν σε σφαιρικές δομές υδροξυ-οξειδίου κασσιτέρου. Τα υλικά με τη βέλτιστη απόδοση στην απομάκρυνση εξασθενούς χρωμίου, χρησιμοποιήθηκαν για το σχεδιασμό και τη λειτουργία πιλοτικής μονάδας επεξεργασίας ρυπασμένου νερού που αποτελείται από έναν αντιδραστήρα επαφής και ένα μαγνητικό διαχωριστή ανάκτησης των νανοϋλικών. Τέλος, αναπτύχθηκε μια ολοκληρωμένη προσέγγιση για την προώθηση της χρήσης τους στην τεχνολογία νερού επιβεβαιώνοντας την απουσία κυτταροτοξικότητας και περιβαλλοντικού αντίκτυπου, και εξετάζοντας τη δυνατότητα αναγέννησης και ανάκτησης των βαρέων μετάλλων.

Πλαίσιο Χρηματοδότησης:

ΕΛΙΔΕΚ, 2η Προκήρυξη Ερευνητικών έργων
ΕΛ.ΙΔ.Ε.Κ. για την ενίσχυση
Μεταδιδακτορικών Ερευνητών/τριών



Λέξεις Κλειδιά:

εξασθενές χρώμιο, νανοσωματίδια, προσροφητικά, πόσιμο νερό, μαγνητικός διαχωρισμός, hexavalent chromium, nanoparticles, adsorbents, drinking water, magnetic separation

Διάρκεια Έργου:

27/11/2020- 26/03/2024

Μέλη Ερευνητικής Ομάδας:

Κωνσταντίνος Συμεωνίδης, Μεταδιδακτορικός ερευνητής, Εργαστήριο Αναλυτικής Χημείας, Τμήμα Χημικών Μηχανικών

Κυριακή Καλαϊτζίδου, Μεταδιδακτορική ερευνήτρια, Εργαστήριο Αναλυτικής Χημείας, Τμήμα Χημικών Μηχανικών

Νικόλαος Μανιώτης, Μεταδιδακτορικός ερευνητής, Εργαστήριο Αναλυτικής Χημείας, Τμήμα Χημικών Μηχανικών

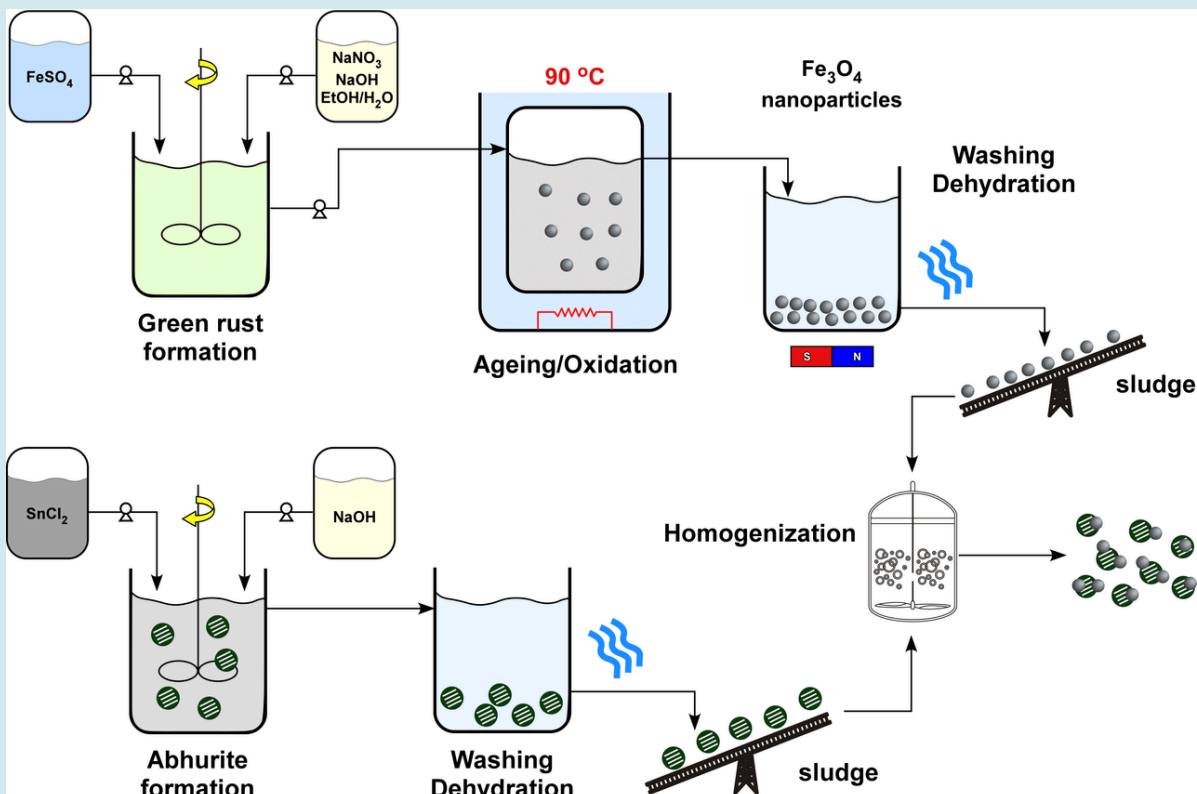
Θεοπούλα Ασημακίδου, Υποψήφια διδάκτορας, Εργαστήριο Αναλυτικής Χημείας, Τμήμα Χημικών Μηχανικών

Φανή Πινακίδου, ΕΔΙΠ, Τμήμα Φυσικής

Ερευνητικά Αποτελέσματα

Στο πλαίσιο του ερευνητικού έργου αναπτύχθηκε ένα σύνθετο νανοϋλικό που αποτελείται από σφαιρικές δομές υδροξυ-οξειδίου κασσιτέρου με κρυσταλλική δομή αμπχουρίτη ($\text{Sn}_{21}\text{O}_6(\text{OH})_{14}\text{Cl}_{16}$) πάνω στην επιφάνεια των οποίων εναποτέθηκαν νανοσωματίδια μαγνητίτη (Fe_3O_4). Η διαμόρφωση αυτή επιτρέπει τη διατήρηση υψηλής αναγωγικής ικανότητας λόγω της παρουσίας δισθενούς κασσιτέρου, και ταυτόχρονα, εξασφαλίζει μαγνητική απόκριση που προέρχεται από τα νανοσωματίδια Fe_3O_4 . Για τη σύνθεση του νανοςύνθετου προσροφητικού υλικού, πραγματοποιήθηκε ο παράλληλος σχηματισμός κάθε φάσης με χημική ιζηματοποίηση αλάτων κασσιτέρου και σιδήρου, αντίστοιχα, υπό ελεγχόμενες συνθήκες pH και οξειδωτικού δυναμικού, ενώ στη συνέχεια ακολούθησε η ανάμιξή τους με ομοιογενοποίηση υψηλής ενέργειας. Η διαδικασία σχηματισμού του νανοςύνθετου Fe_3O_4 /αμπχουρίτη βελτιστοποιήθηκε ώστε να είναι δυνατή η παραγωγή του σε συνεχή λειτουργία στην εργαστηριακή πιλοτική μονάδα που κατασκευάστηκε.

