

Προβολή ερευνητικών αποτελεσμάτων Αριστοτελείου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης

Τεύχος #21
Φεβρουάριος 2022



Περιεχόμενα

CONNECTING EUROPE FACILITY 2014-2020

Ανάπτυξη και Συντήρηση Υποδομών Ηλεκτρονικής Δικαιοσύνης e-CODEX

3

Προκηρύξεις Ελληνικού Ιδρύματος Έρευνας και Καινοτομίας - ΕΛ.ΙΔ.Ε.Κ.

Ανάλυση και Βελτιστοποίηση Επικοινωνίας σε Βιο-Ιατρικά Συστήματα

10

ΕΣΠΑ 2014-2020, Ειδική Υπηρεσία Διαχείρισης ΕΠ Ανταγωνιστικότητα, Επιχειρηματικότητα, Καινοτομία, Έρευνά - Δημιουργώ - Καινοτομώ

Αξιοποίηση Βιομηχανικών Μεταλλευτικών Αποβλήτων στην Παραγωγή Καινοτόμων Πυρίμαχων Προϊόντων

15

Καινοτόμα Υλικά Επίστρωσης Αγωγών Αποχετευτικών Δικτύων για Έλεγχο της Διάβρωσης

31

Μακροβιότητα και Ευζωία Χοιρομητέρων: Δείκτες Γενετικής Επιλογής, Διατροφική Διαχείριση Αναπτυσσόμενων Νεαρών Χοιρομητέρων και Έλεγχος των Επιπτώσεων των Λοιμώξεων του Ουροποιητικού

40

Ανάπτυξη Εξελιγμένων Νανοσκευασμάτων Χαλκού για Εφαρμογές Αγροβιοτεχνολογίας

46

Διατήρηση και Αειφορική Αξιοποίηση Σπάνιων-Απειλούμενων Ενδημικών Φυτών της Κρήτης για Ανάπτυξη Νέων Αγροτικών Προϊόντων με Καινοτόμο Λίπανση Ακριβείας

54

ARMONIA: Αυτορρυθμιζόμενο και Ενοποιημένο Μητροπολιτικό Δίκτυο και Δίκτυο Πρόσβασης

58

Εννοιολογικός Σχεδιασμός Προϊόντων Μόδας με την βοήθεια Τεχνητής Νοημοσύνης

64

Ανάπτυξη και Συντήρηση Υποδομών Ηλεκτρονικής Δικαιοσύνης e-CODEX

Γεώργιος Πάγκαλος
Ομότιμος Καθηγητής
Τμήμα Ηλεκτρολόγων Μηχανικών
και Μηχανικών Υπολογιστών
rangalos@auth.gr



Σύντομη Περίληψη

Το Ευρωπαϊκό πρόγραμμα για την Ηλεκτρονική Δικαιοσύνη «e-CODEX» είναι μια μεγάλη Ευρωπαϊκή ερευνητική πρωτοβουλία στα πλαίσια της Κοινοτικής δράσης «e-justice», που τα αποτελέσματά του αναμένεται να επηρεάσουν σημαντικά τόσο τον τρόπο απονομής της διασυνοριακής δικαιοσύνης, όσο και γενικότερα τον τρόπο άσκησης αυτών που σήμερα ονομάζουμε 'νομικά επαγγέλματα' (δικαστές, δικηγόροι, κλπ).

Η υψηλή κινητικότητα των Ευρωπαίων πολιτών και η Ευρωπαϊκή ολοκλήρωση είχαν σαν αποτέλεσμα να αυξάνονται ραγδαία και οι διασυνοριακές δικαστικές διαδικασίες. Οι δικαστικές δηλαδή διαδικασίες (π.χ. εκδίκαση υποθέσεων) μεταξύ πολιτών ή και φορέων από δυο ή περισσότερες ευρωπαϊκές χώρες. Το ερευνητικό πρόγραμμα e-CODEX αξιοποιεί τις σύγχρονες τεχνολογίες πληροφορικής για να κάνει τις δικαστικές αυτές διαδικασίες ταχύτερες, ευκολότερες, οικονομικότερες και περισσότερο διαφανείς. Ταυτόχρονα, διευκολύνει την άμεση πρόσβαση στη δικαιοσύνη για όλους τους Ευρωπαίους πολίτες, τις επιχειρήσεις, αλλά και για τους νομικούς.

Πιο συγκεκριμένα, οι βασικοί στόχοι του "e-CODEX" είναι:

-Η βελτίωση την διασυνοριακής πρόσβασης των πολιτών, δικηγόρων, δικαστικών λειτουργιών, κλπ, στα νομικά μέσα και υπηρεσίες στην Ευρώπη.

-Η ηλεκτρονική διεκπεραίωση (ταχεία ηλεκτρονική εκδίκαση μέσω του διαδικτύου, στην εθνική γλώσσα, τόσο από δικηγόρους όσο και από τους ίδιους τους πολίτες) μιας μεγάλης κατηγορίας δικαστικών υποθέσεων σε άλλες Ευρωπαϊκές χώρες.

-Η βελτίωση της δια-λειτουργικότητας των εθνικών δικαστικών συστημάτων της Ε. Ένωσης.



Σχήμα 1: Το σύστημα e-CODEX: Η βασική Πανευρωπαϊκή αρχιτεκτονική

Το έργο ολοκληρώθηκε με απόλυτη επιτυχία. Η Ευρωπαϊκή Ένωση και το Ευρωπαϊκό κοινοβούλιο υιοθέτησαν μάλιστα πρόσφατα, όπως θα αναφερθεί και παρακάτω, το σύστημα «e-CODEX» σαν την βάση της διακρατικής Ηλεκτρονικής Δικαιοσύνης για ολόκληρη την Ευρωπαϊκή Ένωση.

Σύντομη Περίληψη

Εκτός όμως από το καθαρά επιστημονικό του ενδιαφέρον, το ερευνητικό πρόγραμμα «e-CODEX» έχει και ιδιαίτερη πρακτική σημασία για την χώρα μας, αφού μέσα από αυτο:

-Η χώρα μας συμμετέχει στην συνδιαμόρφωση του νέου και ταχύτατα αναπτυσσόμενου Ευρωπαϊκού 'τοπίου' ηλεκτρονικής δικαιοσύνης από την Ευρωπαϊκή Ένωση.

-Δημιουργούνται πρότυπα υλοποίησης - διαλειτουργικότητας - συμβατότητας των εφαρμογών ηλεκτρονικής Δικαιοσύνης, που είναι ιδιαίτερα χρήσιμα και για τις αντίστοιχες εθνικές εφαρμογές.

-Δίνεται η δυνατότητα στους Έλληνες νομικούς (δικηγόρους, κλπ) να συμμετέχουν και να υλοποιούν (εκδικάζουν) ηλεκτρονικά απο το γραφείο τους διευρωπαϊκές υποθέσεις σε όλες τις άλλες Ευρωπαϊκές χώρες.

-Συνδέεται ηλεκτρονικά το εθνικό μας σύστημα με το πανευρωπαϊκό σύστημα ηλεκτρονικής δικαιοσύνης.

-Δίνεται η δυνατότητα επιμόρφωσης των δικαστικών λειτουργιών και των νομικών στο νέο περιβάλλον ηλεκτρονικής δικαιοσύνης (e-court) που διαμορφώνεται ταχύτατα.

Πλαίσιο Χρηματοδότησης:
CONNECTING EUROPE FACILITY
2014-2020



Λέξεις Κλειδιά:
ηλεκτρονική δικαιοσύνη, πληροφορική, δικαιοσύνη

Διάρκεια Έργου:
01/06/2019- 30/11/2021

Μέλη Ερευνητικής Ομάδας:
Z. Κολίτση, PhD
I. Πάγκαλος, επ. Καθηγητής
Γ. Σαλματζίδης, ΙΔΑΧ ΑΠΘ
N. Ζήκος, PhD
Γ. Βασιλόπουλος, Πρωτοδικείο Αθηνών
A. Σιαχούδης, ΕΙΔΙΠ, ΑΠΘ

Ερευνητικά Αποτελέσματα

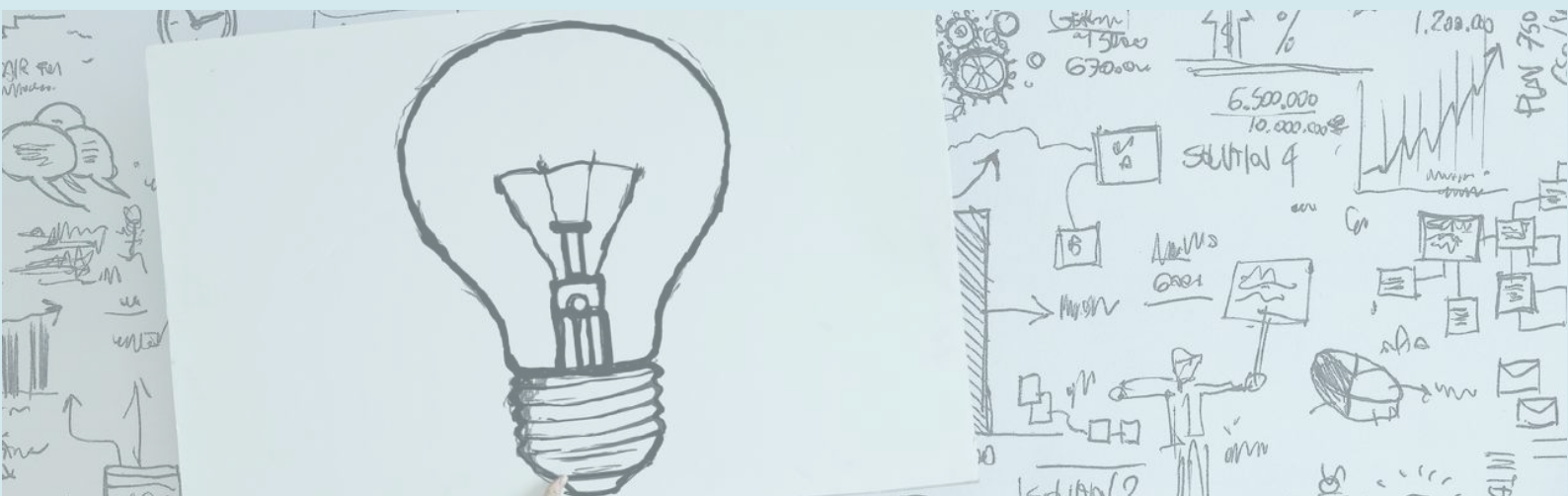
Το έργο που υλοποιήθηκε στην Ελλάδα σε συνεργασία με το Υπουργείο Δικαιοσύνης, παρήγαγε σημαντικά ερευνητικά αλλά και πρακτικά αποτελέσματα.

Πέρα από τις σχετικές επιστημονικές δημοσιεύσεις και την αποδοχή του συστήματος «e-CODEX» από όλα τα κράτη-μέλη, είναι ενδεικτικό της ιδιαίτερης σημασίας των αποτελεσμάτων αυτών, το γεγονός ότι η Ευρωπαϊκή Επιτροπή αποφάσισε πρόσφατα και προώθησε ήδη στο Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο, την απόφαση της να γίνουν τα αποτελέσματα του ερευνητικού έργου e-CODEX, η βάση στην οποία θα στηρίζεται αποκλειστικά από εδώ και πέρα η διασυνοριακή Ηλεκτρονική Δικαιοσύνη στην Ευρώπη.

Για το σκοπό αυτό βρίσκεται μάλιστα αυτήν την εποχή υπό ψήφιση στο Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο ειδικός Κανονισμός (υποχρεωτικής εφαρμογής από τις χώρες-μέλη), για την χρήση των αποτελεσμάτων του έργου σε ολόκληρη την Ε. Ένωση (e-CODEX Regulation).

Αυτό σημαίνει ότι το πρωτοποριακό αυτό σύστημα πληροφορικής, που έχει σαν στόχο την ταχύτερη και ευκολότερη απονομή της δικαιοσύνης στις χώρες μέλη της Ε. Ένωσης, και ένα από τα βασικά τμήματα του οποίου (testing) ανέπτυξε το ΑΠΘ (στο οποίο γίνεται επίσης σήμερα και ο τεχνικός έλεγχος καταλληλότητας για ολόκληρη την Ευρωπαϊκή Ένωση), θα αποτελεί υποχρεωτικά τη βάση για την αυτοματοποιημένη εκδίκαση δικαστικών υποθέσεων που αφορούν πάνω από μια χώρες. Καθώς επίσης και ότι τα υφιστάμενα εθνικά συστήματα σε όλες τις Ευρωπαϊκές χώρες θα πρέπει να εναρμονιστούν με αυτό. Είναι ακόμα σημαντικό ότι η Ευρωπαϊκή επιτροπή αποφάσισε να της μεταφερθεί άμεσα το σύστημα e-CODEX για να συνεχίσει να το λειτουργεί και να το υποστηρίζει παραγωγικά η ίδια (με έδρα τον κοινοτικό φορέα EU-Lisa).

Σημειώνεται ακόμα ότι αυτή είναι η δεύτερη φορά που ερευνητικά αποτελέσματα της ερευνητικής μας ομάδας υιοθετούνται από την Ευρωπαϊκή Επιτροπή για άμεση εφαρμογή από ολόκληρη την Ευρωπαϊκή Ένωση στον χώρο των διασυνοριακών εφαρμογών της πληροφορικής. Η πρώτη αφορούσε τα αποτελέσματα του ερευνητικού έργου epSOS του ΑΠΘ, στον χώρο της διασυνοριακής Ηλεκτρονικής Υγείας, και πιο συγκεκριμένα της Ηλεκτρονικής Συνταγογράφησης (που εφαρμόστηκε μάλιστα, υπό την άμεση καθοδήγηση μας, με μεγάλη επιτυχία πριν λίγα χρόνια για πρώτη φορά σε ολόκληρη την Ελλάδα, και αποτελεί σήμερα την μεγαλύτερη εφαρμογή πληροφορικής της χώρας μας).



Παραδείγματα εφαρμογών



Η Ευρωπαϊκή επιτροπή αποφάσισε να της μεταφερθεί άμεσα το σύστημα e-CODEX για να συνεχίσει να το λειτουργεί και να το υποστηρίζει παραγωγικά η ίδια (με έδρα τον κοινοτικό φορέα EU-Lisa).



Στα πλαίσια του έργου “e-CODEX” έχουν αναπτυχθεί και έχουν τεθεί ήδη σε πραγματική λειτουργία και μια σειρά από πρωτοποριακές πανευρωπαϊκές on-line εφαρμογές (pilots) ηλεκτρονικής δικαιοσύνης, που αφορούν τόσο την πολιτική, όσο και την ποινική δικαιοσύνη, που περιλαμβάνουν:

- Τις Μικροδιαφορές (Small Claims).
- Τις Ευρωπαϊκές Διαταγές Πληρωμής (European Payment Orders).
- Την αμοιβαία δικαστική συνδρομή (Mutual Legal Assistance).
- Την ασφαλή ανταλλαγή πειστηρίων (Exchange of Evidences).
- Το Ευρωπαϊκό ένταλμα σύλληψης (European Arrest Warrant), κλπ.

Προστίθενται δε συνεχώς και νέες εφαρμογές.



Σχήμα 2: Το Ελληνικό σύστημα e-CODEX σήμερα

Παραδείγματα εφαρμογών

Το σύστημα αυτό χρησιμοποιείται ήδη παραγωγικά και από τον νομικό κόσμο της χώρας μας. Για παράδειγμα Έλληνες δικηγόροι εκδίκασαν πλήρως και επιτυχώς από το γραφείο τους, μέσω υπολογιστή, με τη χρήση των ειδικών εντύπων του e-CODEX, στην Ελληνική γλώσσα, σε ελάχιστες ημέρες, υποθέσεις (π.χ. Μικροδιαφορές, Διαταγές Πληρωμής), σε άλλες Ευρωπαϊκές χώρες (π.χ. Γερμανία)



Σχετικές Δημοσιεύσεις

G. Pangalos, I. Salmatzidis and I. Pagkalos, Secure electronic cross-border access to legal means and procedures in Europe - the Greek eCODEX pilot, EMCIS2019 International Conference, June, 2019.

G. Pangalos, I. Salmatzidis, Secure electronic cross-border access to legal means and procedures in Europe - the Greek eCODEX pilot, EMCIS2015 International Conference, June, 2015.

G. Pangalos, I. Salmatzidis and I. Pagkalos, Using IT to provide easier access to cross-border legal procedures for citizens and legal professionals - implementation of a European Payment Order eCODEX pilot, International Journal for Court Administration (IJCA), Vol. 6, No. 2, December 2014.

G. Pangalos, I. Salmatzidis and I. Pagkalos, IT at the service of citizens and legal professionals' secure cross-border access to legal means in Europe: The Greek e-Justice pilot of European Payment Order, 6th International Conference on Information Law and Ethics (ICIL 2014), Thessaloniki, 2014.

Ανάλυση και Βελτιστοποίηση Επικοινωνίας σε Βιο-Ιατρικά Συστήματα

Γεώργιος Καραγιαννίδης
Καθηγητής
Τμήμα Ηλεκτρολόγων Μηχανικών
και Μηχανικών Ηλεκτρονικών
Υπολογιστών
geokarag@auth.gr



Σύντομη Περίληψη

Το αντικείμενο της παρούσας διδακτορικής διατριβής είναι η εκμετάλλευση καινοτόμων τεχνικών που έχουν καθιερωθεί τα τελευταία χρόνια στον τομέα των επικοινωνιών καθώς και η ανάπτυξη νέων τεχνικών επικοινωνίας με στόχο την εξέλιξη των βιο-ιατρικών συστημάτων.

Οι στόχοι της παρούσας διατριβής συνοψίζονται ως εξής:

- Θεωρητική ανάλυση, επέκταση και εξαγωγή μαθηματικών μοντέλων επικοινωνίας.
- Λεπτομερής μελέτη και σχεδίαση των υποσυστημάτων των μοντέλων με διάφορες τεχνικές εκπομπής.
- Βελτιστοποίηση των μοντέλων επικοινωνίας και καθορισμός των σχεδιαστικών παραμέτρων.

Πλαίσιο Χρηματοδότησης:

2η Προκήρυξη Υποτροφιών ΕΛ.ΙΔ.Ε.Κ.
για Υποψήφιους Διδάκτορες



Λέξεις Κλειδιά:

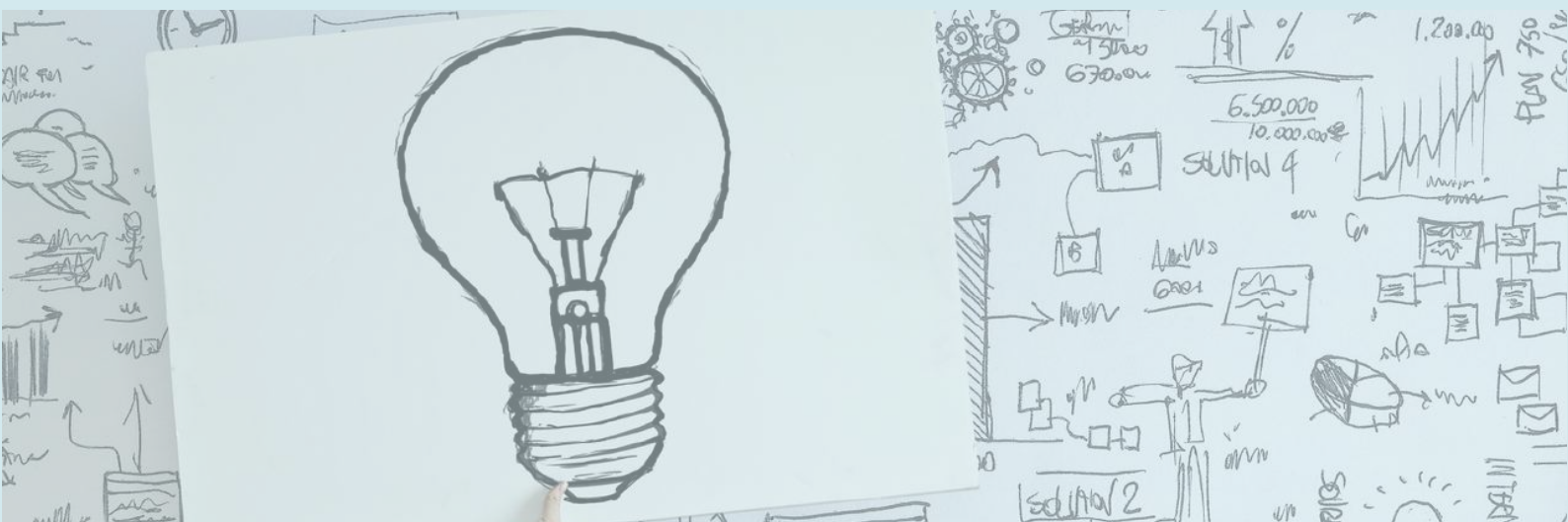
optical wireless communications, cochlear implants, transdermal communications, optogenetics

Διάρκεια Έργου:

08/10/2019- 15/01/2022

Μέλη Ερευνητικής Ομάδας:

Στυλιανός Τρευλάκης, Υποψήφιος διδάκτορας



Ερευνητικά Αποτελέσματα

Έως και σήμερα, ο κ. Τρευλάκης έχει διερευνήσει σε βάθος την επικρατούσα τεχνολογική στάθμη με θέμα τις ασύρματες δια-δερμικές ζεύξεις. Για την υπέρβαση των περιορισμών του εύρους ζώνης και των παρεμβολών από άλλες πηγές που λειτουργούν στην ζώνη των ραδιοσυχνοτήτων και λόγω της αυξημένης διαθεσιμότητας εύρους ζώνης, της μερικής διαφάνειας του δέρματος στα υπέρυθρα μήκη κύματος και της αξιοσημείωτα υψηλής ανοσίας σε εξωτερικές παρεμβολές, η χρήση ασύρματων οπτικών επικοινωνιών εισήχθη πρόσφατα ως ελκυστική εναλλακτική λύση σε σχέση με τη συμβατική προσέγγιση.

Επίσης, ο κ. Τρευλάκης διερεύνησε την επικρατούσα τεχνολογική ανάπτυξη στα κοχλιακά εμφυτεύματα με γνώμονα την βελτίωση των κοχλιακών εμφυτευμάτων, προτάθηκε μια καινοτόμα αρχιτεκτονική, βασισμένη σε ασύρματες οπτικές επικοινωνίες, η οποία αποδείχθηκε ότι αυξάνει σημαντικά την αξιοπιστία, καθώς και τη φασματική και ενεργειακή απόδοση.

