

# Προβολή ερευνητικών αποτελεσμάτων Αριστοτελείου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης

Τεύχος #22  
Μάρτιος 2022



# Περιεχόμενα

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

Εντερική Μικροχλωρίδα και Προβιοτικοί Μικροοργανισμοί στο Εδώδιμο Χερσαίο Σαλιγκάρι Cornu Aspersum	3
Δυναμική Εξάπλωσης σε Υγρά Υποστρώματα με Πολύπλοκη Ρεολογία	10
GRAFEL Σχεδιάζοντας Εύκαμπτα Νανοϋλικά με Βάση το Υποστυλωμένο Γραφένιο με Ρυθμιζόμενες Ηλεκτρονικές Ιδιότητες για Ηλεκτρονικές Διατάξεις	19
Μετά τα Τρωικά: Η μεταπολεμική Φάση του Τρωικού Μύθου στα Τραγικά Αποσπάσματα του Αισχύλου και του Σοφοκλή	28
Ριζοβακτήρια που Προάγουν την Ανάπτυξη και Μειώνουν την Αβιοτική Καταπόνηση των Φυτών στη Λεκάνη της Μεσογείου	33
Συνδυασμένη Προσέγγιση – Ομικών Τεχνολογιών και Βιοπληροφορικής για τη Δημιουργία του Άτλαντα των Ελληνικών Γενετικών Πόρων Κερασιάς	40
Σχήματα της Θάλασσας στον Ερωτικό Λόγο: η Παρουσία της Θάλασσας ως Μεταφοράς για τον Έρωτα στη Λατινική Ποίηση του 1ου π.Χ. Αιώνα	49
Κατασκευές Σεξουαλικών και Έμφυλων Ταυτοτήτων στον Θεσμικό και Καθημερινό Λόγο: Πολιτικές Διαστάσεις, Θεσμικές Διεκδικήσεις και Δικαιώματα	56
Συστημική Σεισμική Διακινδύνευση Λιμενικών Εγκαταστάσεων με Βάση την Επαναστατικότητα Εφαρμογή στο Λιμένα της Θεσσαλονίκης	63

## ΕΣΠΑ 2014-2020, Ειδική Υπηρεσία Διαχείρισης ΕΠ Ανάπτυξη Ανθρώπινου Δυναμικού Εκπαίδευση και Δια Βίου Μάθηση

Βελτιστοποίηση Υδρολογικής Προσομοίωσης σε Κλίμακα Λεκάνης Απορροής Υπό Συνθήκες Κλιματικής Αλλαγής με Χρήση Χωρικών και Χωροχρονικών Γεωστατιστικών Μεθόδων	70
--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----

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

Καινοτόμες Εντατικοποιημένες Διεργασίες Δέσμευσης και Μετατροπής του CO <sub>2</sub> σε Μεθανόλη	76
--------------------------------------------------------------------------------------------------	----

# Εντερική Μικροχλωρίδα και Προβιοτικοί Μικροοργανισμοί στο Εδώδιμο Χερσαίο Σαλιγκάρι *Cornu Aspersum*

Μηνάς Γιάγκου  
Καθηγητής  
Τμήμα Βιολογίας  
[yangou@bio.auth.gr](mailto:yangou@bio.auth.gr)



# Σύντομη Περίληψη

Η αλλαγή της εντερικής μικροβιακής χλωρίδας προκαλεί ανοσολογικές και μεταβολικές διαταραχές. Ο χειρισμός της μικροχλωρίδας με χορήγηση προβιοτικών μικροοργανισμών είναι πρακτική θεραπείας νόσων και παραγωγή λειτουργικών τροφίμων. Οι γνώσεις για τη σύσταση της εντερικής μικροχλωρίδας των ασπονδύλων, η απομόνωση τους, η χρήση προβιοτικών και οι αλληλεπιδράσεις της με την έμφυτη άμυνα είναι περιορισμένες. Σκοπός του έργου είναι ο χαρακτηρισμός της εντερικής μικροχλωρίδας, της ομοιόστασής της και η διερεύνηση των προβιοτικών ιδιοτήτων της στο πεπτικό σύστημα του σαλιγκαριού.

Η έρευνα των προβιοτικών μικροοργανισμών έχει ως στόχο την κατανόηση των αλληλεπιδράσεων μεταξύ έμφυτης άμυνας και εντερικής μικροχλωρίδας ως βάση για σωστή χρήση τους στην σαλιγκαροτροφία. Η χορήγηση τους θα βελτιώσει την υγεία, την ανάπτυξη-παραγωγικότητα των σαλιγκαριών. Η μικροβιακή κοινότητα των σαλιγκαριών μπορεί να συμβάλει στην ανάπτυξη φαρμάκων, και στην παραγωγή λειτουργικών ζωοτροφών ή πρόσθετα.

## Πλαίσιο Χρηματοδότησης:

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

## Λέξεις Κλειδιά:

προβιοτικά, cornu aspersum, εντερικό  
μικροβίωμα



## Διάρκεια Έργου:

08/10/2019- 15/02/2022

## Μέλη Ερευνητικής Ομάδας:

**Αλεξάνδρα Στάϊκου**, Αναπληρώτρια Καθηγήτρια  
**Ελισάβετ Χαριζάνη**, Υποψήφια Διδάκτωρ

# Ερευνητικά Αποτελέσματα

Στην παρούσα Διδακτορική διατριβή απομονώθηκαν 126 βακτηριακά στελέχη από τον εντερικό βλεννογόνο του εκτρεφόμενου σαλιγκαριού *Cornu aspersum*. Για τα παραπάνω στελέχη πραγματοποιήθηκε *in vitro* διερεύνηση των προβιοτικών ιδιοτήτων τους. Οι ιδιότητες αυτές σχετίζονται με την ικανότητα διέλευσης από τους φυσιολογικούς φραγμούς του γαστρεντερικού σωλήνα.

**Τα *in vitro* κριτήρια περιλαμβάνουν την εξωτερική βλέννα που περιβάλλει το σώμα των σαλιγκαριών, τη γαστρική βλέννα που εκκρίνεται από τους σιελογόνους αδένες, το σύνολο των γαστρικών εκκρίσεων του στομάχου και το όξινο pH που επικρατεί από τον οισοφάγο μέχρι το στόμαχο.**

Στη συνέχεια, ακολούθησε διερεύνηση των χαρακτηριστικών της κυτταρικής επιφάνειας των στελεχών που σχετίζονται με τη δυνατότητα αποικισμού του εντερικού σωλήνα. Επίσης πραγματοποιήθηκε περιγραφική, επαγωγική στατιστική επεξεργασία και PCA των αποτελεσμάτων για το σύνολο των ιδιοτήτων των βακτηριακών στελεχών που προέκυψαν κατά την απομόνωση από τα εκτροφεία, με σκοπό την επιλογή τους για περαιτέρω *in vivo* διερεύνηση για την ανοσοτροποποιητική τους δράση. Επιλέχθηκαν 19 στελέχη τα οποία ελέγχθηκαν για την ικανότητα τους να αυξάνουν την τη χημειόταξη και την φαγοκυττάρωση των κυττάρων της αιμολέμφου των σαλιγκαριών. Ακολούθησε ταυτοποίησή τους σε επίπεδο είδους με αλληλούχιση και βιοπληροφορική ανάλυση του 16SrRNA σε γαλακτικά βακτήρια.

Σε επόμενο στάδιο, διερευνήθηκαν οι ομοιοστατικοί μηχανισμοί του σαλιγκαριού έπειτα από τη χορήγηση πιθανών παθογόνων στελεχών των σαλιγκαριών ενέσιμα στο σώμα των πειραματοζώων. Η χορήγηση των περισσότερων στελεχών οδήγησε στην αύξηση τόσο της χημειόταξης όσο και της φαγοκυττάρωσης. Η ποσότητα χορήγησης των πιθανών προβιοτικών προσδιορίστηκε στα  $10^8$  CFU/gr στο *Cornu aspersum*. Στην συνέχεια η *in vivo* χορήγηση για 10 ημέρες των επισημασμένων πιθανών προβιοτικών με φθορίζουσες χρωστικές μέσω της τροφής και η παρατήρηση τομών του εντερικού σωλήνα των πειραματοζώων υπέδειξε την προσκόλληση ορισμένων στελεχών στον εντερικό βλεννογόνο των σαλιγκαριών. Η χορήγηση ορισμένων παθογόνων στελεχών στο σώμα σαλιγκαριών οδήγησε σε αυξημένα ποσοστά θνησιμότητας σε σχέση με τον μάρτυρα. Τα προβιοτικά στελέχη εμφάνισαν διαφορετικό πρότυπο αντιβακτηριακής δράσης έναντι των παθογόνων στελεχών. Ορισμένα από αυτά παρουσιάζουν ισχυρή αντιμικροβιακή δράση είτε λόγω ανταγωνιστικότητας είτε λόγω παραγωγής αντιμικροβιακών πεπτιδίων.

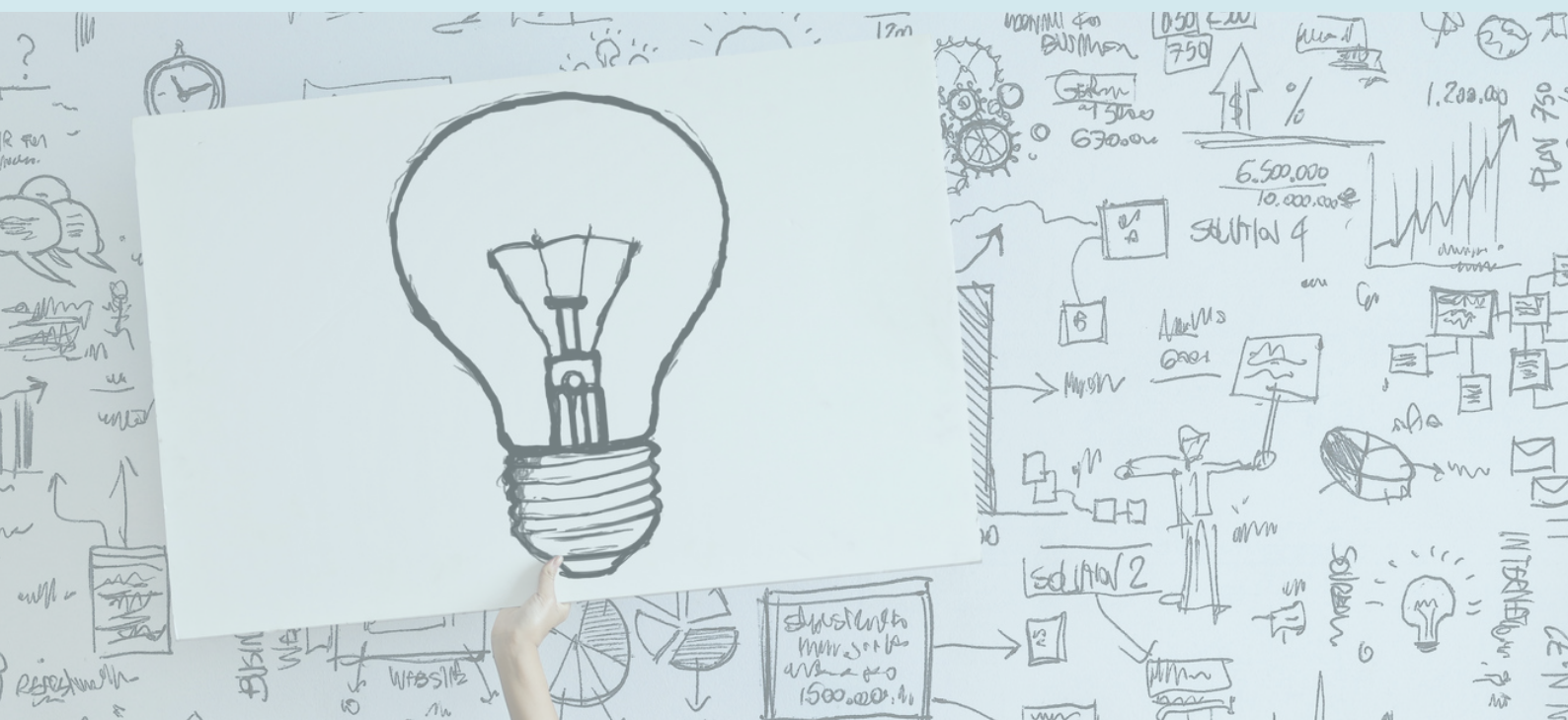
Έπειτα ελέγχθηκε η αλληλεπίδραση των δυνητικά παθογόνων βακτηρίων με τους έμφυτους κυτταρικούς και χυμικούς μηχανισμούς άμυνας των σαλιγκαριών. Η δραστηριότητα της φαινολοξειδάσης και η συγκέντρωση των νιτρικών στον ορό της αιμολέμφου και των κυτταρικών εκχυλισμάτων εμφανίστηκε στατιστικά σημαντικά αυξημένη έπειτα από τη χορήγηση ορισμένων μικροοργανισμών. Η παραγωγή των δραστικών μορφών οξυγόνου παρουσιάζεται αυξημένη στους ορούς της αιμολέμφου των σαλιγκαριών που χορηγήθηκαν παθογόνα βακτήρια. Η αντιβακτηριακή δράση του ορού της αιμολέμφου παρουσιάζεται είτε αυξημένη είτε μειωμένη έπειτα από τη χορήγηση βακτηρίων σε σχέση με το μάρτυρα.

Στην συνέχεια ακολούθησε PCA ώστε να ομαδοποιηθούν τα διάφορα βακτηριακά στελέχη σύμφωνα με τα χαρακτηριστικά που εμφάνισαν.

# Ερευνητικά Αποτελέσματα

Επιπλέον, πραγματοποιήθηκαν διασταυρώσεις σαλιγκαριών σε εργαστηριακές συνθήκες και παραγωγή ανώριμων ατόμων. Ακολούθησε χορήγηση των προβιοτικών μέσω της τροφής στα ανώριμα άτομα και παρατηρήθηκε μεγαλύτερη αύξηση του μεγέθους των πειραματοζώων σε μικρότερο χρονικό διάστημα. Με τη χορήγηση παθογόνων στελεχών σε ώριμα άτομα μέσω της τροφής εμφανίστηκε αυξημένη κυτταρική απόπτωση στα κύτταρα της αιμολέμφου των σαλιγκαριών σε σχέση με τον μάρτυρα. Ακόμη, παρατηρήθηκε αυξημένη έκφραση ορισμένων κυτοκινών σε τομές λεπτού εντέρου σαλιγκαριών που λάμβαναν συγκεκριμένη ποσότητα παθογόνων στελεχών μέσω της τροφής.

Τέλος, πραγματοποιήθηκε μελέτη των 16s rRNA γονιδίων που είχαν απομονωθεί από τον εντερικό βλεννογόνο σαλιγκαριών. Τα αποτελέσματα παρουσιάζουν ποικιλία βακτηριών στον εντερικό βλεννογόνο των σαλιγκαριών.



# Παραδείγματα εφαρμογών

“ Η έρευνα των προβιοτικών μικροοργανισμών έχει ως στόχο την κατανόηση των αλληλεπιδράσεων μεταξύ έμφυτης άμυνας και εντερικής μικροχλωρίδας ως βάση για σωστή χρήση τους στην σαλιγκαροτροφία. ”

**Από επιστημονική άποψη, υπάρχει άμεση ανάγκη για την εύρεση ανεξερεύνητων πηγών μικροοργανισμών, όπως το εντερικό μικροβίωμα των σαλιγκαριών, με στόχο την απομόνωση νέων μικροβιακών στελεχών τα οποία θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν προς όφελος του ανθρώπου.**

Το έργο αυτό συμβάλλει στην ανίχνευση των μικροοργανισμών σε εκτρεφόμενα σαλιγκάρια και θα προσφέρει σημαντικές πληροφορίες σχετικά με τον τρόπο που η εντερική μικροχλωρίδα επιδρά

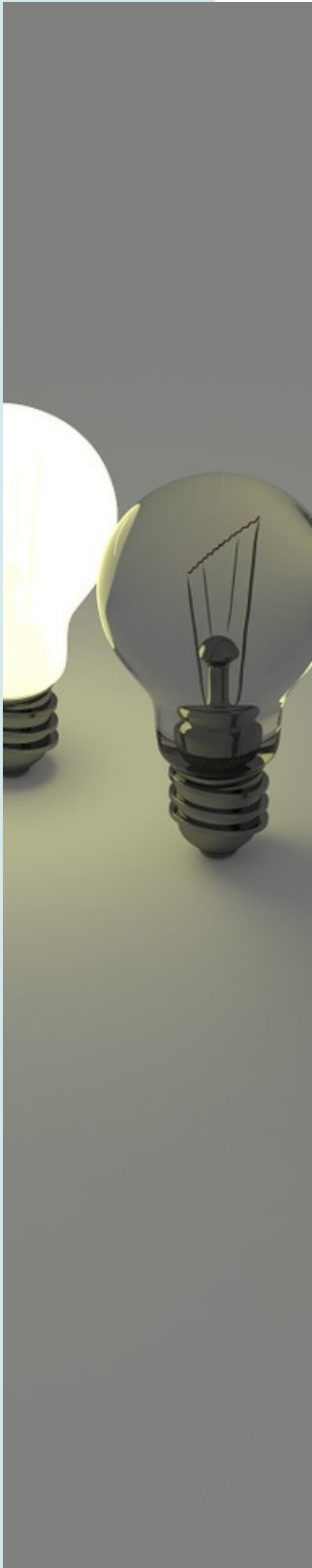
1. στην υγεία των εκτρεφόμενων σαλιγκαριών και
2. στη ελλιπή γνώση σχετικά με τα παθογόνα των σαλιγκαριών.

Από τη μεταγονιδιωματική ανάλυση προκύπτει ότι μπορούν να χρησιμοποιηθούν και σε άλλους ερευνητικούς τομείς που ασχολούνται με τη κατανόηση της ‘συνεξέλιξης του μικροβιώματος και του ξενιστή’ και την εμφάνιση ασθενειών. Ο πληθυσμός των άγριων σαλιγκαριών έχει μειωθεί σημαντικά σε εθνικό και παγκόσμιο επίπεδο λόγω της αλόγιστης συλλογής και πώλησης τους. Κατά συνέπεια, η ανάπτυξη της σαλιγκαροτροφίας αποτελεί πλέον επιτακτική ανάγκη.

Τα εντατικά συστήματα εκτροφής στην Ελλάδα αντιμετωπίζουν σημαντικά προβλήματα όπως τα αυξημένα ποσοστά θνησιμότητας.

Παθογόνα βακτήρια οδηγούν στη μείωση της αναπαραγωγικής ικανότητας των σαλιγκαριών, στη μείωση του ρυθμού ανάπτυξης και στην αύξηση της θνησιμότητας. **Το ερευνητικό έργο θα συμβάλει στην κατανόηση της βιολογίας και φυσιολογίας των εκτρεφόμενων σαλιγκαριών και στην εύρεση νέων θεραπευτικών προσεγγίσεων για την αντιμετώπιση των μολυσματικών ασθενειών.**

Η χορήγηση των προβιοτικών, βελτιώνει την υγεία και την ανάπτυξη των σαλιγκαριών, να μειώσει τη θνησιμότητα του ζωικού κεφαλαίου. Επιπλέον, τα προβιοτικά που θα απομονωθούν μπορούν να χρησιμοποιηθούν στη βιομηχανία τροφίμων ή ως θεραπευτικοί παράγοντες έναντι παθογόνων στελεχών ανθεκτικών σε αντιβιοτικά ή για την απομόνωση βακτηριοσίνων. Τα δεδομένα από τη μεταγονιδωματική ανάλυση της εντερικής μικροχλωρίδας, μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την ανίχνευση μικροοργανισμών για βιοτεχνολογικές εφαρμογές.





# Σχετικές Δημοσιεύσεις

Charizani E., Dushku E., Kyritsi M., Metallinou E., Staikou A., Yiangou M. (2019, April). Development of a probiotic potential prediction model by using classification tree analysis. 8th Congress of the Scientific Society "MikroBioKosmos".

Charizani E., Metallinou E., Staikou A., Yiangou M. (2019, April). In vitro and in vivo selection of potential probiotic bacteria isolated from the Cornu aspersum (Muller, 1774) gastrointestinal tract. 8th Congress of the Scientific Society "MikroBioKosmos".

Μεταλληνού Ε., Χαριζάνη Ε., Στάικου Α., Γιάγκου Μ. (2019, Μάιος). Απομόνωση και διερεύνηση πιθανών προβιοτικών βακτηρίων από τον εντερικό σωλήνα του εδώδιμου χερσαίου σαλιγκαριού Cornu aspersum (Muller, 1774). 41ο Επιστημονικό συνέδριο Ελληνικής Εταιρίας Βιολογικών Επιστημών.