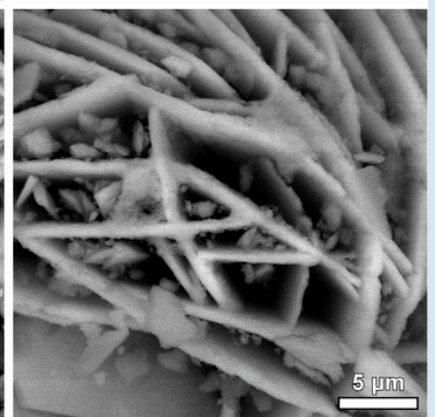
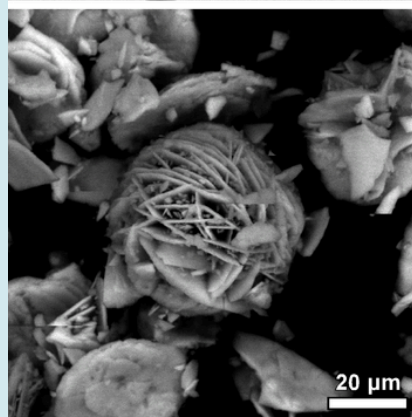
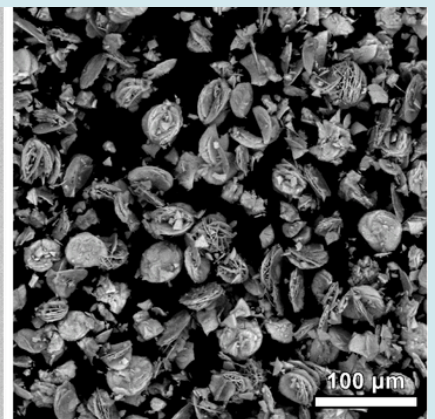
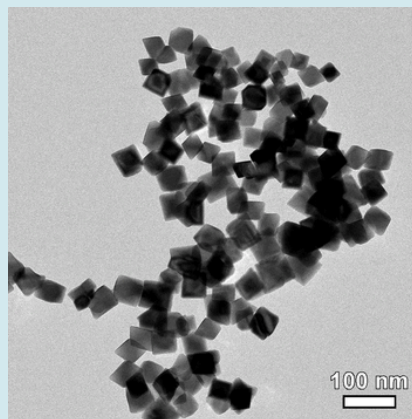
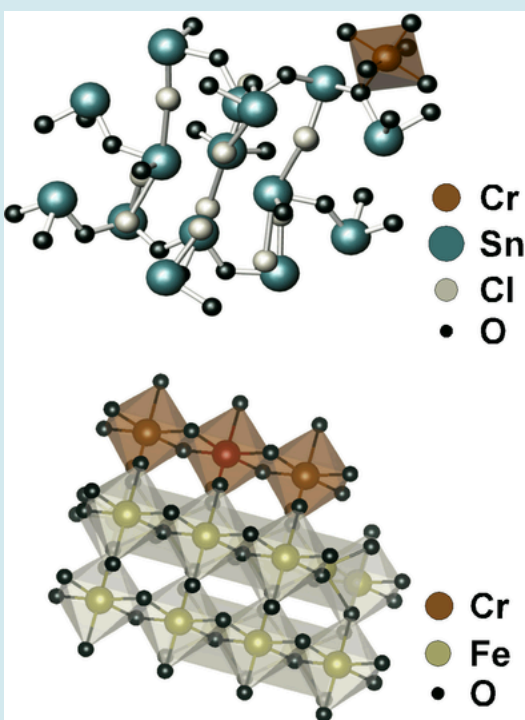
Η απόδοση του νανοςύνθετου υλικού ως προσροφητικό δέσμευσης βαρέων μετάλλων από το νερό εξετάστηκε για τις περιπτώσεις του εξασθενούς χρωμίου, του μολυβδαινίου και του σεληνίου. Τα εργαστηριακά πειράματα σε φυσικό νερό με συγκεντρώσεις βαρέων μετάλλων αντίστοιχες με εκείνες που συναντώνται σε ρυπασμένες περιοχές, έδειξαν εξαιρετικά υψηλές τιμές προσροφητικής ικανότητας που ειδικά για την απομάκρυνση εξασθενούς χρωμίου ξεπερνούν τα 7 mg/g διατηρώντας ταυτόχρονα την υπολειμματική συγκέντρωση κάτω από το επικείμενο όριο ποσιμότητας (25 µg/L). Από την μελέτη των μηχανισμών συγκράτησης διαπιστώθηκε η αναγωγική δράση του αμπχουρίτη για τη μετατροπή του εξασθενούς χρωμίου στην τρισθενή αδιάλυτη μορφή του, η οποία ενσωματώνεται στην εξωτερική στοιβάδα του προσροφητικού με μη αντιστρεπτό τρόπο.



Ερευνητικά Αποτελέσματα

Με βάση τα χαρακτηριστικά του σύνθετου προσροφητικού που προέκυψε με ενσωμάτωση 10 %κ.β. νανοσωματιδίων Fe_3O_4 έγινε σχεδιασμός μιας διάταξης εφαρμογής της σχετικής τεχνολογίας που περιλαμβάνει έναν αντιδραστήρα ανάμιξης του ρυπασμένου νερού και του προσροφητικού με χρόνο επαφής γύρω στα 45 min, και ένα σύστημα μαγνητικού διαχωρισμού για την ανάκτηση του στερεού και την παροχή του επεξεργασμένου νερού με προδιαγραφές ποσιμότητας. Η μαγνητική δέσμευση του προσροφητικού Fe_3O_4 /αμπχουρίτη πραγματοποιήθηκε σε διάταξη που λειτουργεί με τη περιστροφή ενός δίσκου με μόνιμους μαγνήτες εντός του δοχείου συλλογής της εκροής από τον αντιδραστήρα επαφής.