Τέλος, ο κ. Τρευλάκης, έχοντας αποκτήσει την κατάλληλη γνώση, διερεύνησε τα πιθανά πλεονεκτήματα της μεθόδου της οπτογενετικής σε υπάρχοντα τηλεπικοινωνιακά βιο-ιατρικά συστήματα. Σκοπός της έρευνας αυτής είναι να προταθεί μια νέα αρχιτεκτονική που να βασίζεται εξ' ολοκλήρου στην οπτική ακτινοβολία, καθώς και να μελετηθεί η απόδοσή της.

Τα αποτελέσματα της έρευνας χρησιμοποιήθηκαν για δύο σκοπούς:

Πρώτον, σε συνδυασμό με την προγενέστερη έρευνα στα κοχλιακά εμφυτεύματα, προτάθηκε μια καινοτόμα πλήρως οπτική αρχιτεκτονική κοχλιακών εμφυτευμάτων.

Δεύτερον, παρουσιάστηκε μια σύγκριση μεταξύ της οπτογενετικής και της ηλεκτρικής διέγερση κυττάρων με στόχο την ανάδειξη των πλεονεκτημάτων της οπτογενετικής από την οπτική γωνία των τηλεπικοινωνιών.

Με βάση τα παραπάνω, ο κ. Τρευλάκης αναγνώρισε την μεγάλη χρησιμότητα των μεθόδων μηχανικής μάθησης στον τομέα των βιο-ιατρικών εφαρμογών και διερεύνησε την παρούσα στάθμη στην τεχνολογία της μηχανικής μάθησης και τα πιθανά πλεονεκτήματά της εφαρμογής της σε υπάρχοντα τηλεπικοινωνιακά βιο-ιατρικά συστήματα.

Η έρευνα έφερε καρπούς στην παρέμβαση που πρότεινε τόσο σε βασικές μεθόδους της στατιστικής με εφαρμογή σε τεχνικές μηχανικής μάθησης, όσο και στην βελτίωση της απόδοσης των μοντέλων Bayesian Learning για με την χρήση της νέων για τον τομέα στατιστικών κατανομών.

Παραδείγματα εφαρμογών



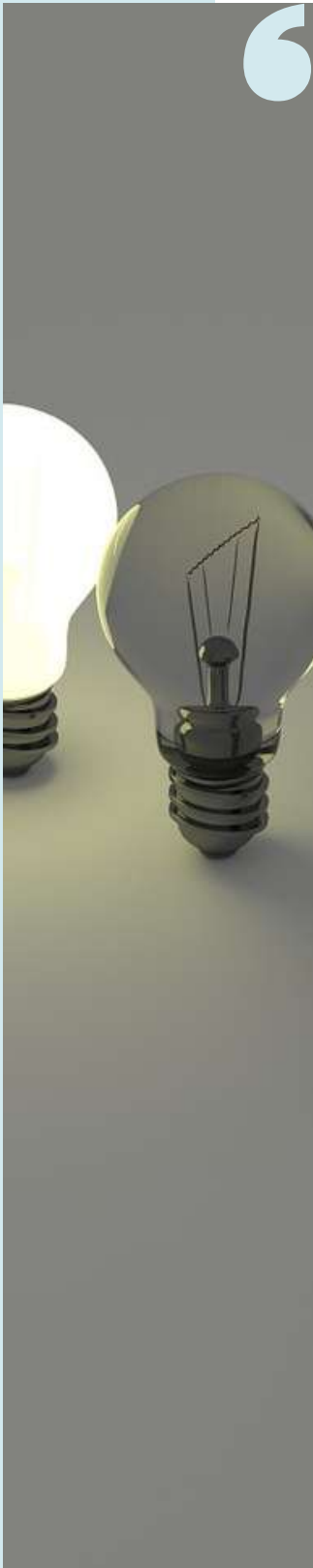
Σκοπός της έρευνας αυτής είναι να προταθεί μια νέα αρχιτεκτονική που να βασίζεται εξ' ολοκλήρου στην οπτική ακτινοβολία, καθώς και να μελετηθεί η απόδοσή της.



Τα αποτελέσματα της διατριβής θα μπορούσαν να αξιοποιηθούν τόσο ερευνητικά, όσο και εμπορικά.

Η ερευνητική αξιοποίηση τους μπορεί να προσφέρει τόσο άμεσα όσο και έμμεσα στην προώθηση των οπτικών τηλεπικοινωνιών με έμφαση τις βιοιατρικές εφαρμογές, οι οποίες έχουν προσελκύσει μεγάλο ερευνητικό ενδιαφέρον λόγω της βελτίωσης ποιότητας ζωής που προσφέρουν σε εκατομμύρια ανθρώπους πανκοσμίως.

Παράλληλα, οι τεχνικές που εξερευνήθηκαν κατά την διάρκεια της διατριβής μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε υπάρχοντα βιοιατρικά συστήματα, όπως κοχλιακά και άλλα εμφυτεύματα, και να τους αποδώσουν αυξημένη απόδοση που μεταφράζεται σε σημαντική βελτίωση στην ποιότητα ζωής των ασθενών, π.χ. δυνατότητα αντίληψης μουσικής.



Σχετικές Δημοσιεύσεις

A. Boulogeorgos, S. E. Trevlakis, S. A. Tegos, V. K. Papanikolaou, and G. K. Karagiannidis, "Machine Learning in Nano-Scale Biomedical Engineering", in IEEE Transactions on Molecular, Biological and Multi-Scale Communications, vol. 7, no. 1, pp. 10-39, March 2021.

S. E. Trevlakis, A.-A. A. Boulogeorgos, N. D. Chatzidiamantis, G. K. Karagiannidis and X. Lei, "Electrical vs Optical Cell Stimulation: A communication perspective", IEEE Access, vol. 8, pp. 192259-192269, Oct. 2020.

S. E. Trevlakis, A. A. Boulogeorgos, N. D. Chatzidiamantis and G. K. Karagiannidis, "All-Optical Cochlear Implants ", IEEE Trans. Mol. Biol. Multi-Scale Commun., vol. 6, no. 1, p. 13, Jul. 2020.

A. E. Tzikas, A. Sahinis, S. E. Trevlakis, S. A. Tegos, P. D. Diamantoulakis, and G. K. Karagiannidis, "3-Color Shift Keying for Indoor Visible Light Communications", submitted and accepted for publication on Commun. Lett., 2019.

S. E. Trevlakis, A.-A. A. Boulogeorgos, P. C. Sofotasios, S. Muhaidat and G. K. Karagiannidis, "Optical Wireless Cochlear Implants", Biomed. Opt. Express 10, 707-730 (2019).

S. E. Trevlakis, A.-A. A. Boulogeorgos, and G. K. Karagiannidis, "Signal Quality Assessment for Transdermal Optical Wireless Communications under Pointing Errors", Technologies, vol. 6, no. 4, p. 109, Nov. 2018.

S. E. Trevlakis, A.-A. A. Boulogeorgos, and G. K. Karagiannidis, "Outage Performance of Transdermal Optical Wireless Links in the Presence of Pointing Errors", IEEE International Workshop on Signal Processing Advances in Wireless Communications, Kalamata, Greece, June 2018.

S. E. Trevlakis, A.-A. A. Boulogeorgos, and G. K. Karagiannidis, "On the Impact of Misalignment Fading in Transdermal Optical Wireless Communications", 7th International Conference on Modern Circuits and Systems Technologies, Thessaloniki, Greece, May 2018.

Αξιοποίηση Βιομηχανικών Μεταλλευτικών Αποβλήτων στην Παραγωγή Καινοτόμων Πυρίμαχων Προϊόντων

Αναστάσιος Ζουμπούλης
Καθηγητής
Τμήμα Χημείας
zoubouli@chem.auth.gr
<https://magwasteval.gr/el/>



Σύντομη Περίληψη

Το μητρικό υπερβασικό πέτρωμα, που διαχωρίζεται στα μεταλλεία παραγωγής μαγνησίτη, αποτελεί το στερεό απόβλητο της επιλεκτικής εξόρυξης. Εξαιτίας της σερπεντινίωσης που έχει λάβει χώρα, η δυνατότητα για την οικονομική και εμπορική αξιοποίηση του στερεού αυτού αποβλήτου είναι σήμερα πολύ περιορισμένη.

Κύριος στόχος του έργου ήταν η ανάπτυξη κατάλληλης μεθοδολογίας που θα επιτρέψει την μετατροπή του βιομηχανικού αυτού αποβλήτου, σε αναβαθμισμένο προϊόν με προστιθέμενη αξία, όσον αφορά την χρήση του για την παραγωγή πυρίμαχων προϊόντων. **Αυτό θα επιτευχθεί με τη διερεύνηση των κυριότερων γεωχημικών και θερμοδυναμικών μεταβλητών, που επηρεάζουν τη διαδικασία της σερπεντινίωσης, την ανάπτυξη και εφαρμογή μιας αντίστροφης διαδικασίας, αναπαριστώντας κατά το δυνατόν αποτελεσματικότερα τις συνθήκες που επικρατούσαν κατά την αρχική φάση της μετατροπής, με σκοπό τη δημιουργία εκ νέου του χρήσιμου συστατικού ολιβίνη.**

Πλαίσιο Χρηματοδότησης:

ΕΣΠΑ 2014-2020,
Ειδική Υπηρεσία Διαχείρισης ΕΠ
Ανταγωνιστικότητα, Επιχειρηματικότητα,
Καινοτομία, Ερευνώ - Δημιουργώ -
Καινοτομώ



Λέξεις Κλειδιά:

πυρίμαχα υλικά, εξαλλοιωμένα
πετρώματα, θερμική επεξεργασία, κυκλική
οικονομία στη μεταλλευτική, μετατροπή
στερεών αποβλήτων σε χρήσιμα υλικά

Διάρκεια Έργου:

28/06/2018- 27/01/2022

Μέλη Ερευνητικής Ομάδας:

• Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης (Α.Π.Θ.)

Αναστάσιος Ζουμπούλης Καθηγητής, Τμήμα Χημείας, ΑΠΘ
Μήτρακας Μανασσής, Καθηγητής, Τμήμα Χημικών Μηχανικών, ΑΠΘ
Dr. Κυριακή Καλαϊτζίδου, Μεταδιδακτορική ερευνήτρια, Χημικός Μηχανικός, ΑΠΘ
Ευαγγελία Παγωνά, Υποψήφια Διδάκτορας, Χημικός Μηχανικός, ΑΠΘ
Ξανθή Ντάμπου, Εργαστηριακό Διδακτικό Προσωπικό, Χημικός MSc, ΑΠΘ
Dr. Ευφροσύνη Πελέκα, Εργαστηριακό Διδακτικό Προσωπικό, Χημικός, ΑΠΘ
Dr. Αργύρης Παπαδόπουλος, Μεταδιδακτορικός ερευνητής, Γεωλόγος, ΑΠΘ
Dr. Ευάγγελος Τζάμος, Μεταδιδακτορικός ερευνητής, Γεωλόγος, ΑΠΘ
Δήμητρα Παπαργυρίου, Χημικός MSc, ΑΠΘ

Συνεργάστηκαν επίσης με ιδέες, συμβουλές και βοήθεια στην ερμηνεία των αποτελεσμάτων οι:

Βασίλης Ζασπάλης, Καθηγητής, Τμήμα Χημικών Μηχανικών, ΑΠΘ
Dr. Κωνσταντίνος Συμεωνίδης, Τμήμα Φυσικής, ΑΠΘ

• ΕΛΛΗΝΙΚΟΙ ΛΕΥΚΟΛΙΘΟΙ Α.Ε. (ΕΛΛΕ)

Πολύκαρπος Παπαγεωργίου, Μεταλλειολόγος-Μεταλλουργός Μηχανικός, Δ/ντής παραγωγής, Συντονιστής του έργου, ΕΛΛΕ

Ανδρέας Κάσινος, Γεωλόγος, ΕΛΛΕ

Παναγιώτης Παπανικολάου, Χημικός, ΕΛΛΕ

Χρήστος Τρεβλόπουλος, Μεταλλειολόγος Μηχανικός, Τεχνικός Σύμβουλος ΕΛΛΕ

Δήμητρα Παπαργυρίου, Χημικός MSc, Εργαστήριο Ελέγχου Ποιότητας, ΕΛΛΕ

Κωνσταντίνος Δαγγίλας, Χημικός, Προϊστάμενος Εργαστηρίου Ελέγχου Ποιότητας, ΕΛΛΕ

Ιάσων Τσιλογεώργης, Μηχανικός Περιβάλλοντος MSc, ΕΛΛΕ

Dr. Ορέστης Αντώνογλου, Χημικός, Ερευνητικό κέντρο Ελληνικών Λευκολίθων

• NORTH AEGEAN SLOPS A.E. (NAS)

Dr. Ευάγγελος Τζάμος, Γεωλόγος, NAS

Δημήτρης Γερολιόλιος, ΕΚΕΤΑ, Τεχνικός Σύμβουλος, NAS

Απόστολος Μαλαμάκης, ΕΚΕΤΑ, Τεχνικός Σύμβουλος, NAS

Dr. Γιώργος Μπανιάς, ΕΚΕΤΑ, Τεχνικός Σύμβουλος, NAS

• ΜΑΘΙΟΣ ΠΥΡΙΜΑΧΑ Α.Ε. (ΜΑΘ)

Παναγιώτης Κοκκινιώτης, Μεταλλειολόγος Μηχανικός, ΜΑΘ

Ευθύμιος Καγιάρας, Μεταλλειολόγος Μηχανικός, ΜΑΘ



Ερευνητικά Αποτελέσματα

Στα πλαίσια του προγράμματος συλλέχθηκαν και αξιολογήθηκαν δεκαεφτά δείγματα (W1-W17), είτε από διάφορα σημεία των βαθμίδων του κεντρικού λατομείου (Ραχώνι), είτε από σωρούς με ήδη εξορυγμένο (και απορριπτόμενο) απόβλητο στερεό υλικό (σωρός 1 και 2) της εταιρείας «Ελληνικοί Λευκόλιθοι ΑΕ» στη Γερακινή Χαλκιδικής. Η δειγματοληψία ήταν καθημερινή, ώστε αφενός η μέση σύσταση των δειγμάτων που επιλέγονται, να είναι αντιπροσωπευτική ενός μεταλλείου που βρίσκεται σε συνεχή λειτουργία-παραγωγή και αφετέρου, να συλλεχθούν ικανοποιητικές ποσότητες δειγμάτων για να καλύπτουν τις ανάγκες του ερευνητικού έργου, τόσο από πλευράς αναλυτικών μετρήσεων, όσο και από πλευράς διεξαγωγής εργαστηριακών και βιομηχανικών πειραμάτων και δοκιμών.

Ταυτόχρονα με τη δειγματοληψία, πραγματοποιήθηκαν εργασίες γεωλογικής και κοιτασματολογικής χαρτογράφησης της περιοχής μελέτης. Τα δείγματα εξετάστηκαν αρχικά μακροσκοπικά. Κατόπιν, παρασκευάστηκαν από αυτά λεπτές-στιλπνές τομές για την παρατήρησή τους σε οπτικό μικροσκόπιο. Πραγματοποιήθηκε πετρογραφική μελέτη των δειγμάτων σε οπτικό μικροσκόπιο ανακλώμενου και διερχόμενου φωτός, όπου αναγνωρίστηκαν οι κύριες και δευτερεύουσες ορυκτές φάσεις, οι ιστοί και οι υφές των δειγμάτων. Επιπρόσθετα, μετά την οπτική μικροσκοπική μελέτη, οι λεπτές-στιλπνές τομές ενανθρακώθηκαν και εξετάστηκαν σε Ηλεκτρονικό Μικροσκόπιο Σάρωσης (SEM), όπου πραγματοποιήθηκαν εκτεταμένες μικροαναλύσεις (microprobe analyses) για τον προσδιορισμό της χημικής σύστασης των επιμέρους ορυκτών φάσεων των δειγμάτων.

Τα δείγματα που ελήφθησαν καθαρίστηκαν επιφανειακά και θραύτηκαν αρχικά στα -14 cm (ελάττωση μεγέθους), από όπου και λήφθηκε από το καθένα του κατάλληλο αντιπροσωπευτικό δείγμα για τη μικροσκοπική μελέτη λεπτών τομών. Το υπόλοιπο υλικό κάθε δείγματος θραύεται επιπλέον (κατάτμηση) σε μέγεθος ~14 mm, ομογενοποιείται και τετραμερίζεται, από όπου και λαμβάνεται 1 kg για επιπλέον άλεση και ελάττωση μεγέθους στα ~63 μm, ώστε να προκύψουν τα δείγματα για τις εργαστηριακές δοκιμές (τετραμερισμός και μοίρασμα σε δύο μέρη για ΕΜΕ και ΑΠΘ). Αντιδείγματα κρατήθηκαν στο εργαστήριο ελέγχου ποιότητας της ΕΜΕ. Μετά την προετοιμασία των δειγμάτων και τη λήψη αντιπροσωπευτικού δείγματος από το αλεσμένο υλικό καθενός από τα δείγματα W1-W17, πραγματοποιήθηκε αρχικά ο χημικός και ορυκτολογικός τους χαρακτηρισμός με τη μέθοδο του Φθορισμού Ακτίνων-Χ (XRF) και με τη μέθοδο της Περίθλασης Ακτίνων-Χ (XRD), αντίστοιχα.

Ειδικότερα για τα δείγματα W1,W1,W3,W4,W5,W6 και W7 από τον εταίρο ΑΠΘ και από το ερευνητικό κέντρο των ΕΜΕ έγιναν τα παρακάτω:

- Ποιοτικός και ποσοτικός χαρακτηρισμός εκάστου δείγματος
- Χημική ανάλυση
- Διαγράμματα X.R.D.
- Διαγράμματα TG-DTA
- Διαγράμματα FT-IR

Ερευνητικά Αποτελέσματα

Στην συνέχεια ελήφθησαν και πρόσθετα δείγματα (W8, W9, W10, W11, W12, W13, W14, W15, W16, W17), που περιέχουν κυρίως δουνιτή και από την ομάδα του ΑΠΘ και του ερευνητικού κέντρου των ΕΛ.ΛΕ. έγινε η ποιοτική και ποσοτική ταυτοποίηση αυτών (διαγράμματα XRD, χημική σύσταση, διαγράμματα TG-DTA).

Από πλευράς χημικής σύστασης, το ενδιαφέρον για τα δουνιτικά δείγματα εστιάζεται κυρίως στην μοριακή αναλογία $MgO-SiO_2$, η οποία είναι ενδεικτική της παρουσίας πυρόξενου (ενστατίτη, κλινοενστατίτη), αλλά και άλλων μαγνησιοπυριτικών φάσεων, που μπορεί να οδηγήσουν στον ανεπιθύμητο σχηματισμό εύτηκτων καταστάσεων κατά την ενδεχόμενη εφαρμογή των υλικών αυτών ως πυριμάχων.

Όσον αφορά την ορυκτολογική σύσταση των δουνιτικών δειγμάτων (W4 μέχρι W16) και με εξαίρεση τα W6, W7, W13 και W16 για τα οποία ως κύρια κρυσταλλική φάση εντοπίζεται ο σερπεντίνη, τα υπόλοιπα δείγματα εμφανίζουν ως κύρια κρυσταλλική φάση τον ολιβίνη με δευτερεύουσες τον σερπεντίνη και τον ενστατίτη.

Συμπερασματικά, προέκυψε η ορυκτολογική κατηγοριοποίηση των δειγμάτων σε τέσσερις ομάδες:

i. Δείγματα W1, W2, W3 και W17, τα οποία εκτός από τη σερπεντινίωση, έχουν υποστεί και άλλες αλλοιώσεις και γι' αυτό δεν εξετάστηκαν περαιτέρω (απορρίπτονται).

ii. Δείγματα W4, W8, W9, W10, W12, W13, W14 και W15 τα οποία αποτελούνται κυρίως από ολιβίνη (φορστερίτη), σερπεντίνη και ενστατίτη.

iii. Δείγματα W5, W11 και W16, τα οποία αποτελούνται κυρίως από ολιβίνη (φορστερίτη) και σερπεντίνη.

iv. Δείγματα W6 και W7 τα οποία αποτελούνται κυρίως από ολιβίνη (φορστερίτη), σερπεντίνη, μαγνησίτη, ενώ στο δείγμα W7 περιέχεται επίσης ενστατίτης.

Τα τέσσερα (W1, W2, W3, W17) από τα δεκαεφτά δείγματα διαφοροποιούνται σημαντικά ως προς τη σύστασή τους σε σχέση με τα υπόλοιπα και δεν περιγράφονται ως τυπικά δουνιτικά δείγματα, οπότε και δε συγκεντρώνουν κάποιο ενδιαφέρον για περαιτέρω διερεύνηση, βοηθούν ωστόσο, ώστε να καλυφθεί ένα ενδεικτικό εύρος της σύστασης του μητρικού πετρώματος του μεταλλείου.

Για το σύνολο των υπολοίπων δειγμάτων (W4 μέχρι W16), τα οποία αποτελούν τυπικά δουνιτικά δείγματα με ένα σημαντικό εύρος χημικής και ορυκτολογικής σύστασης, πραγματοποιήθηκε με σκοπό τον προσδιορισμό της χημικής σύστασης επαναβαθμονόμηση της καμπύλης XRF (olivine 4), ώστε τα αποτελέσματα να είναι αντίστοιχα με αυτά που προέκυψαν από τη χημική ανάλυση με τη χρήση της Ατομικής Απορρόφησης με Φλόγα (Flame-AAS) για ένα εκτεταμένο σύνολο νέων δειγμάτων, που ελήφθησαν τόσο από το μεταλλείο, όσο και από εξωτερικές πηγές.

Ερευνητικά Αποτελέσματα

Σημειώνεται, ότι η μέθοδος αυτή (Flame-AAS) δίνει υψηλής ακρίβειας αποτελέσματα σε σύγκριση με τη μέθοδο αναφοράς (ICP-MS) και είναι περισσότερο προσβάσιμη από την εταιρεία ΕΜΕ, εφόσον απαιτηθεί ο οποιοσδήποτε επαναπροσδιορισμός, ή εκ νέου επέκταση των αποτελεσμάτων. Σημειώνεται επίσης, ότι η καμπύλη Olivine 4 του XRF, δημιουργήθηκε με βάση τα αποτελέσματα των αναλύσεων για τα δείγματα W1-W7 με τη μέθοδο της Φασματογραφίας Μάζας με Επαγωγικά Συζευγμένο Πλάσμα (ICP-MS) σε εργαστήριο του εξωτερικού (Καναδάς).