Χαριζάνη Ε., Μιχαήλ Σ., Πασχαλίδης Χ., Κυρίτση Μ., Κοτζαμανίδης Χ., Στάικου Α., Γιάγκου Μ. (2020, Νοέμβριος). Χαρακτηρισμός πιθανών προβιοτικών μικροοργανισμών και διερεύνηση της παθογένειας δυνητικά παθογόνων μικροοργανισμών στο εδώδιμο χερσαίο σαλιγκίρι Cornu aspersum (Muller, 1774). 12ο Πανελλήνιο Συνέδριο Π.Ε.Β.

# Δυναμική Εξάπλωσης σε Υγρά Υποστρώματα με Πολύπλοκη Ρεολογία

Γεώργιος Καραπέτσας  
Επίκουρος Καθηγητής  
Τμήμα Χημικών Μηχανικών  
gkarapetsas@auth.gr



# Σύντομη Περίληψη

Ο στόχος της ερευνητικής μας προσπάθειας ήταν η μελέτη μιας μεγάλης κατηγορίας ροών που αφορά την εξάπλωση και ροή σταγόνων επάνω σε μαλακά υποστρώματα με πολύπλοκη ρεολογική συμπεριφορά. Τέτοιες ροές εμφανίζονται σε πληθώρα βιολογικών και τεχνολογικών εφαρμογών όπως ο έλεγχος της απόδοσης φαρμάκων σε εύκαμπτους ιστούς, τεχνολογίες απλής και τρισδιάστατης εκτύπωσης, κτλ.

**Η ερευνητική εργασία επικεντρώθηκε στην ανάπτυξη μιας σειράς θεωρητικών μοντέλων αυξανόμενης πολυπλοκότητας σε συνδυασμό με τη διεξαγωγή προσεκτικά σχεδιασμένων πειραμάτων που χρησιμοποιήθηκαν για την ενδελεχή μελέτη των αλληλεπιδράσεων των υγρών σταγόνων στην επιφάνεια λεπτών υμενίων με μη Νευτωνική συμπεριφορά, λαμβάνοντας πλήρως υπόψη την επίδραση φαινομένων μεταβλητού ιξώδους, ιξωδοελαστικότητας ή/και ιξωδοπλαστικότητας του υλικού υπό την παρουσία διαφορετικών συνθηκών ροής και σύνθετων διεοφανειακών φαινομένων, περιλαμβάνοντας π.χ. την παρουσία επιφανειοδραστικών ουσιών ή/και αλλαγή φάσης στο σύστημα.**

## Πλαίσιο Χρηματοδότησης:

1η Προκήρυξη Ερευνητικών Έργων  
ΕΛΙΔΕΚ για την Ενίσχυση  
Μεταδιδακτόρων Ερευνητριών/ών



## Λέξεις Κλειδιά:

droplet, spreading, wetting,  
non-Newtonian

## Διάρκεια Έργου:

02/08/2018- 01/02/2022

## Μέλη Ερευνητικής Ομάδας:

**Γρηγόριος - Αθανάσιος Ιωαννίδης**, Υπ. Διδάκτορας  
**Άννα Μαλαχτάρη**, Υπ. Διδάκτορας  
**Χρήστος Δριτσέλης**, Μεταδιδάκτορας  
**Σωτήρης Ευγενίδης**, Μεταδιδάκτορας  
**Ιωάννα Διαμαντουλάκη**, Μεταδιδάκτορας

# Ερευνητικά Αποτελέσματα

Ο στόχος της ερευνητικής μας προσπάθειας ήταν η μελέτη μιας μεγάλης κατηγορίας ροών που αφορά την εξάπλωση και ροή σταγόνων επάνω σε μαλακά υποστρώματα με πολύπλοκη ρεολογική συμπεριφορά. Από προηγούμενες εργασίες στην βιβλιογραφία έχει διαπιστωθεί ότι τέτοια συστήματα εμφανίζουν ιδιαίτερα πλούσια δυναμική που αποκλίνει από τη Νευτωνική συμπεριφορά.

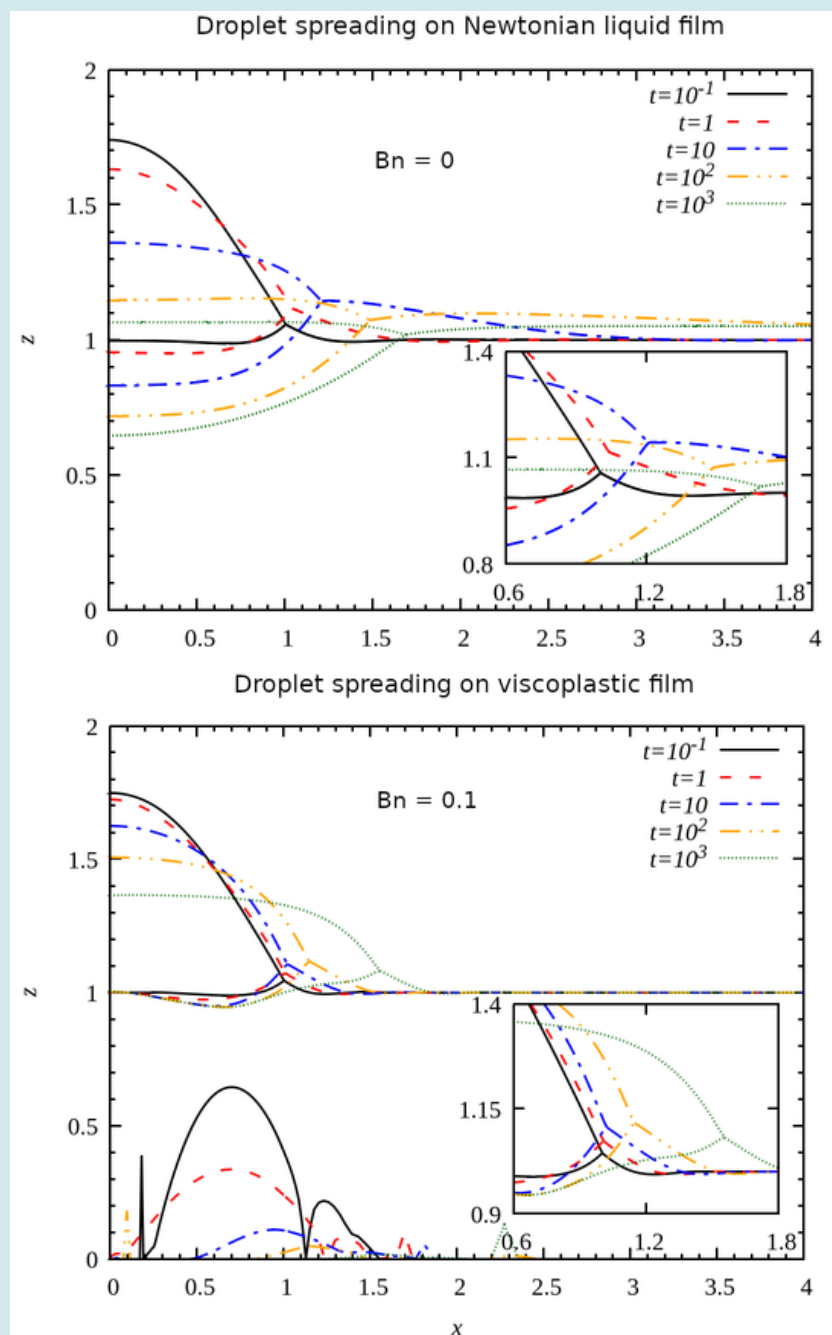
Μια παραμετρική μελέτη των φαινομένων διαβροχής σταγόνων σε υγρά υμενία με διαφορετικά ρεολογικά χαρακτηριστικά και κάτω από διάφορες ροϊκές συνθήκες στοχεύει στη διερεύνηση του τρόπου με τον οποίο οι διάφορες παράμετροι του συστήματος, όπως τα ρεολογικά χαρακτηριστικά (π.χ. ελαστικότητα, τάση διαρροής), οι φυσικές ιδιότητες (λόγοι ιξωδών, πυκνότητας, κτλ) και η πιθανή παρουσία σύνθετων διεπιφανειακών φαινομένων (παρουσία επιφανειοδραστικών, φαινόμενα συμπύκνωσης/εξάτμισης) μπορούν να επηρεάσουν την μορφολογία και την δυναμική των συστημάτων αυτών.

Για το σκοπό αυτό, έγινε διεξαγωγή προσεκτικά σχεδιασμένων πειραμάτων όπου μελετήθηκε η εξάπλωση σταγόνων επάνω σε υδατικά διαλύματα γλυκερίνης καθώς και υδατικά διαλύματα ξανθάνης, καλύπτοντας μεγάλο εύρος ρεολογικών ιδιοτήτων και διαπιστώνοντας τη σημαντική επίδραση στη ροή από παράγοντες όπως η τάση διαρροής για πυκνά διαλύματα ξανθάνης, η επιφανειακή τάση των υγρών καθώς και τις βαρυτικές δυνάμεις. Επιπλέον, αναπτύχθηκαν μια σειρά από θεωρητικά μοντέλα αυξανόμενης πολυπλοκότητας και πραγματοποιήθηκαν αριθμητικές προσομοιώσεις για μια ποικιλία διαφορετικών συστημάτων. Στις πειραματικές μετρήσεις, συχνά συνυπάρχουν πολλά διαφορετικά φαινόμενα, π.χ. ταυτόχρονη παρουσία μεταβλητού ιξώδους, ελαστικότητας ή/και τάση διαρροής, καθιστώντας δύσκολη τη διερεύνηση των φυσικών μηχανισμών που επιδρούν στην δυναμική του συστήματος. **Με τα θεωρητικά μοντέλα που αναπτύχθηκαν έγινε δυνατό να διερευνηθούν ξεχωριστά η επίδραση κάθε ρεολογικού χαρακτηριστικού, θεωρώντας ρεολογικά μοντέλα με αυξανόμενη πολυπλοκότητα. Συγκεκριμένα μελετήθηκε η διαβροχή υμενίων που περιγράφονται από την καταστατική εξίσωση Ostwald-De-Waele, για την περιγραφή ρευστών που παρουσιάζουν φαινόμενα ρεολόπτυνσης ή/και διασταλτική συμπεριφορά, υμενίων με καθαρά ιξωδοελαστική συμπεριφορά που περιγράφονται από την καταστατική εξίσωση Oldroyd-B, καθώς και ρευστά που περιγράφονται από ασυνεχές ιξωδοπλαστικό μοντέλο Bingham.** Στην πρώτη περίπτωση μελετήθηκε επίσης η επίδραση της παρουσίας επιφανειοδραστικών ενώ στην περίπτωση ιξωδοελαστικού υμενίου πραγματοποιήθηκε και μελέτη της εξάπλωσης και αλληλεπίδρασης περισσότερων από μία σταγόνες. Μελετήθηκε κυρίως η εξάπλωση πάνω από στατικούς υμένους ρευστού, ενώ έγινε παράλληλα προσπάθεια να μελετηθεί και η διαβροχή ρεόντων υμένων (π.χ. υπό την επίδραση της βαρύτητας) η οποία όμως δεν ολοκληρώθηκε λόγω περιορισμένου χρόνου στα πλαίσια της παρούσας ερευνητικής προσπάθειας.

Επιπλέον, με δεδομένο ότι σε πολλά συστήματα που ενδιαφέρουν σε βιολογικές εφαρμογές οι σταγόνες αποτελούνται από διαλύματα με περισσότερα από ένα συστατικά, μελετήθηκε η εξάπλωση σε στερεά υποστρώματα λαμβάνοντας επίσης υπόψη και φαινόμενα εξάτμισης/συμπύκνωσης.

# Ερευνητικά Αποτελέσματα

Στην περίπτωση όπου τόσο τα υμένα όσο και οι σταγόνες έχουν σχετικά μικρό πάχος και μπορούν να θεωρηθούν λεπτά, αναπτύχθηκαν μοντέλα μειωμένης τάξης χρησιμοποιώντας τη θεωρία λίπανσης και εξάγοντας διαφορικές εξισώσεις για τα ύψη των διεπιφανειών καθώς και τις αναπτυσσόμενες τάσεις στο μαλακό υπόστρωμα. Οι εξισώσεις αυτές επιλύθηκαν με τη μέθοδο των πεπερασμένων στοιχείων. Επιπλέον, αναπτύχθηκαν μοντέλα κατάλληλα για την περιγραφή συστημάτων όπου τόσο τα υμένα όσο και η σταγόνες με μεγάλο πάχος, χωρίς απλοποιητικές παραδοχές. Για το σκοπό αυτό, αναπτύχθηκε ένας νέος επιλυτής στην πλατφόρμα ανοιχτού λογισμικού OpenFOAM, με τον οποίο έγινε κατ' αρχήν δυνατή η επίλυση των διεπουσών εξισώσεων για πολυφασικά συστήματα, λαμβάνοντας πλήρως υπόψη τα διεπιφανειακά φαινόμενα στην γραμμή επαφής, καθιστώντας ταυτόχρονα, για πρώτη φορά, δυνατή την επίλυση για συστήματα με πολύπλοκα ρεολογικά χαρακτηριστικά.



# Παραδείγματα εφαρμογών

“Ο στόχος της ερευνητικής μας προσπάθειας ήταν η μελέτη μιας μεγάλης κατηγορίας ροών που αφορά την εξάπλωση και ροή σταγόνων επάνω σε μαλακά υποστρώματα με πολύπλοκη ρεολογική συμπεριφορά.”

Η εξάπλωση υγρών επάνω σε μαλακά υποστρώματα (π.χ. υγρά ή μαλακά στερεά) έχει ιδιαίτερα μεγάλη σημασία σε πληθώρα τεχνολογικών και βιοιατρικών εφαρμογών.

**Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί η διανομή φαρμάκου με χρήση αερολυμάτων για τη θεραπεία της χρόνιας αποφρακτικής πνευμονοπάθειας. Μέχρι σήμερα, οι θεραπείες με αερολύματα βασίζονται κυρίως σε αεροδυναμικούς μηχανισμούς για τη διασπορά και διανομή του φαρμάκου μέσα στον πνεύμονα κατά την εισπνοή.**

Η παρουσία όμως στενώσεων, π.χ. λόγω υπερέκκρισης βλέννας, έχει ως αποτέλεσμα το φάρμακο να μην καταφέρνει να φθάσει στους περιφερειακούς αεραγωγούς και οι περιοχές να λαμβάνουν μειωμένες δόσεις φαρμάκου, παρά το γεγονός ότι συνήθως είναι αυτές που το έχουν περισσότερο ανάγκη. Προκειμένου το φάρμακο να φθάσει σε όσο το δυνατό πιο δυσπρόσιτες περιοχές του πνεύμονα, είναι σημαντικό η διανομή του φαρμάκου να μη βασίζεται μόνο στην αεροδυναμική αλλά να γίνει προσπάθεια για την ενίσχυση της εξάπλωσης του φαρμάκου μετά την εναπόθεση στους αεραγωγούς (π.χ. με τη χρήση επιφανειοδραστικών ουσιών). Η εσωτερική επένδυση των αεραγωγών ωστόσο αποτελείται από ιξώδη βλέννα η οποία αποτελείται από υδατικό διάλυμα βλεννίνης, γλυκοπρωτεϊνών, DNA, επιφανειοδραστικών και άλλων ουσιών και παρουσιάζει πολύπλοκες ρεολογικές ιδιότητες, όπως ιξωδοελαστικότητα, ρεολέπτυνση και τάση διαρροής.

Ωστόσο, η εξάπλωση σταγόνων πάνω σε άλλα υγρά μπορεί να επηρεαστεί σημαντικά από τη συγκεκριμένη ρεολογική συμπεριφορά του υποστρώματος, και το αντικείμενο της παρούσας ερευνητικής προσπάθειας στοχεύει ακριβώς στη βασική κατανόηση των μηχανισμών που επηρεάζουν τη δυναμική και το εύρος της εξάπλωσης καθώς και την ποσοτική περιγραφή των φαινομένων. Μέσω της αναγνώρισης των μηχανισμών που μπορεί είτε να περιορίσουν είτε να προάγουν την εξάπλωση των σταγόνων μπορούν να διερευνηθούν νέοι τρόποι με τους οποίους θα γίνει δυνατός ο ακριβής έλεγχος τη διαδικασία εξάπλωσης προς όφελος μας και να γίνει δυνατή η βελτιστοποίηση των φαρμάκων.



# Σχετικές Δημοσιεύσεις

Δημοσιεύσεις σε διεθνή περιοδικά:

M. Pavlidis, S. Evgenidis, T. Karapantsios and G. Karapetsas, Spreading droplets on thin viscoplastic liquid films: Theory and Experiments, to be submitted for publication.

M. Pavlidis and G. Karapetsas, An asymptotic lubrication model for thin elasto-viscoplastic liquid films, to be submitted for publication.

A. Prasinou, M. Pavlidis and G. Karapetsas, Spreading droplets on weakly viscoelastic liquid films, to be submitted for publication.

G. A. Ioannidis and G. Karapetsas, Spreading of surfactant-laden droplets on shear-thinning and shear-thickening liquid films, to be submitted for publication.

C. Dritselis and G. Karapetsas, Spreading droplets on thick viscoplastic and elasto-viscoplastic liquid films, to be submitted for publication.

C. Dritselis and G. Karapetsas, Open-source finite volume solvers for multiphase (n-phase) flows involving either Newtonian or non-Newtonian complex fluid, submitted for publication to Comp. Fluids (<https://doi.org/10.48550/arXiv.2203.09870>).

A. Marousis, D. Pettas, G. Karapetsas, Y. Dimakopoulos and J. Tsamopoulos, Stability analysis of viscoelastic film flows over an inclined substrate with rectangular trenches, Fluid Mech 915, A98 (2021).

Z. Wang, G. Karapetsas, P. Valluri, K. Sefiane, A. Williams and Y. Takata, Dynamics of hygroscopic aqueous solution droplets undergoing evaporation or vapour absorption, Fluid Mech 912, A2 (2021).

A. G. L. Williams, G. Karapetsas, D. Mamalis, K. Sefiane, O. K. Matar and P. Valluri, Spreading and retraction dynamics of sessile evaporating droplets comprising volatile binary mixtures, Fluid Mech 907, A22 (2021).

R. K. Nazareth, G. Karapetsas, K. Sefiane, O. K. Matar, and P. Valluri, Stability of slowly evaporating thin liquid films of binary mixtures, Phys. Rev. Fluids 5, 104007 (2020).

D. Pettas, G. Karapetsas, Y. Dimakopoulos, and J. Tsamopoulos, Viscoelastic film flows over an inclined substrate with sinusoidal topography. II. Linear stability analysis, Phys. Rev. Fluids 4, 083304 (2019).



# Σχετικές Δημοσιεύσεις

D. Pettas, G. Karapetsas, Y. Dimakopoulos, and J. Tsamopoulos, Viscoelastic film flows over an inclined substrate with sinusoidal topography. I. Steady State, *Phys. Rev. Fluids* 4, 083303 (2019).

Ανακοινώσεις σε διεθνή και τοπικά συνέδρια:

C. Dritselis and G. Karapetsas, Open-source finite volume solvers for the simulation of multiphase (n-phase) Newtonian/non-Newtonian fluid flows, 74th Annual Meeting of the APS Division of Fluid Dynamics, November 2021, Phoenix (Virtual), USA.

G. Karapetsas, A. Prasinou, G. A. Ioannidis, On the spreading of liquid lenses over rheologically complex liquid films, 74th Annual Meeting of the APS Division of Fluid Dynamics, November 2021, Phoenix (Virtual), USA.

C. Dritselis, G. Karapetsas, A numerical study of a droplet spreading between Newtonian and viscoplastic stratified fluids, *Droplets 2021*, August 2021, Darmstadt (Virtual), Germany.

G. A. Ioannidis, O. K. Matar, G. Karapetsas, Droplet spreading over a non-Newtonian liquid film, 73rd Annual Meeting of the APS Division of Fluid Dynamics, November 2020, Chicago (Virtual), USA.

C. Dritselis, G. Karapetsas, Numerical study of non-linear dynamics of liquid lenses spreading over a viscoplastic liquid layer, 73rd Annual Meeting of the APS Division of Fluid Dynamics, November 2020, Chicago (Virtual), USA.

Z. Wang, G. Karapetsas, P. Valluri, K. Sefiane, Y. Takata, Spreading of hygroscopic ionic solution droplets during vapor absorption, 73rd Annual Meeting of the APS Division of Fluid Dynamics, November 2020, Chicago (Virtual), USA.