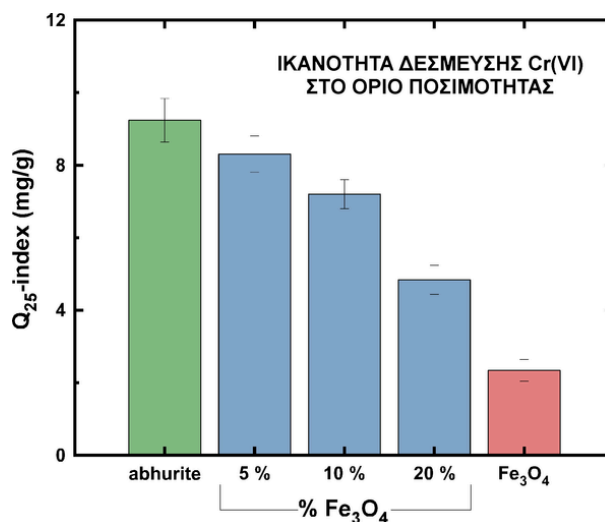
Για το υλικό που προέκυψε μετά τη χρήση του για απομάκρυνση εξασθενούς χρωμίου βρέθηκε από πειράματα κυτταροτοξικότητας ότι είναι ασφαλές τόσο για την υγεία του ανθρώπου όσο και για υδρόβιους οργανισμούς σε περίπτωση κατάποσης εξασφαλίζοντας τη συμμόρφωση με τον κανονισμό για χρήση νέων υλικών σε συστήματα επεξεργασίας πόσιμου νερού. Επιπλέον, η χημική σταθερότητά μετά τη χρήση που επιβεβαιώθηκε με δοκιμές εκπλυσιμότητας, επιτρέπει τη διαχείρισή του ως αδρανές στερεό απόβλητο. Στο τελευταίο μέρος του έργου, αναπτύχθηκε ένα σχέδιο για την αναγέννηση των συστατικών του προσροφητικού Fe_3O_4 /αμπχουρίτη και αναδόμησή του στην αρχική κατάσταση μέσω ενός κύκλου διαλυτοποίησης και ιζηματοποίησης, ενώ παράλληλα επιτυγχάνεται και η ανάκτηση του χρωμίου σε τεχνολογικά αξιοποιήσιμη μορφή. Κατά αυτόν τον τρόπο, το MagnoSorb συμβάλει στην ανάδειξη ενός καινοτόμου και ανταγωνιστικού προϊόντος με υψηλή απόδοση καθαρισμού νερού από εξασθενές χρώμιο, συνδυάζοντας χαμηλό κόστος παραγωγής, εύκολη εφαρμογή με χαμηλή ενεργειακή κατανάλωση και επιπλέον επαναχρησιμοποίηση των συστατικών του με υιοθέτηση μιας προσέγγισης κυκλικής οικονομίας.



Παραδείγματα εφαρμογών

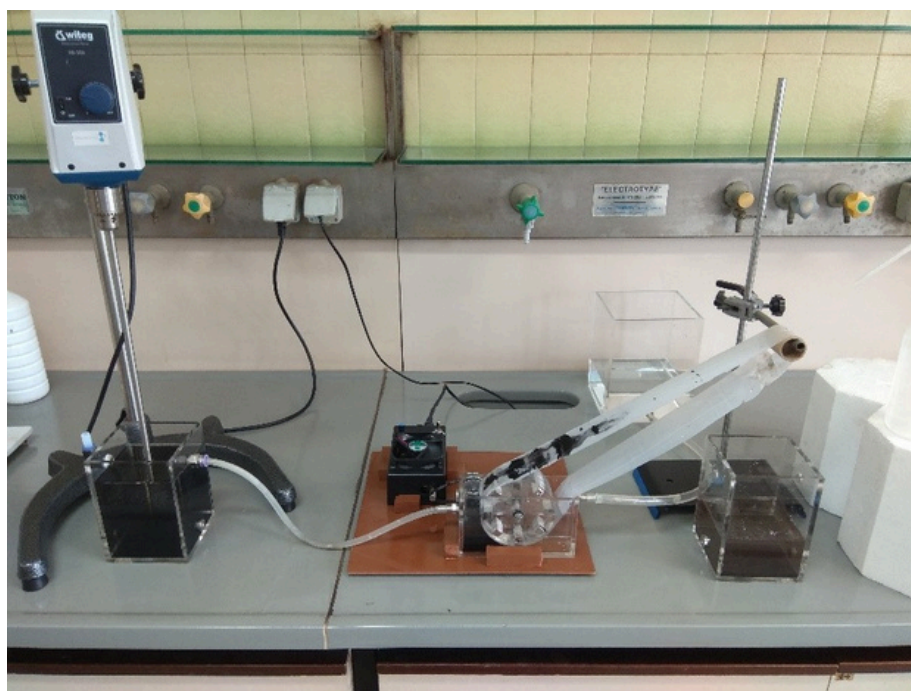
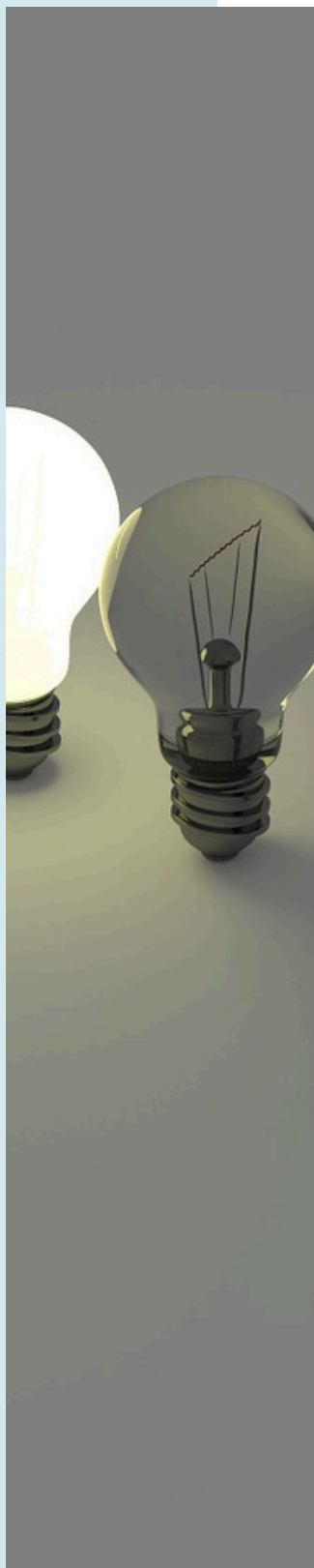
“ Η ερευνητική προσπάθεια εστιάστηκε στη σύνθεση νανοσωματιδίων μαγνητικού οξειδίου σιδήρου (Fe_3O_4) τα οποία ενσωματώθηκαν σε σφαιρικές δομές υδροξυ-οξειδίου κασσιτέρου. ”