Σε ότι αφορά τη χημική σύσταση των δειγμάτων, με εξαίρεση των W1, W2, W3 και W17, το ποσοστό του SiO₂ κυμαίνεται μεταξύ 38,7-43,0% (κ.β.), του MgO 5,9-43% (κ.β.), του FeO 7,2-8,3% (κ.β.), του Al₂O₃ 0,40-1,4% (κ.β.), του CaO 0,3-1,6% (κ.β.), του Na₂O 0,25-0,87% (κ.β.), ενώ σε μικρότερα ποσοστά εντοπίζονται και τα συστατικά K₂O, MnO₂, NiO και Cr₂O₃. Η απώλεια πύρωσης των δειγμάτων κυμαίνεται μεταξύ 3,7-14,2% κ.β., ενώ των σερπεντινωμένων μεταλλευμάτων κυμαίνεται μεταξύ 12-13,5% κ.β. Τα αποτελέσματα της χημικής σύστασης βρίσκονται σε συμφωνία με την ορυκτολογική ανάλυση των δειγμάτων. Προκειμένου να εξεταστεί η δυνατότητα ελάττωσης του περιεχόμενου σιδήρου των δουνιτικών δειγμάτων, αλλά και η διαφοροποίηση στη χημεία και τις περιεχόμενες ορυκτολογικές φάσεις με σκοπό τη βελτίωση της συμπεριφοράς κατά την τελική εφαρμογή τους, τα δείγματα W4, W6, W9 και W11 (κοκκομετρίας 0-14 mm) υποβλήθηκαν σε μαγνητικό διαχωρισμό στο βιομηχανικό περιστροφικό μαγνήτη Νεοδυμίου-Σιδήρου μαγνητικής έντασης 15.000-16.000 GAUSS (IMPROSSYS), με δύο περάσματα από το μαγνήτη, ένα χαλαρό και ένα αυστηρό. Η χημική σύσταση των δειγμάτων μετά από τον μαγνητικό διαχωρισμό τους δεν έδειξε ιδιαίτερες αλλαγές ανάμεσα στα μαγνητικά και στα μη-μαγνητικά δείγματα.

Εκτός από τη χημική και ορυκτολογική ανάλυση σε όλα τα δείγματα πραγματοποιήθηκε επίσης θερμο-βαρυμετρική ανάλυση (TG-DTA) στην περιοχή θερμοκρασιών 20-1100° C, προκειμένου να εξεταστεί το προφίλ της θερμικής τους διάσπασης. Η μέτρηση πραγματοποιήθηκε σε ατμόσφαιρα αέρα και με φέρον αέριο Ar, ενώ για ένα εκ των δειγμάτων πραγματοποιήθηκε ενδεικτικά και η αντίστοιχη καταγραφή της διάσπασης αποκλειστικά σε αδρανή ατμόσφαιρα Ar, προκειμένου να διερευνηθεί τυχόν επίδραση του ατμοσφαιρικού οξυγόνου ως οξειδωτικού παράγοντα στα διάφορα στάδια της διάσπασης των δουνιτών.

Η επίδραση της αδρανούς ατμόσφαιρας φάνηκε ότι αποτρέπει την οξείδωση του περιεχόμενου σιδήρου. Όπως προκύπτει από την ανάλυση των δουνιτικών δειγμάτων (W4-W16) υπάρχει μία σημαντική διακύμανση στον περιεχόμενο σερπεντίνη, το ποσοστό του οποίου εκτιμήθηκε μεταξύ 2,6-58,2%% (κ.β.), δηλαδή τα εν λόγω δείγματα καλύπτουν ένα μεγάλο εύρος βαθμού εξαλλοίωσης. Για τις άλλες δύο ορυκτολογικές φάσεις ενδιαφέροντος, δηλ. τον ολιβίνη και τον ενστατίτη και με βάση τα αποτελέσματα της μέτρησης XRD, τα αντίστοιχα ποσοστά τους είναι 12,7-58,5% και 2,7-48,5%, δηλαδή παρουσιάζουν σημαντική διακύμανση όσον αφορά την περιεκτικότητά τους. Επιπλέον, για δύο από τα δείγματα αυτά (W8 και W9) προκύπτει ένα υψηλότερο ποσοστό ενστατίτη έναντι του ολιβίνης. Βάσει των αποτελεσμάτων αυτών, το W15 μπορεί να θεωρηθεί ως βέλτιστης σύστασης για την ενδεχόμενη παραγωγή πυρίμαχων υλικών έναντι των υπολοίπων, καθώς συνδυάζει το υψηλότερο περιεχόμενο σε ολιβίνη, αλλά και το χαμηλό βαθμό εξαλλοίωσης, ενώ ο ενστατίτης εμφανίζεται συγκριτικά σε μέτριο ποσοστό.

Ερευνητικά Αποτελέσματα

Από τα διαγράμματα TG-DTA προκύπτει:

- 1.Ο μη-σχηματισμός του (χρήσιμου) φορστερίτη στα διαγράμματα TG-DTA των δειγμάτων W1, W2, W3 και W17 και γι' αυτό δεν εξετάζονται περαιτέρω.
- 2.Ο σχηματισμός του φορστερίτη (περίπου στους 850° C) στα διαγράμματα TG-DTA των δειγμάτων W4-W16.
- 3.Ο ακόμη μεγαλύτερος σχηματισμός του φορστερίτη στα διαγράμματα TG-DTA των δειγμάτων W5, W6, W7, W9, W10, W11, W12. Τα δείγματα W4, W8, W12, W13, W14, W15 έχουν χαμηλότερο LOI% και άρα μικρότερο βαθμό серπεντινίωσης (επομένως μικρότερο ποσοστό διαθέσιμου серпεντίνη για το σχηματισμό επιπλέον φορστερίτη).

Σε δεύτερο στάδιο και προκειμένου να διερευνηθεί το αποτέλεσμα της θερμικής διάσπασης/ μετατροπής του περιεχόμενου серпεντίνη στις ιδιότητες και τη σύσταση των δουνιτικών δειγμάτων, δηλ. της διαδικασίας της αποсерпεντινίωσης και «εξυγίανσης» (ανάκτηση πυρομαχικής χρησιμότητας) του στείρου πετρώματος (στερεού αποβλήτου), καθένα από τα δείγματα W4-W16 υπέστη θερμική κατεργασία για 1 h στους 650° C, 850° C και 1000° C. Οι δοκιμές σε αυτή τη φάση γίνονται στα αλεσμένα υλικά προκειμένου να διασφαλιστεί η θερμική μετατροπή σε όλη τη μάζα του υλικού, αποφεύγοντας προβλήματα που τυχόν θα παρουσιαστούν λόγω της ανομοιόμορφης έψης τους, ενώ η επιλογή ενός κατάλληλου εύρους θερμοκρασιών επιτρέπει την εξέταση της επίδρασης αυτής της παραμέτρου στη μεταβολή της σύστασης των δειγμάτων με ιδιαίτερη αναφορά στη χαρακτηριστική θερμοκρασία (~800° C), όπου εμφανίζεται ο εξώθερμος μετασχηματισμός του κρυσταλλικού πλέγματος από τη διάσπαση του серпεντίνη.

Οι αλλαγές στη σύσταση των δειγμάτων μετά από κάθε θερμική κατεργασία παρακολουθούνται μέσω της μεταβολής του αθροίσματος των εντάσεων των βασικών κορυφών των αντίστοιχων ακτινοδιαγραμμάτων. **Ειδικότερα, όσον αφορά τον серпεντίνη, με εξαίρεση τα δύο δείγματα υψηλότερης εξαλλοίωσης (W6 και W7), παρατηρείται από τα αντίστοιχα ακτινοδιαγράμματα η πλήρης διάσπασή του ακόμα και στους 650° C. Για τα δύο προαναφερθέντα δείγματα η φάση αυτή διατηρείται ακόμα και στους 850° C (για διάρκεια θερμικής κατεργασίας 1 h).** Σε γενικές γραμμές, για όλα τα δείγματα που εξετάστηκαν ο ολιβίνης φαίνεται να εμφανίζει πιο έντονες μεταβολές στις εντάσεις των κορυφών του σε σχέση με τον ενστατίτη. Για το σύνολο των δουνιτικών δειγμάτων (W4-W16) φαίνεται ότι μέχρι και τη θερμοκρασία των 850° C δε σχηματίζεται κάποια κρυσταλλική φάση ως προϊόν από τη θερμική διάσπαση του серпεντίνη, ενώ στους 1000° C φαίνεται ότι ενισχύεται ως προς την ένταση των κορυφών του ο ολιβίνης, πιθανώς ως κρυσταλλικό προϊόν προερχόμενο από τη διάσπαση του серпεντίνη.

Όσον αφορά τις ιδιότητες και τις σχετιζόμενες εφαρμογές των δουνιτικών υλικών, τα δείγματα W4-W11 εξετάστηκαν επίσης ως προς την πυριμαχικότητά τους με θέρμανση στους 1450° C για 2 h σε πιεστά δοκίμια του αλεσμένου υλικού, όπου και καταγράφεται η μεταβολή που παρατηρείται στη μακροσκοπική εικόνα και τις διαστάσεις τους.

Ερευνητικά Αποτελέσματα

Αντίστοιχη δοκιμή πραγματοποιήθηκε και για τα θερμικά κατεργασμένα δείγματα στους 650° C και 850° C των προηγούμενων, προκειμένου να διαπιστωθούν γενικώς τυχόν διαφορές στην πυριμαχικότητα μεταξύ του ως έχει (αρχικού) και του θερμικά αποσερπεντινωμένου (εξυγιασμένου) δουνίτη. Όσον αφορά τα ως έχει δείγματα W4-W11, παρατηρείται γενικώς σε όλα τήξη (ως ένα βαθμό) με πιο εμφανή παραμόρφωση για ορισμένα εξ αυτών (W4, W5, W6). Από τη μακροσκοπική εικόνα των δοκιμών για τα θερμικώς κατεργασμένα στους

650° C και 850° C δείγματα, φαίνεται ότι η πυριμαχικότητα των W4, W5, W6 είναι σχετικά καλύτερη σε σχέση με τα αντίστοιχα ως έχουν (αρχικά) δείγματα, ενώ για τα W7-W11 είναι μάλλον υποδεέστερη, αν και δεν παρατηρούνται στο σύνολο των δειγμάτων ιδιαίτερα έντονες διαφορές. Συγκρίνοντας μεταξύ τους τα δείγματα των 650° C και 850° C, παρατηρήθηκε ότι αυτά δεν διαφοροποιούνται σημαντικά. Τα θερμικά κατεργασμένα (στους 650° C και 850° C) δείγματα W4, W5, W6 εμφανίζουν μεγαλύτερη συρρίκνωση ως προς τη διάμετρο των δοκιμών και μικρότερη συρρίκνωση ως προς το ύψος (ιδίως τα W5 και W6) σε σχέση με τα αντίστοιχα ως έχουν (δηλ. χωρίς τη θερμική επεξεργασία) δείγματα, ενώ το αντίθετο ισχύει για τα υπόλοιπα από αυτά.

Παράλληλα, σε επιλεγμένα δείγματα, που κρίθηκαν κατάλληλα για περαιτέρω θερμική επεξεργασία, έγινε έψήσή τους σε θερμοκρασίες 650°, 850° και 1300° C. Για τη μελέτη της συμπεριφοράς των δειγμάτων (σε μορφή δοκιμών) μετά από την έψήσή τους, παρασκευάστηκαν κατάλληλα δοκίμια (pellets) από τα αρχικά δείγματα, καθώς και από τα δείγματα, που είχαν υποστεί προηγουμένως θερμική επεξεργασία στους 850°C και θερμάνθηκαν στους 1300° C, 1400° C και 1600° C για διαφορετικούς χρόνους έψησης. Μετά τη θέρμανση έγινε ο δομικός χαρακτηρισμός των προϊόντων με τη χρήση της μεθόδου Περίθλασης Ακτίνων-Χ (XRD) και επιπλέον, υπολογίστηκε η ορυκτολογική τους σύσταση. Στη συνέχεια, υπολογίστηκε η θερμική συστολή των δοκιμών, η υδατοαπορρόφηση και το φαινόμενο πορώδες, που είναι βασικές ιδιότητες-παραμέτροι, εξεταζόμενες για την πυριμαχικότητα των παραγομένων υλικών. Τέλος, ελήφθησαν φωτογραφίες από το οπτικό μικροσκόπιο για τη μελέτη της επιφάνειας των δοκιμών.

Από τα διαγράμματα XRD των δειγμάτων W4-W11 μετά από την έψήσή τους (θερμική κατεργασία) παρατηρήθηκε ότι:

- 1) Στους **~650° C** παρατηρείται μείωση του ποσοστού του περιεχόμενου σερπεντίνη.
- 2) Στους **~850° C** παρατηρείται απουσία του σερπεντίνη, που αρχίζει ήδη από τους **~800° C**, καθώς και ο σχηματισμός του φορστερίτη.
- 3) Στους **~1300° C** παρατηρείται ο σχηματισμός του ενστατίτη (αύξηση του ποσοστού του), καθώς και η μείωση του περιεχομένου ποσοστού φορστερίτη. Ο φορστερίτης σχηματίζεται από την περίσσεια Mg και ο ενστατίτης από την περίσσεια Si. Συνεπώς, απαιτείται επιπλέον προσθήκη Mg για τον σχηματισμό του επιθυμητού φορστερίτη. Αυτό είναι σημαντικό στοιχείο, που πρέπει να ληφθεί υπόψη στην παραγωγή των δουνητικών πυρίμαχων μαζών, καθώς και στην παραγωγή των δουνητικών πυροτούβλων.

Ερευνητικά Αποτελέσματα

Από τις εικόνες στο οπτικό μικροσκόπιο παρατηρείται η εμφάνιση υαλώδους-άμορφης φάσης. Στους $\sim 1400^\circ\text{C}$ η εμφάνιση της υαλώδους φάσης είναι εντονότερη. Αυτό υποδεικνύει την ακαταλληλότητα του συγκεκριμένου υλικού, καθώς μετά από συνεχόμενες εψήσεις σε υψηλές θερμοκρασίες το υλικό αυτό αναμένεται να καταρρεύσει. Δεν παρατηρούνται σημαντικές αλλαγές στις βασικές πυριμαχικές ιδιότητες (δηλαδή στην υδατοαπορρόφηση, στο φαινόμενο πορώδες και στη θερμική συστολή) με την εφαρμογή διαφορετικών (χρονικών) προγραμμάτων θέρμανσης.

Το δείγμα με τη χαμηλότερη τιμή LOI% ($\sim 3,7\%$), που αντιστοιχεί σε μικρότερο βαθμό серπεντινίωσης, εμφανίζει μικρότερη θερμική συστολή. Η % θερμική συστολή στους 1400°C είναι μεγαλύτερη από τους 1300°C . Η μεγάλη θερμική συστολή δείχνει ότι τα δοκίμια αυτά βρίσκονται πλησιέστερα στη θερμοκρασία της παραμόρφωσής τους (softening temperature), καθώς και στην θερμοκρασία της πυροσυσσωμάτωσής τους (sintering). Οι πληροφορίες αυτές σε συνδυασμό με την εμφάνιση της υαλώδους φάσης, δείχνουν την ακαταλληλότητα των αρχικών серπεντινωμένων δειγμάτων του στείρου (άχρηστου) μητρικού πετρώματος για την απευθείας εφαρμογή τους σε πυρίμαχα προϊόντα και για εφαρμογή σε θερμοκρασίες $>1300^\circ\text{C}$, χωρίς την κατάλληλη (θερμική) επεξεργασία τους, καθώς μετά από πολλές χρήσεις/εψήσεις το υλικό αυτό αναμένεται να καταστραφεί (καταρρεύσει).

Επιπλέον, πραγματοποιήθηκε διερεύνηση των δοκιμών με κατάλληλα πρόσθετα (οξείδιο ορυκτών), όπως χρωμίτη, αιματίτη, αλούμινα, το κλάσμα 0-4 mm ROM και ο μαγνησίτης σε ποσοστά 5-15%. Από αυτή τη διαδικασία προσδιορίστηκαν οι προτεινόμενες συνθέσεις, που κρίνονται καταλληλότερες για πυρίμαχες εφαρμογές.

Η προσθήκη ενισχυτικών (πρόσθετων) υλικών έδειξε, ότι στα υλικά που απαιτείται μαγνήσιο για την αύξηση της αναλογίας $(\text{MgO}+\text{Fe}_2\text{O}_3)/\text{SiO}_2$ (η οποία πρέπει να είναι 2), τόσο η προσθήκη μαγνησίας, όσο και η προσθήκη μεταλλεύματος χρωμίτη, βελτίωσε τα αποτελέσματα της θερμικής συστολής, ενώ στην περίπτωση του μεταλλεύματος χρωμίτη παρατηρείται επιπλέον αύξηση και της μηχανικής αντοχής. Σημειώνεται, ότι η μέγιστη αύξηση της μηχανικής αντοχής παρουσιάστηκε με την προσθήκη του αιματίτη στα αρχικά δείγματα του μεταλλείου, ο οποίος ωστόσο δεν παρουσιάζει θετική επίδραση για τη μείωση της θερμικής συστολής.

Από την ορυκτολογική σύσταση των δειγμάτων και το αντίστοιχο ισοζύγιο μάζας, υπολογίστηκε η επιπλέον ποσότητα MgO, που απαιτείται να προστεθεί στα δείγματα, ώστε να σχηματιστεί ο επιθυμητός φορστερίτης αντί του ενστατίτη σε υψηλές θερμοκρασίες ($>1300^\circ\text{C}$) με σκοπό τη βελτίωση των πυριμαχικών ιδιοτήτων του παραγόμενου υλικού. Η επιθυμητή πρόσθετη δόση MgO για τον μέγιστο σχηματισμό ολιβίνη (φορστερίτη) κυμαίνεται μεταξύ 7,4-17,5 % κ.β. (ανάλογα με τη συγκέντρωση του υλικού αυτού στα αρχικά δείγματα).

Οι πυρίμαχες μάζες παράγονται μέχρι σήμερα με τη χρήση της διπύρου μαγνησίας διαφόρων ποιοτήτων και ανάλογα με τα επιθυμητά χαρακτηριστικά της συγκεκριμένης μάζας. Ο δουνίτης είναι και αυτός ένα πυρίμαχο υλικό, αλλά με πολύ χαμηλότερο κόστος παραγωγής, καθώς μπορεί να βρεθεί στα στείρα του μεταλλείου, τα οποία προέρχονται από την εκμετάλλευση τόσο στο λατομείο εξόρυξης, αλλά και από τα διάφορα στάδια εμπλουτισμού του μεταλλεύματος προς παραγωγή του μαγνησίτη.

Ερευνητικά Αποτελέσματα

Αντικαθιστώντας ένα μέρος από την δίπτυρη μαγνησία (σχετικά ακριβό υλικό), που χρησιμοποιείται σε πολλές πυρίμαχες κτλ. εφαρμογές με τον δουνίτη, ο στόχος είναι να προκύψουν τα ακόλουθα 4 σημαντικά οφέλη:

- Το κόστος παραγωγής της πυρίμαχης μάζας να είναι χαμηλότερο.
- Να αξιοποιηθούν υλικά, που σήμερα θεωρούνται στερεά απόβλητα.
- Να αυξηθεί ο χρόνος ζωής του κοιτάσματος.
- Να δημιουργηθούν παράπλευρα περιβαλλοντικά οφέλη.

Τα κυριότερα πυρότουβλα τα οποία αναπτύχθηκαν είναι τα δουνιτικο-μαγνησιούχα κεραμικού δεσμού. Η πυριμαχικότητα τους υπό την επίδραση φορτίου είναι περίπου 1.600°C και με ικανοποιητικά τα υπόλοιπα χαρακτηριστικά, που εξετάζονται στην περίπτωση αυτή.

Τα τούβλα αυτά μπορούν να εγκατασταθούν σε περιστροφικούς ή σε καθέτους κλιβάνους, π.χ. σε κλιβάνους έψησης κλίνκερ (παραγωγή τσιμέντου – μέγιστης θερμοκρασίας λειτουργίας 1.400° C), σε ασβεστοκάμινα (μέγιστης θερμοκρασίας λειτουργίας 1.350° C), σε κλιβάνους έψησης μαγνησίτη, σε ηλεκτροκλιβάνους κλπ. Είναι πολύ ικανοποιητικές οι αντοχές τους σε επίδραση αλκάλων, σκωριών, αλουμίνιου κλπ. Τα οποιαδήποτε προβλήματα στην παραγωγική διαδικασία (π.χ. ρωγμές στην ξήρανση, ρωγμές εσωτερικές στο ψήσιμο εις τον συραγγοειδή κλίβανο) αντιμετωπίστηκαν επιτυχώς με τις κατάλληλες συνθέσεις ή με πρόσθετα και με τις σωστές παραγωγικές διαδικασίες (π.χ. «ωρίμανση» του τούβλου πριν από την ξήρανσή του κλπ.). Η σύνθεση των πυροτούβλων είναι 80% δουνίτης + 20% δίπτυρη μαγνησία. Αξίζει να αναφέρουμε επίσης, ότι η δίπτυρη μαγνησία χρησιμοποιήθηκε στο υλικό PSM 81, που έχει τη μορφή pellets από σκόνες καυστικής μαγνησίας και μαγνησίτη από ηλεκτρόφιλτρο, τα οποία μέχρι πρότινος δεν μπορούσαν να αξιοποιηθούν (θεωρούνταν στερεά απόβλητα).

Παραδείγματα εφαρμογών

“Κύριος στόχος του έργου ήταν η ανάπτυξη κατάλληλης μεθοδολογίας που θα επιτρέψει την μετατροπή του βιομηχανικού αυτού αποβλήτου, σε αναβαθμισμένο προϊόν με προστιθέμενη αξία, όσον αφορά την χρήση του για την παραγωγή πυρίμαχων προϊόντων.”

1) Αντικατάσταση ποσοστού δίπυρης μαγνησίας με δουνίτη στο εργοστάσιο πυρίμαχων μαζών της εταιρείας ΕΜΕ για την παραγωγή πυρίμαχων μαζών.