D. Pettas, G. Karapetsas, Y. Dimakopoulos, J. Tsamopoulos, Flow stability of a liquid film partially wetting a substrate with rectangular trenches, 72nd Annual Meeting of the APS Division of Fluid Dynamics, November 2019, Seattle, USA.

Z. Wang, G. Karapetsas, P. Valluri, A. Williams, K. Sefiane, Y. Takata, Lubrication model for vapor absorption into hygroscopic liquid desiccant droplets, 72nd Annual Meeting of the APS Division of Fluid Dynamics, November 2019, Seattle, USA.

A. Williams, G. Karapetsas, P. Saenz, O. Matar, K. Sefiane, P. Valluri, Stability of evaporating sessile drops comprising binary mixtures, 72nd Annual Meeting of the APS Division of Fluid Dynamics, November 2019, Seattle, USA.

# Σχετικές Δημοσιεύσεις

D. Pettas, G. Karapetsas, J. Tsamopoulos, Stability of a viscoelastic film flowing over a substrate with sinusoidal corrugations, 12th Panhellenic scientific conference in Chemical Engineering, Athens, May 2019.

G. Karapetsas, A. Williams, P. Saenz, O. Matar, K. Sefiane, P. Valluri, Evaporation of binary sessile drops, 12th Panhellenic scientific conference in Chemical Engineering, Athens, May 2019.

Z. Wang, G. Karapetsas, P. Valluri, A. Williams, K. Sefiane and Y. Takata, Lubrication model for vapor absorption into hygroscopic liquid desiccant droplets, 16th UK Heat Transfer Conference, September 2019, Nottingham, UK.

# GRAFEL

## Σχεδιάζοντας Εύκαμπτα Νανοϋλικά με Βάση το Υποστυλωμένο Γραφένιο με Ρυθμιζόμενες Ηλεκτρονικές Ιδιότητες για Ηλεκτρονικές Διατάξεις

Εμμανουήλ Κουκάρας  
Επίκουρος Καθηγητής  
Τμήμα Χημείας  
koukarase@chem.auth.gr



# Σύντομη Περίληψη

Το ερευνητικό έργο GRAFEL φιλοδοξούσε να δημιουργήσει ένα νέο πεδίο έρευνας σχετικά με εύκαμπτα ηλεκτρονικά υλικά βασισμένα στο γραφένιο και να το οδηγήσει σε ένα υψηλό επίπεδο ωριμότητας μέσω του καθορισμού διαδικασιών που αφορούν α) τη μεταβολή των επιθυμητών ιδιοτήτων των υλικών αυτών κατόπιν σχεδιασμού, β) τη σύνθεσή τους και τη δημιουργία καλά καθορισμένων συνθετικών διαδικασιών, γ) τη κατασκευή μιας πρωτότυπης ηλεκτρονικής διάταξης με αυτά τα υλικά.

**Στόχος ήταν ο σχεδιασμός νέων υποστυλωμένων νανοϋλικών βασισμένα στο γραφένιο και παράγωγα του που θα διαθέτουν ελεγχόμενες ηλεκτρονικές και μηχανικές ιδιότητες μέσω μεταβολών στη χημική τους σύσταση.**

Η προσέγγιση που ακολουθήσαμε με στρατηγική υλικά-βάσει-σχεδίου αποτέλεσε συνδυασμό υπολογιστικής σχεδίασης και μελέτης των υλικών και χημικής σύνθεσης και χαρακτηρισμού των υλικών με ποικιλία μεθόδων, με συνδυαστικό κρίκο τη συστηματική ανατροφοδότηση δεδομένων ώστε να μεγιστοποιηθεί η δυνατότητα σχεδίασης αυτών των υλικών.

## Πλαίσιο Χρηματοδότησης:

1η Προκήρυξη Ερευνητικών Έργων  
ΕΛΙΔΕΚ για την Ενίσχυση  
Μεταδιδασκτόρων Ερευνητριών/ών



## Λέξεις Κλειδιά:

μοριακά υποστυλωμένο γραφένιο, οξείδιο γραφενίου, εύκαμπτα ηλεκτρονικά, ελαστικότητα, αγωγίμες μεμβράνες, molecularly pillared graphene, graphene oxide, flexible electronics, elastic materials, conductive membranes

## Διάρκεια Έργου:

02/08/2018 - 21/02/2022

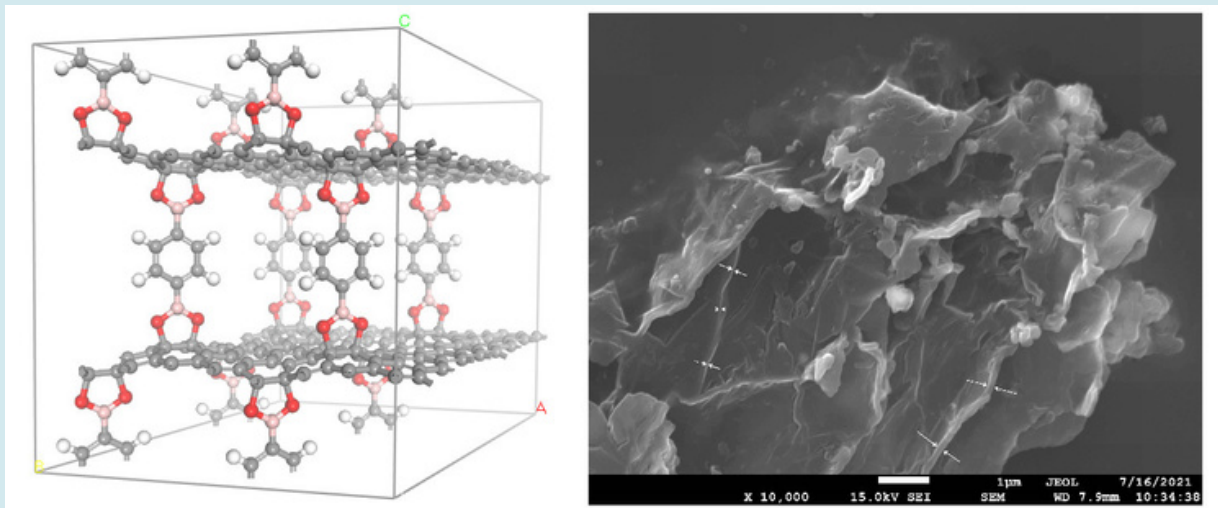
## Μέλη Ερευνητικής Ομάδας:

**Εμμανουήλ Ν. Κουκάρας**, Επίκουρος Καθηγητής, Τμήμα Χημείας, ΑΠΘ  
**Εμμανουήλ Κλώντζας**, Ερευνητής Β', Συνοπτοβάλλων του Έργου, ΕΙΕ  
**Ιωάννης Σκαρμούτσος**, Μεταδιδακτορικός Ερευνητής, Χημικός PhD  
**Δημήτριος Ανδρέου**, Μεταδιδακτορικός Ερευνητής, Χημικός PhD  
**Ιωάννης Πολύζος**, Μεταδιδακτορικός Ερευνητής, Φυσικός PhD  
**Δημήτριος Καρφαρίδης**, Μεταδιδακτορικός Ερευνητής, Φυσικός PhD  
**Αιμιλία Παπασούλη**, Υποψήφια Διδάκτωρ, Χημικός MSc  
**Ραφαήλ Λίγγας**, Υποψήφιος Διδάκτωρ, Φυσικός MSc  
**Ματίνα Δούκα**, Υποψήφια Διδάκτωρ, Χημικός MSc  
**Θεοπούλα Ασημακίδου**, Υποψήφια Διδάκτωρ, Φυσικός MSc  
**Κύρος Οδυσσεύς Κοσμάτος**, Ερευνητής, Χημικός  
**Αικατερίνη Γούναρη**, Ερευνήτρια, Χημικός  
**Ιωάννης Λυκάκης**, Αναπληρωτής Καθηγητής, Σύμβουλος, Τμήμα Χημείας, ΑΠΘ  
**Γεώργιος Φρουδάκης**, Καθηγητής, Τμήμα Χημείας, Σύμβουλος, Πανεπιστήμιο Κρήτης

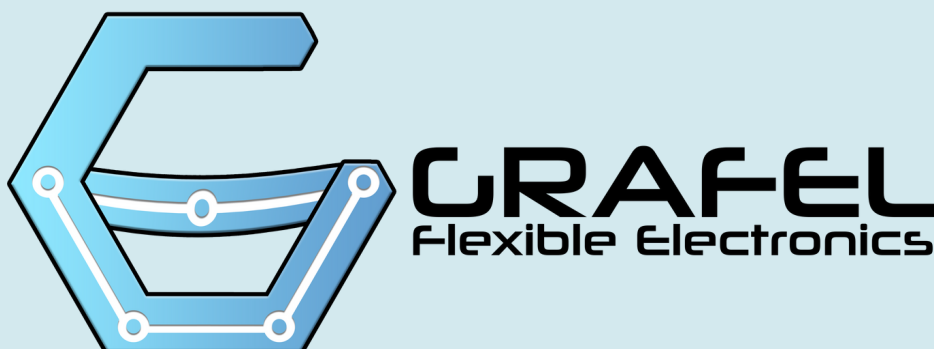
# Ερευνητικά Αποτελέσματα

Το Ερευνητικό Έργο GRAFEL είχε σαν σκοπό το σχεδιασμό και την ανάπτυξη καινοτόμων υποστυλωμένων νανοδομημένων υλικών με βάση το γραφένιο που θα διαθέτουν ελεγχόμενες ηλεκτρονικές και μηχανικές ιδιότητες. Υλικά με αυτά τα χαρακτηριστικά είναι υποψήφια για χρήση σε εύκαμπτες ηλεκτρονικές συσκευές που προορίζονται για εφαρμογές όπως για φωτοβολταϊκά, ανίχνευση χημικών ουσιών, φωτοκατάλυση και άλλες. **Η ερευνητική μεθοδολογία που χρησιμοποιήθηκε για τη σχεδίαση των νέων υλικών αποτελούταν από τρεις συνιστώσες που περιλάμβαναν:**

- α) την μοντελοποίηση και την μελέτη των δομικών, ηλεκτρονικών και μηχανικών ιδιοτήτων τους με χρήση υπολογιστικών μεθόδων,
- β) την παρασκευή και τον πλήρη χαρακτηρισμό με ένα μεγάλο εύρος μεθόδων ώστε να δημιουργηθεί ένα πλήρες συνθετικό πρωτόκολλο και
- γ) την δημιουργία πρότυπης ηλεκτρονικής διάταξης χρησιμοποιώντας κάποιο από τα υλικά που συντέθηκαν το οποίο θα παρουσίαζε τις επιθυμητές ιδιότητες.



Σχήμα. (αριστερά) Γραφική αναπαράσταση ενός υπολογιστικού μοντέλου  $2 \times 2 \times 1$  supercell των περιοδικών δομών υποστυλωμένου γραφενίου που μελετήθηκαν ως προς την πυκνότητα των πυλώνων και τη σχετική τους κατανομή πάνω στο φύλλο. (δεξιά) Εικόνα από SEM. Μεγέθυνση  $\times 10.000$ . Η πιο λεπτή στρώση που διακρίνεται από πλευρική οπτική έχει πάχος μεταξύ 35–45 nm (επισημαίνεται με διπλά βέλη). Διακρίνεται το προφίλ μιας ομάδας στρώσεων (layers) με συνολικό πάχος  $\sim 140$  nm. Η ράβδος κλίμακας (scale bar) είναι 1  $\mu\text{m}$ .



# Ερευνητικά Αποτελέσματα

**Χρησιμοποιώντας μια σειρά από υπολογιστικές τεχνικές, μελετήθηκε ο τρόπος που μεταβάλλονται οι δομικές, ηλεκτρονικές και μηχανικές ιδιότητες των νέων υποστυλωμένων γραφενίων μέσω συστηματικής τροποποίησης της χημικής τους σύστασης:**

1) με μεταβολή της πυκνότητας των οργανικών πυλώνων ανά μονάδα επιφάνειας του γραφενίου. Τα οργανικά μόρια που συνδέονται με χημικούς δεσμούς με τα δυο φύλλα δύναται να έχουν διάφορες πυκνότητες για να καλύψουν τον ενδοστρωματικό διαθέσιμο χώρο και στο πλαίσιο αυτό εξετάστηκαν τουλάχιστον τέσσερις διαφορετικές πυκνότητες ανά μονάδα επιφάνειας του φύλλου. Η αύξηση της πυκνότητας των οργανικών μορίων-γεφυρών συνεπάγεται μεγαλύτερο αριθμό δομικών διαταραχών του φύλλου γραφενίου μέσω δημιουργίας  $sp^3$  υβριδισμένων ατόμων άνθρακα, ενώ ταυτόχρονα περιορίζει τον ελεύθερο όγκο και μειώνει το μέγεθος των καναλιών διάχυσης από τη σκοπιά της χρήσης του υλικού ως πορώδες μέσο.

2) τη μεταβολή της χημικής σύστασης των οργανικών πυλώνων. Ως οργανικοί πυλώνες εξετάστηκαν κυρίως χημικά συστήματα τα οποία διαθέτουν ένα ή περισσότερους αρωματικούς δακτυλίους στη δομή τους, ενώ παράλληλα διερευνήθηκαν και μόρια με αλειφατικές αλυσίδες με μήκος έως έξι άτομα άνθρακα. Η επιλογή βασίστηκε και στη δυνατότητα περαιτέρω τροποποίησης της δομής τους μέσω εισαγωγής λειτουργικών ομάδων.

3) των χημικών δεσμών που δημιουργούνται κατά τη σύζευξη των οργανικών μορίων με το γραφένιο. Εξετάστηκαν διαφορετικοί τρόποι χημικής σύζευξης των οργανικών πυλώνων με τα φύλλα γραφενίου, λαμβάνοντας υπόψη τη σχετική βιβλιογραφία και τις συνθετικές πορείες που προτάθηκαν και υλοποιήθηκαν στα πειράματα που πραγματοποιήθηκαν από την ερευνητική ομάδα. Οι χημικοί δεσμοί σύζευξης προήλθαν από χημικές αντιδράσεις [που δυναται να πραγματοποιηθούν μεταξύ λειτουργικών ομάδων των οργανικών μορίων – γεφυρών, όπως αμίνες, θειόλες, καρβοξυλικά οξέα, με λειτουργικές ομάδες που διαθέτουν τα φύλλα, όπως στη περίπτωση του οξειδίου του γραφενίου.

4) τη σχετική χωροδιάταξη των πυλώνων πάνω στα φύλλα γραφενίου. Στην περίπτωση αυτή εξετάστηκε αν για δεδομένες πυκνότητες πυλώνων, συγκεκριμένα μοτίβα σύζευξης των οργανικών μορίων πάνω στο φύλλο μπορούν να μεταβάλλουν τις ηλεκτρονικές και μηχανικές ιδιότητες τους.

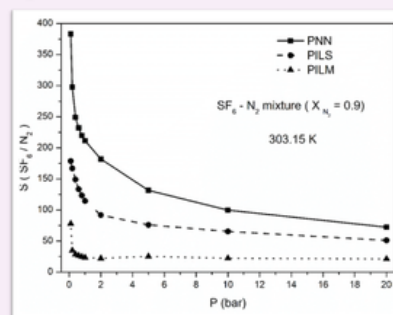
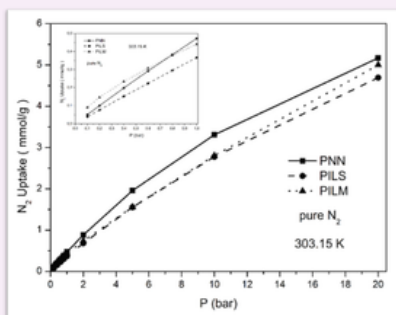
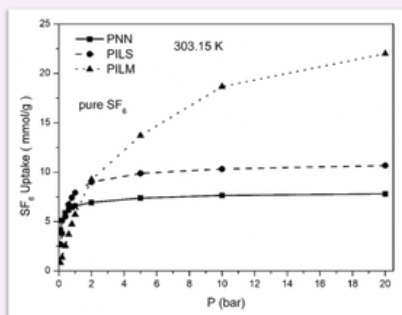
Οι υπολογισμοί που πραγματοποιήθηκαν περιλαμβάνουν υπολογισμούς μοριακής μηχανικής και υπολογισμούς της ηλεκτρονικής δομής σε πεπερασμένα και περιοδικά φυσικά συστήματα ώστε να επιτύχουμε την πληρέστερη κατανόηση των φυσικών φαινομένων που εμφανίζονται στα υπο μελέτη υλικά. Η υπολογιστική μελέτη κατέδειξε ότι όλα τα προαναφερθέντα δομικά χαρακτηριστικά μπορούν να μεταβάλουν τις ηλεκτρονικές ιδιότητες των υλικών αυτών αλλάζοντας την ηλεκτρική τους συμπεριφορά από ημιαγώγιμη σε ημιμεταλλική.

# Ερευνητικά Αποτελέσματα

Οι σημαντικότερες αλλαγές προέρχονται από την πυκνότητα των πυλώνων που βρίσκονται μεταξύ των φύλλων γραφενίου και από τη σχετική διασπορά των πυλώνων που βρίσκονται ομοιοπολικά συνδεδεμένοι πάνω και κάτω από το ίδιο φύλλο γραφενίου. Η χημική σύσταση των πυλώνων των πυλώνων έχει επίδραση στη περίπτωση των υλικών με τη μέγιστη πυκνότητα πυλώνων, ενώ οι λειτουργικές ομάδες που προστέθηκαν πάνω στους πυλώνες δεν επιδρούν σημαντικά. Η αύξηση του μήκους των πυλώνων κάθετα προς τα φύλλα γραφενίου μειώνει τόσο το μέτρο ελαστικότητας όγκου όσο και το μέτρο διάτμησης όπως αυτά υπολογίστηκαν ενώ και τα δυο μέτρα μειώνονται με μείωση της πυκνότητας πυλώνων. Επιπλέον μελετήθηκε πως μεταβάλλονται οι ηλεκτρονικές ιδιότητες αυτών των υλικών όταν εφαρμόζονται μηχανικές τάσεις σε αυτά για να εκτιμηθεί η καταλληλότητα τους για εύκαμπτες ηλεκτρονικές συσκευές.

<http://grafel.chem.auth.gr/research/overview>

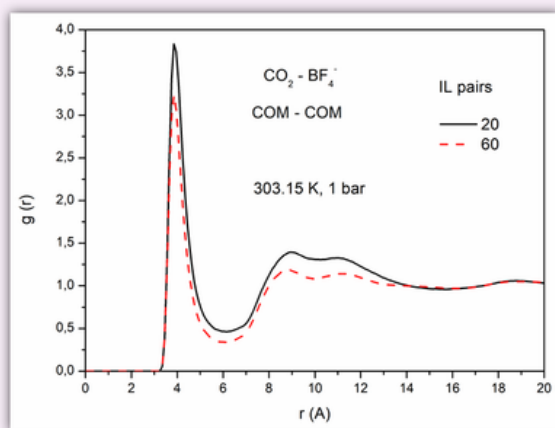
The results obtained reveal a significant  $\text{SF}_6$  uptake (**Fig. 2**) and high thermodynamic adsorption selectivity (**Fig. 3**) for  $\text{SF}_6$  over  $\text{N}_2$ , particularly in the case of the porous nanotube networks. The selectivity obtained for PNN (211 at 1 bar and 303.15 K) is comparable or higher than the values reported for other previously proposed  $\text{SF}_6$  adsorbents in the literature, such as Zeolites and Metal-Organic Frameworks.



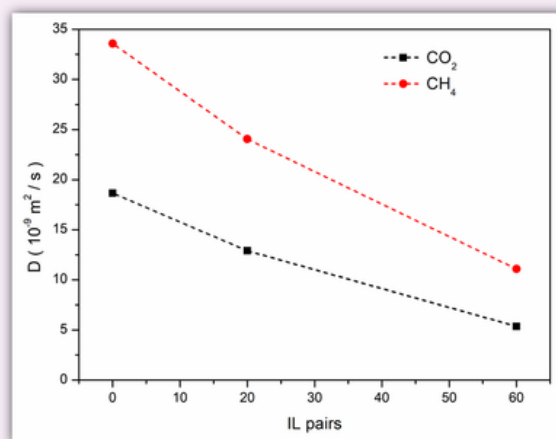
**Figure 2.** Calculated gravimetric adsorption isotherms of pure  $\text{SF}_6$  (left) and  $\text{N}_2$  (right) at 303.15 K and pressures up to 20 bar or the three carbon-based materials that were considered in this study.