Η εξακρίβωση της τοξικότητας του εξασθενούς χρωμίου καθώς και άλλων βαρέων μετάλλων υψηλού σθένους, που προκαλείται από την κατανάλωση πόσιμου νερού, έχει οδηγήσει πολύ πρόσφατα στην ενσωμάτωση αυστηρότερων περιορισμών όσον αφορά τη συγκέντρωσή τους στα δίκτυα ύδρευσης. Ειδικότερα, στις χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης επίκειται η εφαρμογή νέου ορίου ποσιμότητας 25 $\mu\text{g/L}$ από το 2036 που αναμένεται να φέρει στο περιθώριο αρκετές πηγές υδροδότησης εφόσον δεν υπάρχει ακόμα διαθέσιμη τεχνολογία καθαρισμού από κάποιο προσροφητικό υλικό με χρήση φίλτρων. Το προτεινόμενο υλικό με συνδυασμό αναγωγικής και μαγνητικής φάσης, που αναπτύχθηκε στο πλαίσιο του έργου, διαθέτει όχι μόνο υψηλή ικανότητα δέσμευσης εξασθενούς χρωμίου κάτω από το επερχόμενο όριο ποσιμότητας, αλλά συνδυάζει χαμηλό κόστος παραγωγής ενώ η εφαρμογή του είναι δυνατό να γίνει με απευθείας προσθήκη στο προς επεξεργασία νερό και ανάκτησή του με εφαρμογή μαγνητικού πεδίου, στοιχείο που μειώνει σημαντικά την ενέργεια που θα χρειαζόταν για τη λειτουργία φίλτρου καθαρισμού.



Επομένως, το προσροφητικό υλικό μπορεί να εισαχθεί απευθείας στο ρυπασμένο νερό και αφού δεσμεύσει εκλεκτικά το εξασθενές χρωμίου να αφαιρεθεί καθώς το νερό διέρχεται κοντά από μια διάταξη ισχυρών μαγνητών. Το απλό αυτό σύστημα μπορεί να σχεδιαστεί σε διάφορες κλίμακες και να λειτουργήσει είτε σε κεντρικές μονάδες επεξεργασίας πόσιμου νερού είτε για οικιακή χρήση εξασφαλίζοντας πλήρη απομάκρυνση των ρύπων.

Ως υλικό, το προσροφητικό Fe_3O_4 /αμπχουρίτη παρουσιάζει μηδαμινή τοξικότητα για την ανθρώπινη υγεία και το περιβάλλον και το γεγονός αυτό σε συνδυασμό με την ασφαλή απόρριψή του μετά τη χρήση, προσδίδει μεγάλες πιθανότητες για εμπορική αξιοποίηση σε διεθνές επίπεδο.



**Εργαστήριο
Αναλυτικής
Χημείας**

Πολυτεχνική Σχολή | Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

magnosor 

Σχετικές Δημοσιεύσεις

Δημοσιεύσεις σε περιοδικά με κριτές:

Editorial: Technologies Developing in Heavy Metals' Removal from Water, K. Simeonidis, M. Mitrakas.
Water 2021, 13, 860.

Tuning the Fe(II)/hydroxide Ratio during Synthesis of Magnetite Nanoparticles to Maximize Cr(VI) Uptake Capacity, K. Kalaitzidou, E. Chioti, T. Asimakidou, D. Karfaridis, G. Vourlias, M. Mitrakas, K. Simeonidis.
Water 2022, 14, 1335.

Biomass-derived nanocomposites: A critical evaluation of their performance towards the capture of inorganic pollutants, K. Simeonidis, E. Kokkinos, E. Kaprara, A. Zouboulis.
Book: Nanobiosorbents for decontamination of water, air and soil pollution, Chapter 25, Elsevier.

Analytical Approaches of Magnetic Hybrid Nanoparticles Using Numerical Modelling and Simulation Tools, N. Maniotis, K. Simeonidis.
Handbook of Magnetic Hybrid Nanoalloys and Their Nanocomposites, Springer Nature.

Optimization of tin oxyhydroxide-decorated biochar for improved hexavalent chromium uptake from drinking water, T. Asimakidou, D. Karfaridis, K. Kalaitzidou, K. Simeonidis, K. Chrissafis.
Journal of Environmental Chemical Engineering 2022, 10 108051.

A Rotary Magnetic Separator Integrating Nanoparticle-Assisted Water Purification: Simulation and Laboratory Validation, N. Maniotis, K. Kalaitzidou, E. Asimoulas, K. Simeonidis.
Journal of Water Process Engineering, 2023, 53 103825.

Exploiting redox reaction mediated by Fe₃O₄ nanoparticles to control Cr(VI) presence in drinking water, T. Asimakidou, K. Kalaitzidou, Z. Tsingenopoulou, C. Martinez-Boubeta, A. Venegas-Gomez, F. J. Teran, Lluís Balcells and K. Simeonidis.
Nanotechnology for Environmental Engineering, 2024.

Magnetically-assisted removal of selenium and molybdenum from water using iron oxyhydroxides, K. Kalaitzidou, N. Maniotis, M. Pyliotis, A. Lantas, T. Asimakidou, C. Virgiliou, K. Simeonidis, M. Mitrakas.
Journal of Water Process Engineering 2024, 58 104915.

Σχετικές Δημοσιεύσεις

Tin Oxide Nanoparticles via Solar Vapor Deposition for Hexavalent Chromium Remediation, K. Simeonidis, K. Kalaitzidou, T. Asimakidou, C. Martinez-Boubeta, A. Makridis, A. Haeussler, G. Vourlias, LI Balcells.
ACS Applied Nanomaterials 2023, 6 13902.

Ανακοινώσεις σε επιστημονικά συνέδρια:

Spanish Conference on Biomedical Applications of Nanomaterials SBAN-2021
Optimizing oxidative precipitation parameters for synthesizing Fe_3O_4 nanocrystals with improved magnetic hyperthermia performance.

International Conference on Raw Materials and Circular Economy
Uptake of high-valent heavy metals from water by magnetite nanoparticles.

5th EuChemS Conference on Green and Sustainable Chemistry
Agricultural-derived biochars decorated with tin hydroxides as Cr(VI) adsorbents from drinking water.

12th International Conference on Magnetic and Supercontacting Materials
Tuning synthesis of Fe_3O_4 nanoparticles for maximum Cr(VI) uptake from polluted water
Microwave-assisted large-scale synthesis approach for Fe_3O_4 nanoparticles
Development of Fe_3O_4 -decorated Sn-hydroxide nanocomposites for advanced Cr(VI) capture in drinking water.

3NANO Nanoscience, Nanotechnology and Nanobiotechnology
Numerical investigation of magnetic nanoparticles clearance from drinking water using a rotating magneto-mechanical device
A continuous-flow process for the rapid synthesis of Fe_3O_4 nanoparticles using microwaves
Magnetically-driven iron oxy-hydroxides for selenium uptake from water
Sustainable tin-based biochar nanocomposite for hexavalent chromium removal from drinking water
Adopting magnetite nanoparticles synthesis into drinking water treatment requirements: The case of hexavalent chromium.

Σχετικές Δημοσιεύσεις

European Materials Research Society 2023 Spring Meeting

An in-line magnetic separation system for the recovery of water adsorbents: Simulation and laboratory validation

Microwave assisted continuous-flow synthesis of magnetic nanoparticles for metabolites detection

Development of Fe_3O_4 -decorated Sn-hydroxide nanocomposites for advanced Cr(VI) capture in drinking water

Enhanced Cr(VI) uptake from drinking water using biochar-based nanocomposites.