2) Παραγωγή δουνιτικής άμμου χυτηρίων, η οποία δοκιμάστηκε με εξαιρετική επιτυχία σε διάφορα χυτήρια. Η άμμος χυτηρίων προερχόμενη από θερμικώς κατεργασμένο δουνίτη μπορεί να χρησιμοποιηθεί με μεγάλη επιτυχία για τη χύτευση μαγνησιούχων χαλύβων (που αποτελούν το 60% του συνόλου των χυτεύσεων).

3) Παραγωγή δουνιτικών πυροτούβλων διαφόρων κατηγοριών. Τα πυρότουβλα αυτά θα δοκιμαστούν σε πραγματικές συνθήκες στους κλιβάνους των ΕΜΕ, ή άλλων εταιρειών. Πολύ καλά χαρακτηριστικά παρουσιάζουν τα δουνιτικο-μαγνησιακά πυρότουβλα κεραμικού δεσμού, τα οποία είναι μείγμα 80% δουνίτη και 20% PSM 81-διπύρου μαγνησίας, που παράγεται από σκόνες ηλεκτρόφιλτρων μαγνησίας και μαγνησίτη.

4) Η παραγωγή δουνίτη ως EBT filling sand (Eccentric Bottom Tapping) που απεστάλη σε χαλυβουργία για δοκιμή.

5) Η παραγωγή δουνίτη ως slag conditioner για χρήση σε EAF (Electric Arc Furnace) και σε Blast furnace (Υψικάμινους) για τη ρύθμιση της σκωρίας και την προστασία της πυροδομής, που αποτελείται από μαγνησιακά πυρότουβλα.

Παραδείγματα εφαρμογών

6) Η παραγωγή δουνιτικού τσιμέντου, το οποίο είναι πυρίμαχο και με μεγαλύτερες αντοχές από το κλασικό τσιμέντο.

7) Η παραγωγή δουνιτικού υλικού ως αντιολισθητικό υλικό, για λιώσιμο χιονιού, πάγου κλπ.

8) Η παραγωγή δουνιτικού υλικού για αμμοβολή ή κυρίως για υδροβολή.

Επίσης παρήχθησαν πυρότουβλα χαμηλότερης ποιότητας, τα οποία μπορούν να χρησιμοποιηθούν όμως ως:

- Μονωτικά (σε θερμοκρασίες μέχρι 600–800° C).
- Safety back τούβλα (θερμοκρασίες μέχρι 1.000° C).
- Επένδυση στις κυψέλες αλουμινίου κλπ.



Σχετικές Δημοσιεύσεις

Επιστημονικές Δημοσιεύσεις

Pagona, E. Tzamos, G. Grieco, A. Zouboulis and M. Mitrakas. Characterization and evaluation of magnesite ore mining by-products of Gerakini mines (Chalkidiki, N. Greece), *Sci. Total Environ.*, 732 (2020) 139279. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.139279>.

E. Tzamos, M. Bussolesi, G. Grieco, P. Marescotti, L. Crispini, A. Kasinos, N. Storni, K. Simeonidis and A. Zouboulis. Mineralogy and geochemistry of ultramafic rocks from rachoni magnesite mine, Gerakini (Chalkidiki, N. Greece), *Minerals*, 10 (2020) 934. <https://doi.org/10.3390/min10110934>.

E. Pagona, K. Kalaitzidou, A. Zouboulis and M. Mitrakas. Effects of additives on the physical properties of magnesite ore mining by-products for the production of refractories, *Minerals Eng.*, 174 (2021) 107247. <https://doi.org/10.1016/J.MINENG.2021.107247>.

E. Pagona, K. Kalaitzidou, A. Zouboulis and Mitrakas M. Estimation and addition of MgO dose for upgrading the refractory characteristics of magnesite ore mining wastes/by-products, submitted to *Waste and Biomass Valorization* (accepted for publication) (2022).

K. Kalaitzidou, E. Pagona, P. Stratigousis, X. Ntampou, E. Tzamos, V. Zaspalis, A. Zouboulis and M. Mitrakas. Hematite nanoparticles addition to serpentine/pyroxenes by-products of the "Grecian Magnesite SA" mine at Gerakini (Halkidiki) for the production of refractories, submitted to *Applied Sciences* (accepted for publication) (2022).

K. Kalaitzidou, E. Pagona, G. Skyfta, E. Tzamos, A. Zouboulis and M. Mitrakas. Chromite ore addition to serpentinized magnesite mining wastes for the production of useful refractory products following thermal treatment, submitted to *Intern. J. of Envir. Sci. & Techn.* (Under review) (2022).

K. Kalaitzidou, E. Pagona, A. Zouboulis and M. Mitrakas. Exploitation of the fine rejected run of mine (ROM 0-4 mm) material to produce refractories in combination with the mining by-products of magnesite mine, submitted to *Materials Chemistry and Physics* (Under review) (2022)

Σχετικές Ανακοινώσεις σε Συνέδρια

Papadopoulos A.*, Tzamos E., Pagona E., Grieco G., Kasinos A., Tziritis E., Mitrakas M. and Zouboulis A. Mineralogical and geochemical Investigation of the alteration of ultramafic magnesite-hosting rocks from Gerakini (Chalkidiki, N. Greece), 15th Intern. Congress of the Geological Society of Greece, 22-24 May 2019, Athens, Greece.

Σχετικές Δημοσιεύσεις

Tzamos E.*, Grieco G, Pagona E., Papadopoulos A, Bussolesi M., Mitrakas M. and Zouboulis A. First report of Fe inclusions in Olivine: olivine from the magnesite – hosting ultramafic rocks of Gerakini, (Chalkidiki, N. Greece). 15th Intern. Congress of the Geological Society of Greece, 22-24 May 2019, Athens, Greece.

Pagona E., Tzamos E., Simeonidis K., Zouboulis A*, Mitrakas M., Characterization and evaluation of magnesite ore mining procedures by-products from Gerakini mines, Chalkidiki, Greece, 7th Intern. Conf. on “Sustainable Solid Waste Management”, 26-29 June 2019, Heraklion, Crete, Greece.

Tzamos E.*, Simeonidis K., Pagona E., Ntampou X., Zouboulis A., Mitrakas M. Laboratory evaluation of ultramafic rocks exploitation towards the production of added-value products, 11th Intern. Conf. on “Instrumental Methods of Analysis” (IMA-2019), 22-25 Sept. 2019, Ioannina, Greece.

Giordan V., Ghiorzo S. Crispini L., Grieco G.*, Tzamos E., Comodi P., Zucchini A., Zouboulis A. and Marescotti P. The magnesite deposit in ultramafic rocks of Gerakini (Chalkidiki, N. Greece): a structural and mineralogical investigation. Intern. Conf. on “Ophiolites and the Oceanic Lithosphere: Results of the Oman, Drilling Project and Related Research”, 12-14 Jan. 2020, Sultan Qaboos University, Muscat, Sultanate of Oman.

Pagona E.*, Kalaitzidou K., Tzamos E., Simeonidis K., Zouboulis A. and Mitrakas M. Estimation and addition of MgO dose for upgrading the refractory characteristics of magnesite ore mining wastes/by-products. 8th Intern. Conf. on «Sustainable Solid Waste Management», Thessaloniki, Greece, 23-26 June 2021.

Kalaitzidou K.*, Pagona E., Skyfta, G., Tzamos E., Zouboulis A., Mitrakas M., Chromite ore addition to by-products for the production of refractories. 7th Intern. Conf. on “Industrial and Hazardous Waste Management”, 27-30 July 2021, Chania, Greece.

Kalaitzidou K.*, Pagona E., Stratigousis P., Ntampou X., Tzamos E., Zaspalis V., Zouboulis A. and Mitrakas M. Hematite addition to serpentine/pyroxenes by-products of the "Grecian Magnesite SA" mine at Gerakini (Halkidiki) for the production of refractories. Intern. Conf. on «Raw Materials and Circular Economy, RawMat2021», 05-09 Sept. 2021, Athens, Greece.

Pagona E.*, Kalaitzidou K., Ntampou X., Tzamos E., Simeonidis K., Zouboulis A. and Mitrakas M. X-Ray Diffraction analysis for semi-quantitative identification of important mineral phases in mining wastes by-products valorization. 12th Intern. Conf. on "Instrumental Methods of Analysis" (IMA-2021), 22-23 Sept. 2021, Thessaloniki, Virtual event.

Σχετικές Δημοσιεύσεις

Παγωνά Ε.*, Τζάμος Ε., Ζουμπούλης Α. και Μήτρακας Μ. Χαρακτηρισμός και Αξιολόγηση των Παραπροϊόντων των Μεταλλείων Μαγνησίτη (Λευκολίθου) Γερακινής Χαλκιδικής, 12ο Πανελλ. Επιστ. Συν. Χημικής Μηχανικής, 29-31 Μαΐου 2019, Αθήνα.

Καλαϊτζίδου Κ.*, Παγωνά Ε, Τζάμος Ε., Μήτρακας Μ. και Ζουμπούλης Α. Επίδραση της θερμοκρασίας σε δείγματα παραπροϊόντων μεταλλείων μαγνησίτη Γερακινής Χαλκιδικής, 1ο Διαδικτυακό Συνέδριο Νέων Επιστημόνων «Ορυκτοί Πόροι-Περιβάλλον-Χημική Μηχανική», Κοζάνη, 26-28 Φεβρ. 2021.

Επιστημονικές Δημοσιεύσεις

Pagona, E. Tzamos, G. Grieco, A. Zouboulis and M. Mitrakas. Characterization and evaluation of magnesite ore mining by-products of Gerakini mines (Chalkidiki, N. Greece), *Sci. Total Environ.*, 732 (2020) 139279. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.139279>.

E. Tzamos, M. Bussolesi, G. Grieco, P. Marescotti, L. Crispini, A. Kasinos, N. Storni, K. Simeonidis and A. Zouboulis. Mineralogy and geochemistry of ultramafic rocks from rachoni magnesite mine, Gerakini (Chalkidiki, N. Greece), *Minerals*, 10 (2020) 934. <https://doi.org/10.3390/min10110934>.

E. Pagona, K. Kalaitzidou, A. Zouboulis and M. Mitrakas. Effects of additives on the physical properties of magnesite ore mining by-products for the production of refractories, *Minerals Eng.*, 174 (2021) 107247. <https://doi.org/10.1016/J.MINENG.2021.107247>.

E. Pagona, K. Kalaitzidou, A. Zouboulis and Mitrakas M. Estimation and addition of MgO dose for upgrading the refractory characteristics of magnesite ore mining wastes/by-products, submitted to *Waste and Biomass Valorization* (accepted for publication) (2022).

K. Kalaitzidou, E. Pagona, P. Stratigousis, X. Ntampou, E. Tzamos, V. Zaspalis, A. Zouboulis and M. Mitrakas. Hematite nanoparticles addition to serpentine/pyroxenes by-products of the "Grecian Magnesite SA" mine at Gerakini (Halkidiki) for the production of refractories, submitted to *Applied Sciences* (accepted for publication) (2022).

K. Kalaitzidou, E. Pagona, G. Skyfta, E. Tzamos, A. Zouboulis and M. Mitrakas. Chromite ore addition to serpentinized magnesite mining wastes for the production of useful refractory products following thermal treatment, submitted to *Intern. J. of Envir. Sci. & Techn.* (Under review) (2022).

Σχετικές Δημοσιεύσεις

K. Kalaitzidou, E. Pagona, A. Zouboulis and M. Mitrakas. Exploitation of the fine rejected run of mine (ROM 0-4 mm) material to produce refractories in combination with the mining by-products of magnesite mine, submitted to Materials Chemistry and Physics (Under review) (2022).

Καινοτόμα Υλικά Επίστρωσης Αγωγών Αποχετευτικών Δικτύων για Έλεγχο της Διάβρωσης

Αναστάσιος Ζουμπούλης
Καθηγητής
Τμήμα Χημείας
zoubouli@chem.auth.gr



Σύντομη Περίληψη

Σκοπός του έργου ήταν η βιομηχανική έρευνα για την ανάπτυξη καινοτόμων προϊόντων με βάση το υδροξείδιο του μαγνησίου και τη μαγνησία για την επικάλυψη της εσωτερικής επιφάνειας των αγωγών αποχετευτικών δικτύων με προβλήματα διάβρωσης με στόχο την προστασία τους. Αρχικά μελετήθηκε η έκταση του προβλήματος στον Ελληνικό χώρο και οι σχετικοί μηχανισμοί της διάβρωσης. Στη συνέχεια, μελετήθηκε εργαστηριακά η παραγωγή πολφού επίστρωσης με χρήση MgO ως πρώτη ύλη και η επίδραση ποικίλων φυσικοχημικών παραμέτρων των υλικών, των συνθηκών παραγωγής και της χρήσης κατάλληλων προσθέτων, όσον αφορά τα τελικά χαρακτηριστικά και την αντιδιαβρωτική απόδοση της επίστρωσης.

Η ικανότητα προστασίας των επικαλύψεων αξιολογήθηκε με την εφαρμογή κατάλληλων επιταχυνόμενων δοκιμών διάβρωσης σε επιστρωμένα δοκίμια σκυροδέματος. Σε επόμενο στάδιο πραγματοποιήθηκαν βιομηχανικές δοκιμές για την παραγωγή του σχετικών προϊόντων. Επίσης, διεξήχθη τεχνικο-οικονομική μελέτη για την παραγωγή του προϊόντος επικάλυψης

Πλαίσιο Χρηματοδότησης:

ΕΣΠΑ 2014-2020,
Ειδική Υπηρεσία Διαχείρισης ΕΠ
Ανταγωνιστικότητα, Επιχειρηματικότητα,
Καινοτομία, Ερευνώ - Δημιουργώ -
Καινοτομώ



Λέξεις Κλειδιά:

οξείδιο του μαγνησίου, υδροξείδιο του μαγνησίου, δίκτυο αποχέτευσης, διάβρωση αγωγών, αναγωγικές συνθήκες, υδρόθειο, ατμοί οξέων

Διάρκεια Έργου:

09/07/2018- 08/01/2022

Μέλη Ερευνητικής Ομάδας:

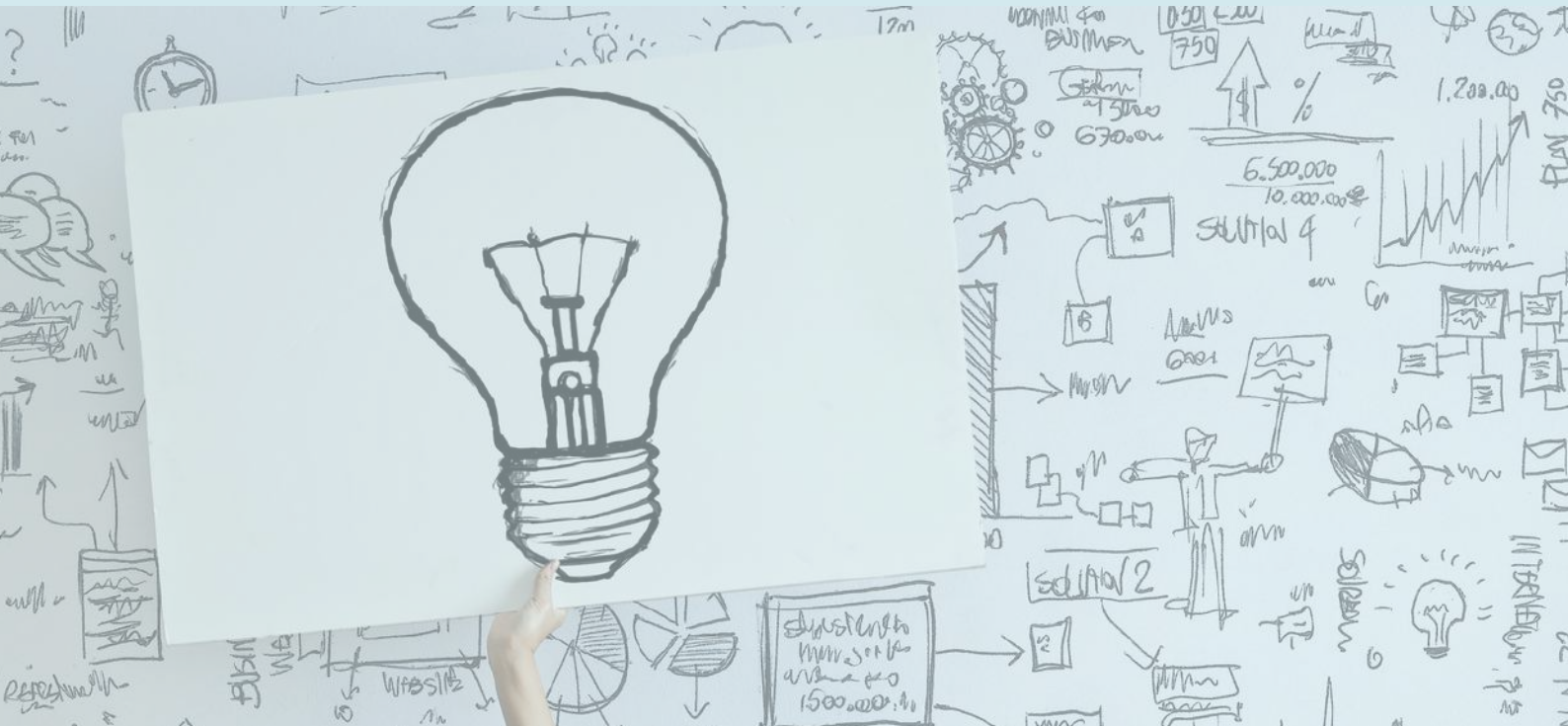
Αναστάσιος Ζουμπούλης, Καθηγητής, Τμήμα Χημείας, ΑΠΘ
Παναγιώτης Σπαθής, Καθηγητής, Τμήμα Χημείας, ΑΠΘ
Λευτέρης Αναστασίου, Επίκουρος Καθηγητής, Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών, ΑΠΘ
Dr. Ευφροσύνη Πελέκα, Χημικός, ΕΔΙΠ, Τμήμα Χημείας, ΑΠΘ
Dr. Κωνσταντίνος Συμεωνίδης, Χημικός Μηχανικός, Τμήμα Φυσικής, ΑΠΘ
Δόμνα Μεραχτσάκη, Χημικός MSc, Υποψήφια Διδάκτωρ, Τμήμα Χημείας, ΑΠΘ
Ειρήνη Τσαρδάκα, Χημικός, Υποψήφια Διδάκτωρ, Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών, ΑΠΘ
Ευαγγελία Τσαμπαλή, Πολιτικός Μηχανικός, Υποψήφια Διδάκτωρ, Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών, ΑΠΘ
Φωτεινή Κεσικίδου, Πολιτικός Μηχανικός, Υποψήφια Διδάκτωρ, Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών, ΑΠΘ
Σαββίνα Ψάλτου, Χημικός MSc, Τμήμα Χημείας, ΑΠΘ

Dr. Θεόφιλος Ζαμπετάκης, Χημικός Μηχανικός, Διευθυντής Ερευνητικού Κέντρου ΕΛΛΕ
Dr. Χάρης Γιαννουλάκης, Χημικός Μηχανικός, Ερευνητής, ΕΛΛΕ

Παναγιώτης Παπανικολάου, Χημικός, Ερευνητής, Ερευνητικό Κέντρο ΕΛΛΕ
Κωνσταντίνος Δαγγίλας, Χημικός, Ερευνητής, Προϊστάμενος Ελέγχου Ποιότητας ΕΛΛΕ
Dr. Ορέστης Αντώνογλου, Χημικός, Ερευνητής, ΕΛΛΕ
Αθανάσιος Παπούλιας, Παρασκευαστής, Ερευνητικό Κέντρο ΕΛΛΕ
Κωνσταντίνος Σειράς, Αναλυτής, Ερευνητικό Κέντρο ΕΛΛΕ

Dr. Αθανάσιος Σφήκας, Χημικός Μηχανικός, DECUS
Αναστασία Χαρχαρίδου, Πολιτικός Μηχανικός, DECUS
Βασίλειος Μπαλτίκας, Πολιτικός Μηχανικός, DECUS
Σταματία Γκολέμα, Μηχανολόγος Μηχανικός, DECUS
Αικατερίνη Μανουσίδου, Χημικός Μηχανικός, DECUS

Πέτρος Σαμαράς, Καθηγητής, Τμήμα Τεχνολογίας Τροφίμων, ΔΙΠΑΕ
Ευθύμιος Παπαστεργιάδης, Αναπληρωτής καθηγητής, Τμήμα Τεχνολ. Τροφίμων, ΔΙΠΑΕ
Dr. Γιώργος Φυτιάνος, Χημικός, Τμήμα Τεχνολογίας Τροφίμων, ΔΙΠΑΕ
Νικόλαος Τέλλος, Τεχνολόγος Τροφίμων, Τμήμα Τεχνολογίας Τροφίμων, ΔΙΠΑΕ



Ερευνητικά Αποτελέσματα

Η μικροβιολογικά επηρεασμένη διάβρωση που λαμβάνει χώρα μέσα στο δίκτυο αγωγών μεταφοράς υγρών αποβλήτων, οφείλεται στην ανάπτυξη μικροοργανισμών, οι οποίοι παράγουν (στο τελικό στάδιο) βιογενές θειικό οξύ. Κατά τη διαδικασία της διάβρωσης το τσιμέντο του σκυροδέματος στους αγωγούς μεγάλης διαμέτρου, αντιδρά με το παραγόμενο οξύ και σχηματίζεται γύψος, η οποία δεν έχει τις απαιτούμενες μηχανικές ιδιότητες, με αποτέλεσμα να μειώνεται η μηχανική αντοχή του συστήματος και τελικά, να καταρρέει (καταστρέφεται) ο αγωγός.

Στόχος του ερευνητικού έργου ήταν η ανάπτυξη νέων καινοτόμων υλικών επίστρωσης/ προστασίας της εσωτερικής επιφάνειας των αγωγών μεταφοράς αποβλήτων κατασκευασμένων από σκυρόδεμα, που στηρίζονται στο οξειδίο και στο υδροξειδίο του μαγνησίου, ώστε να προληφθεί η κατάρρευση των αγωγών και η επακόλουθη δαπανηρή αντικατάστασή τους.

Αρχικά, η εταιρεία DECUS μαζί με το ΔΙΠΑΕ πραγματοποίησαν μια έρευνα σχετικά με το μελετώμενο πρόβλημα διάβρωσης στον ελλαδικό χώρο και με τη βοήθεια φορέων διαχείρισης αποχετευτικών δικτύων, από όπου προέκυψε ότι ένα μεγάλο μέρος των βλαβών του δικτύου οφείλεται στην μικροβιολογική διάβρωση. Στη συνέχεια, η εταιρεία Ελληνικοί Λευκόλιθοι ανέπτυξαν διάφορα υλικά και σε συνδυασμό με το Τμήμα Χημείας και τις εργαστηριακές δοκιμές διάβρωσης, επιλέχθηκαν τα καλύτερα από αυτά για την περαιτέρω αξιολόγησή τους. Τα υλικά που επιλέχθηκαν, εφαρμόστηκαν σε δοκίμια σκυροδέματος και υποβλήθηκαν σε επιταχυνόμενες δοκιμές διάβρωσης.