**Figure 3:** The calculated thermodynamic adsorption selectivity with respect to pressure for the bulk fluid mixture, with 10% molar composition of  $\text{SF}_6$ , at 303.15 K.

- Pair radial distribution functions (rdf) between the confined  $\text{CO}_2$  and  $\text{CH}_4$  molecules and the IL cations and the anions were calculated and showed that  $\text{CO}_2$  interacts stronger than  $\text{CH}_4$ . Moreover,  $\text{CO}_2$  interacts stronger (**Fig. 5**) with the anion and the effect of IL loading is negligible on the first minima and maxima positions.



**Figure 5.** Calculated pair radial distribution functions between the adsorbed  $\text{CO}_2$  molecules and the IL cations for the investigated IL concentrations at 1 bar.



**Figure 6.** Self-diffusion coefficients for the adsorbed  $\text{CO}_2$  and  $\text{CH}_4$  at 303.15 K and 1 bar for the composite PNN-IL

# Παραδείγματα εφαρμογών

“Στόχος ήταν ο σχεδιασμός νέων υποστυλωμένων νανοϋλικών βασισμένα στο γραφένιο και παράγωγα του που θα διαθέτουν ελεγχόμενες ηλεκτρονικές και μηχανικές ιδιότητες μέσω μεταβολών στη χημική τους σύσταση.”

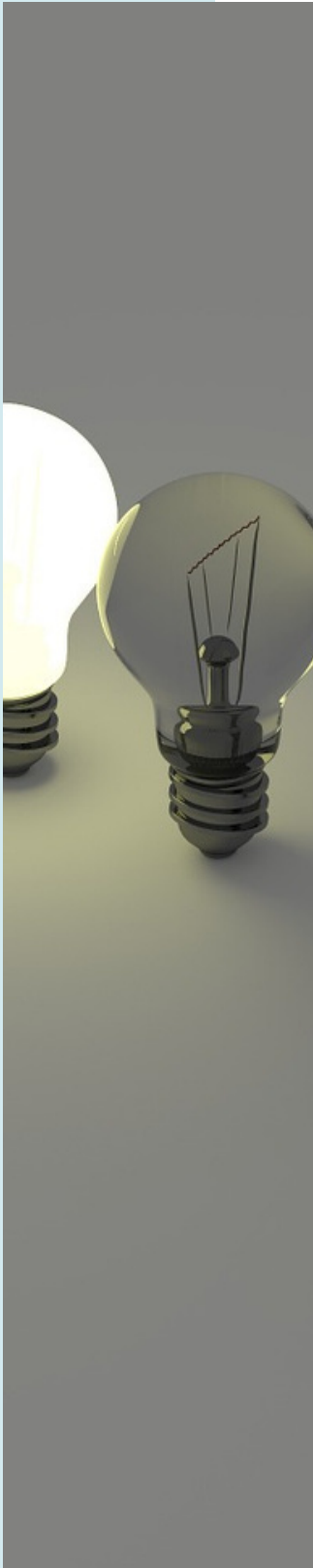
Με το Ερευνητικό Έργο GRAFEL η Ερευνητική Ομάδα απέκτησε την απαιτούμενη τεχνογνωσία για να εδραιωθεί στο χώρο του αντικειμένου και έθεσε τα θεμέλια για να συνεχιστεί η σχετική έρευνα σε υψηλότερο επίπεδο τεχνολογικής ετοιμότητας (TRL level). Σημαντικό βήμα προς αυτή την κατεύθυνση είναι η διαλογή συνδυασμών μοριακών δομών που μπορούν καλύτερα να οδηγήσουν σε Νέα Υλικά με επιθυμητές ιδιότητες με κριτήρια όπως η μηχανική ευστάθεια, διαλυτότητα και ευκολία παρασκευής σημαντικών ποσοτήτων τους με φθηνές χημικές διεργασίες φιλικές προς το περιβάλλον.

Η ερευνητική ομάδα μέσω νέων συνεργασιών σκοπεύει να αναπτύξει την χρήση αυτών των υλικών σε μια σειρά από πιθανές εφαρμογές, εκμεταλλευόμενοι το βασικό πλεονέκτημα των υλικών αυτών, που δεν είναι άλλο από τις μεταβαλλόμενες ιδιότητες συναρτήσει της χημικής του σύστασης.

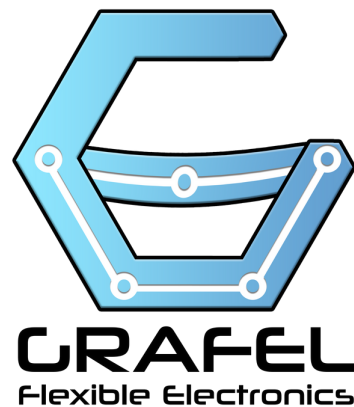
**Ενδεικτικά αναφέρουμε ότι τα υλικά αυτά μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την ανάπτυξη εύκαμπτων ηλεκτρονικών διατάξεων πάνω σε άκαμπτα και εύκαμπτα υποστρώματα και να χρησιμοποιηθούν:**

- κατασκευή έξυπνων και εύκαμπτων ηλεκτρονικών διατάξεων λόγω των καλών μηχανικών ιδιοτήτων και των ρυθμιζόμενων ηλεκτρικών ιδιοτήτων με μοχλό τη χημική σύσταση του υλικού για χρήση σε εύκαμπτα φωτοβολταϊκά, διόδους φωτός και διατάξεις αποθήκευσης ενέργειας.





- για την ανάπτυξη φώτο-αισθητήρων, χημικών αισθητήρων ή βιο-αισθητήρων, εκμεταλλευόμενοι τόσο τις μεταβαλλόμενες ηλεκτρικές τους ιδιότητες όσο και τη δυνατότητα τους να διαθέτουν στη δομή τους ευαίσθητες χημικές ουσίες.
- κατασκευή μεμβρανών που θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν για το διαχωρισμό αέριων και υγρών μειγμάτων και την αποθήκευση αερίων, λόγω της μεταβολής του πορώδους δικτύου των υλικών αυτών με αλλαγή της χημικής σύστασης.
- για την ανάπτυξη και ενσωμάτωση νανοσωματιδίων συγκεκριμένου μεγέθους μέσα στον ενδοστρωματικό χώρο για καταλυτικές εφαρμογές.



<http://grafel.chem.auth.gr>

# Σχετικές Δημοσιεύσεις

Ioannis Skarmoutsos, Emmanuel N. Koukaras, and Emmanuel Klontzas, CF<sub>4</sub> Capture and Separation of CF<sub>4</sub>-SF<sub>6</sub> and CF<sub>4</sub>-N<sub>2</sub> Fluid Mixtures Using Selected Carbon Nanoporous Materials and Metal Organic Frameworks: A Computational Study. ACS Omega 7, 6691–6699 (2022). DOI: 10.1021/acsomega.1c06167.

Ioannis Skarmoutsos, Emmanuel N. Koukaras, and Emmanuel Klontzas, The Impact of Ionic Liquid Loading in Three-Dimensional Carbon Nanotube Networks on the Separation of CO<sub>2</sub>/CH<sub>4</sub> Fluid Mixtures: Insights from Molecular Simulations, J. Phys. Chem. C 125, 13508–13522 (2021). DOI: 10.1021/acs.jpcc.1c00346.

Emilia Papasouli, Rafael Lingas, Ioannis Skarmoutsos, Emmanuel Klontzas, Emmanuel N. Koukaras, Molecularly Pillared Graphene with Dithiolene and Diamine Linking Groups, Proceedings International 3(3), 27 – 28 (2021). DOI: 10.33263/Proceedings33.027028.

Ioannis Skarmoutsos, Emmanuel N. Koukaras, George E. Froudakis, Guillaume Maurin, and Emmanuel Klontzas, Confinement Effects on the Properties of Polar Hydrogen-Bonded Fluids: A Showcase on Methanol Adsorbed in Three-Dimensional Pillared Graphene and Carbon Nanotube Networks, J. Phys. Chem. C 124, 22959–22971 (2020). DOI: 10.1021/acs.jpcc.0c06289.

Ch. Androulidakis, D. Surlantzis, E. N. Koukaras, A. C. Manikas, and C. Galiotis, Stress-transfer from polymer substrates to monolayer and few-layer graphenes, Nanoscale Adv. 1, 4972 (2019), DOI: 10.1039/c9na00323a.

Mukhaned L. Keshtov, Serge. A. Kuklin, Ionv. O. Konstantinov, Alexei R. Khokhlov, Zhiyuan Xie, Chuandong Dou, Emmanuel N. Koukaras, Rakesh Suthar, and Ganesh D. Sharma, Synthesis and Photovoltaic Properties of New Conjugated D-A Polymers Based on the Same Fluoro-Benzothiadiazole Acceptor Unit and Different Donor Units, ChemistrySelect 5, 853–863 (2020). DOI: 10.1002/slct.201904353.

Lambros Seremetis, Emmanuel N. Koukaras, Sotiria Alexandri, Antonis Michail, George Kalosakas, John Parthenios, Costas Galiotis, Sotirios Tsirkas, Spyridon Grammatikopoulos, and Konstantinos Papagelis, Thermomechanical Response of Supported Hexagonal Boron Nitride Sheets of Various Thicknesses, J. Phys. Chem. C 124, 12134–12143 2020. DOI: 10.1021/acs.jpcc.0c01029.

M.L. Keshtova, S.A. Kuklina, I.O. Konstantinova, I.E. Ostapova,b, Zh. Xiec, Emmanuel N. Koukaras, Rakesh Suthare, Ganesh D. Sharma, New Donor-Acceptor polymers with a wide absorption range for photovoltaic applications, Solar Energy 205, 211–220 (2020). DOI: 10.1016/j.solener.2020.05.059.

# Σχετικές Δημοσιεύσεις

Mukhamed L. Keshtov, Sergei A. Kuklin, Chuandong Dou, Emmanuel N. Koukaras, Rahul Singhal, Prateek Malhotra, Ganesh D. Sharma, Enhancement of photovoltaic efficiency through fine adjustment of indacene-based non-fullerene acceptor by minimal chlorination for polymer solar cells, *Nano Select* 1–14 (2020). DOI: 10.1002/nano.202000027.

Charalampos Androulidakis, Emmanuel N. Koukaras, George Paterakis, George Trakakis & Costas Galiotis, Tunable macroscale structural superlubricity in two-layer graphene via strain engineering, *Nature Communications* 11:1595 (2020). DOI: 10.1038/s41467-020-15446-y.

Charalampos Androulidakis, Emmanuel N. Koukaras, Krishna Sampathkumar, Jaroslava Rahova, Costas Galiotis, Otakar Frank, Hierarchy of nanoscale graphene wrinkles on compliant substrate: Theory and experiment, *Extreme Mechanics Letters* 40, 100948 (2020). DOI: 10.1016/j.eml.2020.100948.

Ioannis Skarmoutsos, Emmanuel N. Koukaras, Costas Galiotis, George E. Froudakis, Emmanuel Klontzas, Porous carbon nanotube networks and pillared graphene materials exhibiting high SF<sub>6</sub> adsorption uptake and separation selectivity of SF<sub>6</sub>/N<sub>2</sub> fluid mixtures: A comparative molecular simulation study, *Microporous and Mesoporous Materials* 307, 110464 (2020). DOI: 10.1016/j.micromeso.2020.110464.

Alexandros G. Chronis, Michael M. Sigalas, Emmanuel N. Koukaras, Absorption spectrum of magnesium and aluminum hydride nanoparticles, *Materials Chemistry and Physics* 228 (2019) 244–253. DOI: 10.1016/j.matchemphys.2019.02.081.

Krishna Sampathkumar, Charalampos Androulidakis, Emmanuel N. Koukaras, Jaroslava Rahova, Karolina Drogowska, Martin Kalbac, Aliaksei Vetushka, Antonin Fejfar, Costas Galiotis, Otakar Frank, Sculpturing graphene wrinkle patterns into compliant substrates, *Carbon* 146 (2019) 772–778. DOI: 10.1016/j.carbon.2019.02.041.

E. Klontzas, E. Tylianakis, V. Varshney, A. K. Roy & G. E. Froudakis, Organically interconnected graphene flakes: A flexible 3-D material with tunable electronic bandgap, *Scientific Reports* 9:13676 (2019). DOI: 10.1038/s41598-019-50037-y.

# Μετά τα Τρωικά: Η μεταπολεμική Φάση του Τρωικού Μύθου στα Τραγικά Αποσπάσματα του Αισχύλου και του Σοφοκλή

Άννα Λάμαρη  
Αναπληρώτρια Καθηγήτρια  
Τμήμα Φιλολογίας  
alamari@lit.auth.gr



# Σύντομη Περίληψη

Στον τομέα των τραγικών αποσπασμάτων δεν υπάρχει πρωτοβουλία για την σχολιασμένη έκδοση των τραγικών αποσπασμάτων όλων των ποιητών, παρά μόνον μεμονωμένες προσπάθειες και εκδόσεις ορισμένων τραγωδιών. Τα υπομνήματα που έχουν εκδοθεί μέχρι σήμερα καλύπτουν έναν μικρό αριθμό θεματικά ασύνδετων μεταξύ τους έργων, από τα οποία σώζονται πολυάριθμα και πολύστιχα αποσπάσματα. Βασικός στόχος της διατριβής είναι η κάλυψη αυτού του κενού με την σχολιασμένη έκδοση θεματικά συνδεόμενων έργων του Αισχύλου και του Σοφοκλή, τα οποία αφορούν στα μυθολογικά γεγονότα που εκτυλίχθηκαν μετά την άλωση της Τροίας, πραγματεύονται δηλαδή εκφάνσεις του μεταπολεμικού τρωικού μύθου. **Η εκ του σύνεγγυς μελέτη των αποσπασμάτων διαμορφώνει μια ακριβέστερη εικόνα της αρχαίας τραγικής παραγωγής αλλά και της θεατρικής πραγματικότητας των κλασικών χρόνων, καθώς οδηγεί σε σημαντικά συμπεράσματα και για τις πλήρως σωζόμενες τραγωδίες.**

## Πλαίσιο Χρηματοδότησης:

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

## Λέξεις Κλειδιά:

τραγωδία, tragedy, έπος, epic poetry,  
τρωικός μύθος



## Διάρκεια Έργου:

08/10/2019- 22/02/2022

## Μέλη Ερευνητικής Ομάδας:

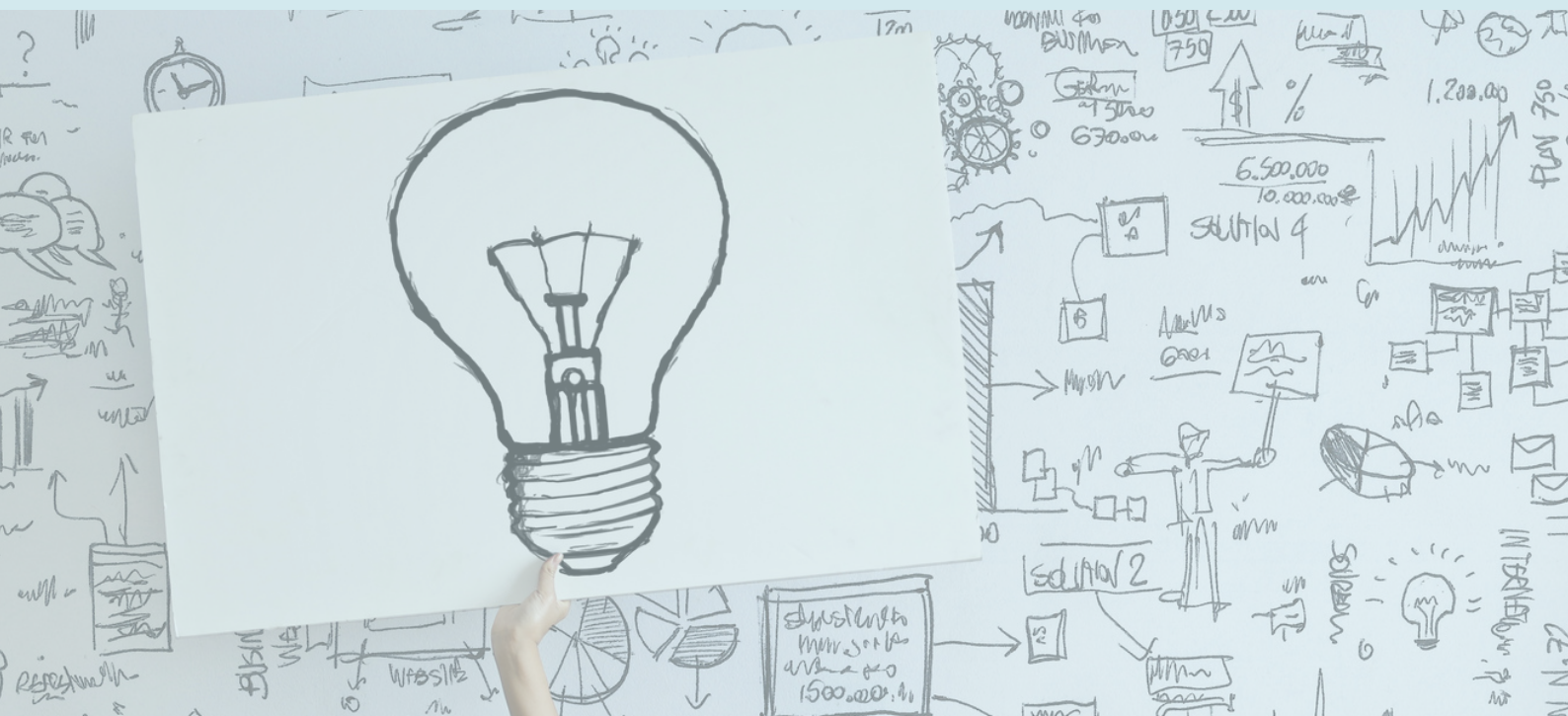
**Ζωή Καλαμάρα**, Υποψήφια Διδάκτωρ Φιλολογίας ΑΠΘ



# Ερευνητικά Αποτελέσματα

Μέσα από τον υπομνηματισμό των αποσπασματικώς σωζόμενων δραμάτων του Αισχύλου και του Σοφοκλή που σχετίζονται με τον νόστο των Αχαιών και τις μεταπολεμικές τους περιπέτειες, η εκπονηθείσα εργασία προσέφερε απαντήσεις στα ερωτήματα που σχετίζονται με το πώς οι δυο ποιητές διαχειρίζονται συνολικά τον μεταπολεμικό τρωικό μύθο, όπως και το πώς επιλέγουν να προσεγγίσουν την υπάρχουσα μυθολογική παράδοση, ερχόμενοι σε συμφωνία με τα προηγούμενα μοντέλα ή προτείνοντας εναλλακτικές εκδοχές και επανερμηνεύοντας μυθολογικά θέματα.

Η ερμηνευτική έκδοση των αποσπασμάτων οδήγησε εν τέλει στη διαμόρφωση μιας ακριβέστερης εικόνας για την αρχαία ελληνική τραγική παραγωγή και θεατρική πραγματικότητα, ενώ επέτρεψε την διατύπωση ουσιωδών συμπερασμάτων και για τις ακεραίως σωζόμενες τραγωδίες των δύο ποιητών. Αυτό που κατορθώνεται μέσα από την διατριβή αυτή είναι η ανανέωση του τρέχοντος επιστημονικού διαλόγου, με μια ενδελεχή έρευνα που συμπληρώνει τις σύγχρονες απόπειρες αποκατάστασης του αποσπασματικά σωζόμενου δραματικού corpus.



# Παραδείγματα εφαρμογών

“Βασικός στόχος της διατριβής είναι η κάλυψη αυτού του κενού με την σχολιασμένη έκδοση θεματικά συνδεδεμένων έργων του Αισχύλου και του Σοφοκλή, τα οποία αφορούν στα μυθολογικά γεγονότα που εκτυλίχθηκαν μετά την άλωση της Τροίας, πραγματεύονται δηλαδή εκφάνσεις του μεταπολεμικού τρωικού μύθου.”

Τα αποτελέσματα της διατριβής μπορούν να αξιοποιηθούν ερευνητικά.