13th Joint European Magnetic Symposia JEMS-2023

Optimization of a microwave-assisted continuous-flow setup for rapid

Fe_3O_4 nanoparticles synthesis

Implementing tin-loaded magnetic nanoparticles in drinking water treatment practices.

XXXVII Panhellenic Conference on Solid State Physics and Materials Science

Magnetically recoverable nanoparticles for the removal of hexavalent chromium from water: Simulating the separation route

Development of Fe_3O_4 -decorated Sn-hydroxide nanocomposites for advanced Cr(VI) capture in drinking water.

13th International Conference on Instrumental Methods of Analysis

Development of Fe_3O_4 -decorated Sn-hydroxide nanocomposites for advanced Cr(VI) capture in drinking water.

4th International Conference on Nanomaterials Applied to Life Sciences

An automated system for fast and sustainable synthesis of magnetic nanoparticles

Implementing Fe_3O_4 -biochar based adsorbents for Cr(VI) uptake.

Ενίσχυση των Υπηρεσιών του Οικοσυστήματος Μέσω της Βιοποικιλότητας στα Μεσογειακά Γεωργικά Συστήματα Καλλιέργειας

Χρήστος Δόρδας
Καθηγητής
Τμήμα Γεωπονίας
chdordas@agro.auth.gr



Σύντομη Περίληψη

Το συγκεκριμένο έργο μελέτησε το γεγονός ότι η γεωργία που βασίζεται στη μεγάλη βιοποικιλότητα, παρέχει αποτελεσματικά τις υπηρεσίες του οικοσυστήματος και μπορεί να αντικαταστήσει τις εξωτερικές εισροές που χρησιμοποιούνται στα σύγχρονα καλλιεργητικά συστήματα και προάγει τη βιωσιμότητα και την ανθεκτικότητα του αγροοικοσυστήματος.

Στο έργο μελετήθηκαν τρία συστήματα παραγωγής:

1. συστήματα καλλιέργειας φυτών μεγάλης καλλιέργειας,
2. αμπελώνες και
3. ελαιώνες.

Το έργο εξέτασε τη συμβατική και την παραδοσιακή γεωργία, καθώς και συστήματα ξηρικής γεωργίας και αρδευόμενων καλλιεργειών που βρίσκονται σε έξι χώρες. Το έργο ανέλυσε τη μεγάλη διαφοροποίηση των ειδών με βάση:

1. την επανεισαγωγή των ψυχανθών σε συστήματα αμειψισποράς,
2. την εισαγωγή καλλιεργειών εδαφοκάλυψης,
3. τη χρήση συστημάτων συγκαλλιέργειας σιτηρών και ψυχανθών, και
4. την αγροδασοκομία για συστήματα με βάση την καλλιέργεια της ελιάς.

Πλαίσιο Χρηματοδότησης:

Πρόγραμμα PRIMA Εταιρική Σχέση για την Έρευνα και την Καινοτομία στην περιοχή της Μεσογείου Εθνικά 2014-2020



Λέξεις Κλειδιά:

αγροοικολογία, υψηλή βιοποικιλότητα, υπηρεσίες οικοσυστήματος, γονιμότητα εδάφους, κοινωνικοοικονομική αξιολόγηση, μοντελοποίηση καλλιεργειών και εδάφους, γεωργικά πειράματα, προσαρμοσμένα είδη και γενότυποι, ανθεκτικότητα στην κλιματική αλλαγή

Διάρκεια Έργου:

01/10/2020 - 31/03/2024

Μέλη Ερευνητικής Ομάδας:

Αναστάσιος Λιθουργίδης, Διευθυντής του Αγροκτήματος

Γεώργιος Μενεξές, Καθηγητής

Χρυσάνθη Πάνκου, Μεταδιδάκτορας

Ανδρέας Μιχαλίτσης, Υποψήφιος Διδάκτορας

Πασχάλης Παπακαλούδης, Υποψήφιος Διδάκτορας

Ερευνητικά Αποτελέσματα

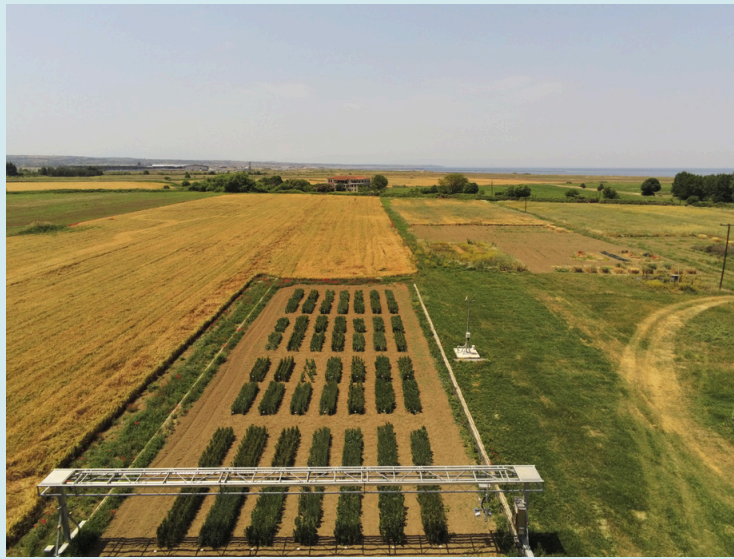
Τα συστήματα αυξημένης βιοποικιλότητας που μπορούν να χρησιμοποιηθούν στις ελληνικές συνθήκες είναι η μακροχρόνια αμειψισπορά, η συγκαλλιέργεια και τα συστήματα αγροδασοπονίας. Η χρήση διαφορετικών φυτικών ειδών ως καλλιέργειες κάλυψης σε ελαιώνες, αμπελώνες, άλλα και τα συστήματα συγκαλλιέργειας μπορεί να επηρεάσουν θετικά στην αύξηση των αποδόσεων, προσδίδοντας μια σημαντική οικονομική ενίσχυση στον παραγωγό.