Από τα αποτελέσματα των δοκιμών διάβρωσης προέκυψαν δύο υλικά, που παρουσιάζουν βέλτιστα χαρακτηριστικά:

(α) ένας σταθεροποιημένος πολφός δραστικού υδροξειδίου του μαγνησίου

(β) ένα προϊόν πούδρας καυστικής μαγνησίας, που παράγεται επί τόπου, λίγο πριν την εφαρμογή.

Και τα δύο προϊόντα εμφανίζουν μεγάλη συνάφεια με τις υπό επίστρωση επιφάνειες, καλή αντοχή στο νερό και ισχυρή εξουδετερωτική ικανότητα ενάντια του οξέος. Επιταχυνόμενα πειράματα διάβρωσης έδειξαν ότι η αντιδιαβρωτική προστασία τους αναμένεται να είναι ενός έτους ή και περισσότερο, μετά το πέρασμα του οποίου θα απαιτείται ανανέωση της επίστρωσης. Με βάση τα συνολικά αποτελέσματα που προέκυψαν, η εταιρεία DECUS σύγκρινε τα υλικά που αναπτύχθηκαν με σχετικά προϊόντα της αγοράς και πραγματοποίησε την αντίστοιχη τεχνικο-οικονομική μελέτη, που αφορά την βιομηχανική παραγωγή τους και την εφαρμογή τους σε δίκτυα αποχετεύσεων.

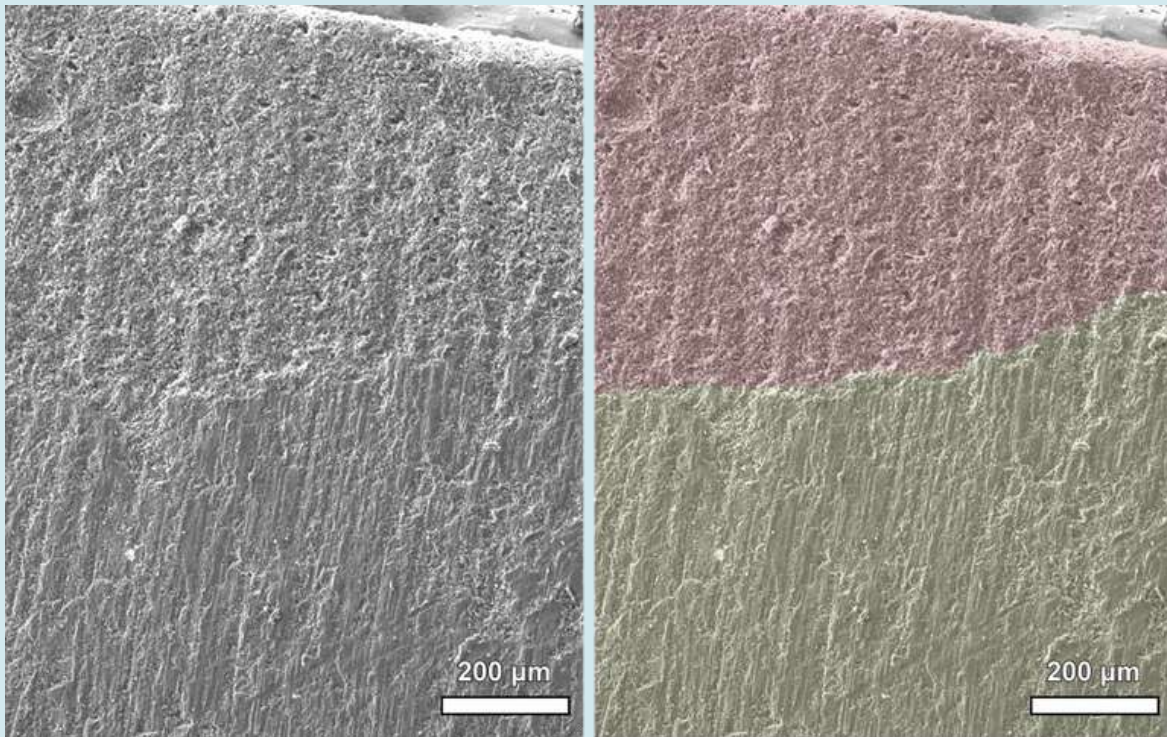
Με την προτεινόμενη εφαρμογή οι αγωγοί σκυροδέματος μπορούν να προστατευτούν σε μεγάλο βαθμό από την παρεμπόδιση της ανάπτυξης των μικροοργανισμών, που παράγουν το βιογενές θειικό οξύ, εξαιτίας της αυξημένης αλκαλικότητας των επιστρώσεων. Επιπλέον, οι επιστρώσεις αντιδρούν με το παραγόμενο θειικό οξύ, εξουδετερώνοντας το, δηλ. «θυσιάζονται» στη θέση του τσιμέντου του σκυροδέματος, αποτρέποντας τη δημιουργία της (ανεπιθύμητου) γύψου.

Ερευνητικά Αποτελέσματα

Προϊόντα με τις ιδιότητες και τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά των υλικών του έργου, σχεδόν απουσιάζουν από την ελληνική, αλλά και την ευρωπαϊκή αγορά. Επιπρόσθετα, τα υλικά του έργου συγκεντρώνουν αρκετές ιδιότητες, που τα καθιστούν ελκυστικά για την εφαρμογή τους στα αποχετευτικά δίκτυα.

Μεταξύ αυτών σημαντικές θεωρούνται το (ελκυστικό) κόστος πώλησης και εφαρμογής των προϊόντων, η αυξημένη διάρκεια προστασίας των αγωγών, η ικανότητα συγκόλλησής τους με τις επιφάνειες, η αναγκαιότητα (ή μη) για τη διακοπή της λειτουργίας του αποχετευτικού δικτύου προκειμένου να γίνει η εφαρμογή τους, η απαιτούμενη προετοιμασία της επιφάνειας των αγωγών πριν από την εφαρμογή, ο χρόνος εφαρμογής και η επικινδυνότητα των προϊόντων.

Με βάση την τεχνικο-οικονομική μελέτη και λαμβάνοντας υπόψη ορισμένες παραδοχές, φαίνεται ότι τα προϊόντα του έργου δύναται να αποτελέσουν (υπό κατάλληλες προϋποθέσεις) μια οικονομικά ανταγωνιστική λύση για την πρόληψη και τον έλεγχο του προβλήματος της μικροβιακά επηρεασμένης χημικής διάβρωσης των αγωγών αποχετευτικών δικτύων.



Παραδείγματα εφαρμογών

“ Σκοπός του έργου ήταν η βιομηχανική έρευνα για την ανάπτυξη καινοτόμων προϊόντων με βάση το υδροξείδιο του μαγνησίου και τη μαγνησία για την επικάλυψη της εσωτερικής επιφάνειας των αγωγών αποχετευτικών δικτύων με προβλήματα διάβρωσης με στόχο την προστασία τους. ”

Η εφαρμογή των επιστρώσεων υδροξειδίου και οξειδίου του μαγνησίου ελαχιστοποιεί την επίδραση του (βιογενούς) θειικού οξέος στην επιφάνεια του σκυροδέματος των αγωγών μεταφοράς υγρών αποβλήτων, διαφυλάσσοντας έτσι την μηχανική αντοχή των αγωγών και ενισχύοντας την διάρκεια ζωής τους. Το πρόβλημα της κατάρρευσης των αγωγών λόγω διάβρωσης μπορεί να αντιμετωπιστεί με τη χρήση αυτών των επιστρωμάτων και την εφαρμογή τους ανά κατάλληλα χρονικά διαστήματα, όπου αυτό κρίνεται απαραίτητο.

Με τον τρόπο αυτό, εξοικονομούνται οι αυξημένοι πόροι που απαιτούνται για την αντικατάσταση των κατεστραμμένων αγωγών του δικτύου αποχέτευσης, ενώ παράλληλα μπορούν να αποφευχθούν τα προβλήματα ρύπανσης που προκύπτουν, όταν καταστραφεί ένας αγωγός μέσα στον αστικό ιστό.

Τα μελετώμενα επιστρώματα έχουν ως στόχο να εφαρμοστούν τόσο σε εγχώρια ή/και σε ευρωπαϊκά δίκτυα μεταφοράς αποβλήτων, ώστε να προληφθεί η φθορά του δικτύου με τον οικονομικότερο τρόπο. Επιπλέον, πολύ σημαντικό για την εφαρμογή τους είναι το γεγονός ότι τα υλικά αυτά δεν εμφανίζουν επικινδυνότητα για τον άνθρωπο και το περιβάλλον και η χρήση τους θα μπορούσε να χαρακτηριστεί ως ασφαλής.

Παραδείγματα εφαρμογών

Τα υλικά εμφανίζουν επίσης ευκολία στη διαχείριση και την εφαρμογή τους και δεν απαιτούν (συνήθως) τη διακοπή της λειτουργίας του δικτύου για μεγάλο χρονικό διάστημα. Με βάση τα αποτελέσματα που προέκυψαν από το έργο, η εφαρμογή των υλικών επίστρωσης οξειδίου και υδροξειδίου του μαγνησίου αποτελεί έναν οικονομικό τρόπο προστασίας του δικτύου αποχέτευσης.



Σχετικές Δημοσιεύσεις

G. Fytianos, E. Papastergiadis and P. Samaras, 2019. Diagnosing and controlling microbial induced corrosion in concrete sewers, 7th International Conference on Environmental Management, Engineering, Planning and Economics, Mykonos Island, Greece, May 19-24.

D. Merachtsaki, E. Tsardaka, E. Tsampali, K. Simeonidis, E. Anastasiou, H. Yiannoulakis and A. Zouboulis, 2020. Study of corrosion protection of concrete in sewage systems with magnesium hydroxide coatings, EWaS4 International Conference, June 24-27.

A. Chatzis, D. Merachtsaki, A. Zouboulis, H. Yiannoulakis, E. Anastasiou, 2020. Study of corrosion protection of concrete in sewage systems with magnesium-based coatings, Protection and Restoration of the Environment XV Greece, July 7-10.

D. Merachtsaki, E. Tsardaka, E. Tsampali, E. Anastasiou, H. Yiannoulakis and A. Zoubouli, 2020. Corrosion protection of concrete in sewers with magnesium hydroxide/methyl cellulose coatings, Virtual EUROCORR, Brussels, September 7-11.

Φυτιάνος Γ., Παπαστεργιάδης Ε., Σαμαράς Π., Γιαννουλάκης Χ., 2021. Μελέτη του προβλήματος διάβρωσης στα αποχετευτικά δίκτυα της Ελλάδας και τρόποι αντιμετώπισης, 1ο Διαδικτυακό Συνέδριο Νέων Επιστημόνων «Ορυκτοί Πόροι-Περιβάλλον-Χημική Μηχανική», Κοζάνη, 26-28 Φεβρουαρίου.

G. Fytianos, V. Baltikas, D. Loukovitis, A. Sfikas, E. Papastergiadis, and P. Samaras, 2021. Biocorrosion in Concrete Sewers: Status and Treatment, 12th Eastern European Young Water Professionals Conference IWA YWP, Riga (Latvia), 31 March to 2 April.

D. Merachtsaki, E.-C. Tsardaka, E. Anastasiou, A. Zouboulis, 2021. Study of magnesium hydroxide protective coating against corrosion applied on poly(methyl methacrylate) plates, by using the sulfuric acid attack acceleration test, International Conference on Raw Materials and Circular Economy, Athens, Greece, September 05-09.

G. Fytianos, E. Papastergiadis, and P. Samaras, 2021. Green coatings for the protection of concrete sewer pipes, International Conference on Raw Materials and Circular Economy, Athens, Greece, September 05-09.

D. Merachtsaki, E.-C. Tsardaka, E. Tsampali, K. Simeonidis, E. Anastasiou, H. Yiannoulakis, and A. Zouboulis. Study of Corrosion Protection of Concrete in Sewage Systems with Magnesium Hydroxide Coatings, Environ. Sci. Proc., 2 (2020) 27.

D. Merachtsaki, G. Fytianos, E. Papastergiadis, P. Samaras, H. Yiannoulakis and A. Zouboulis. Properties and Performance of Novel Mg(OH)₂-Based Coatings for Corrosion Mitigation in Concrete Sewer Pipes, Materials, 13 (2020) 5291.

Σχετικές Δημοσιεύσεις

G. Fytianos, V. Baltikas, D. Loukovitis, D. Banti, A. Sfikas, E. Papastergiadis and P. Samaras. Biocorrosion of Concrete Sewers in Greece: Current Practices and Challenges, *Sustainability*, 12 (2020) 2638.

G. Fytianos, E. Tziolas, E. Papastergiadis and P. Samaras. Least Cost Analysis for Biocorrosion Mitigation Strategies in Concrete Sewers, *Sustainability*, 12 (2020) 4578.

D. Merachtsaki, E.-C. Tsardaka, E.K. Anastasiou, H. Yiannoulakis and A. Zouboulis. Comparison of Different Magnesium Hydroxide Coatings Applied on Concrete Substrates (Sewer Pipes) for Protection against Bio-Corrosion, *Water*, 13 (2021) 1227.

G. Fytianos, A. Tsikrikis, C.A. Anagnostopoulos, E. Papastergiadis and P. Samaras. The Inclusion of Acidic and Stormwater Flows in Concrete Sewer Corrosion Mitigation Studies, *Water*, 13 (2021), 261.

D. Merachtsaki, E.-C. Tsardaka, E. Anastasiou and A. Zouboulis. Evaluation of the Protection Ability of a Magnesium Hydroxide Coating against the Bio-Corrosion of Concrete Sewer Pipes, by Using Short and Long Duration Accelerated Acid Spraying Tests. *Materials*, 14 (17) (2021), <https://doi.org/10.3390/ma14174897>.

D. Merachtsaki, E.-C. Tsardaka, E. Anastasiou and Zouboulis A. Anti-corrosion properties of magnesium oxide/magnesium hydroxide coatings for application on concrete surfaces (sewerage network pipes). *Construction and Building Materials*, 312 (2021), 125441, <https://doi.org/10.1016/j.CONBUILDMAT.2021.125441>.

D. Merachtsaki, S. Tsiaras, E. Peleka and A. Zouboulis. Selection of magnesium hydroxide coatings for corrosion mitigation in concrete sewer pipes by using multiple criteria decision analysis. *Environmental and Sustainability Indicators*, 13 (2022), 100168, <https://doi.org/10.1016/j.INDIC.2021.100168>.

A. Chatzis, D. Merachtsaki and A. Zouboulis. Performance of three magnesium-based coatings for corrosion protection of concrete against sulfuric acid. *Environmental Processes*, 9 (1) (2022), 12, <https://doi.org/10.1007/s40710-022-00568-w>.

**Μακροβιότητα και
Ευζωία
Χοιρομητέρων:
Δείκτες Γενετικής
Επιλογής,
Διατροφική
Διαχείριση
Αναπτυσσόμενων
Νεαρών
Χοιρομητέρων και
Έλεγχος των
Επιπτώσεων των
Λοιμώξεων του
Ουροποιητικού**

Γεώργιος Θεοδωρίδης
Καθηγητής
Τμήμα Χημείας
gtheodor@chem.auth.gr



Σύντομη Περίληψη

Η μειωμένη μακροζωία των χοιρομητέρων στις σύγχρονες χοιροτροφικές εκμεταλλεύσεις είναι δείκτης μειωμένης ανταγωνιστικότητας της επιχείρησης & προβλημάτων στην ευζωία των ζώων της εκτροφής. Η διάρκεια της παραγωγικής ζωής των χοιρομητέρων εξαρτάται από τα ποσοστά πρόωρων απομακρύνσεων & θνησιμότητας. Συχνότερες αιτίες πρόωρων απομακρύνσεων είναι τα προβλήματα αναπαραγωγής & οι κινητικές δυσλειτουργίες. Στην πρόληψή τους, πρόσφατες μελέτες έχουν αναδείξει τη σημασία της διατροφής των χοιρομητέρων σε παραγωγή με χημικές ενώσεις χαλκού, μαγγανίου & ψευδαργύρου. Η διατροφή με χημικές ενώσεις μείωσε τη συχνότητα & την ένταση των αλλοιώσεων. **Έργο μας είναι ο χαρακτηρισμός & ποσοτικοποίηση των αλλοιώσεων των χηλών & ανάλυση των συσχετισμών με αναλύσεις μετάλλων και βιοδεικτών σε ούρα και κόπρανα των ζώων.**

Πλαίσιο Χρηματοδότησης:

ΕΣΠΑ 2014-2020,
Ειδική Υπηρεσία Διαχείρισης ΕΠ
Ανταγωνιστικότητα, Επιχειρηματικότητα,
Καινοτομία, Ερευνώ - Δημιουργώ -
Καινοτομώ



Λέξεις Κλειδιά:

metabolomics, urine, sows, biomarker, health

Διάρκεια Έργου:

18/07/2018- 17/01/2022

Μέλη Ερευνητικής Ομάδας:

Πέτρος Πουσίνης, Μεταδιδακτορικός ερευνητής
Λευτέρης Παντερής, Μεταδιδακτορικός ερευνητής

| | | | | | |
|-----|--|----------|-------------|-----------------------------------|---|
| 339 | UPLC-TOF-MS/MS urinary organic acid profiling on a CSH Phenyl-Hexyl Acquity Premier column for metabolomics studies applications | Georgios | Theodoridis | Aristotle University Thessaloniki | Technology, Systems Biology & Advancing the Field |
|-----|--|----------|-------------|-----------------------------------|---|

Ερευνητικά Αποτελέσματα

Η μειωμένη μακροζωία των χοιρομητέρων στις σύγχρονες χοιροτροφικές εκμεταλλεύσεις είναι δείκτης μειωμένης ανταγωνιστικότητας της επιχείρησης & προβλημάτων στην ευζωία των ζώων της εκτροφής. Η διάρκεια της παραγωγικής ζωής των χοιρομητέρων εξαρτάται από τα ποσοστά πρόωρων απομακρύνσεων & θνησιμότητας.

Παράγοντες που επηρεάζουν την θνησιμότητα είναι:

1) η διατροφή,

2) οι φλεγμονές που οφείλονται στο σύνδρομο κυστίτιδας-πυελονεφρίτιδας (ΣΚΠ), το 1ο λοιμώδες αίτιο θανάτων χοιρομητέρων.

Πρόσφατες μελέτες έχουν αναδείξει τη σημασία της διατροφής των χοιρομητέρων σε παραγωγή με χημικές ενώσεις χαλκού (Cu), μαγγανίου (Mn) & ψευδαργύρου (Zn). Η διατροφή με χημικές ενώσεις βελτίωσε την παραγωγική ζωή των χοιρομητέρων. Από την άλλη πλευρά, η θεραπευτική αντιμετώπιση των φλεγμονών του ουροποιητικού με τοπική & γενικευμένη αγωγή, συχνά αποτυγχάνει. Οπότε, η χρήση βιοδεικτών (biomarkers) με σύγχρονες αναλυτικές μεθόδους όπως η μεταβολομική (metabolomics) με χρήση υγρής χρωματογραφίας σε σύζευξη με φασματοσκοπία μάζας (liquid chromatography tandem mass spectrometry, LC-MS/MS) σε συνδυασμό με προχωρημένες πολυπαραμετρικές (Multivariate Analysis, MVA) και μονοπαραμετρικές στατιστικές μεθόδους, μπορούν να συμβάλουν στην εύρεση βιοδεικτών για την έγκαιρη πρόληψη των φλεγμονών του ουροποιητικού και επομένως την βελτίωση της παραγωγικής ζωής των χοιρομητέρων.

Στα παραπάνω πλαίσια, 3 φάρμες (Α, Β & Γ) με συνολικό αριθμό χοιρομητέρων n=158 χρησιμοποιήθηκαν. Βιολογικά υγρά όπως ούρα, κόπρανα και τροφή των χοιρομητέρων αναλυθήκαν με διάφορες αναλυτικές τεχνικές.

Μέτρηση μετάλλων με F-AAS.

Τροφή

Η συγκέντρωση των 3 μετάλλων χαλκού (Cu), μαγγανίου (Mn) & ψευδαργύρου (Zn) προσδιορίστηκε με χρήση Flame-Atomic Absorption Spectroscopy (F-AAS) με χρήση προτύπων μετάλλων, πριν την ανάμιξη τους με την τροφή (ομάδα Μ) αλλά και μετά την ανάμιξη τους στην ταΐστρα (ομάδα Τ). Η στατιστική ανάλυση (Mann Whitney test) ανέδειξε ότι η προσθήκη των μετάλλων στην τροφή (σε κάθε φάρμα ξεχωριστά αλλά και στο σύνολο από τις 3 φάρμες) ήταν επιτυχής ($p < 0.001$). Επίσης, εξετάστηκε η σχέση της συγκέντρωσης για κάθε μέταλλο ξεχωριστά ανάμεσα στις 3 φάρμες, πριν την ανάμιξη της τροφής με μέταλλα και μετά την ανάμιξη στην ταΐστρα. Δεν βρέθηκαν σημαντικές διαφορές στις συγκεντρώσεις των μετάλλων ανάμεσα στις 3 φάρμες. Επιπλέον, μελετήθηκε η σχέση συγκέντρωσης κάθε μετάλλου με βάση το στάδιο αναπαραγωγής (τοκετός, Gilts, και ξηρά) ανάμεσα στις 3 φάρμες. Δεν παρατηρήθηκαν σημαντικές διαφορές στις συγκεντρώσεις των 3 μετάλλων.