**Η ερευνητική αξιοποίησή τους δύναται να επιτρέψει την ανανέωση της σύγχρονης φιλολογικής έρευνας και τον εμπλουτισμό της με έως τώρα παραμελημένα τραγικά κείμενα και έργα, κάτι που μακροπρόθεσμα θα οδηγήσει σε πολυάριθμες νέες μελέτες γύρω από το κλασικό δράμα και τους σπουδαιότερους εκπροσώπους του.**

Επίσης, για ορισμένες από τις υπό έκδοση τραγωδίες της διατριβής, είναι δυνατή η υπό όρους δραματοποίησή τους με οδηγό την προτεινόμενη ανασύνθεση που προέκυψε από την μελέτη των πληροφοριών που διαθέτουμε για αυτές. Τα τραγικά αποσπάσματα έχουν εξάλλου αντιμετωπισθεί και στο παρελθόν ως ένα ολοκληρωμένο θεατρικό κείμενο, το οποίο έχει γίνει προσπάθεια να αναπαρασταθεί θεατρικά σε οργανωμένες παραστάσεις. Η μελέτη αυτή προσφέρει το απαραίτητο επιστημονικό υπόβαθρο για μια αντίστοιχη προσπάθεια στο μέλλον.

# Σχετικές Δημοσιεύσεις

"Odysseus in Aeschylean Drama: Revisiting the Fragments", FirstDrafts@Classics@, Center for Hellenic Studies, Harvard University, January 2020 (published online).  
<https://chs.harvard.edu/wp-content/uploads/2020/11/fdrafts-Kalamara.pdf>.

Διαδικτυακή παρουσίαση στο CHS Kosmos Society Online Open House με τίτλο:  
"The Aeschylean "Odyssey": A Journey in Fragments" στις 12 Νοεμβρίου 2021.  
([https://www.youtube.com/watch?v=Ub9pg\\_L\\_rVk](https://www.youtube.com/watch?v=Ub9pg_L_rVk)) Βλ. και  
<https://kosmosociety.chs.harvard.edu/online-open-house-the-aeschylean-odyssey-a-journey-in-fragments-with-zoe-a-kalamara/>.



# Ριζοβακτήρια που Προάγουν την Ανάπτυξη και Μειώνουν την Αβιοτική Καταπόνηση των Φυτών στη Λεκάνη της Μεσογείου

Ιφιγένεια Μελλίδου  
Ερευνήτρια  
Τμήμα Γεωπονίας  
ifimellidou@gmail.com  
<https://batomas.com/>



# Σύντομη Περίληψη

Η ριζόσφαιρα των φυτών αντιπροσωπεύει ένα από τα πιο ευαίσθητα και δυναμικά οικοσυστήματα, φιλοξενώντας πολυάριθμους μικροοργανισμούς με σημαντική επίδραση στην ανάπτυξη των φυτών. Η χρήση ριζοβακτηρίων που προωθούν τη φυτική ανάπτυξη (PGPR) μπορεί να χρησιμεύσει ως μια πολλά υποσχόμενη βιώσιμη στρατηγική για τη βελτίωση της φυτικής παραγωγής υπό το πρίσμα της κλιματικής αλλαγής. Κατά τη διάρκεια του έργου, απομονώθηκαν βακτηριακά στελέχη από τη ριζόσφαιρα ανθεκτικών φυτών που αναπτύσσονται στη λεκάνη της Μεσογείου, όπως τα αλόφυτα και τα αρωματικά φυτά, και τα οποία χαρακτηρίστηκαν γενετικά με τη χρήση σύγχρονων τεχνικών αλληλούχισης γονιδιώματος. Επίσης, διερευνήθηκε εις βάθος η επίδραση του εμβολιασμού των φυτών με επιλεγμένα PGPR σε συνθήκες αβιοτικής καταπόνησης, ενώ παράλληλα μελετήθηκαν το μεταβολομικό και μεταγραφωμικό προφίλ των εμβολιασμένων φυτών προκειμένου να ανευρεθούν σημαντικοί γενετικοί-μεταβολικοί δείκτες που σχετίζονται με την PGPR-επαγόμενη ανοχή σε καταπονήσεις.

## Πλαίσιο Χρηματοδότησης:

1η Προκήρυξη Ερευνητικών Έργων  
ΕΛΙΔΕΚ για την Ενίσχυση  
Μεταδιδακτόρων Ερευνητριών/ών



## Λέξεις Κλειδιά:

pgpr, abiotic stress, priming,  
omic approaches

## Διάρκεια Έργου:

02/08/2018- 01/02/2022

## Μέλη Ερευνητικής Ομάδας:

**Ιφιγένεια Μελλίδου**, Επιστημονική Υπεύθυνη, Ερευνήτρια ΕΛΓΟ ΔΗΜΗΤΡΑ

**Σάββας Γενίτσαρης**, Συνεργαζόμενος Μεταδιδάκτορας

**Κλεοπάτρα Λεοντίδου**, Μεταδιδάκτορας

**Αναστασία Παπαδοπούλου**, Υποψήφια Διδάκτορας

**Αναστασία Στεφανίδου**, Τεχνικός

**Αικατερίνη Καραμανώλη**, Αναπληρώτρια Καθηγήτρια,  
(ακαδημαϊκή σύμβουλος έργου)

**Δέσποινα Βώκου**, Καθηγήτρια, ΑΠΘ

**Θεοδώρα Ματσή**, Αναπληρώτρια Καθηγήτρια, ΑΠΘ

**Παναγιώτης Μαδέσης**, Ερευνητής Β' Βαθμίδας, ΕΚΕΤΑ

**Bram Van de Poel**, Associate Professor, KULeuven, Belgium

# Ερευνητικά Αποτελέσματα

Υπό το πρίσμα των πρόσφατων ευρημάτων στον τομέα των αλληλεπιδράσεων φυτών-μικροβίων, το παρόν ερευνητικό έργο είχε ως κύριο σκοπό την απομόνωση και τον χαρακτηρισμό καινοτόμων ριζοβακτηρίων από αντίξοα περιβάλλοντα στη λεκάνη της Μεσογείου που είναι ικανά να προάγουν την ανάπτυξη των φυτών (Plant-Growth-Promoting-Rhizobacteria), καθώς και τη μελέτη της επίδρασης του εμβολιασμού των φυτών με επιλεγμένα PGPR σε συνθήκες καταπόνησης ξηρασίας και αλατότητας.

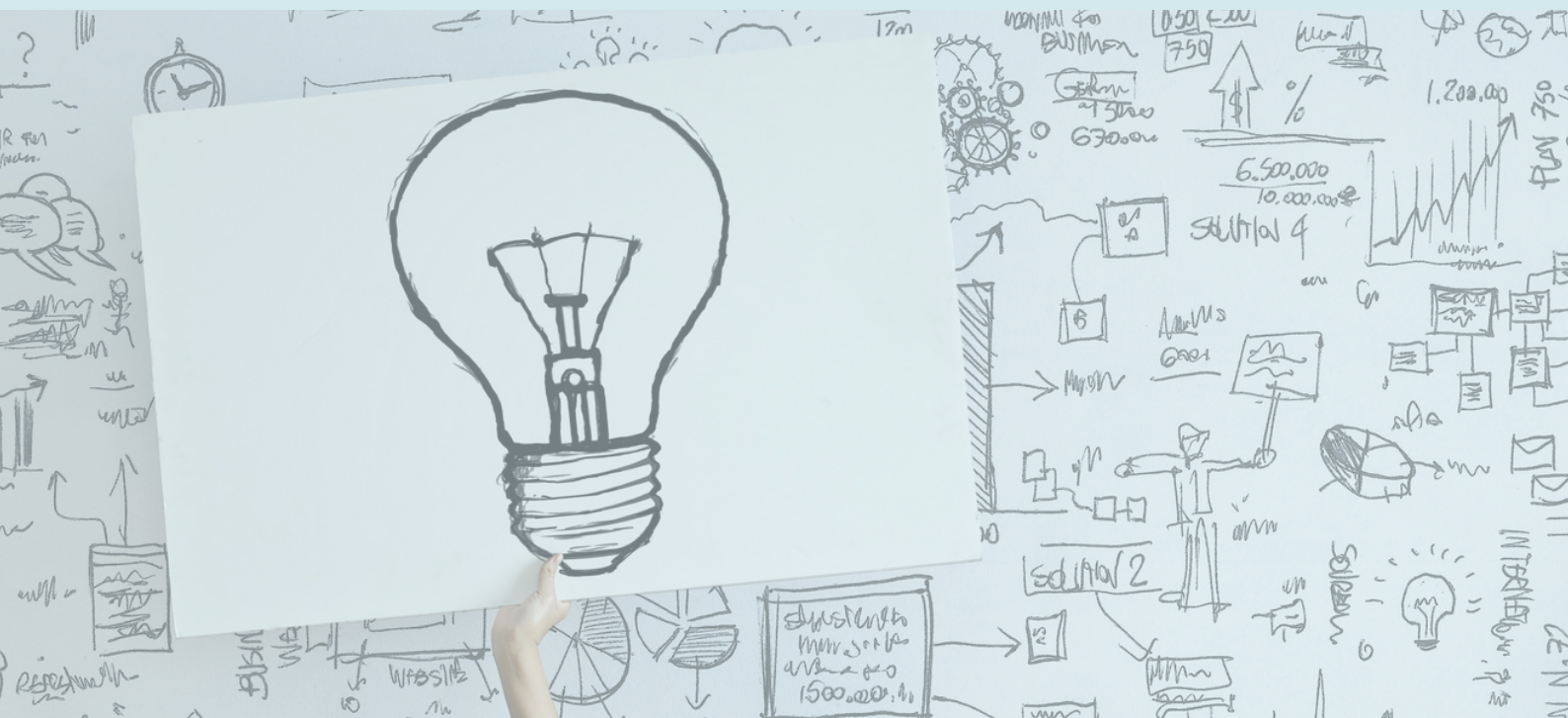
Συνολικά, απομονώθηκαν περισσότερα από 85 ριζοβακτήρια με πιθανή ωφέλιμη PGP δράση από διαφορετικά φυτικά είδη που είναι ανθεκτικά σε αβιοτικές καταπονήσεις (αλόφυτα, ξηρανθεκτικά, αρωματικά φυτά), από τέσσερις περιοχές δειγματοληψίας που αντιπροσωπεύουν διαφορετικά οικοσυστήματα: το Εθνικό Πάρκο του Δέλτα Αξιού, το περιαστικό Δάσος του Σείχ Σου, και δυο περιοχές στο νησί της Σαντορίνης. Οι *in vitro* βιοδοκιμές έδειξαν ότι πολλά από αυτά τα στελέχη είχαν σημαντικές PGP ιδιότητες, όπως είναι η παραγωγή αυξίνης και σιδηροφόρων, ο σχηματισμός βιοφίλμ, και το ένζυμο της ACC-απαμινάσης. Βάσει προκαταρκτικών πειραμάτων *in planta*, επιλέχθηκαν δυο υπέρτερα στελέχη (AXSa06 και SAESo11) που ήταν ικανά να αποικίζουν αποτελεσματικά τη ριζόσφαιρα καλλιεργούμενων φυτών και να βελτιώνουν την ανθεκτικότητα των φυτών μετά από έκθεση σε αβιοτικούς παράγοντες καταπόνησης. Συνδυάζοντας τα αποτελέσματα των βιοχημικών, μεταβολομικών και μεταγραφωμικών αναλύσεων, και στην προσπάθειά μας να κατανοήσουμε τους μηχανισμούς που είναι υπεύθυνοι για τη βελτίωση της ανθεκτικότητας των εμβολιασμένων φυτών σε ξηρασία ή αλατότητα, καταλήξαμε στο εξής συμπέρασμα: ανεξάρτητα από το είδος την καταπόνησης, ο εμβολιασμός των σποροφύτων τομάτας με τα επιλεγμένα ριζοβακτήρια οδήγησε σε μια διέγερση του αντιοξειδωτικού μηχανισμού πριν την έκθεση στην καταπόνηση, χωρίς όμως επιπρόσθετο ενεργειακό κόστος για την προστασία της οξειδοαναγωγικής ομοιόστασης των κυττάρων.

**Με άλλα λόγια, ο εμβολιασμός με τα δυο στελέχη μιμείται την επίδραση ενός ήπιου οξειδωτικού στρες, παρόμοιο με αυτό που αναμένεται κατά την καταπόνηση, προετοιμάζοντας (priming) τα φυτά για την επικείμενη καταπόνηση. Και τα δυο επιλεγμένα στελέχη παρουσίασαν θετική επίδραση στην προστασία ενάντια στις επιπτώσεις αβιοτικών καταπονήσεων σε αρκετά καλλιεργούμενα φυτικά είδη, όπως τομάτα, πιπεριά, μελιτζάνα, φασολάκι, πεπόνι και μαρούλι.**

Ο εντοπισμός βακτηριακών στελεχών που έχουν τη δυνατότητα να ενισχύσουν ταυτόχρονα την παραγωγικότητα των καλλιεργειών και να παρέχουν διασταυρούμενη προστασία έναντι πολλαπλών παραγόντων καταπόνησης αποτελεί μια σημαντική επιστημονική ανακάλυψη στο πλαίσιο της ενίσχυσης της βιωσιμότητας στη γεωργία. Η περαιτέρω αξιοποίηση και εφαρμογή των αποτελεσμάτων του έργου θα μπορούσε να οδηγήσει σε καινοτόμες στρατηγικές καλλιέργειας για τη μείωση της χρήσης νερού και λιπασμάτων για την παραγωγή γεωργικών προϊόντων υψηλής αξίας. Επιπλέον, η επιβεβαίωση της δράσης των επιλεγμένων PGPR σε διαφορετικά είδη λαχανικών σε κανονικές – και όχι εργαστηριακές- συνθήκες καλλιέργειας, ενισχύει τη δυνατότητα εμπορικής αξιοποίησης αυτών των βακτηριακών στελεχών ως «βιοδιεγέρτες» ενίσχυσης της φυτικής ανάπτυξης έναντι αβιοτικών καταπονήσεων.

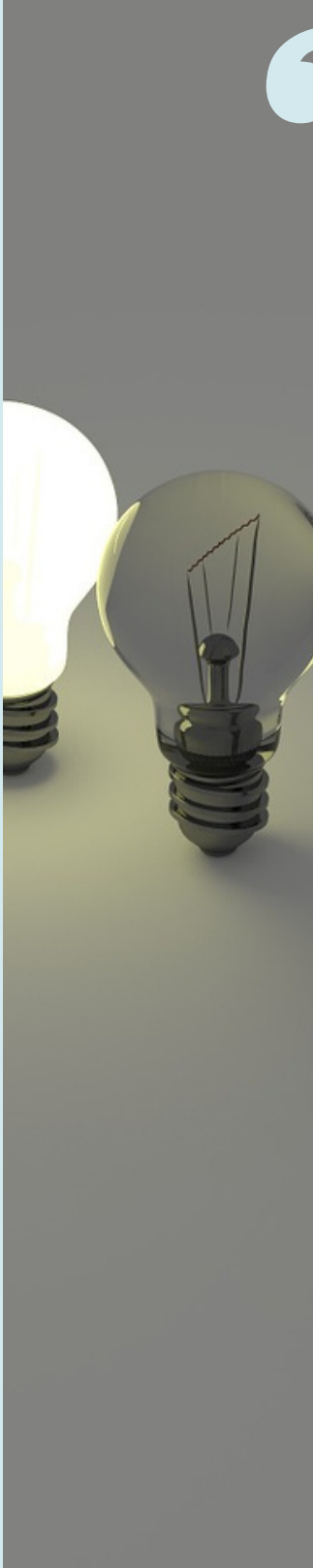
# Ερευνητικά Αποτελέσματα

Για όλους τους παραπάνω λόγους, στο πλαίσιο της αξιοποίησης των αποτελεσμάτων του έργου, προχωρήσαμε στην κατοχύρωση ενός επιλεγμένου στελέχους PGPR (SAESo11) στον Οργανισμό Belgian Cooperated Collections of Microorganisms – BCCM (University of Ghent), απαραίτητη προϋπόθεση σύμφωνα με τη συνθήκη της Βουδαπέστης, για την μελλοντική προστασία της εφεύρεσης με δίπλωμα ευρεσιτεχνίας.



# Παραδείγματα εφαρμογών

“Ο εντοπισμός βακτηριακών στελεχών που έχουν τη δυνατότητα να ενισχύσουν ταυτόχρονα την παραγωγικότητα των καλλιεργειών και να παρέχουν διασταυρούμενη προστασία έναντι πολλαπλών παραγόντων καταπόνησης αποτελεί μια σημαντική επιστημονική ανακάλυψη στο πλαίσιο της ενίσχυσης της βιωσιμότητας στη γεωργία.”



Στο πλαίσιο της αξιοποίησης και εφαρμογής των αποτελεσμάτων του έργου, οι μικροοργανισμοί που απομονώθηκαν από αντίξοα περιβάλλοντα στη Μεσογειακή λεκάνη, και χαρακτηρίστηκαν γενετικά και βιοχημικά, μπορούν να έχουν εφαρμογή στο μετριασμό των αρνητικών επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής στον αγροδιατροφικό τομέα, αλλά και στη μείωση χρήσης λιπασμάτων υπό το πρίσμα της βιωσιμότητας της φυτικής παραγωγής.

**Η Ερευνητική Ομάδα σκοπεύει να προχωρήσει στην ανάπτυξη ενός καινοτόμου προϊόντος (formulation) που θα βασίζεται στις ιδιότητες του μικροοργανισμού και θα μπορέσει να αποτελέσει εμπορικό σκεύασμα βιοδιεγέρτη, σύμφωνα και με τον Κανονισμό (ΕΕ) 2019/1009 (CELEX 32019R1009), που αφορά στα προϊόντα λίπανσης και θα τεθεί σε ισχύ τον Ιούλιο 2022.**

Η ‘εφεύρεσή’ αυτή θα μπορούσε να προσελκύσει το ενδιαφέρον εταιρειών που εμπορεύονται προϊόντα θρέψης φυτών, σε εθνικό ή και διεθνές περιβάλλον, προκειμένου να αξιοποιηθεί περαιτέρω η εμπορευματοποίηση του μικροοργανισμού σε κατάλληλο σκεύασμα που να διασφαλίζει την ευεργετική του δράση σε επίπεδο αγρού, σε συνθήκες καλλιέργειας με μειωμένες εισροές (νερό, λιπάσματα), αλλά και στο πλαίσιο της αξιοποίησης μη κατάλληλων εδαφών λόγω κλιματικής αλλαγής.

# Σχετικές Δημοσιεύσεις

Leontidou, K., Genitsaris, S., Papadopoulou, A., Kamou, N., Bosmali, I., Matsi, T., Vokou, D., Madesis, P., Karamanoli, K., Mellidou I.\* (2020). Plant growth promoting rhizobacteria isolated from halophytes and drought-tolerant plants: genomic characterisation and exploration of phyto-beneficial traits. *Sci Rep* 10: 14857.

Genitsaris, S., Stefanidou, N., Leontidou, K., Matsi, T., Karamanoli, K., Mellidou, I.\* 2020. Bacterial Communities in the Rhizosphere and Phyllosphere of Halophytes and Drought-Tolerant Plants in Mediterranean Ecosystems. *Microorganisms*. 2020 Oct 31;8(11):1708.

Mellidou, I., Ainalidou, A., Papadopoulou, A., Leontidou, K., Genitsaris, S., Karagiannis, E., Van de Poel, B., Karamanoli, K. (2021). Comparative Transcriptomics and Metabolomics Reveal an Intricate Priming Mechanism Involved in PGPR-Mediated Salt Tolerance in Tomato. *Front. Plant Sci.* 12:713984.

Mellidou, I. and Karamanoli, K. (2022). Unlocking PGPR-mediated abiotic stress tolerance: what lies beneath. *Frontiers in Sustainable Food Systems*. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2022.832896>.

Papadopoulou, A., Matsi, T., Kamou, N., Avdouli, D., Mellidou, I.\*, Katerina Karamanoli\* (2022). Decoding the potential of a new *Pseudomonas putida* strain for inducing drought tolerance of tomato (*Solanum lycopersicum*) plants through seed biopriming. *Journal of Plant Physiology*. <https://doi.org/10.1016/j.jplph.2022.153658>.

Mellidou I, Leontidou K, Genitsaris S, Papadopoulou A, Madesis P, Vokou D, Karamanoli K (2019). Rhizospheric bacterial strains isolated from stress tolerant plants as potential biostimulants for cultivated species. 8ο Συνέδριο της Επιστημονικής Εταιρίας Μικροβιόκοσμος MikroBioKosmos.

Παπαδοπούλου Α, Κάμου Ν, Λεοντίδου Κ, Γενίτσαρης Σ, Μελλίδου Ι, Καραμανώλη Κ (2020). Επίδραση ριζοβακτηρίων που προωθούν την φυτική ανάπτυξη (PGPR) σε σπορόφυτα τομάτας που αναπτύσσονται σε αβιοτικές καταπονήσεις. 1η Πανελλήνια Επιστημονική Συνάντηση Φυσιολόγων Φυτών.