Επιπλέον, συμβάλουν συγχρόνως στη βελτίωση της ποιότητας των παραγόμενων προϊόντων καθώς και στην αειφορική διαχείριση του αγροοικοσυστήματος. Τα συστήματα αυξημένης βιοποικιλότητας έχουν υψηλές αποδόσεις και έχουν αρχίσει να εφαρμόζονται και προτείνονται στην Κοινή Αγροτική Πολιτική (ΚΑΠ). Παρόλα αυτά υπάρχει η ανάγκη συνεργασίας μεταξύ των γεωργών και των γεωπόνων για τη χάραξη κοινών στρατηγικών/αποφάσεων και την αύξηση του αντικτύπου τους και την αντιμετώπιση των προβλημάτων παραγωγής. Ακόμη, υπάρχει έλλειψη διάχυσης της ερευνητικής γνώσης σε όλους τους αγρότες. Επίσης, οι ποικιλίες των φυτών που θα χρησιμοποιηθούν σε συστήματα αυξημένης βιοποικιλότητας θα πρέπει να μπορούν να προσαρμοστούν στις συγκεκριμένες συνθήκες. Τα χαρακτηριστικά των φυτών που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την αξιολόγηση των γενοτύπων σε συστήματα υψηλής βιοποικιλότητας είναι το ύψος των φυτών, ο δείκτης φυλλικής επιφάνειας, ο χρόνος ωρίμανσης, τα συστατικά απόδοσης (αριθμός στάχων και αριθμός λοβών ανά φυτό, αριθμός σπόρων ανά στάχυ και αριθμός σπόρων ανά λοβό) και η απόδοση σε βιομάζα και σε σπόρο.



Ερευνητικά Αποτελέσματα

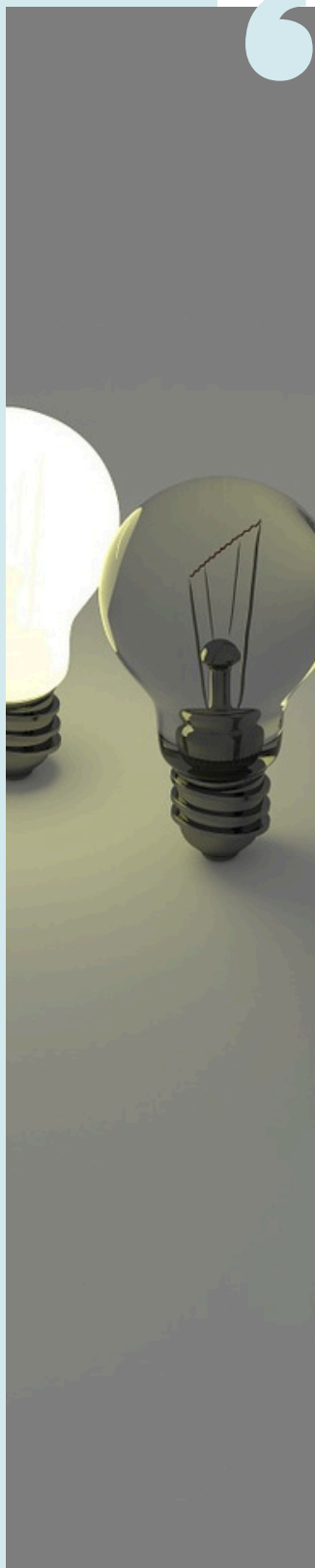
Συμπερασματικά, φαίνεται ότι υπάρχουν εναλλακτικά συστήματα καλλιέργειας που μπορούν να συμβάλλουν στη διατήρηση της αειφορίας και της βιοποικιλότητας των αγρο-οικοσυστημάτων. Ειδικότερα, οι γεωργοί επιλέγοντας τις κατάλληλες ποικιλίες και εφαρμόζοντας ένα πρότυπο ορθών γεωργικών τεχνικών που είναι προσαρμοσμένες πάνω σε αυτά τα συστήματα καλλιέργειας, όπως προαναφέρθηκε, μπορούν να αποκομίσουν αυξημένες αποδόσεις, και επομένως αυξημένο οικονομικό κέρδος, εντασσόμενοι πάντα στο πνεύμα της αειφορίας. Προκειμένου, όμως όλα αυτά να γίνουν πραγματικότητα, απαιτείται επιπλέον έρευνα, με συνεχή πειραματισμό, καθώς και ενέργειες διασύνδεσης και μεταφοράς της γνώσης από την επιστήμη στους ανθρώπους του πρωτογενούς τομέα.



Παραδείγματα εφαρμογών

Το έργο εξέτασε τη συμβατική και την παραδοσιακή γεωργία, καθώς και συστήματα ξηρικής γεωργίας και αρδευόμενων καλλιεργειών που βρίσκονται σε έξι χώρες.

Τα συστήματα αυξημένης βιοποικιλότητας μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε όλα τα καλλιεργητικά συστήματα που εφαρμόζονται στην Ελλάδα και να αντικαταστήσουν τη μονοκαλλιέργεια και τη συνεχή καλλιέργεια. Επίσης, μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε οπωρώνες και αμπελώνες και να έχουν ευεργετικά αποτελέσματα για τον παραγωγό και το περιβάλλον.



Σχετικές Δημοσιεύσεις

Άρθρα σε Επιστημονικά Περιοδικά (Ενδεικτικά):

Michalitsis, Andreas, Paschalis Papakaloudis, Chrysanthi Pankou, Anastasios Lithourgidis, George Menexes, and Christos Dordas. 2024. "Effect of Cultivar on Faba Bean–Wheat Intercrop Productivity under a Mediterranean Environment" *Agronomy* 14, no. 1: 70. <https://doi.org/10.3390/agronomy14010070>.

Laure Hossard, Louise Blanc, Fatima Lambarraa-Lehnhardt, Christos Dordas, Paschalis Papakaloudis, Andreas Michalitsis, Jorge Lampurlanes, Mourad Latati, Rima Touama, Omar Kherif, Raphael Métral, Daniel Plaza-Bonilla, 2024. Co-design of diversified cropping systems in the Mediterranean area, *European Journal of Agronomy*, Volume 153, 127050, <https://doi.org/10.1016/j.eja.2023.127050>.

Ferdous Rezgui, Fatima Lambarraa-Lehnhardt, Louise Blanc, Daniel Plaza Bonilla, Jorge Lampurlanés, Christos Dordas, Paschalis Papakaloudis, Andreas Michalitsis, Mourad Latati, Amina Raggas, Sonoko D. Bellingrath-Kimura, Carsten Paul, Moritz Reckling, Diversifying Mediterranean cereal-based farming systems improves their agri-environmental, social and economic performance. *Agricultural System* (submitted).

Δημοσιεύσεις σε Διεθνή Συνέδρια (Ενδεικτικά): Συνέδρια

Michalitsis A., Rezgui F., Lambarraa-Lehnhardt F., Papakaloudis P., Laskari M., Deligiannis E., Dordas C. 2023. Sustainability assessment of highly biodiversified farming systems: multicriteria assessment of Greek arable crops. 17th International Conference of the Hellenic Association of Agricultural Economists (ETAGRO 2023) 2-3 November 2023, Thessaloniki, Greece.

Papakaloudis P., Michalitsis A., Laskari M., Deligiannis E., Lambarraa-Lehnhardt F., Dordas C. 2023. Co-design and co-evaluation of traditional and highly biodiversity-based cropping systems in mediterranean area. 17th International Conference of the Hellenic Association of Agricultural Economists (ETAGRO 2023) 2-3 November 2023, Thessaloniki, Greece.