Ερευνητικά Αποτελέσματα

Κόπρανα

Οι συγκεντρώσεις των 3 μετάλλων στα κόπρανα των χοιρομητέρων εξετάστηκαν

α) μεταξύ των 3 σταδίων αναπαραγωγής (τοκετός, Gilts, και ξηρά) ανάμεσα στις 3 φάρμες,

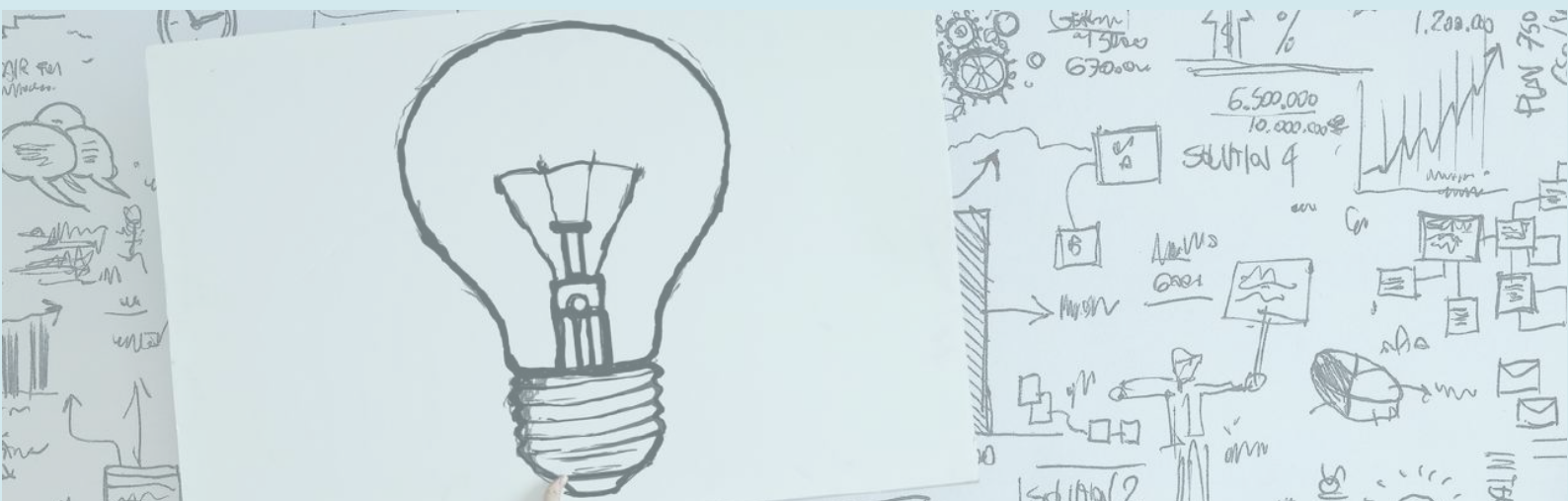
β) οι συγκεντρώσεις των 3 μετάλλων μεταξύ των 3 σταδίων αναπαραγωγής σε κάθε φάρμα ξεχωριστά.

Ανάλυση αμινοξέων (AA) στα ούρα χοιρομητέρων με χρήση «στοχευμένης μεταβολομικής».

Οι συγκεντρώσεις 23 AA προσδιορίστηκαν με χρήση «στοχευμένης μεταβολομικής» HILIC-MS/MS. Τρεις (3) παραμετροι (macro, cystitis, inflammation) εξετάστηκαν σε σχέση με τις συγκεντρώσεις των 23 AA (Mann Whitney test).

Ανάλυση «μη στοχευμένης μεταβολομικής» στα ούρα χοιρομητέρων.

Ούρα χοιρομητέρων από κάθε φάρμα αναλύθηκαν με RP-UHPLC-TOF MS/MS σε συνδυασμό με MVA για την εύρεση βιοδεικτών φλεγμονής.



Παραδείγματα εφαρμογών



Η μειωμένη μακροζωία των χοιρομητέρων στις σύγχρονες χοιροτροφικές εκμεταλλεύσεις είναι δείκτης μειωμένης ανταγωνιστικότητας της επιχείρησης & προβλημάτων στην ευζωία των ζώων της εκτροφής.

Πιθανή εφαρμογή των βιοδεικτών στην ανάλυση δειγμάτων για εξέταση υποκλινικών καταστάσεων σε χοιρομητέρες.



Comprehensive (Metabolomics and metals) analysis of sow feed, feces and urine: associations with health and welfare indicators

Fotios Foukias^{1,2,3,4}, Georgios A. Papadopoulos^{1,4}, Paschalis Fortomaris^{1,4}, Sofia Chalvati^{1,4}, Fotios Iliouostas^{1,4}, Mihaila Cernat^{1,4}, Vasilis Skampardonis^{1,4}, Leonidas Leonidas^{1,4}, Christina Vigiou^{1,4}, Theodoros Kouskoufakis^{1,4}, Sotirios Paneris^{1,4}, Fotini Mitou^{1,4}, Aristidis N. Anagnostidis^{1,4}, Georgios Theodoridis^{1,4}



350

¹ Laboratory of Analytical Chemistry, Department of Chemistry, Aristotle University of Thessaloniki, Thessaloniki, Greece; ² Biotech, Center for Innovation, Research and Innovation (CIRI), Balkan Center Building, AUE, Thessaloniki, 55134, Thessaloniki, Greece; ³ P.O. Box 5158, GR 57001; ⁴ Hellenic Republic, National Research Infrastructure, ANRF, 17046, Center for Interdisciplinary Research and Innovation (CIRI), Balkan Center Building A4E, Thessaloniki, 55134, Thessaloniki, Greece; ⁵ Laboratory of Analytical Chemistry, Faculty of Veterinary Medicine, School of Public Services, Aristotle University of Thessaloniki, 55134, Thessaloniki, Greece; ⁶ Department of Epidemiology, Biostatistics and Economics of Animal Production, School of Veterinary Medicine, University of Thessaly, 42502, Lamia, Greece; ⁷ Laboratory of Biomedical and Toxicology, Faculty of Medicine, Aristotle University Thessaloniki, 54124, Greece.

Introduction

Project FITSOW studies factors affecting poor sow longevity in commercial swine operations. Managerial factors including optimization of sow feed recipes may contribute to improvements in longevity which is challenged by locomotor disorders and urinary tract infections. Partial substitution of inorganic minerals with chelated complexes in sow feed may mitigate the risk of claw lesions and ensuing locomotor disorders. Furthermore, lesions could be associated with levels of aminoacids (AA) and the "metabolome", components of animal feed, in sow urine.

The aims of this study were:

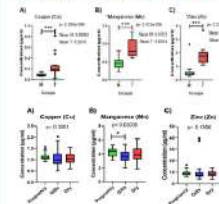
- 1) to evaluate the levels of Cu, Zn and Mn in sow feed and fecal samples (n=158; 3 farms: A (n=58), B (n=56), & G (n=44))
- 2) to determine the level of 23 AA in sow urine samples and their association with inflammation of the urinary bladders, and
- 3) to study untargeted metabolomics in sows urine by RP-UHPLC-QTOF-MS to find biomarkers of inflammation of the urinary bladder.

Methods

- ♦ Metal analysis by Flame Atomic Absorption Spectroscopy (FAAS) adopting a previously published method [1] combined with univariate statistical analysis determined metal concentrations in animal feed and feces during sows' gestation stages.
- ♦ Targeted metabolomics using a semi-quantitative HILIC-MS/MS method [XEVO TQ-D] previously developed in our group [2] followed by Mann-Whitney test measured AAs urinary concentrations.
- ♦ Untargeted metabolomics analysis was performed tims-TOF-MS in RPLC mode adopting a previously published method [3] to cover medium polarity metabolites. MS-DIAL (ver.4.18) software was used for data pre-processing while SIMCA-13 was used for multivariate (MVA) analysis to find potential biomarkers of inflammation.

Results

Metal analysis in animal feed and sows' feces



Metal concentrations (µg/ml) in animal feed before (group M) and after (group T) metal addition in feed in farm A in box plots. Mann-Whitney test performed. ***: p<0.001

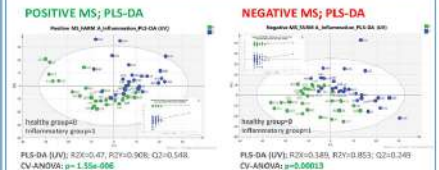
Metal concentrations (µg/ml) in sows feces during 3 gestational stages (Pregnancy, Gestation, Dry) for all samples from 3 farms. ANOVA Kruskal-Wallis followed by Dunn's correction for multiple comparisons performed. *: p<0.05

Targeted amino acids (AA) metabolomics in sows' urine

| AA | MADE | CHANGES | ALARMING |
|----|------|---------|----------|
| 1 | 1,44 | 2,04 | 1,44 |
| 2 | 1,44 | 2,04 | 1,44 |
| 3 | 1,44 | 2,04 | 1,44 |
| 4 | 1,44 | 2,04 | 1,44 |
| 5 | 1,44 | 2,04 | 1,44 |
| 6 | 1,44 | 2,04 | 1,44 |
| 7 | 1,44 | 2,04 | 1,44 |
| 8 | 1,44 | 2,04 | 1,44 |
| 9 | 1,44 | 2,04 | 1,44 |
| 10 | 1,44 | 2,04 | 1,44 |
| 11 | 1,44 | 2,04 | 1,44 |
| 12 | 1,44 | 2,04 | 1,44 |
| 13 | 1,44 | 2,04 | 1,44 |
| 14 | 1,44 | 2,04 | 1,44 |
| 15 | 1,44 | 2,04 | 1,44 |
| 16 | 1,44 | 2,04 | 1,44 |
| 17 | 1,44 | 2,04 | 1,44 |
| 18 | 1,44 | 2,04 | 1,44 |
| 19 | 1,44 | 2,04 | 1,44 |
| 20 | 1,44 | 2,04 | 1,44 |
| 21 | 1,44 | 2,04 | 1,44 |
| 22 | 1,44 | 2,04 | 1,44 |
| 23 | 1,44 | 2,04 | 1,44 |

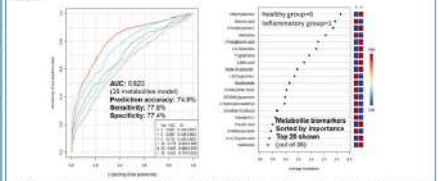
- ✓ **Taurine** is a marker of macro, cystitis & inflammation; decreased in farm A in disease group
- ✓ **Arginine & glutamine** are markers of macro in farms B & G; decreased in disease group in both farms
- ✓ **3-methyl histidine** is a marker of macro and inflammation in farm A; increased in disease group

Untargeted RP-timsTOF-MS metabolomics in sow's urine



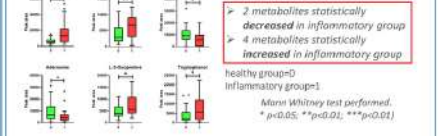
- For Farm A (n=58) cross-validated PLS-DA models in positive & negative MS mode showed an adequate separation between healthy group (70%) vs inflammatory group (77%) sows based on their urine untargeted metabolomic profile.
- Potential biomarkers (features) were significant when 1) VIP>1 & t-test exhibited a p<0.05, and 2) in QCs samples feature peak areas exhibited CV<30%.
- A total of 35 metabolites that had experimental MS/MS spectra matched with reference spectra (MS-DIAL) were found significant.

ROC analysis for biomarkers validation of healthy vs inflammatory bladder sows



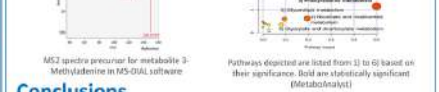
ROC curves in pos & neg (combined) MS mode. The AUCs of the six models are shown. The average importance of metabolites based on ROC curves (35 metabolites model), in descending order of importance is given.

Box and whisker plots of 6 top biomarkers of inflammation



2 metabolites statistically decreased in inflammatory group
4 metabolites statistically increased in inflammatory group
Mann-Whitney test performed. * p<0.05, ** p<0.01, *** p<0.001

MS/MS biomarker output (MS-DIAL) Pathway metabolic analysis



MS/MS spectra precursor for metabolite 3-Methylhistidine in MS-DIAL software. Pathways identified are listed from 1) to 6) based on their significance. Red is statistically significant (MetabolAnal).

Conclusions

- ✓ Metal incorporation measured by F-AAS in animal feed was successful
- ✓ Metal fecal concentrations were predominantly stable across gestation stages
- ✓ Taurine in urine was a common marker of bladder inflammation in sows and it is decreased in the disease group
- ✓ Untargeted metabolomics revealed that 35 metabolites were statistically differentiated between healthy vs inflammatory groups, exhibiting good prediction power
- ✓ Three metabolic pathways were shown to statistically alter between healthy vs inflammatory sow groups

References

1. Fotios Foukias, S. Anagnostidis, and P. Skampardonis, "Effect of mineral supplementation on the performance of sows during pregnancy and lactation," *Journal of Animal Science*, vol. 118, no. 1, pp. 1-10, 2014.
2. Fotios Foukias, S. Anagnostidis, and P. Skampardonis, "Targeted metabolomics using a semi-quantitative HILIC-MS/MS method for the analysis of sow urine," *Journal of Animal Science*, vol. 118, no. 1, pp. 1-10, 2014.
3. Fotios Foukias, S. Anagnostidis, and P. Skampardonis, "Untargeted metabolomics using RP-UHPLC-QTOF-MS for the analysis of sow urine," *Journal of Animal Science*, vol. 118, no. 1, pp. 1-10, 2014.
4. Fotios Foukias, S. Anagnostidis, and P. Skampardonis, "Metal analysis in animal feed and sows' feces," *Journal of Animal Science*, vol. 118, no. 1, pp. 1-10, 2014.
5. Fotios Foukias, S. Anagnostidis, and P. Skampardonis, "Targeted amino acids (AA) metabolomics in sows' urine," *Journal of Animal Science*, vol. 118, no. 1, pp. 1-10, 2014.
6. Fotios Foukias, S. Anagnostidis, and P. Skampardonis, "Untargeted RP-timsTOF-MS metabolomics in sow's urine," *Journal of Animal Science*, vol. 118, no. 1, pp. 1-10, 2014.
7. Fotios Foukias, S. Anagnostidis, and P. Skampardonis, "ROC analysis for biomarkers validation of healthy vs inflammatory bladder sows," *Journal of Animal Science*, vol. 118, no. 1, pp. 1-10, 2014.
8. Fotios Foukias, S. Anagnostidis, and P. Skampardonis, "Box and whisker plots of 6 top biomarkers of inflammation," *Journal of Animal Science*, vol. 118, no. 1, pp. 1-10, 2014.
9. Fotios Foukias, S. Anagnostidis, and P. Skampardonis, "MS/MS biomarker output (MS-DIAL) Pathway metabolic analysis," *Journal of Animal Science*, vol. 118, no. 1, pp. 1-10, 2014.
10. Fotios Foukias, S. Anagnostidis, and P. Skampardonis, "Conclusions," *Journal of Animal Science*, vol. 118, no. 1, pp. 1-10, 2014.

Acknowledgment: This research has been co-financed by the European Regional Development Fund of the European Union and Greek national funds through the Operational Program Competitiveness, Entrepreneurship and Innovation, under the call RESEARCH – CREATE – INNOVATE project T1ED1-03073 - FITSOW.

Σχετικές Δημοσιεύσεις

Όλα τα παραπάνω ευρήματα (μέταλλα, αμινοξέα και μεταβολομικό προφίλ) δημοσιεύτηκαν στα πρακτικά του συνεδρίου Metabolomics 2021 Online με μορφή πόστερ.

<https://www.metabolomics2021.org/>

<https://www.metabolomics2021.org/agenda>

Poster paper: number 350.

Title: Comprehensive (Metabolomics and metals) analysis of sow feed, feces and urine: associations with health and welfare indicators.

Petros Pousinis, Georgios A. Papadopoulos, Paschalis Fortomaris, Sofia Chalvatzi, Fotios Kroustallas, Mihaela Cernat, Vasilis Skampardonis, Leonidas Leontides, Christina Virgiliou, Thomai Mouskeftara, Eleftherios Panteris, Foteini Mitsa, Aristidis N. Anthemidis, Georgios Theodoridis.



Ανάπτυξη Εξελιγμένων Νανοσκευασμάτων Χαλκού για Εφαρμογές Αγροβιοτεχνολογίας

Γεώργιος Καραογλανίδης
Καθηγητής
Τμήμα Γεωπονίας
gkarao@agro.auth.gr



Σύντομη Περίληψη

Η νανοτεχνολογία δίνει σήμερα την δυνατότητα αποτελεσματικής και απόλυτα ελεγχόμενης τροφοδοσίας διαφορετικών συστατικών ιχνοστοιχείων, βιταμινών, θρεπτικών ουσιών κτλ. σε διαφορετικά είδη φυτών, δένδρων και εδαφών.

Οι καινοτόμες ιδιότητες των νανοϋλικών, ανοίγουν με τον τρόπο αυτό το δρόμο για ένα ευρύ φάσμα εφαρμογών στο τομέα της φυτοπροστασίας και της αγροβιοτεχνολογίας γενικότερα.

Στο πλαίσιο του έργου πραγματοποιήθηκε η σύνθεση νανοσωματιδίων χαλκού με βέλτιστα φυσικοχημικά χαρακτηριστικά και επιθυμητές ιδιότητες, όπως είναι η βακτηριοκτόνος/μυκητοκτόνος δράση και ακολούθησε ο φυσικοχημικός χαρακτηρισμός τους. Στη συνέχεια πραγματοποιήθηκε η *in vitro*, *in vivo* και *in planta* αξιολόγηση της βακτηριοκτόνου/μυκητοκτόνου δράσης των νανοσωματιδίων χαλκού έναντι φυτοπαθογόνων μυκήτων που προσβάλλουν οικονομικά σημαντικές καλλιέργειες της χώρας και συγκρίθηκε με τη δράση συμβατικών προϊόντων χαλκού που χρησιμοποιούνται ευρέως ως μυκητοκτόνα στη σύγχρονη γεωργική πράξη.

Πλαίσιο Χρηματοδότησης:

ΕΣΠΑ 2014-2020,
Ειδική Υπηρεσία Διαχείρισης ΕΠ
Ανταγωνιστικότητα, Επιχειρηματικότητα,
Καινοτομία, Ερευνώ - Δημιουργώ -
Καινοτομώ

Λέξεις Κλειδιά:

νανοσκευάσματα, χαλκός,
αγροβιοτεχνολογία, fungicides,
nanocopper, plant pathogens



Διάρκεια Έργου:

25/07/2018- 24/01/2022

Μέλη Ερευνητικής Ομάδας:

Αναστάσιος Σαμαράς , Υποψήφιος Διδάκτωρ
Στέφανος-Γαβριήλ Τεστέμπασης , Υποψήφιος Διδάκτωρ
Γεώργιος Σοφιανός , Υποψήφιος Διδάκτωρ
Παναγιώτα Ντάσιου , Υποψήφια Διδάκτωρ

Ερευνητικά Αποτελέσματα

Τα υπό αξιολόγηση νανοσκευάσματα μετά την παραλαβή τους ελέγχθηκαν ως προς την καθαρότητά τους και την παρουσία ή μη μολυσματικών παραγόντων όπως μύκητες ή/και βακτήρια που θα μπορούσαν να έχουν ανασταλτική δράση στην ορθή διεκπεραίωση του πειραματικού σχεδιασμού. Ακολούθησαν βιοδοκιμές με σκοπό τη μέτρηση της ευαισθησίας 13 σημαντικών φυτοπαθογόνων μυκήτων έναντι των οποίων χρησιμοποιούνται εκτεταμένα συμβατικά προϊόντα χαλκού για την αντιμετώπισή τους, στα υπό δοκιμή νανοσκευάσματα. Πιο συγκεκριμένα μετρήθηκε η ευαισθησία των παθογόνων *Alternaria solani*, *Botrytis cinerea*, *Phytophthora infestans*, *Venturia inaequalis*, *Monilinia fructigena*, *M. fructicola*, *M. Laxa*, *Colletotrichum gloeosporioides*, *C. acutatum*, *Botryosphaeria dothidea*, *Spilocaea oleagina*, *Alternaria alternata* pv. *citri*, και *Cercospora beticola*. Η μέτρηση της ευαισθησίας έγινε με προσδιορισμό της τιμής EC_{50} της κάθε απομόνωσης σε κάθε νανοσκεύασμα.

Ως τιμή EC_{50} ορίζεται η συγκέντρωση του μυκητοκτόνου η οποία προκαλεί ανάσχεση κατά 50% σε κάποια λειτουργία του μύκητα. Οι μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν με το λογισμικό πρόγραμμα JMP (SAS institute, Cary, NC). Μεταξύ των νανοσκευασμάτων και των συμβατικών εμπορικών σκευασμάτων χαλκού υπήρχαν διαφοροποιήσεις ως προς τη δραστηριότητά τους, με τα νανοσκευάσματα CC_S4_X2 και CN_S4_X1 να παρουσιάζουν την υψηλότερη δραστηριότητα για τους περισσότερους μύκητες που συμπεριελήφθησαν στη μελέτη.

Τα μυκητοκτόνα της ομάδας των SDHIs αποτελούν την ταχύτερα αναπτυσσόμενη σύγχρονη ομάδα μυκητοκτόνων και χρησιμοποιούνται ευρύτατα για την αντιμετώπιση πολυάριθμων ασθενειών, μεταξύ των οποίων και της τεφράς σήψης που προκαλείται από τον μύκητα *B. cinerea*. Όμως, οι πληθυσμοί του παθογόνου έχουν αναπτύξει ανθεκτικότητα στα μυκητοκτόνα της ομάδας αυτής, η οποία συνδέεται με μια πληθώρα πολλών διαφορετικών μεταλλαγών στο γονίδιο της *sdhB*.

Σκοπός της έρευνας αυτής είναι η διαχείριση της ανθεκτικότητας σε αυτή την ομάδα με την αξιοποίηση των νανοπροϊόντων σε σχήματα εναλλαγών ή με αξιοποίησή τους ως συνοδευτικά μυκητοκτόνα.