Γενίτσαρης Σ, Λεοντίδου Λ, Παπαδοπούλου Α, Καραμανώλη Κ, Μελλίδου Ι (2020). Γονιδιωματική ανάλυση ριζοβακτηρίων που απομονώθηκαν από αλόφυτα και φυτά ανθεκτικά στην ξηρασία και προάγουν την ανάπτυξη των φυτών. 7ο Πανελλήνιο Περιβατολογικό Συνέδριο Μακεδονίας.

# Σχετικές Δημοσιεύσεις

Mellidou I, Ainalidou A, Papadopoulou A, Leontidou K, Genitsaris S, Karamanoli K (2021). PGPR isolated from the rhizosphere of plants grown under harsh environments enhance tomato seedling performance under abiotic stress. Plant Biology Europe, Turin.

Papadopoulou A, Ainalidou A, Leontidou K, Mellidou I, Karamanoli K (2021). Promising PGPR isolated from drought-tolerant *Solanum lycopersicum* rhizosphere enhance drought tolerance of non-tolerant tomato plants. Plant Biology Europe, Turin.

Μελλίδου Ι, Παπαδοπούλου Α, Λεοντίδου Κ, Van De Poel Β, Καραμανώλη Κ (2021). Ο ρόλος της μικροβιακής απαμίνωσης της ACC στην ενίσχυση της αντοχής των φυτών στην αλατότητα. 10ο Πανελλήνιο Συνέδριο Οικολογίας.

Αβντούλη Ν, Παπαδοπούλου Α, Μελλίδου Ι, Νικολόπουλος Δ, Καραμπουρνιώτης Γ, Καραμανώλη Κ (2021). Η επίδραση PGP ριζοβακτηρίου στην ανάπτυξη, τη φωτοσυνθετική δραστηριότητα και τον σχηματισμό ιδιοβλαστών οξαλικού ασβεστίου σε σπορόφυτα τομάτας υπό συνθήκες αλατότητας. 10ο Πανελλήνιο Συνέδριο Οικολογίας.

Papadopoulou A, Mellidou I, Matsi T, Karamanoli K (2021). Drought tolerance enhancement of tomato seedlings through priming mediated by a PGPR strain. 10ο Πανελλήνιο Συνέδριο Οικολογίας.

Triantafyllou K, Leontidou K, Kamou N, Kleanthidis P, Mellidou I, Karamanoli K (2021). Plant growth promoting rhizobacteria as potential bioagents against fungal properties. 9ο Συνέδριο της Επιστημονικής Εταιρίας Μικροβιόκοσμος MikroBioKosmos.

# Συνδυασμένη Προσέγγιση - Ομικών Τεχνολογιών και Βιοπληροφορικής για τη Δημιουργία του Άτλαντα των Ελληνικών Γενετικών Πόρων Κερασιάς

Αλίκη Ξανθοπούλου  
Κύρια Ερευνήτρια  
Τμήμα Γεωπονίας  
aliki.xanthopoulou@gmail.com





# Σύντομη Περίληψη

## Το SweetBiOmics στοχεύει:

- Στη δημιουργία γονιδιωματικών, επιγενετικών, μεταγραφομικών, πρωτεομικών, μεταβολομικών και φαινοτυπικών δεδομένων με τη χρήση προηγμένων στατιστικών και βιοπληροφορικών προσεγγίσεων με κεντρικό σκοπό την ανάλυση του συνόλου του γενετικού υλικού του ελληνικού καλλιεργούμενου κερασιού.
- Στην εφαρμογή μιας ολοκληρωμένης συγκριτικής ανάλυσης των φυσιολογικών χαρακτηριστικών του καρπού (ποιότητα) σε συνδυασμό με την ανάλυση του φαινοτύπου, του μεταγραφώματος και του μεταβολομικού προφίλ ώστε να δημιουργηθούν συστήματα ευρύτερης αξιοποίησης των γενετικών πόρων της κερασιάς στην Ελλάδα.
- Στην ανάπτυξη μιας βάσης δεδομένων αναφοράς για την καλλιεργούμενη κερασιά (Proteogenomic Άτλας) ώστε να προσδιοριστεί το προφίλ της γονιδιακής έκφρασης και των πρωτεϊνών σε μια ποικιλία ιστών.

### Πλαίσιο Χρηματοδότησης:

1η Προκήρυξη Ερευνητικών Έργων  
ΕΛΙΔΕΚ για την Ενίσχυση  
Μεταδιδακτόρων Ερευνητών/Τριών

### Λέξεις Κλειδιά:

μεταγραφωμική, πρωτεομική,  
μεταβολομική, βιοπληροφορική, κεράσι,  
transcriptomics, proteomics, metabolomics,  
bioinformatics, sweet cherry



### Διάρκεια Έργου:

02/08/2018 - 01/02/2022

### Μέλη Ερευνητικής Ομάδας:

**ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ, ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΔΕΝΔΡΟΚΟΜΙΑΣ, ΑΠΘ**

**Δρ. Αθανάσιος Μολασιώτης**, Καθηγητής, ΑΠΘ

**Δρ. Μαρία Μανιουδάκη**, Μεταδιδακτορική Ερευνήτρια, ΑΠΘ

**Δρ. Θεόδωρος Μωυσιάδης**, Μεταδιδακτορικός Ερευνητής, ΑΠΘ

**Δρ. Μιχαήλ Μιχαϊλίδης**, Μεταδιδακτορικός Ερευνητής, ΑΠΘ

**Δρ. Ευάγγελος Καραγιάννης**, Μεταδιδακτορικός Ερευνητής, ΑΠΘ

**Ειρήνη Μπόσμαλη**, Υποψήφια Διδάκτορας, ΑΠΘ

**Δημήτριος Βαλασιάδης**, Υποψήφιος Διδάκτορας, ΑΠΘ

### ΣΥΝΕΡΓΑΖΟΜΕΝΟΙ ΕΡΕΥΝΗΤΕΣ/ΚΑΘΗΓΗΤΕΣ

**Δρ. Ιωάννης Γανόπουλος**, Κύριος Ερευνητής, Ινστιτούτο Γενετικής Βελτίωσης και Φυτογενετικών Πόρων-ΕΛΓΟ ΔΗΜΗΤΡΑ

**Δρ. Ειρήνη Σάρρου**, Εντεταλμένη Ερευνήτρια, Ινστιτούτο Γενετικής Βελτίωσης και Φυτογενετικών Πόρων-ΕΛΓΟ ΔΗΜΗΤΡΑ

**Δρ. Γεωργία Τάνου**, Εντεταλμένη Ερευνήτρια, Ινστιτούτο Εδαφοϋδατικών Πόρων-ΕΛΓΟ ΔΗΜΗΤΡΑ

**Δρ. Ευαγγελία Αβραμίδου**, Εντεταλμένη Ερευνήτρια, Ινστιτούτο Μεσογειακών και Δασικών Οικοσυστημάτων-ΕΛΓΟ ΔΗΜΗΤΡΑ

**Δρ. Φίλιππος Αραβανόπουλος**, Καθηγητής, Τμήμα Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος, ΑΠΘ

**Δρ. Ειρήνη Νιάνιου-Ομπειντάτ**, Αν. Καθηγήτρια, Τμήμα Γεωπονίας, ΑΠΘ

**Δρ. Παναγιώτης Μαδέσης**, Ερευνητής, Ινστιτούτο Εφαρμοσμένων Βιοεπιστημών-ΕΚΕΤΑ

**Dr. Stefan Martens**, Ερευνητής, Fondazione Edmund Mach-Istituto Agrario San Michele Alladige

**Dr. Sotirios Tsaftaris**, Καθηγητής, Institute of Digital Communications School of Engineering University of Edinburgh

## Συμμετέχοντες φορείς



ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ  
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ  
ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ



INEB

ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΩΝ ΒΙΟΕΠΙΣΤΗΜΩΝ  
INSTITUTE OF APPLIED BIOSCIENCES  
ΕΘΝΙΚΟ ΚΕΝΤΡΟ ΕΡΕΥΝΑΣ & ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ



Εργαστήριο  
Δενδροκομίας  
Α.Π.Θ.



FONDAZIONE  
EDMUND  
MACH

# Ερευνητικά Αποτελέσματα

## **Αξιολόγηση φαινοτυπικών χαρακτηριστικών νέων υβριδίων κερασιών (*Prunus avium* L.).**

Η παρούσα μελέτη εστιάζει στην ανάπτυξη νέων υβριδίων με βελτιωμένα χαρακτηριστικά όπως η παραγωγικότητα, το μέγεθος των καρπών, τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά και η αυτοσυμβατότητα. Για το σκοπό αυτό διασταυρώθηκαν τριάντα διαφορετικές ποικιλίες και παράγααν υβρίδια που αξιολογήθηκαν. Η βέλτιστη υβριδική ομαδοποίηση επιτεύχθηκε όταν στην ανάλυση συμπεριλήφθηκαν χαρακτηριστικά μεγάλης οικονομικής σημασίας όπως το σχήμα και το μέγεθος των καρπών, η ανάπτυξη και οι ημέρες μέχρι την ανθοφορία. Με βάση τα αποτελέσματα αναπτύχθηκαν νέα υβρίδια κερασιάς με τον ιδιαίτερο χαρακτήρα της αυτοσυμβατότητας. Τα ευρήματά αυτά παρέχουν σημαντικές πληροφορίες που θα αξιοποιηθούν σε μελλοντικά προγράμματα βελτίωσης.

## **Αποτύπωση των χαρακτηριστικών ποιότητας και του μεταβολικού προφίλ κερασιών στην Ελλάδα.**

Το παρακάτω άρθρο περιλαμβάνει τον χαρακτηρισμό των φυσικοχημικών, αισθητηριακών και βιοενεργών χαρακτηριστικών είκοσι δύο ποικιλιών κερασιών. Όλοι οι γενότυποι ήταν πλούσιοι σε πολυφαινόλες, κυρίως σε κερκετίνη-3,4-O- διγλυκοσίδη, εσκουλετίνη, ρουτίνη και νεοχλωρογενικό οξύ. Επίσης, οι γενότυποι διακρίθηκαν με βάση την περιεκτικότητα σε ανθοκυανίνες και την περιεκτικότητα σε γλυκοζίδια κυανιδίνης-3-O-ρουτινοσίδης και πεονιδίνης. Συνολικά, οι ποικιλίες «Τσολακέικα» και «Μπακιρτζέικα» παρουσίασαν την υψηλότερη αποδοχή από τον καταναλωτή, ενώ οι ποικιλίες «Βασιλειάδη» και «Τραγιάνα Έδεσης-Ναούσης» και η σειρά αναπαραγωγής «TxAg33» περιείχαν υψηλά επίπεδα πολυφαινολικών ουσιών.

## **Επαναπροσδιορισμός της αλληλουχίας ολόκληρου του γονιδιώματος της κερασιάς (*Prunus avium* L.).**

Ο καρπός της κερασιάς είναι πολύ σημαντικός για την ανθρώπινη υγεία λόγω των θρεπτικών και ευεργετικών για ιδιοτήτων του. Οι ποικιλίες κερασιάς παρουσιάζουν ένα ευρύ φάσμα φαινοτυπικής ποικιλότητας σε σημαντικά αγρονομικά χαρακτηριστικά, όπως ο χρόνος ανθοφορίας και οι αντιδράσεις έναντι των παθογόνων. Στην παρούσα μελέτη, χρησιμοποιήθηκε η αλληλουχία ολόκληρου του γονιδιώματος (WGRS) για τον χαρακτηρισμό της γενετικής ποικιλότητας, της δομής του πληθυσμού και των παραλλαγών σε μια ομάδα 20 γενότυπων κερασιάς και ενός γενοτύπου άγριας κερασιάς. Οι 21 γενότυποι αλληλουχήθηκαν χρησιμοποιώντας ως βάση τη γονιδιωματική αλληλουχία αναφοράς της ποικιλίας «Satonishiki». Η διακριτική ανάλυση DAPC με τη χρήση των δεικτών SNPs αποκάλυψε δύο ομάδες γενοτύπων.

Τα αποτελέσματα αυτά αποτελούν τα θεμέλια για περαιτέρω μεγάλης κλίμακας χαρακτηρισμό των γενοτύπων της κερασιάς επιτρέποντας στους παραγωγούς να ενσωματώσουν στις ποικιλίες διάφορες παραλλαγές γενοτύπων και αλληλόμορφων ώστε να ρυθμίσουν με ακρίβεια τον χρόνο ανθοφορίας και ωρίμανσης καθώς και την αντοχή σε ασθένειες.

# Ερευνητικά Αποτελέσματα

## **Φαινοτυπική, γενετική και επιγενετική ανάλυση μεταξύ διαφορετικών γονιδιακών δεξαμενών στην κερασιά.**

Το γονιδίωμα της κερασιάς περιέχει μεγάλη ποικιλία φαινοτύπων όσο αφορά το μέγεθος και το σχήμα των καρπών, καθώς και την περιεκτικότητα σε σάκχαρα κ.λ.π. Η υψηλή φαινοτυπική διακύμανση μπορεί να είναι αποτέλεσμα γενετικής ή επιγενετικής ποικιλότητας. Πρόσφατες μελέτες έχουν αποδείξει ότι εκτός από την αλληλουχική παραλλαγή, η επιαλληλουχική παραλλαγή μπορεί να δημιουργήσει νέους κληρονομήσιμους φαινοτύπους. Στην παρούσα μελέτη πραγματοποιήθηκε γενετική και επιγενετική αξιολόγηση (χρησιμοποιώντας τους δείκτες AFLP και MSAP αντίστοιχα), συνοδευόμενες από ανάλυση συσχέτισης φαινοτυπικών χαρακτηριστικών με τα γονίδια της κερασιάς. Η μέση γενετική ποικιλότητα ήταν μεγαλύτερη από την επιγενετική ποικιλότητα ενώ δεν βρέθηκε σημαντική σχέση μεταξύ γενετικής και επιγενετικής. Επιπλέον, σύμφωνα με τις αναλύσεις συσχέτισης, βρέθηκε ότι η επιγενετική ποικιλότητα σε προκαθορισμένους πληθυσμούς κερασιών είχε ισχυρότερο αντίκτυπο στα φαινοτυπικά χαρακτηριστικά σε σύγκριση με την γενετική ποικιλότητα.

## **Δημιουργία του άτλαντα πρωτεϊνών και γονιδίων διαφορετικών ιστών της κερασιάς.**

Η ανάλυση σε επίπεδο γονιδιώματος παρέχει πληροφορίες σχετικά με τη βιολογία των φυτών. Η κατανόησή της στοιχειομετρίας του συμπλέγματος γονιδίου-πρωτεΐνης είναι σε μεγάλο βαθμό άγνωστη στα φυτά. Η πολυπλοκότητα του πρωτεώματος έχει ωθήσει την ερευνητική κοινότητα σε μια πρωτεογονιδιωματική προσέγγιση των αναλύσεων. Στην παρούσα μελέτη δημιουργήθηκε ένας ποσοτικός άτλαντας πρωτεϊνών και γονιδίων 15 κύριων ιστών της ποικιλίας κερασιάς «Τραγανά Εδέσσης» που αποτελείται από 29.247 γονίδια και 7584 πρωτεΐνες. Η πρωτεογονιδιωματική ανάλυση αποκάλυψε διαφορές μεταξύ των γονιδίων και πρωτεϊνών, σε γονίδια που κωδικοποιούν μεταγραφικούς παράγοντες καθώς και αλλεργιογόνα, εντός και μεταξύ των διαφορετικών ιστών. Επιπλέον, εντοπίστηκαν πιθανοί ρυθμιστές της ανάπτυξης των καρπών, ιδίως γονίδια που εμπλέκονται στη βιοσύνθεση των ανθοκυανινών και των φλαβονοειδών. Επίσης, παρατηρήθηκε συμμετοχή της σηματοδότησης του αιθυλενίου και της αποικοδόμησης της πηκτίνης στην ωρίμανση των καρπών του κερασιού. Ομάδες γονιδίων και πρωτεϊνών με παρόμοιες και διαφορετικές τάσεις έκφρασης και καταστολής σε διάφορους ιστούς και αναπτυξιακά στάδια αποκάλυψαν μια σχετικά χαμηλή συσχέτιση αφθονίας γονιδίων/πρωτεϊνών. Η παρούσα πρωτεογονιδιωματική ανάλυση επέτρεψε την αναγνώριση 17 νέων πρωτεϊνών κερασιάς που δεν έχουν κατατεθεί στις τρέχουσες διαθέσιμες βάσεις δεδομένων. Με στόχο τη διάχυση του άτλαντα στην επιστημονική κοινότητα αναπτύχθηκε η βάση δεδομένων Sweet Cherry Atlas (<https://grcherrydb.com/>). Η παρούσα εργασία αποτελεί μια πλούσια πηγή γνώσης για μελλοντική διερεύνηση των γονιδίων και πρωτεϊνών του είδους Prunus.

# Ερευνητικά Αποτελέσματα

## **Βιοστατιστική ανάλυση πρωτεϊνών και γονιδίων ποικίλων ιστών κερασιάς.**

Η ανάλυση των μεταγραφών σε επίπεδο γονιδιώματος είναι μια μέθοδος που παράγει σημαντικά δεδομένα για τη βιολογία των φυτών σε συστημικό επίπεδο. Η έλλειψη κατανόησης των σχέσεων μεταξύ πρωτεϊνών και γονιδίων στα φυτά απαιτεί περαιτέρω ενδελεχή ανάλυση σε πρωτεογονιδιωματικό επίπεδο. Ο στόχος της παρούσας μελέτης ήταν να πραγματοποιηθεί μια στοχευμένη ανάλυση σε επίπεδο γονιδίου/πρωτεΐνης ώστε να αξιολογηθεί η δομή της σχέσης τους και οι πιθανές βιολογικές επιπτώσεις. Για τη ομαδοποίηση των ζευγών γονιδίου/πρωτεΐνης και την αποκάλυψη των σχέσεων αιτίου-αποτελέσματός τους, με στόχο την αξιολόγηση των σχετικών βιολογικών λειτουργιών χρησιμοποιήθηκαν η σταθμισμένη ανάλυση δικτύου συσχέτισης (correlation networks) και η αιτιακή μοντελοποίηση (causal models). Η παρούσα μελέτη αποτελεί την πρώτη φορά που χρησιμοποιείται αιτιώδης μοντελοποίηση σε πρωτεογονιδιωματικά δεδομένα στα φυτά. Η ανάλυση αποκάλυψε τη σύνθετη φύση των αιτιακών σχέσεων μεταξύ γονιδίων/πρωτεϊνών που σχετίζονται με χαρακτηριστικά ενδιαφέροντος στα πολυετή οπωροφόρα δέντρα. Η αιτιολογική ανάλυση θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί για την καλύτερη κατανόηση των σχέσεων γονιδίου/πρωτεΐνης, διεγείροντας τη βιολογική ερμηνεία και διευκολύνοντας την περαιτέρω μελέτη του πρωτεογονιδιωματικού άτλαντα στα φυτά.

## **Οι επιδράσεις των εκχυλισμάτων κερασιάς έναντι του οξειδωτικού στρες στους ανθρώπινους ινοβλαστούς.**

Τα τελευταία χρόνια έχει παρατηρηθεί ένα έντονο ενδιαφέρον για καινοτόμα και πολυλειτουργικά συστατικά στην έρευνα. Οι φυσικές πηγές κατέχουν σημαντικό ρόλο λόγω των πολλαπλών ωφελημάτων τους. Η παρούσα μελέτη στοχεύει στην παρουσίαση των πλειοτροπικών δράσεων των εκχυλισμάτων κερασιάς, στους ανθρώπινους πρωτογενείς ινοβλαστούς. Η ανάλυση επικεντρώθηκε στην αξιολόγηση ασφάλειας και αποτελεσματικότητας που βασίζεται στην ανάλυση κυτταροτοξικότητας και γονιδιακής έκφρασης υπό οξειδωτικό στρες. Συγκεκριμένα, το εκχύλισμα κερασιάς αποδείχθηκε μη κυτταροτοξικό στους ανθρώπινους ινοβλαστούς. Η ανάλυση γονιδιακής έκφρασης αποκάλυψε ότι το εκχύλισμα κερασιάς έχει *in vitro* προστατευτικές ιδιότητες στους ανθρώπινους δερματικούς ινοβλαστούς υπό οξειδωτικό στρες που σχετίζονται με την αντιοξειδωτική δράση, την αντιφλεγμονώδη απόκριση, τον πολλαπλασιασμό των κυττάρων καθώς και τη γήρανση των κυττάρων. Για πρώτη φορά αποδεικνύεται ότι το εκχύλισμα κερασιάς αποτελεί ένα πολυλειτουργικό συστατικό καθώς μεσολαβεί σε αρκετές *in vitro* διαδικασίες, υπογραμμίζοντας τη δυνατότητά του να χρησιμοποιηθεί ως ενεργό συστατικό σε προϊόντα περιποίησης δέρματος.