Μιχαλίτσης Α., Παπακαλούδης Π., Λάσκαρη Μ., Δεληγιάννης Ε., Δόρδας Χ. 2023. Εφαρμογή συγκαλλιέργειας σιταριού και ψυχανθούς σε σύστημα αμειψισποράς. 31ο Συνέδριο της Ελληνικής Εταιρείας της Επιστήμης των Οπωροκηπευτικών 29 Οκτωβρίου - 2 Νοεμβρίου 2023, Ηράκλειο, Ελλάδα.

Σχετικές Δημοσιεύσεις

Michalitsis A., Papakaloudis P., Pankou C., Lithourgidis A., Menexes G., Dordas C. 2023. Comparative assessment of cereal and legume intercropping systems. 3rd Global Congress on Climate Change (GCCC 2023) 13-14 September 2023, Barcelona, Spain.

Papakaloudis P., Pankou C., Michalitsis A., Lithourgidis A., Koundouras S., Menexes G., Dordas C. 2023. Evaluation of using monoculture and intercropping systems as cover crops for a sustainable vineyard management. 3rd Global Congress on Climate Change (GCCC 2023) 13 -14 September 2023, Barcelona, Spain.

Μιχαλίτσης, Α., Παπακαλούδης, Π., Πάνκου, Χ., Λιθουργίδης, Α., Μενεξές, Γ., Δόρδας, Χ., 2022. Συγκριτική αξιολόγηση συστημάτων συγκαλλιέργειας σιτηρών και ψυχανθών. 18ο Πανελλήνιο Συνέδριο Ελληνικής Επιστημονικής Εταιρείας Γενετικής Βελτίωσης Φυτών, 05-07 Οκτωβρίου, Βόλος, Ελλάδα.

Μιχαλίτσης, Α., Παπακαλούδης, Π., Πάνκου, Χ., Λιθουργίδης, Α., Μενεξές, Γ., Δόρδας, Χ., 2022. Αξιολόγηση συστημάτων μονοκαλλιέργειας και συγκαλλιέργειας σε αγροοικοσυστήματα ελιάς. 18ο Πανελλήνιο Συνέδριο Ελληνικής Επιστημονικής Εταιρείας Γενετικής Βελτίωσης Φυτών, 05-07 Οκτωβρίου, Βόλος, Ελλάδα.

Πάνκου, Χ., Παπακαλούδης, Π., Μιχαλίτσης, Α., Λιθουργίδης, Α., Μενεξές, Γ., Δόρδας, Χ., 2022. Αξιολόγηση ποικιλιών κουκιού και μαλακού σιταριού σε συστήματα συγκαλλιέργειας. 18ο Πανελλήνιο Συνέδριο Ελληνικής Επιστημονικής Εταιρείας Γενετικής Βελτίωσης Φυτών, 05-07 Οκτωβρίου, Βόλος, Ελλάδα.

Παπακαλούδης, Π., Πάνκου, Χ., Μιχαλίτσης, Α., Λιθουργίδης, Α., Κουνδουράς, Σ., Μενεξές, Γ., Δόρδας, Χ., 2022. Αειφορική διαχείριση αμπελώνα με τη χρήση συστημάτων συγκαλλιέργειας. 18ο Πανελλήνιο Συνέδριο Ελληνικής Επιστημονικής Εταιρείας Γενετικής Βελτίωσης Φυτών, 05-07 Οκτωβρίου, Βόλος, Ελλάδα.

Σύσταση Βέλτιστων Μονοπατιών με Πολλαπλά Κριτήρια "Βέλτιστα Μονοπάτια"

Κωνσταντίνος Κοτρόπουλος
Καθηγητής
Τμήμα Πληροφορικής
costas@csd.auth.gr



Σύντομη Περίληψη

Το έργο «Optimal Path» ανέπτυξε καινοτόμες εφαρμογές σύστασης βέλτιστων δρομολογίων για σχολικές και τουριστικές μετακινήσεις, οι οποίες στηρίζονται σε προηγμένες τεχνικές που συνδυάζουν τα πλεονεκτήματα παραλλαγών του αλγορίθμου A* (π.χ. NAMOA) και των αλγορίθμων προσανατολισμού. Αναπτύχθηκαν αλγόριθμοι δρομολόγησης με μηχανισμό προσοχής, γενετικά μοντέλα συναγωγής μονοπατιών GRETEL που στηρίζονται σε νευρωνικά δίκτυα γραφημάτων μετασχηματίζοντας το γράφημα στο δυαδικό υπεργράφημα. Προτάθηκαν μηχανισμοί διαφυγής από αδιέξοδα στη νευρωνική παραλλαγή του αλγορίθμου Bellman-Ford. Πέρα από τα οδικά δίκτυα, οι τεχνικές νευρωνικών δικτύων σε γραφήματα εφαρμόστηκαν στο συναφές πρόβλημα πρόβλεψης συνδέσμου για πλοήγηση στη Wikipedia. Στο έργο συνεργάστηκαν η Εταιρεία 3ΠΙ Συστήματα Πληροφορικής Α.Ε. και η Ερευνητική Ομάδα Επεξεργασίας Σήματος και Ανάλυσης Πληροφοριών του Εργαστηρίου Τεχνητής Νοημοσύνης και Ανάλυσης Πληροφοριών του Τμήματος Πληροφορικής του Α.Π.Θ.

Πλαίσιο Χρηματοδότησης:

ΕΣΠΑ 2014-2020, Επιχειρησιακό Πρόγραμμα
«Κεντρική Μακεδονία»

Λέξεις Κλειδιά:

αλγόριθμος δρομολόγησης με μηχανισμούς προσοχής, νευρωνικό δίκτυο γραφημάτων GRETEL, νευρωνική παραλλαγή του αλγορίθμου Bellman-Ford, πλοήγηση σε οδικά δίκτυα και στη Wikipedia, learning to route with attention mechanisms, graph neural network GRETEL, neural variant of bellman-ford, navigation in road networks and wikipedia

Διάρκεια Έργου:

08/10/2021- 20/03/2024

Μέλη Ερευνητικής Ομάδας:

Αναστασία - Σωτηρία Τούφα, Πτυχιούχος Πληροφορικής, Ερευνήτρια
Μάρθα Σωτηρούδη, Μαθηματικός, Υποψήφια Διδάκτωρ, Ερευνήτρια
Ιωάννης Τσιγγαλής, Πτυχιούχος Πληροφορικής, Υποψήφιος Διδάκτωρ, Ερευνητής
Χαράλαμπος-Ραφαήλ Μεδεντζίδης, Ηλεκτρολόγος Μηχανικός & Μηχανικός Υπολογιστών, Ερευνητής
Σπυρίδων Δρακάκης, Πτυχιούχος Πληροφορικής