Στα πλαίσια αυτής της ενότητας πραγματοποιήθηκε η μέτρηση της ευαισθησίας των 5 υπό δοκιμή νανοσκευασμάτων σε στελέχη του μύκητα με μεταλλαγές της *sdhB* και πιο συγκεκριμένα στις P225L/F/T, N230I και H272L/R/Y/V. Μεταξύ των νανοσκευασμάτων παρατηρήθηκε παραλλακτικότητα ως προς την αποτελεσματικότητα έναντι των διαφορετικών στελεχών του μύκητα που φέρουν τις μεταλλαγές. Περισσότερο δραστικό ήταν το σκεύασμα CN_S4_X1 για το οποίο οι τιμές EC_{50} κυμάνθηκαν από 134,38 ως >200 $\mu\text{g ml}^{-1}$, ενώ ακολούθησε το σκεύασμα 1CC_S4_X2 με εύρος των τιμών EC_{50} που κυμάνθηκαν από 224,3 ως 346,25 $\mu\text{g ml}^{-1}$. Τα δύο αυτά σκευάσματα, παρουσίασαν υψηλότερη αποτελεσματικότητα συγκριτικά με τα σκευάσματα των συμβατικών χαλκών καθώς οι τιμές EC_{50} κυμάνθηκαν από 311,26 ως >1000 $\mu\text{g ml}^{-1}$ για το Nordox και από 550 ως >1000 $\mu\text{g ml}^{-1}$ για το *Kocide*. Ο ωομύκητας *Plasmopara viticola*, αίτιο του Περονοσπόρου της αμπέλου, ως υποχρεωτικό παράσιτο δεν μπορεί να καλλιεργηθεί *in vitro*. Για το λόγο αυτό η ευαισθησία του παθογόνου στα υπό δοκιμή προϊόντα έγινε *in vivo*, με βάση το πρωτόκολλο του FRAC. Περισσότερο δραστικό ήταν το σκεύασμα CC_S4_X2 με τιμή EC_{50} 62 $\mu\text{g ml}^{-1}$, ενώ ακολούθησε το σκεύασμα CN_S4_X1 με τιμή EC_{50} 100 $\mu\text{g ml}^{-1}$.

Ερευνητικά Αποτελέσματα

Ακολούθησαν πειράματα *in planta* για τον έλεγχο της αποτελεσματικότητας των υπό μελέτη νανοσκευασμάτων με προστατευτικές, κατασταλτικές και θεραπευτικές εφαρμογές. Τα παθογόνα που αποτέλεσαν αντικείμενο μελέτης ήταν ο *B. cinerea* και ο *P. infestans* για τη καλλιέργεια της τομάτας και ο μύκητας *S. oleagina* για τη καλλιέργεια της ελιάς. Στα παθογόνα τομάτας παρατηρήθηκε ότι η ένταση της ασθένειας ήταν μικρότερη στα φυτά που δέχθηκαν προστατευτικές εφαρμογές. Πιο συγκεκριμένα, οι προστατευτικές εφαρμογές των νανοσκευασμάτων έναντι του *B. cinerea* 24 ώρες πριν τη τεχνητή μόλυνση, έδωσαν χαμηλότερες τιμές έντασης ασθένειας με αυτές να είναι 1.5 και 1.3 για τα CN_S4_X1 και CC_S4_X2, αντίστοιχα, συγκριτικά με τις προληπτικές και κατασταλτικές εφαρμογές των 48 και 96 ωρών. Ομοίως, τα δύο υπό εξέταση νανοσκευάσματα παρουσίασαν υψηλή αποτελεσματικότητα έναντι του ωομύκητα *P. infestans* καθώς παρουσίασαν χαμηλή ένταση ασθένειας στις εφαρμογές που έγιναν 24 και 48 ώρες τόσο προληπτικά όσο και κατασταλτικά. Έναντι και των 2 παθογόνων της τομάτας, η αποτελεσματικότητα καταπολέμησης που επιτεύχθηκε από τα 2 προαναφερθέντα νανοσκευάσματα ήταν υψηλότερη αυτής των συμβατικών χαλκούχων σκευασμάτων. Σε ότι αφορά τα φύλλα της ελιάς που έφεραν συμπτώματα λανθανουσών μολύνσεων από την ασθένεια του κυκλοκονίου της ελιάς, τα νανοσκευάσματα CN_S4_X1 και CC_S4_X2 παρουσίασαν υψηλότερη αποτελεσματικότητα σε ποσοστά 53% και 57%, αντίστοιχα. Αντίθετα, το συμβατικό σκευάσματα χαλκού Nordox παρουσίασε χαμηλότερη αποτελεσματικότητα τόσο κατά τις προστατευτικές όσο και στις κατασταλτικές εφαρμογές.



Παραδείγματα εφαρμογών

“ Στο πλαίσιο του έργου πραγματοποιήθηκε η σύνθεση νανοσωματιδίων χαλκού με βέλτιστα φυσικοχημικά χαρακτηριστικά και επιθυμητές ιδιότητες, όπως είναι η βακτηριοκτόνος/μυκητοκτόνος δράση και ακολούθησε ο φυσικοχημικός χαρακτηρισμός τους. ”

Οι καινοτόμες ιδιότητες των νανοϋλικών, ανοίγουν το δρόμο για ένα ευρύ φάσμα εφαρμογών στο τομέα της φυτοπροστασίας και της αγροβιοτεχνολογίας ευρύτερα. Πιο συγκεκριμένα, ο χαλκός ο οποίος αποτελεί βασικό ιχνοστοιχείο για τους περισσότερους ζωντανούς οργανισμούς, είναι ένα σημαντικό εργαλείο για τη φυτοπροστασία, στην αντιμετώπιση φυτοπαθογόνων μυκήτων και βακτηρίων.

Αξίζει να σημειωθεί ότι ο χαλκός έχει χρησιμοποιηθεί ευρέως στη συμβατική γεωργία, ενώ είναι εγκεκριμένη η χρήση του και στη βιολογική γεωργία. Η χρήση του χαλκού σε συνδυασμό με την εφαρμογή της νανοτεχνολογίας θα μπορούσε να οδηγήσει στη σύνθεση καινοτόμων προϊόντων με εξαιρετική φυτοπροστατευτική δράση.

Η σταδιακή απελευθέρωση των ιόντων χαλκού παρέχει υπολειμματική προστασία έναντι παθογόνων των φυτών, ενώ ταυτόχρονα, μειώνει και τους κινδύνους φυτοτοξικότητας για τους φυτικούς ιστούς. Τα ιόντα χαλκού μπορεί να θανατώσουν το παθογόνο που βρίσκεται στην επιφάνεια του φυτού, αλλά από τη στιγμή που το παθογόνο εισέρθει μέσα στα κύτταρα του ξενιστή, δεν είναι πλέον ευαίσθητο σε επεμβάσεις με χαλκούχα σκευάσματα.

Παραδείγματα εφαρμογών

Για το λόγο αυτό, τα χαλκούχα σκευάσματα δρουν ως προστατευτικά μυκητοκτόνα/βακτηριοκτόνα.

Ο περιορισμός στη χρήση συμβατικών μυκητοκτόνων και η εναλλαγή τους με νανοσκευάσματα θα οδηγήσει σε μείωση της περιβαλλοντικής επιβάρυνσης.

Τα αποτελέσματα του έργου δείχνουν ότι ορισμένα από τα νανοσκευάσματα χαλκού που αξιολογήθηκαν μπορεί να αξιοποιηθούν εμπορικά με χρήση τους σε οικονομικά σημαντικές καλλιέργειες της χώρας. Ενδεικτικά προληπτικές εφαρμογές των σκευασμάτων μπορούν να συμβάλλουν στον περιορισμό προσβολών της καλλιέργειας από το κυκλοκόνιο ή την ανθράκωση, ενώ σε θερμοκηπιακές καλλιέργειες κηπευτικών μπορούν να συμβάλλουν δραστικά στη διαχείριση του προβλήματος της ανάπτυξης ανθεκτικότητας σε συμβατικά μυκητοκτόνα σε πληθυσμού του *B. cinerea*.



Προστασία

Σχετικές Δημοσιεύσεις

Στα πλαίσια του προγράμματος Ανάπτυξη Εξελιγμένων Νανοσκευασμάτων Χαλκού για Εφαρμογές Αγροβιοτεχνολογίας | Ακρωνύμιο: ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ, πραγματοποιήθηκε μια αναφορά στην παρακάτω ιστοσελίδα:

<https://blog.farmacon.gr/katigories/texniki-arthrografia/fytoproستasia/item/3066-anaptyksi-ekseligmenon-nanoskevasmaton-xalkoy-gia-efarmoges-agroviotexnologias-akronymio-prostasia>

Δημοσιεύσεις σε διεθνή περιοδικά:

Ntasiou, P., KaldeliKerou, A., Karamanidou, T., Vlachou, A., Tziros, G. T., Tsouknidas, A., & Karaoglanidis, G. S. (2021). Synthesis and Characterization of Novel Copper Nanoparticles for the Control of Leaf Spot and Anthracnose Diseases of Olive. *Nanomaterials*, 11(7), 1667.

Ανακοινώσεις σε Επιστημονικά συνέδρια:

Ntasiou, P., Tziros, G., and Karaoglanidis, G. 2020. Novel copper nanoparticles for the control of olive foliar and fruit diseases. The 1st International Electronic Conference on Plant Science, 01/12/2020 - 15/12/2020.

Ntasiou, P., Vellis, E., Giannopoulos, A., and Karaoglanidis, G. 2021. Novel copper nanoparticles for the control of tomato foliar and fruit diseases. The 2nd International Electronic Conference on Plant Science, 01/12/2021 - 15/12/2021.

Διατήρηση και Αειφορική Αξιοποίηση Σπάνιων- Απειλούμενων Ενδημικών Φυτών της Κρήτης για Ανάπτυξη Νέων Αγροτικών Προϊόντων με Καινοτόμο Λίπανση Ακριβείας

Θεοδώρα Ματσή
Καθηγήτρια
Τμήμα Γεωπονίας
thmatsi@agro.auth.gr



Σύντομη Περίληψη

Στόχος του έργου ήταν η αειφορική αξιοποίηση με εμπορική καλλιέργεια ενδημικών φυτών της Κρήτης, για τα οποία υπάρχει εμπορικό ενδιαφέρον διεθνώς. Μετά από τυχαίες δειγματοληψίες ενδημικών φυτών της Κρήτης και αξιολόγηση της ευκολίας αναπαραγωγής τους (ΕΛΓΟ-ΔΗΜΗΤΡΑ) και της θρεπτικής τους κατάστασης (ΑΠΘ), επιλέχθηκαν 5 είδη. Αυτά μετά από αναπαραγωγή (εταιρεία ΓΚΛΑΒΑΚΗΣ) χρησιμοποιήθηκαν σε πειράματα λίπανσης σε αγρούς και θερμοκήπιο (Ηράκλειο Κρήτης - ΕΛΜΕΠΑ, Πιπεριά Αλμωπίας - εταιρεία ΓΚΛΑΒΑΚΗΣ), με εφαρμογή των ίδιων πρωτοκόλλων (ΕΛΓΟ-ΔΗΜΗΤΡΑ) λίπανσης (συμβατικής ανόργανης ή οργανικής της εταιρείας ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ, διαφυλλικής ή με ριζοπότισμα), για μια καλλιεργητική περίοδο. Στα φυτά προσδιορίστηκαν παράμετροι ανάπτυξης (ΕΛΓΟ-ΔΗΜΗΤΡΑ), φυσιολογικές (ΕΛΜΕΠΑ) και θρέψης (ΑΠΘ). Τα αποτελέσματα της θρεπτικής κατάστασης των φυτών έδειξαν ότι υπάρχει η δυνατότητα εμπορικής εκμετάλλευσης των ειδών *Carlina diae*, *Origanum dictamnus*, *Origanum microphyllum* και *Sideritis syriaca*.

Πλαίσιο Χρηματοδότησης:

ΕΣΠΑ 2014-2020,
Ειδική Υπηρεσία Διαχείρισης ΕΠ
Ανταγωνιστικότητα, Επιχειρηματικότητα,
Καινοτομία, Ερευνώ - Δημιουργώ -
Καινοτομώ



Λέξεις Κλειδιά:

ενδημικά φυτά της Κρήτης, καλλιέργεια
ενδημικών φυτών, λίπανση ενδημικών
φυτών

Διάρκεια Έργου:

09/07/2018- 08/01/2022

Μέλη Ερευνητικής Ομάδας:

Ιωάννης Υψηλάντης, Αναπληρωτής Καθηγητής, Τμήμα Γεωπονίας

Φώτιος Μπίλιας, Διδάκτωρ, Τμήμα Γεωπονίας

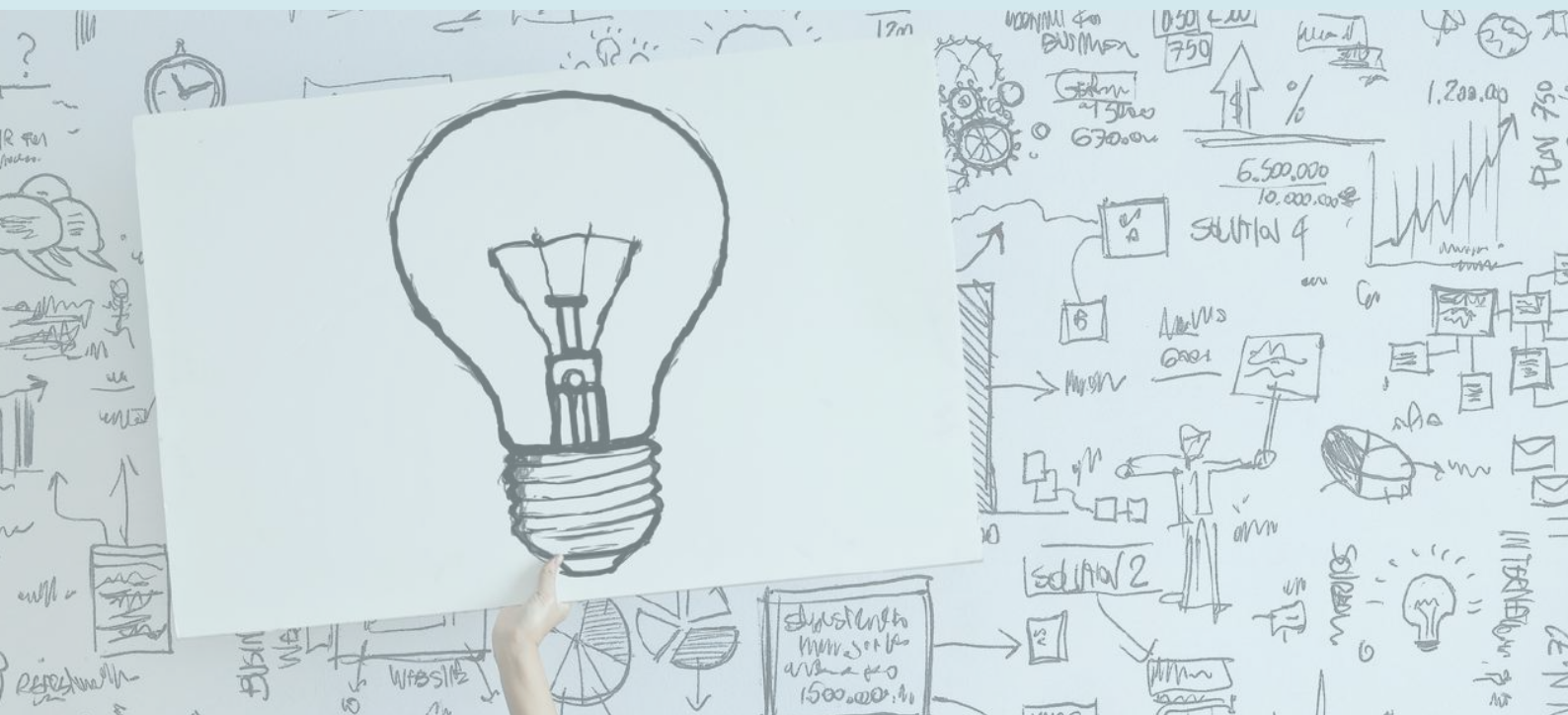
Ευτυχία Σαμαρά, Υποψήφια Διδάκτωρ, Τμήμα Γεωπονίας



Ερευνητικά Αποτελέσματα

Έχοντας υπόψη ότι τα δύο πειράματα αγρού και το ένα σε θερμοκήπιο πραγματοποιήθηκαν για μια μόνο καλλιεργητική περίοδο και με βάση μόνο την αξιολόγηση της θρεπτικής κατάστασης ως παράγοντα καλής ανάπτυξης των 5 ενδημικών ειδών της Κρήτης (*Carlina diae*, *Origanum dictamnus*, *Origanum microphyllum*, *Sideritis Syriaca* και *Verbascum arcturus*), τα αποτελέσματα έδειξαν:

1. Τα είδη *Origanum microphyllum* και *Sideritis syriaca* φαίνεται να αναπτύχθηκαν ικανοποιητικά σε συνθήκες αγρού, αλλά και θερμοκηπίου στην Πιπεριά Αλμωπίας (δηλαδή σε ένα τελείως διαφορετικό περιβάλλον από αυτό της Κρήτης).
2. Τα αποτελέσματα που αποκτήθηκαν από το πείραμα αγρού του Ηρακλείου της Κρήτης ήταν ασαφή και το γεγονός αυτό αποδόθηκε στην γονιμότητα του εδάφους που χρησιμοποιήθηκε, το οποίο εξαρχής περιείχε θρεπτικά στοιχεία σε επίπεδα παρόμοια ή υψηλότερα από τα γνωστά επίπεδα επάρκειας για τα καλλιεργούμενα εδάφη.
3. Όμως παρόλη την αφθονία των διαθέσιμων θρεπτικών στοιχείων του εδάφους του αγρού του Ηρακλείου, φαίνεται ότι η λίπανση επέδρασε θετικά στην ανάπτυξη των ειδών *Carlina diae* και *Origanum dictamnus*.
4. Και στις δύο διαφορετικές περιοχές, από τα 5 είδη, αυτό που δεν αντέδρασε στην λίπανση είτε αντιμετώπισε προβλήματα ανάπτυξης ήταν το *Verbascum arcturus*.
5. Δεν παρατηρήθηκε καμία συστηματική υπεροχή του ενός είδους (οργανική ή ανόργανη) ή τρόπου εφαρμογής (διαφυλλικά ή με ριζοπότισμα) της λίπανσης έναντι του άλλου, όσον αφορά στην καλύτερη θρέψη των 5 ειδών.



Παραδείγματα εφαρμογών

“ Τα αποτελέσματα της θρεπτικής κατάστασης των φυτών έδειξαν ότι υπάρχει η δυνατότητα εμπορικής εκμετάλλευσης των ειδών *Carlina diae*, *Origanum dictamnus*, *Origanum microphyllum* και *Sideritis syriaca*. ”

Στόχος του έργου ήταν η διατήρηση και η αειφορική αξιοποίηση ενδημικών φυτών της Κρήτης, για τα οποία διαπιστώνεται εμπορικό ενδιαφέρον διεθνώς, εξαιτίας των ιδιοτήτων τους (αρωματικές-φαρμακευτικές, ανθοκομικές-καλλωπιστικές, εδώδιμες-αρτυματικές).

Οι συμπράτοντες φορείς ήταν ο ΕΛΓΟ-ΔΗΜΗΤΡΑ (συντονιστής και ΕΥ), το ΑΠΘ, το ΕΛΜΕΠΑ, η εταιρεία παραγωγής και διάθεσης φυτών ΓΚΛΑΒΑΚΗΣ και η εταιρεία Υγρών Οργανικών Λιπασμάτων ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ.

Τα αποτελέσματα και συμπεράσματα του έργου θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν ως βάση αναφοράς για:

- 1. Την ανάπτυξη καλλιεργειών ενδημικών ειδών για την παραγωγή προϊόντων υψηλής προστιθέμενης αξίας.**
- 2. Την προστασία, διατήρηση και αξιοποίηση της ελληνικής βιοποικιλότητας.**
- 3. Την λελογισμένη χρήση συμβατικών ανόργανων είτε οργανικών λιπασμάτων και όχι απαραίτητα μόνο στην καλλιέργεια των ενδημικών ειδών.**

Σχετικές Δημοσιεύσεις

Paschalidis K., Fanourakis D., Tsaniklidis G., Tzanakakis V.A., Biliass F., Samara E., Kalogiannakis K., Debouba F.J., Ipsilantis I., Tsoktouridis G., Matsi T., Krigas N. 2021. Pilot cultivation of the vulnerable Cretan endemic *Verbascum arcturus* L. (Scrophulariaceae): Effect of fertilization on growth and quality features. Sustainability 13: 14030.

Fanourakis D., Paschalidis K., Tsaniklidis G., Tzanakakis V.A., Biliass F., Samara E., Liapaki E., Jouini M., Ipsilantis I., Maloupa E., Tsoktouridis G., Matsi T., Krigas N. 2022. Pilot cultivation of the local endemic Cretan marjoram *Origanum microphyllum* (Benth.) Vogel (Lamiaceae): Effect of fertilizers on growth and herbal quality features. Agronomy 19: 94.

ΑΡΜΟΝΙΑ: Αυτορρυθμιζόμενο και Ενοποιημένο Μητροπολιτικό Δίκτυο και Δίκτυο Πρόσβασης

Πέτρος Νικοπολιτίδης
Αναπληρωτής Καθηγητής
Τμήμα Πληροφορικής
petros@csd.auth.gr



Σύντομη Περίληψη

Σήμερα, τα κυψλοειδή δίκτυα, τα οπτικά δίκτυα πρόσβασης και τα οπτικά μητροπολιτικά δίκτυα σχεδιάζονται στατικά και λειτουργούν ανεξάρτητα. Για να εξυπηρετήσουν τις αυξανόμενες ανάγκες των χρηστών απαιτείται η επανασχεδίαση, η εγκατάσταση νέου εξοπλισμού και η επαναρρύθμιση του υπάρχοντος, αυξάνοντας σημαντικά το κόστος κεφαλαίου (CAPEX) και λειτουργίας (OPEX). **Το δίκτυο ARMONIA αναλύει την κατάστασή του βελτιστοποιώντας τη λειτουργία του σε σχεδόν πραγματικό χρόνο. Ο οπτικός και IP εξοπλισμός των διαφορετικών τμημάτων του δικτύου συγκλίνουν και ελέγχονται από κοινού μέσω ενός κλειστού βρόχου ελέγχου, αξιοποιώντας τις καινοτόμες τεχνολογίες SDN και NFV.** Οι πληροφορίες εποπτείας/παρακολούθησης από τις οπτικές και τις IP συσκευές του δικτύου συλλέγονται, αναλύονται με μεθόδους ανάλυσης μεγάλων δεδομένων και χρησιμοποιούνται στις αποφάσεις βελτιστοποίησης με αποτέλεσμα να μειώνονται τα CAPEX/OPEX και να διευκολύνεται σημαντικά η ανάπτυξη και εισαγωγή νέων υπηρεσιών στο δίκτυο.