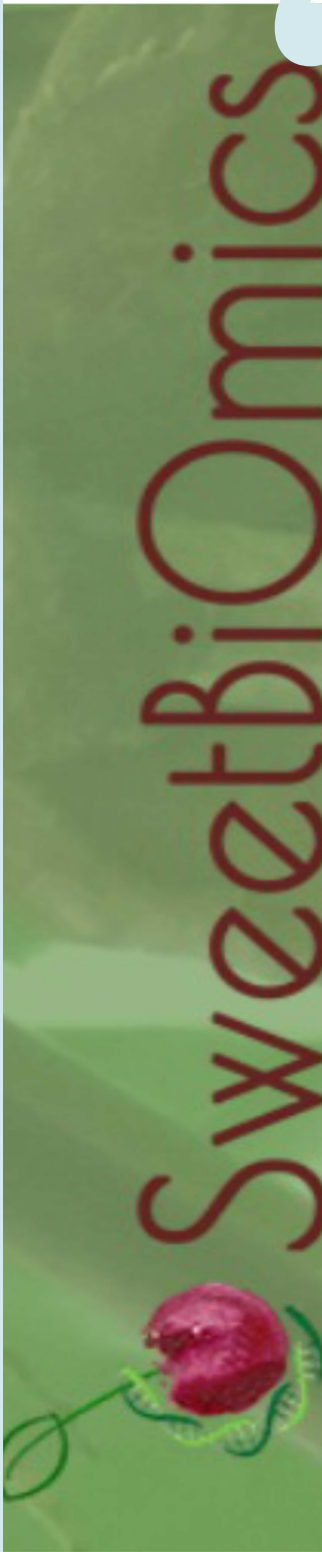


# Παραδείγματα εφαρμογών

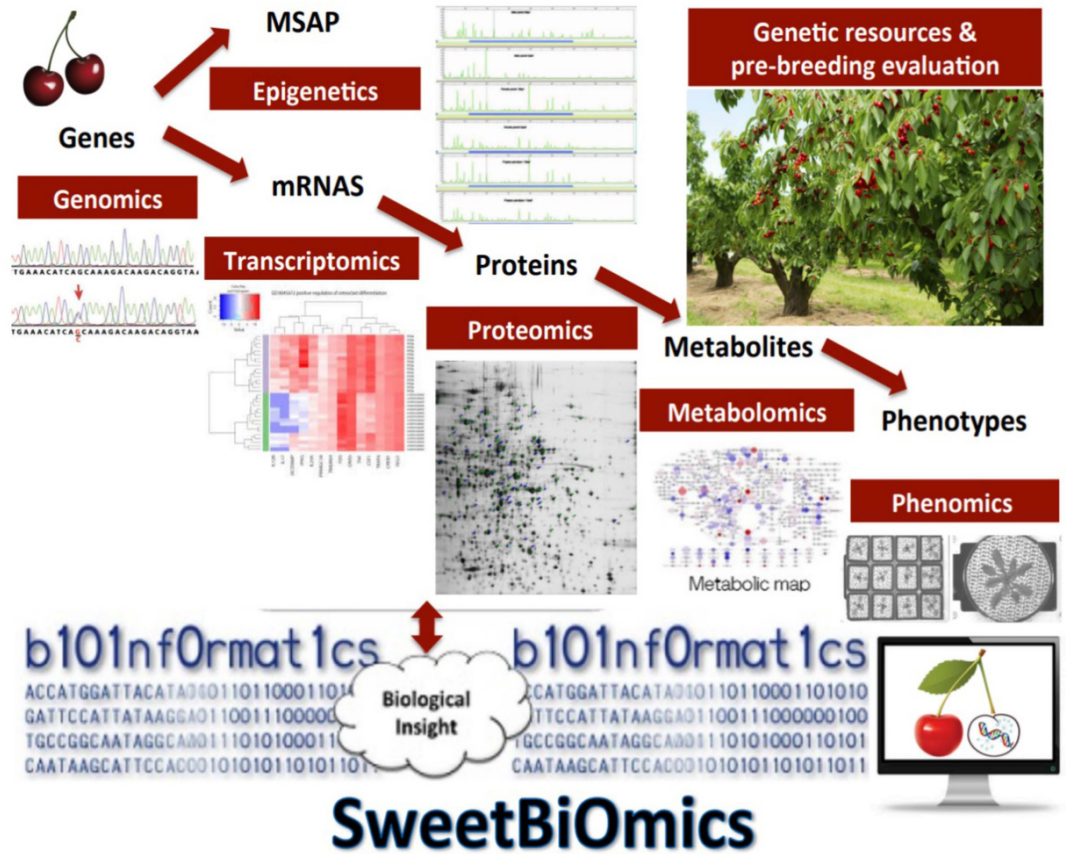
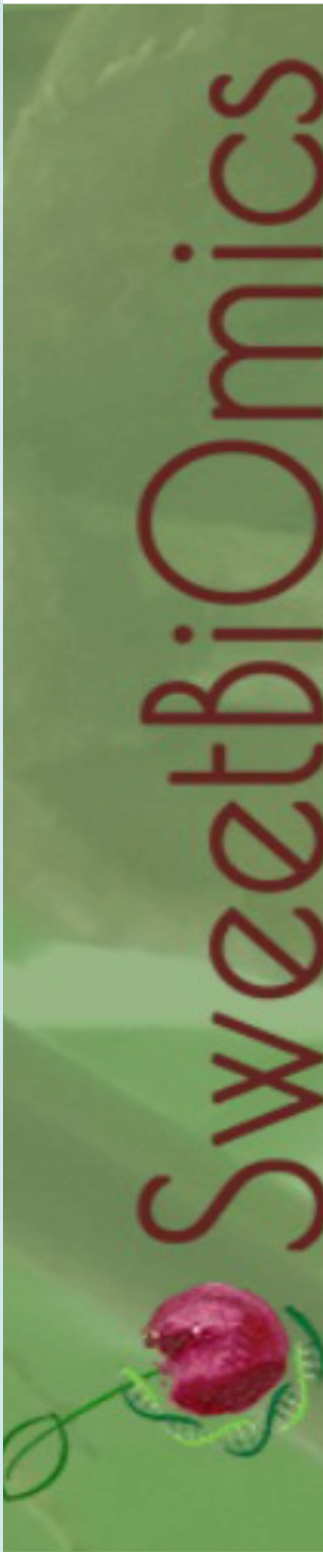
“Ο στόχος αυτής της μελέτης ήταν να αξιολογηθούν οι επιδράσεις του εκχυλίσματος κερασιάς της ποικιλίας «Βασιλειάδη» σε ανθρώπινα μοντέλα *in vitro* προκειμένου να διερευνηθεί η πιθανή επίδρασή του στο δέρμα.”

**Ο επιστημονικός αντίκτυπος, στο πεδίο της επιστήμης των φυτών, αφορά:**

1. την ευρεία ανάλυση της γενετικής ποικιλότητας της κερασιάς στην Ελλάδα σε επίπεδο ολόκληρου γονιδιώματος (whole genome re-sequencing analysis)
2. τον προσδιορισμό των μοριακών δεικτών που σχετίζονται με την ποιότητα του καρπού και τα λειτουργικά χαρακτηριστικά, χρήσιμα για την επιλογή των βελτιωμένων γενοτύπων,
3. την συγκριτική ανάλυση των φυσιολογικών δεδομένων σε συνδυασμό με τη φαινοτυπική, μεταγραφομική, πρωτεομική και μεταβολομική ανάλυση των γενετικών πόρων της κερασιάς στην Ελλάδα,
4. την ανάπτυξη μιας βάσης δεδομένων αναφοράς για την καλλιεργούμενη κερασιά (RNA-seq Άτλας) ώστε να προσδιοριστεί το προφίλ της γονιδιακής έκφρασης σε διάφορους ιστούς με τη χρήση της τεχνολογίας NGS και
5. την ανάπτυξη πολλαπλών -ομικών εργαλείων.



Η πιο σημαντική επιστημονική συμβολή του έργου SweetBiOmics είναι ότι ο φαινοτυπικός, βιοχημικός και μοριακός χαρακτηρισμός των ελληνικών ποικιλιών κερασιού θα επιτρέψει τη χρήση τους σε μελλοντικά προγράμματα βελτίωσης.



# Σχετικές Δημοσιεύσεις

Ganopoulos I, Farsakoglou AM, Aravanopoulos F, Molassiotis A, Michailidis M, Malliarou E, et al. Towards sweet cherry (*Prunus avium* L.) breeding: phenotyping evaluation of newly developed hybrids. *Euphytica*. 2018;214.

Karagiannis E, Sarrou E, Michailidis M, Tanou G, Ganopoulos I, Bazakos C, et al. Fruit quality trait discovery and metabolic profiling in sweet cherry genebank collection in Greece. *Food Chem.* 2021;342 October 2020:128315. doi:10.1016/j.foodchem.2020.128315.

Xanthopoulou A, Manioudaki M, Bazakos C, Kissoudis C, Farsakoglou AM, Karagiannis E, et al. Whole genome re-sequencing of sweet cherry (*Prunus avium* L.) yields insights into genomic diversity of a fruit species. *Hortic Res.* 2020;7.

Avramidou E V., Moysiadis T, Ganopoulos I, Michailidis M, Kissoudis C, Valasiadis D, et al. Phenotypic, genetic, and epigenetic variation among diverse sweet cherry gene pools. *Agronomy*. 2021;11:1–15.

Letsiou S, Karamaouna A, Ganopoulos I, Kapazoglou A, Xanthopoulou A, Sarrou E, et al. The pleiotropic effects of *Prunus avium* L. extract against oxidative stress on human fibroblasts. An in vitro approach. *Mol Biol Rep.* 2021;48:4441–8. doi:10.1007/s11033-021-06464-0.

Letsiou S, Ganopoulos I, Kapazoglou A, Xanthopoulou A, Sarrou E, Tanou G, et al. Probing the effects of sweet cherry (*Prunus avium* L.) extract on 2D and 3D human skin models. *Mol Biol Rep.* 2022;:1–7. doi:10.1007/s11033-021-07076-4.

Xanthopoulou A, Moysiadis T, Bazakos C, Karagiannis E, Madesis P, Ganopoulos I, et al. The perennial fruit tree proteogenomics atlas : a spatial map of the sweet. *Plant J.* 2021.

Ganopoulou M, Michailidis M, Angelis L, Ganopoulos I, Molassiotis A, Xanthopoulou A, et al. Could Causal Discovery in Proteogenomics Assist in Understanding Gene – Protein Relations ? A Perennial Fruit Tree Case Study Using Sweet Cherry as a Model. *Cells.* 2022;11.

Zambounis, A., Ganopoulos, I., Aravanopoulos, F., Hilioti, Z., Madesis, P., Molassiotis, A., Tsaftaris, A. and Xanthopoulou, A., 2020. Genomics Opportunities and Breeding Strategies Towards Improvement of Climate-Smart Traits and Disease Resistance Against Pathogens in Sweet Cherry. In *Genomic Designing of Climate-Smart Fruit Crops* (pp. 385-404). Springer, Cham.



# Σχήματα της Θάλασσας στον Ερωτικό Λόγο: η Παρουσία της Θάλασσας ως Μεταφοράς για τον Έρωτα στη Λατινική Ποίηση του 1ου π.Χ. Αιώνα

Θεόδωρος Παπαγγελής  
Ομότιμος Καθηγητής  
Τμήμα Φιλολογίας  
papangh@lit.auth.gr

# Σύντομη Περίληψη

Στόχος της διατριβής είναι να εντοπιστούν οι τρόποι με τους οποίους αξιοποιείται η θαλασσινή εικονοποιία ως μέσο για τη μετάδοση των συναισθημάτων που ρυθμίζουν την κυρίως αφήγηση, σε αποσπάσματα της λατινικής ποίησης του 1ου αιώνα π.Χ., με έμφαση στην ερωτική ελεγεία της αυγούστειας περιόδου.

Η μετάδοση αυτή γίνεται και με καθαρά γλωσσικά μέσα, λέξεις και φράσεις από τον χώρο της θάλασσας που χρησιμοποιούνται μεταφορικά στον ερωτικό λόγο, αλλά κυρίως με την αξιοποίηση της σκηνογραφίας, που καθιστά τα θαλάσσια ή παράκτια τοπία κατάλληλα σκηνικά πλαίσια για διαφορετικούς τύπους ερωτικών σεναρίων. Και τα δύο είδη θαλασσινής εικονοποιίας συνεξετάζονται κάτω από το γενικό μεταφορικό σχήμα «θάλασσα – ερωτικός πόθος» ως επιμέρους εκφάνσεις του. Γίνεται, παράλληλα, απόπειρα να καταδειχθεί η μεταποιητική διάσταση που αποκτά η θαλασσινή εικονοποιία (ως σκηνογραφία και ως μεταφορά ενταγμένη στον ερωτικό λόγο), όταν εντάσσεται σε ερωτικά συμφραζόμενα.

## Πλαίσιο Χρηματοδότησης:

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

## Λέξεις Κλειδιά:

λατινική ποίηση, ερωτική ελεγεία, θάλασσα,  
μεταφορά, εικονισμός



## Διάρκεια Έργου:

08/10/2019- 22/02/2022

## Μέλη Ερευνητικής Ομάδας:

Σοφία Δανάη Χρηστίδου, Υποψήφια Διδάκτωρ



# Ερευνητικά Αποτελέσματα

Στη διατριβή υιοθετείται μια ευρεία οπτική ως προς το τι συνιστά μεταφορά και συνεξετάζονται γλωσσικά φαινόμενα που αναγνωρίζονται ως κατεξοχήν μεταφορικά (μεταφορά, μετωνυμία, παρομοίωση), με ποιητικά εργαλεία και τεχνικές που συμβάλλουν στη μετάδοση συναισθημάτων μέσω της αναλογικής σύνδεσης εννοιών και καταστάσεων. Κάποια από τα φαινόμενα που εξετάζονται είναι τα μυθικά παραδείγματα, η σημαίνουσα αξιοποίηση περιγραφών του σκηνηικού χώρου, η ανάκληση μοτίβων και θεμάτων από διαφορετικά ποιητικά ή εικαστικά έργα κ.α.. Η εξέταση των κειμένων οργανώνεται θεματικά και η εργασία χωρίζεται σε τρία διακριτά μέρη.

Το πρώτο μέρος αφορά τις συμβολικές και μεταποιητικές συνδηλώσεις που αποκτά ο χώρος της ανοιχτής θάλασσα στην ποίηση της αυγούστειας περιόδου, καθώς και τα είδη ερωτικών σεναρίων που τοποθετούνται σε αυτόν, τόσο στο πλαίσιο της ερωτικής ελεγείας, όπου η οποιαδήποτε μετακίνηση των ελεγεϊκών υποκειμένων από το οικείο αστικό πλαίσιο προσλαμβάνεται ως παράγοντας αποσταθεροποίησης της ερωτικής σχέσης, όσο και στο πλαίσιο αφηγήσεων στις οποίες πρωταγωνιστούν γνωστοί ήρωες και ηρωίδες του μυθικού παρελθόντος. Σε κάθε περίπτωση η θάλασσα αναδεικνύεται σε κατεξοχήν πεδίο ηρωικών περιπετειών, πολεμικής ή εμπορικής δράσης και άρα καταδεικνύεται η ασυμβατότητα των θαλασσινών ταξιδιών με τις αρχές που πρέπει να διέπουν μία τυπική ελεγεϊκή ερωτική σχέση. Ως εκ τούτου, η κίνηση στον χώρο της ανοιχτής θάλασσας αποκτά συμβολικό χαρακτήρα. Στην περίπτωση της ερωτικής ελεγείας, η φυγή ενός ατόμου (άνδρα ή γυναίκας) στη θάλασσα συνεπάγεται την επιθυμία φυγής από την ερωτική σχέση. Κατά κανόνα, βέβαια, η φυγή αυτή δεν είναι εφικτή: οι ευαίσθητοι εραστές πλήττονται από μεταφορικές «φουρτούνες» και καταιγίδες που αποδεικνύουν την αδυναμία τους να αποδεσμευτούν συναισθηματικά από τις γυναίκες που περιμένουν στη στεριά, ενώ οι ασταθείς γυναίκες συνήθως επιστρέφουν πίσω, ακυρώνουν τα ταξίδια τους ή ακολουθούνται από τους πιστούς εραστές τους. Στον ηρωικό κόσμο τα πράγματα είναι διαφορετικά: για τους άνδρες η ελεύθερη κίνηση στα βαθιά νερά προσλαμβάνεται ως συνώνυμη μίας ερωτικής ασυδοσίας, με αποτέλεσμα να προκύπτει το μοτίβο του ερωτικά ασταθούς ήρωα-ταξιδευτή, το οποίο παίζει καθοριστικό ρόλο και στα σενάρια που εξετάζονται στην επόμενη ενότητα· για τις γυναίκες, αντίθετα, η θάλασσα αποτελεί μόνο τόπο εξορίας.

**Το δεύτερο μέρος της εργασίας αφορά τα επεισόδια που τοποθετούνται σε παράκτια σκηνηικά, και η ακτή αναδεικνύεται σε έναν χώρο κατάλληλο να φιλοξενήσει ερωτικά σενάρια πάσης φύσεως.**

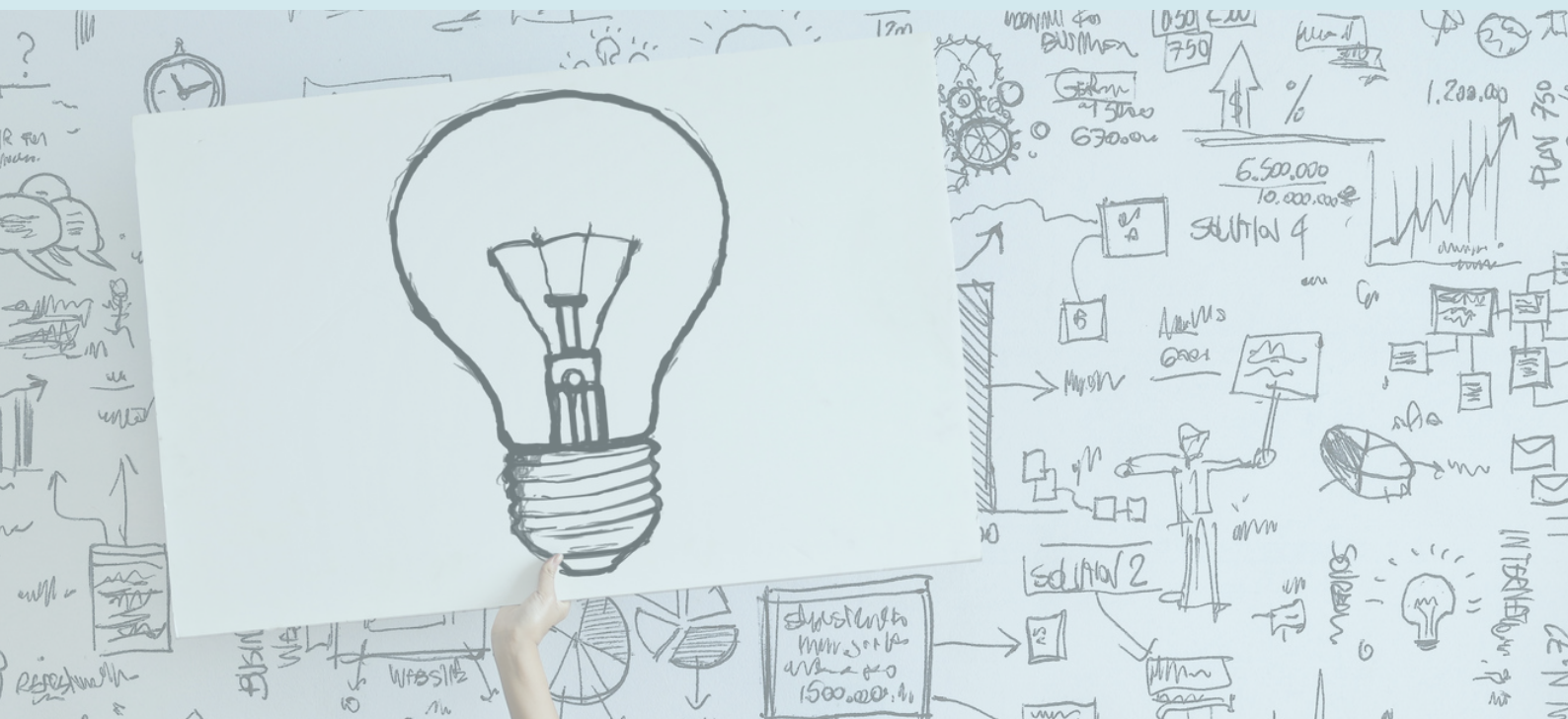
Εξετάζονται, συγκεκριμένα, σενάρια μοναξιάς, χωρισμού και ερωτικής μελαγχολίας, στα οποία το θαλασσινό τοπίο λειτουργεί ως καθρέφτης του ταραγμένου εσωτερικού κόσμου των προδομένων, εγκαταλελειμμένων ή μελαγχολικών εραστών. Στα σενάρια αυτά, η ακτογραμμή λειτουργεί ως το ύστατο όριο -κυριολεκτικό και μεταφορικό- που χωρίζει τις ελεγεϊκές περσόνες από τα αγαπημένα τους πρόσωπα.