Ερευνητικά Αποτελέσματα

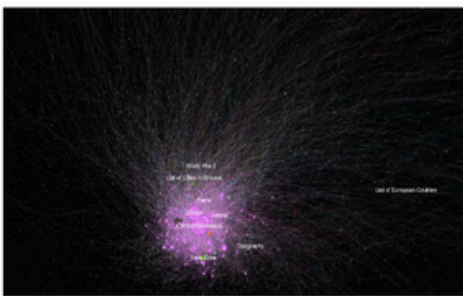
Αναπτύχθηκαν καινοτόμες εφαρμογές για τη σύσταση βέλτιστων μονοπατιών για σχολικά και τουριστικά λεωφορεία, οι οποίες βασίζονται σε προηγμένες τεχνικές που αξιοποιούν τεχνικές νευρωνικών δικτύων σε γραφήματα αναλύοντας τα ίχνη διαδρομών, όπως οι μηχανισμοί προσοχής (attention models) και τα νευρωνικά δίκτυα γραφημάτων (π.χ. το μοντέλο GRETEL). Η δρομολόγηση με μηχανισμούς προσοχής εφαρμόστηκε σε δεδομένα πλοήγησης στη Θεσσαλονίκη (ΟΑΣΘ). Αξιοποιώντας την έννοια του δυαδικού υπεργραφήματος προτάθηκε η παραλλαγή Dual GRETEL για να εξαχθούν χαρακτηριστικά που συλλαμβάνουν πιο πολύπλοκες αλληλεπιδράσεις μεταξύ των δεδομένων (π.χ. στίγματα γεωεντοπισμού). Χρησιμοποιήθηκε ο αλγόριθμος βελτιστοποίησης δεύτερης τάξης Ada-Hessian για να βελτιωθούν οι επιδόσεις του αλγορίθμου Dual GRETEL.

Επιπλέον, μελετήθηκε ένα μοντέλο νευρωνικού δικτύου περάσματος μηνύματος (message passing), η νευρωνική υλοποίηση του αλγορίθμου Bellman Ford, για την εύρεση της συντομότερης διαδρομής από μια μοναδική αφετηρία. Προτάθηκε μηχανισμός ανόρθωσης από αδιέξοδα.

Πέρα από τα οδικά δίκτυα, εφαρμόστηκαν οι αλγόριθμοι GRETEL και Dual GRETEL στο συναφές πρόβλημα της πρόβλεψης συνδέσμων για πλοήγηση σ' ένα πυκνό και ένα αραιό γράφημα για την Κεντρική Μακεδονία από τη Wikipedia.

OPTIMAL PATHS

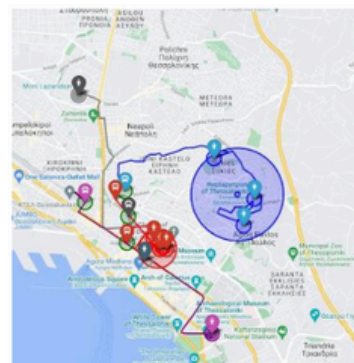
The project has developed innovative applications for recommending optimal routes for school and tourist buses, which rely on advanced techniques that combine the advantages of variants of the A* algorithm (e.g., NAMOA*) and orientation algorithms. In addition, neural network techniques have been leveraged on graphs to solve the problem of finding optimal paths by analyzing route traces, such as attention mechanisms and graph neural networks (i.e., GRETEL). Moreover, a message-passing neural network model, the Neural Bellman Ford network, has been studied for the single source shortest path problem. Beyond road networks, neural network techniques on graphs have been applied to the related problem of link prediction for Wikipedia navigation.



Sparse Wikipedia Central Macedonia graph

DEMOS

Using attention mechanism to solve tourist bus routing with dynamic capacity control. Number of buses: 10. Capacity: 30 passengers. 4 clusters are created with color red, blue, gray, purple. All but the red cluster require 1 route. For the red, 2 routes are needed, so an additional bus is used.



Path inference from navigational data in Thessaloniki



Παραδείγματα εφαρμογών

“Αξιοποιώντας την έννοια του δυαδικού υπεργραφήματος προτάθηκε η παραλλαγή *Dual GRETEL* για να εξαχθούν χαρακτηριστικά που συλλαμβάνουν πιο πολύπλοκες αλληλεπιδράσεις μεταξύ των δεδομένων (π.χ. στίγματα γεωεντοπισμού).”

Μελετήθηκαν διάφορα σενάρια δρομολόγησης σχολικών και τουριστικών λεωφορείων με στατικό και δυναμικό έλεγχο χωρητικότητας. Στο πρόβλημα δρομολόγησης τουριστικών λεωφορείων με δυναμικό έλεγχο χωρητικότητας ορίζοντας έναν αριθμό λεωφορείων, τη χωρητικότητα καθενός λεωφορείου και τον αριθμό των επιβατών που αποβιβάζονται/επιβιβάζονται στις στάσεις, προσδιορίζεται μια ομαδοποίηση των στάσεων. Σε κάθε ομάδα ανατίθεται ένα λεωφορείο. Αν απαιτηθούν π.χ. δύο δρομολόγια σε μια ομάδα, εκχωρείται ένα δεύτερο λεωφορείο.

Η τεχνολογία σύστασης βέλτιστης δρομολόγησης οχημάτων μπορεί να επεκταθεί στη δρομολόγηση στόλου φορτηγών σε εφαρμογές επιμελητείας (logistics).

Επιπροσθέτως, οι ίδιοι αλγόριθμοι χρησιμοποιήθηκαν στην πρόβλεψη μονοπατιού για πλοήγηση στη Wikipedia.



OPTIMAL PATH

Ιστοσελίδα : <https://optimal-paths.web.auth.gr/>

Σχετικές Δημοσιεύσεις

M. Sotiroudi, A.-S. Toufa, and C. Kotropoulos, "Constructing and Analyzing Different Density Graphs for Path Extrapolation in Wikipedia," in Proc. DBKDA 2024 The 16th International Conference on Advances in Databases, Knowledge, and Data Applications, Athens, Greece, March 10-14, 2024.

S. Drakakis and C. Kotropoulos, "Applying the Neural Bellman-Ford Model to the Single Source Shortest Path Problem," in Proc. 13th International Conference on Pattern Recognition Applications and Methods, Rome, Italy, February 24-26, 2024.

A.-S. Toufa, I. Tsingalis, and C. Kotropoulos, "DualGRETEL+: Exploiting Dual Hypergraphs for Path Inference Applied to Navigation Data," in Proc. 2013 27th Pan-Hellenic Conf. on Progress in Computing and Informatics with International Participation, Lamia, Greece, November 24-26, 2023, pp. 8-14.

A.-S. Toufa, C. Kotropoulos and I. Tsingalis, "Dual Hypergraph Features for Path Inference in Wikipedia Links," in Proc. 2023 International Joint Conference on Neural Networks (IJCNN), Gold Coast, Australia, 2023, pp. 1-7.