Πλαίσιο Χρηματοδότησης:

ΕΣΠΑ 2014-2020,
Ειδική Υπηρεσία Διαχείρισης ΕΠ
Ανταγωνιστικότητα, Επιχειρηματικότητα,
Καινοτομία, Ερευνώ - Δημιουργώ -
Καινοτομώ

Λέξεις Κλειδιά:

οπτικά δίκτυα, ασύρματα δίκτυα, big data,
machine learning, software-defined
networking



Διάρκεια Έργου:

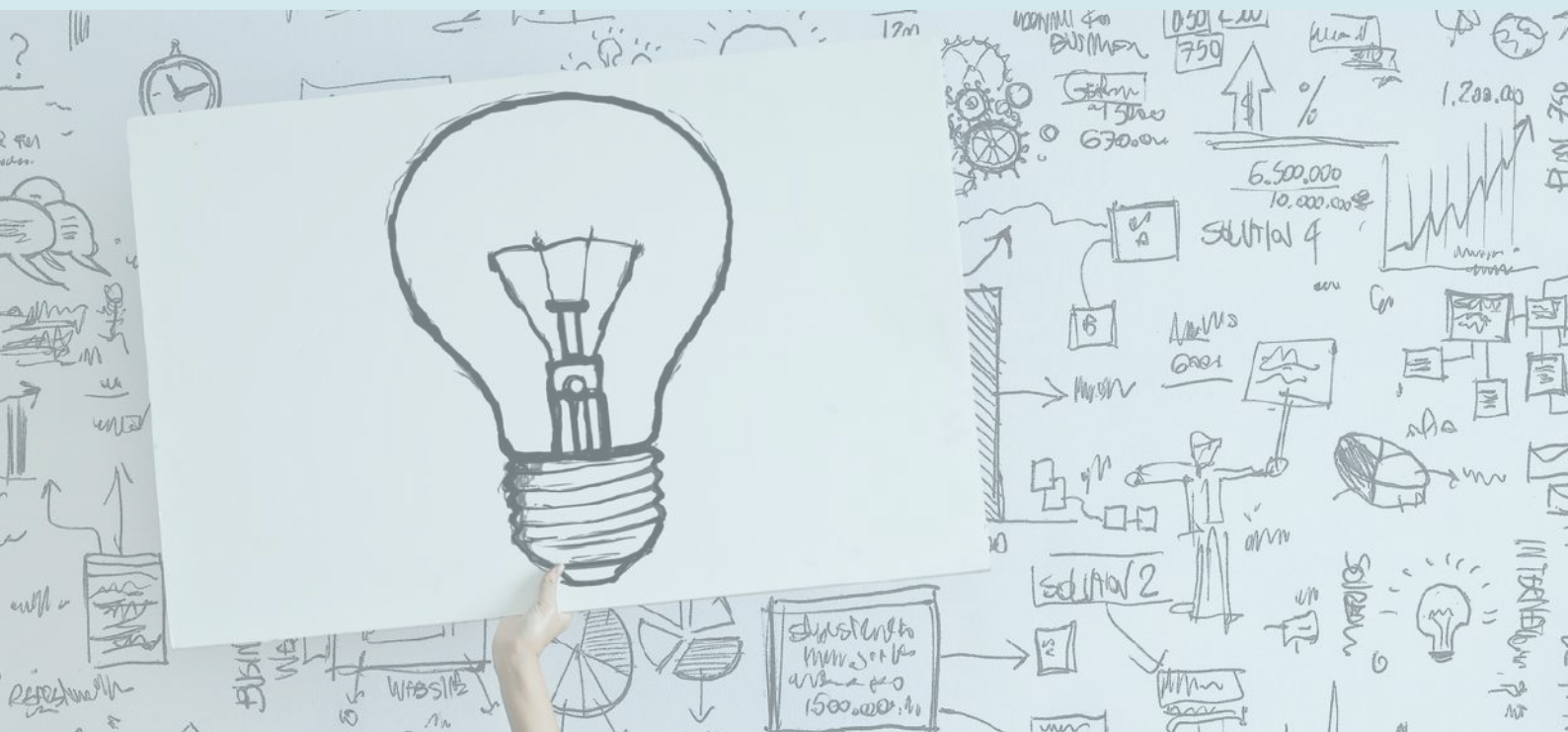
31/07/2018- 30/01/2022

Μέλη Ερευνητικής Ομάδας:

Γεώργιος Παπαδημητρίου, Καθηγητής
Γεωργία Μπελετσιώτη, Διδάκτορας
Αναστάσιος Βαλκάνης, Υποψήφιος Διδάκτορας
Κωνσταντίνος Κυριακόπουλος, Διδάκτορας
Στάθης Μαυριδόπουλος, Υποψήφιος Διδάκτορας
Γεώργιος Τζίρογλου, Υποψήφιος Διδάκτορας

Ερευνητικά Αποτελέσματα

- Μηχανισμοί ανάλυσης μεγάλων δεδομένων (big data) εποπτείας δικτύων
- Αλγόριθμοι δυναμικής βελτιστοποίησης.
- SDN ελεγκτής μητροπολιτικών δικτύων και δικτύων πρόσβασης
- Ενοποίηση διαφορετικών τμημάτων δικτύου (μητροπολιτικά οπτικά δίκτυα και οπτικά/κινητά δίκτυα πρόσβασης)
- Ενορχηστρωτής εικονικών λειτουργιών δικτύου.



Παραδείγματα εφαρμογών

“ Οι πληροφορίες εποπτείας/ παρακολούθησης από τις οπτικές και τις IP συσκευές του δικτύου συλλέγονται, αναλύονται με μεθόδους ανάλυσης μεγάλων δεδομένων και χρησιμοποιούνται στις αποφάσεις βελτιστοποίησης με αποτέλεσμα να μειώνονται τα CAPEX/OPEX και να διευκολύνεται σημαντικά η ανάπτυξη και εισαγωγή νέων υπηρεσιών στο δίκτυο. ”

Οι τεχνολογίες του ARMONIA θα επιτρέπουν στους τηλεπικοινωνιακούς παρόχους να αυξήσουν την αποδοτικότητα του δικτύου τους, οδηγώντας σε εξοικονόμηση κεφαλαιακού κόστους (CAPEX).

Επιπρόσθετα, σημαντικό όφελος θα υπάρχει και στο κόστος λειτουργίας (OPEX), λόγω των πλεονεκτημάτων της προτεινόμενης αυτοματοποίησης.



Σχετικές Δημοσιεύσεις

A.Valkanis, G.Beletsioti, P.Nicopolitidis, G.Papadimitriou and E.Varvarigos, "Efficiency and Fairness Improvement for Elastic Optical Networks using Reinforcement Learning-based Traffic Prediction", OSA Journal of Optical Communications and Networking, accepted, 2021.

A.Kretsis, I.Sartzetakis, P.Soumplis, K.Mitropoulou, P.Kokkinos, P.Nicopolitidis G.Papadimitriou and E.Varvarigos, "ARMONIA: A unified access and metro network architecture", MDPI Applied Sciences, 2020.

C.Kyriakopoulos, P.Nicopolitidis, G.Papadimitriou and E.Varvarigos, "Exploiting IP-Layer Traffic Prediction Analytics to Allocate Spectrum Resources Using Swarm Intelligence", International Journal of Communication Systems, Wiley, 2020.

G.Beletsioti, G.Papadimitriou, P.Nicopolitidis, E.Varvarigos and S.Mavridopoulos, "A Learning-Automata- based Congestion-aware scheme for Energy-Efficient Elastic Optical Networks", IEEE Access, 2020.

5. C.Kyriakopoulos, P.Nicopolitidis, G.Papadimitriou and E.Varvarigos, "Fast Energy-Efficient Design in Elastic Optical Networks Based on Signal Overlap", IEEE Access, 2019.

A.Valkanis, G.Beletsioti, P.Nicopolitidis, G.Papadimitriou and E.Varvarigos, "A Traffic Prediction Assisted Routing Algorithm for Elastic Optical Networks", in Proceedings of the International Conference on Communications, Computing, Cybersecurity and Informatics (CCCI 2021), Virtual Conference, October 15-17, 2021.

A.Valkanis, G.Beletsioti, P.Nicopolitidis, G.Papadimitriou and E.Varvarigos, "Reinforcement Learning in Traffic Prediction of Core Optical Networks Using Learning Automata", in Proceedings of the International Conference on Communications, Computing, Cybersecurity and Informatics (CCCI 2020), Virtual Conference, November 3-5, 2020.

C.Kyriakopoulos, P.Nicopolitidis, G.Papadimitriou and E.Varvarigos, "Adapting Spectrum Resources Using Predicted IP Traffic in Optical Networks", in Proceedings of ICETE Data Communications and Networking Conference (DCNET 2020), July 8-10, 2020, Paris, France.

G.Beletsioti, G.Papadimitriou, P.Nicopolitidis, E.Varvarigos and S.Mavridopoulos, "A Learning Automata-based Algorithm for Energy-Efficient Elastic Optical Networks", in Proceedings of ICETE Data Communications and Networking Conference (DCNET 2020), July 8-10, 2020, Paris, France.

Σχετικές Δημοσιεύσεις

G.Beletsioti, S.Mavridopoulos, G.Tzioglou, C.Kyriakopoulos, G.Papadimitriou, P.Nicopolitidis and E.Varvarigos, "Power-Aware Algorithms for Energy-Efficient Elastic Optical Backbone and Metro Networks", in Proceedings of ICETE Data Communications and Networking Conference (DCNET 2019), 26-28 July 2019, Prague, Czech Republic.

S.Mavridopoulos, G.Beletsioti, G.Tzioglou, C.Kyriakopoulos, P.Nicopolitidis, G.Papadimitriou and E.Varvarigos, "A novel hop-distance sensitive approach to Elastic Optical Networks RSA algorithms", in Proceedings of ICETE Data Communications and Networking Conference (DCNET 2019), 26-28 July 2019, Prague, Czech Republic.

P.Soumplis, P.Kokkinos, A.Kretsis, P.Nicopolitidis, G.Papadimitriou and E.Varvarigos, "Resource allocation Challenges in the Cloud and Edge continuum", Advances in Computing, Informatics, Networking and Cybersecurity, Springer-Nature, to appear, 2022.

Εννοιολογικός Σχεδιασμός Προϊόντων Μόδας με τη βοήθεια Τεχνητής Νοημοσύνης

Ανδρέας Συμεωνίδης
Αναπληρωτής Καθηγητής
Τμήμα Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και
Μηχανικών Υπολογιστών
symeonid@ece.auth.gr



Σύντομη Περίληψη

Το έργο αποσκοπεί στη διευκόλυνση της διαδικασίας του σχεδιασμού προϊόντων ένδυσης και συγκεκριμένα στον τομέα της σύλληψης της αρχικής ιδέας του προϊόντος, μέσω της παροχής εξατομικευμένων προτάσεων στον σχεδιαστή ως έμπνευση, αναπτύσσοντας εργαλεία με τη χρήση μεθόδων Τεχνητής Νοημοσύνης.

Τα εργαλεία θα λειτουργούν συμπληρωματικά με τα υπάρχοντα συστήματα υποστήριξης της διαδικασίας ανάπτυξης των προϊόντων ένδυσης όπως είναι τα συστήματα σχεδίασης (CAD και Graphics) που συνήθως χρησιμοποιούνται από τις εταιρείες και τους σχεδιαστές. Η έρευνα κινήθηκε σε δύο διαστάσεις:

- (α) τη μελέτη της υπάρχουσας υποδομής και τρόπου λειτουργίας των επιχειρήσεων, την καταγραφή της διαδικασίας ανάπτυξης των προϊόντων σε στάδια, και
- (β) τη σχεδίαση και υλοποίηση ενός έξυπνου και ημί-αυτόνομου συστήματος υποβοήθησης λήψης αποφάσεων για τους σχεδιαστές μόδας, σχεδιασμένο ώστε να μοντελοποιεί τον στόχο του σχεδιαστή αυτόματα και να μπορεί να χρησιμοποιηθεί απρόσκοπτα από τους τελικούς χρήστες.

Πλαίσιο Χρηματοδότησης:

ΕΣΠΑ 2014-2020,
Ειδική Υπηρεσία Διαχείρισης ΕΠ
Ανταγωνιστικότητα, Επιχειρηματικότητα,
Καινοτομία, Ερευνώ - Δημιουργώ -
Καινοτομώ



Λέξεις Κλειδιά:

τεχνητή νοημοσύνη, artificial intelligence, εννοιολογικός σχεδιασμός, conceptual design, μόδα και πρόβλεψη μόδας, fashion and fashion forecast

Διάρκεια Έργου:

25/07/2018 - 24/05/2022

Μέλη Ερευνητικής Ομάδας:

Αντώνιος Χρυσόπουλος, Μεταδιδακτορικός Ερευνητής
Μαρία Κωτούζα, Διδακτορικός Ερευνητής
Σωτήρης Τσαρούχης, Διδακτορικός Ερευνητής
Αλέξανδρος- Χαράλαμπος Κυπριανίδης, Ερευνητής
Αργύρης Βαρθολομαίος, Ερευνητής
Θέμης Διαμαντόπουλος, Μεταδιδακτορικός Ερευνητής
Θωμάς Καρανικιώτης, Διδακτορικός Ερευνητής

Ερευνητικά Αποτελέσματα

Οι συμμετέχοντες τελικοί χρήστες/σχεδιαστές, έχουν την δυνατότητα όχι μόνο να αξιοποιήσουν άμεσα ένα εργαλείο που κάνει ευκολότερη την εργασία τους, αλλά και το προνόμιο να «χτιστεί» σε σημαντικό βαθμό επάνω στις διαδικασίες τους λαμβάνοντας υπόψιν τις ιδιαιτερότητές τους. Το αναμενόμενο αποτέλεσμα στόχο έχει να μπορεί η προτεινόμενη προσέγγιση να προσαρμοστεί σε διαφορετικών ειδών δραστηριότητες. Ακολουθώντας την προτεινόμενη μεθοδολογία υπάρχει σημαντική αναβάθμιση του ρόλου του σχεδιασμού των προϊόντων, στο τελικό παραγόμενο και τον τελικό αντίκτυπό του στον κύκλο εργασιών της εταιρείας. **Η επιτάχυνση της διαδικασίας ανάπτυξης, η αύξηση της παραγωγικότητας των σχεδιαστών, η καλύτερη οργάνωση και μορφοποίηση της διαδικασίας σχεδιασμού ώστε να προσδιορίζει και να αναπτύσσει κάποιος το εταιρικό brand, η νέα διαδικασία ανάπτυξης/αξιολόγησης προϊόντων και η ενσωμάτωση τεχνολογικών εργαλείων στην ανάπτυξη των νέων προϊόντων, αποτελούν τα κυριότερα προσδοκώμενα για τους τελικούς χρήστες του έργου.**

Οι φορείς-εταιρείες ένδυσης θα έχουν την δυνατότητα να αξιοποιήσουν σε μέγιστο βαθμό το ερευνητικό έργο, ώστε να βελτιώσουν ποιοτικά τις προτάσεις τους και κυρίως να μειώσουν δραστικά τον αναγκαίο χρόνο ανάπτυξης προτάσεων. Ταυτόχρονα, η διασπορά που οι φορείς στοχεύουν να επιτύχουν, πρέπει να περιέχει είδη με διαφοροποιημένο υλικό, κόστος (από φθηνή συλλογή για καθημερινή χρήση στο σχολείο, μέχρι exclusive ρούχα για βάφτιση κλπ), και ύφος (από πολύ παιδικά με στάμπες κλπ μέχρι εφηβικά που να καλύπτουν την τρέχουσα μόδα). Έτσι με την αξιοποίηση του συγκεκριμένου έργου οι φορείς βελτιώνουν τη συνοχή και την κάλυψη της συλλογής τους, ικανοποιώντας την απαραίτητη διαφορετικότητα, διατηρώντας όμως το εταιρικό ύφος του brand.

Η Computer Life εμπλουτίζει σημαντικά την προϊοντική της πρόταση στον κλάδο, με ένα εργαλείο που δεν υπάρχει ανάλογο του διεθνώς. Ακόμα, έχοντας διαθέσιμο ένα μεγάλο δυνητικό πελατολόγιο, αλλά και πολλές συνεργασίες στο εξωτερικό θα μπορέσει άμεσα να αποκομίσει οικονομικά οφέλη από την προώθηση των προς ανάπτυξη τελικών προϊόντων.

Η υιοθέτηση και χρήση των τεχνολογιών TN, θα της δώσει την δυνατότητα να τις ενσωματώσει και σε άλλα προϊόντα της, τα οποία είναι κατεξοχήν τυπικά πεδία εφαρμογής της TN, όπως οι προβλέψεις, οι πωλήσεις, η λιανική, το ηλεκτρονικό εμπόριο κλπ.

Τα συμμετέχοντα ΑΕΙ, απέκτησαν γνώσεις και εμπειρία σε έναν από τους πιο παραδοσιακούς και εν δυνάμει αναπτυσσόμενους κλάδους της χώρας, με πολύ μεγάλη υποδομή.

Παρόλη τη συρρίκνωση που υπέστη τα τελευταία χρόνια, δεν παύει να αποτελεί μια δραστηριότητα που έχει πολλούς εμπλεκόμενους, πολύπλοκες διαδικασίες, σχέσεις, σημαντικό κύκλο εργασιών, νέους ανθρώπους που επενδύουν την καριέρα τους σε αυτόν. Έτσι η εξειδίκευση που απέκτησαν, αποτελεί πόλο έλξης για νέες συνεργασίες, συμμετοχή σε περαιτέρω ερευνητικά έργα και προσελκύει νέους ανθρώπους. Αποτελεί επίσης μια σημαντικού εύρους ενασχόληση και εφαρμογή διαδικασιών τεχνητής νοημοσύνης και μηχανικής μάθησης, άμεσα στην πράξη με δεδομένα – δοκιμές και προσδοκώμενα σε πραγματικές συνθήκες.

Παραδείγματα εφαρμογών

“ Η υιοθέτηση και χρήση των τεχνολογιών TN, θα της δώσει τη δυνατότητα να τις ενσωματώσει και σε άλλα προϊόντα της, τα οποία είναι κατεξοχήν τυπικά πεδία εφαρμογής της TN, όπως οι προβλέψεις, οι πωλήσεις, η λιανική, το ηλεκτρονικό εμπόριο κλπ. ”

Το (αναμενόμενο) αποτέλεσμα του ερευνητικού έργου, μπορεί να αποτελέσει ένα πολύ σημαντικό εργαλείο για την εξέλιξη των συμμετεχόντων φορέων και γενικότερα των εταιρειών του κλάδου.

Οι εταιρείες ένδυσης θα είναι οι πρώτες που θα αποκομίσουν άμεσα οφέλη, καθώς θα έχουν τη δυνατότητα να «παράγουν» μόδα πολύ πιο εύκολα – γρήγορα και με αξιοποίηση της εταιρικής ταυτότητας που θα πρέπει να χαρακτηρίζει ένα brand. Μεγαλύτερο ποσοστό του χρόνου του σχεδιαστικού τμήματος θα αξιοποιείται πλέον σε δημιουργική φαντασία και όχι σε τυποποιημένες διαδικασίες.

Εκτιμάται μετά από τις δοκιμές που έγιναν μεταξύ των φορέων πως ο χρόνος ανάπτυξης της συλλογής θα μπορεί να μειωθεί ακόμα και κατά 40 έως 50%, ενώ η ποιοτική αναβάθμιση των παραγόμενων μοντέλων και η ουσιαστική συνάφεια/συνεκτικότητα της συλλογής μπορεί μεσοπρόθεσμα να οδηγήσει σε σημαντική αύξηση των πωλήσεων και αύξηση της αναγνωρισιμότητας του brand (awareness).

Για την Computer Life, η έρευνα αγοράς, η ανάπτυξη προϊόντων και η αντιπροσώπευση/υποστήριξη εργαλείων σχετικών με τον κλάδο της ένδυσης/ κλωστοϋφαντουργίας αποτελεί εδώ και 30 και πλέον χρόνια, την κύρια δραστηριότητα της.

Συνδυάζει και το κυριότερο διασυνδέει με μοναδικό τρόπο λύσεις δικές της ή τρίτων, ώστε να αποτελεί one-stop shop σε τεχνολογικές ανάγκες (πληροφορικής κυρίως) στον κλάδο.

Παραδείγματα εφαρμογών

Οι περισσότεροι από τους εκατοντάδες πελάτες της (από ένα μικρό κατάστημα λιανικής, μέχρι εταιρείες με δεκάδες εκατομμύρια Ευρώ κύκλο εργασιών) σε Ελλάδα και εξωτερικό, είναι έτοιμοι να ακούσουν και να υιοθετήσουν κάθε φορά την λύση που έχει να παρουσιάσει. Αναμένεται λοιπόν, με την επιτυχή ολοκλήρωση του έργου, η άμεση εφαρμογή πλάνου προώθησης και πωλήσεων του εργαλείου που θα προκύψει από το ερευνητικό έργο και μάλιστα ίσως όχι μόνο σαν αυτόνομο προϊόν λογισμικού, αλλά και σαν υπηρεσία (σε περιπτώσεις όπου δεν θα μπορεί/θέλει ο πελάτης να επενδύσει στην απαιτούμενη υποδομή) ή ακόμα και σαν μεθοδολογία σχεδιασμού προϊόντων.



Σχετικές Δημοσιεύσεις

Papachristou, E., Chrysopoulos, A. & Bilalis, N. Machine learning for clothing manufacture as a mean to respond quicker and better to the demands of clothing brands: a Greek case study.

Papachristou E., Bilalis N. (2020) Data Analytics and Application Challenges in the Childrenswear Market - A Case Study in Greece.

Kotouza, M.T., Kyprianidis, AC., Tsarouchis, SF. et al. Science4Fashion: an end-to-end decision support system for fashion designers.

Kotouza M.T., Tsarouchis S., Kyprianidis AC., Chrysopoulos A.C., Mitkas P.A. (2020) Towards Fashion Recommendation: An AI System for Clothing Data Retrieval and Analysis. Tzikas, T. R., Kyprianidis, A. C., Kotouza, M. T., Tsarouchis, S. F., Chrysopoulos, A. C., & Mitkas, P. A. (2020). Towards Fashion Image Annotation: A Clothing Category Recognition Procedure. Argyrios S. Vartholomaios, Sotirios-Filippos Tsarouchis, Olga Efterpiou, Antonios C. Chrysopoulos, and Pericles A. Mitkas, (2021), Fashion Image Retrieval and Feature Extraction from Social Media.

Sotirios-Filippos Tsarouchis, Argyrios S. Vartholomaios, Ioannis-Panagiotis Bountouridis, Athanasios Karafyllis, Antonios C. Chrysopoulos, and Pericles A. Mitkas, (2021), Science4Fashion: An Autonomous Recommendation System for Fashion Designers.