# Ερευνητικά Αποτελέσματα

Παράλληλα, όμως, εξετάζονται και σενάρια στα οποία η ακτή λειτουργεί ως χώρος αισθησιασμού, ως σκηνικό πλαίσιο που αναδεικνύει την ομορφιά μιας ιδανικής ελεγειακής ερωμένης και ως πεδίο ερωτικών συναντήσεων ανάμεσα στο ανθρώπινο στοιχείο και στις θεότητες της θάλασσας. Στην τελευταία αυτή κατηγορία επεισοδίων διαπιστώνεται μία πιο ξεκάθαρη συμβολική λειτουργία του θαλασσινού τοπίου, καθώς γεωφυσικοί σχηματισμοί όπως το βραχώδες ακρωτήριο, ο κλειστός κόλπος και το παραθαλάσσιο σπήλαιο αναδεικνύονται σε σύμβολα ερωτικής (ανδρικής ή γυναικείας) ανατομίας που οπτικοποιούν τόσο το βιολογικό φύλο όσο και τις προθέσεις των εμπλεκόμενων χαρακτήρων.

Το τρίτο μέρος, τέλος, πραγματεύεται τους τρόπους με τους οποίους το θαλασσινό λεξιλόγιο παρεισφρύνει στον ερωτικό λόγο με τη μορφή των καθαρά γλωσσικών σχημάτων (μεταφορά, μετωνυμία, αντωνομασία κ.α.) αλλά και με τη μορφή σύνθετων μεταφορικών εικόνων, περιγραφών και αφηγήσεων, στις οποίες ο ερωτικός πόθος ή η ερωτική σχέση παρουσιάζεται με μεταφορικούς όρους ως πλους σε επικίνδυνα νερά.

**Τα σχήματα αυτά παρουσιάζουν εξαιρετικό ενδιαφέρον: αφενός, επειδή φέρουν κοντά δυο εννοιολογικά πεδία, τη θάλασσα και τον έρωτα, τα οποία οι Ρωμαίοι ποιητές έχουν καταστήσει σαφές ότι είναι πλήρως ασύμβατα μεταξύ τους· και αφετέρου, επειδή τα ίδια σχήματα επιβιώνουν μέχρι σήμερα, τόσο στη λογοτεχνία όσο και στην καθημερινή ομιλία.**



# Παραδείγματα εφαρμογών

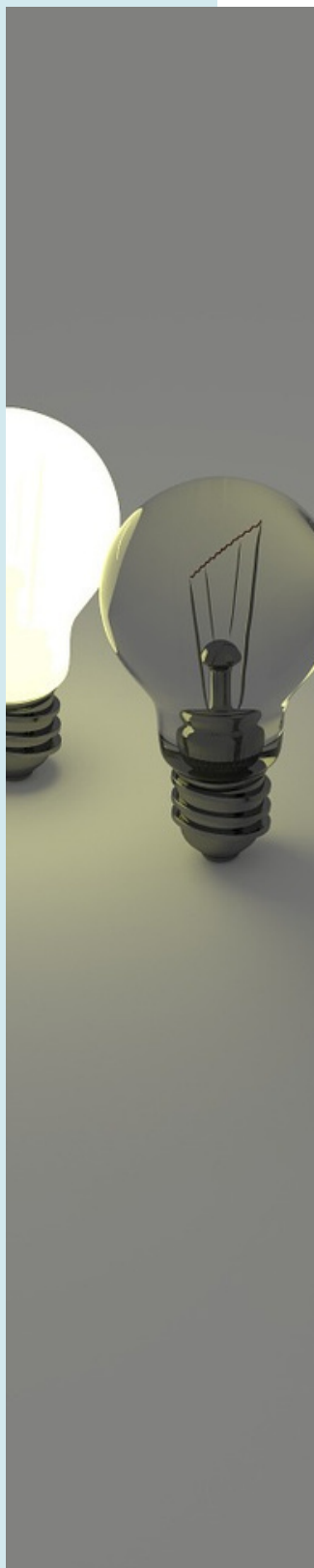
“Στη διατριβή υιοθετείται μια ευρεία οπτική ως προς το τι συνιστά μεταφορά και συνεξετάζονται γλωσσικά φαινόμενα που αναγνωρίζονται ως κατεξοχήν μεταφορικά (μεταφορά, μετωνυμία, παρομοίωση), με ποιητικά εργαλεία και τεχνικές που συμβάλλουν στη μετάδοση συναισθημάτων μέσω της αναλογικής σύνδεσης εννοιών και καταστάσεων.

Τα αποτελέσματα και τα συμπεράσματα της διατριβής μπορούν να χρησιμοποιηθούν για περαιτέρω έρευνα τόσο στο πεδίο της κλασικής γραμματείας όσο και στο πεδίο της πρόσληψης. Η θάλασσα αποτελεί, άλλωστε, ένα παγκόσμιο σύμβολο που χρησιμοποιείται στη λογοτεχνία διαχρονικά και διαπολιτισμικά, με αποτέλεσμα κάθε συμπέρασμα που αφορά τη λογοτεχνία της περιόδου που εξετάστηκε να μπορεί να αξιοποιηθεί και σε διαφορετικά ερευνητικά πεδία.

Η δουλειά που έχει πραγματοποιηθεί έχει ήδη ανοίξει τον δρόμο για μία διεύρυνση του πεδίου εφαρμογής σε διαφορετικά λογοτεχνικά -και όχι μόνο- περιβάλλοντα. Ιδιαίτερο ενδιαφέρον θα παρουσίαζε, για παράδειγμα, μια μελέτη του τρόπου πρόσληψης των συγκεκριμένων μοτίβων και θεμάτων στη νεοελληνική και ευρωπαϊκή λογοτεχνία. Η μελέτη αυτή θα μπορούσε να έχει σαφείς εκπαιδευτικές εφαρμογές στον χώρο του πανεπιστημίου αλλά και σε σχολικά περιβάλλοντα -σε μία απλουστευμένη μορφή. Στο πλαίσιο της διατριβής γίνεται, επίσης, απόπειρα να συνδεθεί ο τρόπος με τον οποίο τα λατινικά κείμενα αξιοποιούν τη θαλασσινή εικονοποιία με σύγχρονες θεωρητικές προσεγγίσεις γλωσσικών και εκφραστικών ζητημάτων.

Οι παρατηρήσεις αυτές μπορούν να αποδειχθούν εξαιρετικά χρήσιμες σε μία μελέτη σχετικά με την επίδραση των ίδιων μοτίβων στη σύγχρονη ποπ κουλτούρα (μουσική, τηλεόραση, κινηματογράφος κ.τ.λ.), σύμφωνα με μία τάση που κερδίζει όλο και περισσότερο έδαφος στην έρευνα, όπως αποδεικνύεται από την πληθώρα συνεδρίων, διαλέξεων, workshops και συλλογικών τόμων που αφιερώνονται τα τελευταία χρόνια σε ζητήματα που αφορούν την πρόσληψη της κλασικής γραμματείας σε πολιτισμικά προϊόντα μαζικής διάχυσης.

**Τα αποτελέσματα μίας τέτοιας μελέτης, πέρα από τις εκπαιδευτικές εφαρμογές που μπορούν να έχουν, είναι δυνατόν να αξιοποιηθούν με τρόπο που να καταδεικνύει τον πάντα επίκαιρο χαρακτήρα των κλασικών κειμένων με χρήση οικείου λεξιλογίου για το ευρύ κοινό.**



# Σχετικές Δημοσιεύσεις

Ανακοινώσεις σε συνέδρια:

"Οι οβιδιακές "Ηρωίδες" ως αναγνώστριες: ερωτική επιθυμία και μυθοπλαστική φαντασία", ανακοίνωση στο 1ο Συνέδριο Μετ. Φοιτητών και Υπ. Διδασκόντων Κλασικής Φιλολογίας Α.Π.Θ. τον Απρίλιο του 2019 και ηλεκτρονική δημοσίευση στα Πρακτικά του Συνεδρίου τον Δεκέμβριο του 2019 (σσ. 379-400), στον δικτυακό τόπο: <https://authclassicscon.wordpress.com/%cf%80%cf%81%ce%b1%ce%ba%cf%84%ce%b9%ce%ba%ce%b1-%cf%83%cf%85%ce%bd%ce%b5%ce%b4%cf%81%ce%b9%ce%bf%cf%85/>  
Κοινοποίηση στο academia.edu.

"Punishing the asexual maiden: Scylla's transformation as a mechanics of reintegrating the sexually disobedient virgin into "a man's world" (Met. 13.888- 14.74)", ανακοίνωση στο 2ο Συνέδριο Μετ. Φοιτητών και Υπ. Διδασκόντων Κλασικής Φιλολογίας Α.Π.Θ. τον Οκτώβριο του 2020 και ηλεκτρονική δημοσίευση στα Πρακτικά του Συνεδρίου τον Μάρτιο του 2021 (σσ.348-364), στον δικτυακό τόπο: <https://authclassicscon.wordpress.com/%cf%86%cf%89%cf%84%ce%bf%ce%b3%cf%81%ce%b1%cf%86%ce%b9%ce%b5%cf%83/>.

Κοινοποίηση στο academia.edu.

"hoc mihi quae suasit mater Amoris iter": το ταξίδι του Πάρι στις Ηρωίδες του Οβιδίου (Her. 5, 13, 16, 17)", ανακοίνωση στο 3ο Συνέδριο Μετ. Φοιτητών και Υπ. Διδασκόντων Κλασικής Φιλολογίας Α.Π.Θ., το οποίο θα λάβει χώρα τον Μάιο του 2022.

# Κατασκευές Σεξουαλικών και Έμφυλων Ταυτοτήτων στο Θεσμικό και Καθημερινό Λόγο: Πολιτικές Διαστάσεις, Θεσμικές Διεκδικήσεις και Δικαιώματα

Ευαγγελία Φίγγου  
Αναπληρώτρια Καθηγήτρια  
Τμήμα Ψυχολογίας  
figgou@psy.auth.gr





# Σύντομη Περίληψη

Αντικείμενο του έργου αποτελεί η μελέτη σεξουαλικών και έμφυλων ταυτοτήτων στον ελληνικό θεσμικό, ακτιβιστικό και καθημερινό λόγο. Ειδικότερα, το έργο στοχεύει στον εντοπισμό επιχειρηματολογικών αποθεμάτων κατά την κατασκευή έμφυλων και σεξουαλικών ταυτοτήτων και των συνεπειών τους για την πρόσβαση σε δικαιώματα. Το θεωρητικό πλαίσιο αποτελούν κριτικές λογοψυχολογικές προσεγγίσεις (που αντιμετωπίζουν τις ταυτότητες ως μέλημα των κοινωνικών δραστών, αλλά και ως όχημα διεκδικήσεων) και η έννοια της «σεξουαλικής πολιτειότητας». Το έργο περιλαμβάνει τρεις εμπειρικές μελέτες. Η πρώτη μελετά κοινοβουλευτικό λόγο αναφορικά με τη νομική αναγνώριση της ταυτότητας φύλου. Η δεύτερη εστιάζει στο λόγο ΛΟΑΤΚΙ+ ομάδων και συλλογικοτήτων μέσω ημιδομημένων ατομικών συνεντεύξεων. Η τρίτη αφορά την ανάλυση καθημερινού λόγου μέσω ομάδων εστίασης.

## Πλαίσιο Χρηματοδότησης:

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



## Λέξεις Κλειδιά:

σεξουαλικές, έμφυλες ταυτότητες, πολιτική, δικαιώματα, διεκδικήσεις, κριτική κοινωνική λογοψυχολογία, sexual and gender identities, politics, rights, claims, critical discursive social psychology

## Διάρκεια Έργου:

08/10/2019- 15/02/2022

## Μέλη Ερευνητικής Ομάδας:

Ιωάννης Μίχος, Υποψήφιος Διδάκτορας



# Ερευνητικά Αποτελέσματα

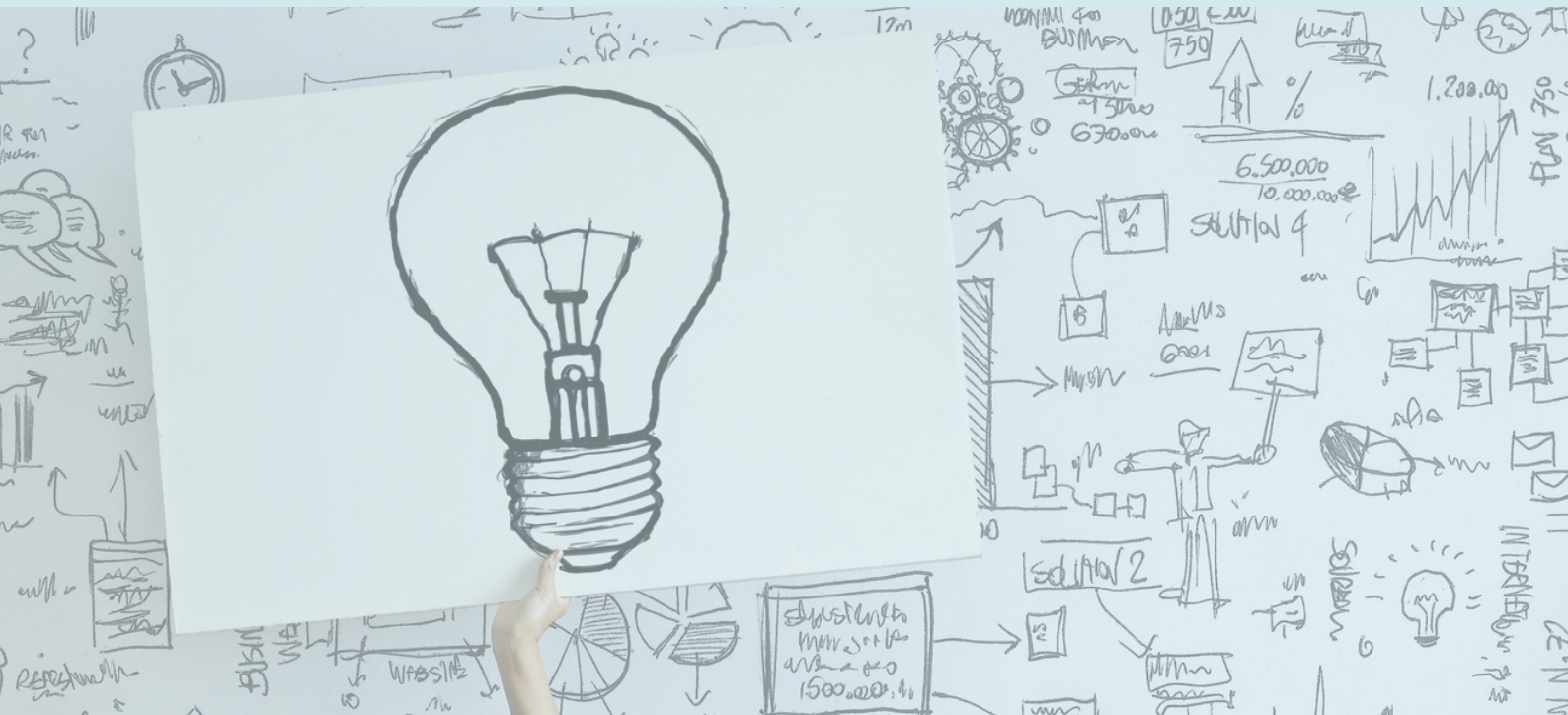
Η πρώτη μελέτη αναδεικνύει μεταβολές στο περιεχόμενο και τα όρια της έννοιας των ανθρωπίνων δικαιωμάτων στον θεσμικό (πολιτικό) λόγο για τη νομική αναγνώριση της ταυτότητας φύλου που μπορεί να οδηγεί είτε στην ενδυνάμωση είτε στην αποδυνάμωση των ΛΟΑΤΚΙ+ διεκδικήσεων. Επιχειρηματολογικές γραμμές που υποστηρίζουν διεκδικήσεις της ΛΟΑΤΚΙ+ κοινότητας επικαλούνται τον καθολικό χαρακτήρα των ανθρωπίνων δικαιωμάτων και τα κατασκευάζουν ως αναφαίρετο και ουσιοποιητικό χαρακτηριστικό της ανθρώπινης φύσης. Η επιχειρηματολογία που εναντιώνεται στις διεκδικήσεις της ΛΟΑΤΚΙ+ κοινότητας, από την άλλη, υιοθετεί έναν «πολιτικά ορθό» δικαιωματικό λόγο που επιτρέπει τη διαιώνιση κυρίαρχων ετεροκανονικών κοινωνικοπολιτικών συνθηκών (κατασκευάζοντας, για παράδειγμα την ομοφοβία ως δικαίωμα). Επιπλέον, επιχειρήματα που αναπαριστούν το ρόλο των «ειδικών» ως καθοριστικής σημασίας για την αναγνώριση και διαχείριση των ΛΟΑΤΚΙ+ δικαιωμάτων ωθούν προς την «ψυχολογικοποίηση» και την «ιατρικοποίηση» της ΛΟΑΤΚΙ+ ταυτότητας.

Τα αποτελέσματα της δεύτερης μελέτης αναδεικνύουν ένα κεντρικό δίλημμα που αντιπαραθέτει την πολιτική των ταυτοτήτων με αυτή των διαθεματικών διεκδικήσεων (intersectionality). Το δίλημμα αναπτύσσεται με αφορμή τη συζήτηση για την πληθώρα των ομάδων που δραστηριοποιούνται ακτιβιστικά στο πεδίο των ΛΟΑΤΚΙ+ δικαιωμάτων. **Αναδεικνύονται οι ιδεολογικοί λόγοι που ώθησαν στη διάσπαση συλλογικοτήτων και αναπτύσσεται προβληματισμός αναφορικά με τις ιδανικές μορφές συλλογικής δράσης. Η ιδανική συλλογική δράση αναπαρίσταται ως ορμώμενη από διαθεματικές διεκδικήσεις που λαμβάνουν υπόψη ταξικά ζητήματα και δικαιώματα που συνδέονται με την έννοια του πολίτη (εργασιακά ζητήματα, αλλά και διεκδικήσεις που αφορούν την καθημερινότητα κάθε ατόμου ως πολίτη π.χ. ζωή στην πόλη-μετακίνηση, εργασία, εκπαίδευση).** Ειδικότερα, διαπιστώνεται η επιθυμία για σύμπλευση/συνεργασία προς την κατεύθυνση συλλογικών δράσεων που θα μπορούσαν να ξεπερνούν τα όρια των ΛΟΑΤΚΙ+ διεκδικήσεων, προσεγγίζοντας το άτομο ολιστικά μέσα στο πλήθος των ταυτοτήτων που μπορεί να υιοθετεί.

Η τελευταία μελέτη αναδεικνύει ότι φιλελεύθερα επιχειρήματα που δυνητικά υποστηρίζουν τη διαφορετικότητα είναι δυνατό να εστιάζουν μονομερώς σε ορισμένα δικαιώματα, έχοντας ως συνέπεια την καταπίεση περισσότερο ριζοσπαστικών διεκδικήσεων. Για παράδειγμα, η μονοδιάστατη έμφαση στην αναγνώριση του γάμου μεταξύ ομόφυλων ζευγαριών θα μπορούσε να αφήνει ελάχιστο χώρο στη διεκδίκηση εναλλακτικών θεσμών. Πέραν τούτου, εντοπίζονται ορισμένα κεντρικά διλήμματα γύρω από τις έννοιες της ισότητας και της διαφορετικότητας. Η διαφορετικότητα των ατόμων που τοποθετούνται σε διακριτές κατηγορίες έρχεται στο προσκήνιο όταν οι συμμετέχοντες συζητούν για τους λόγους που οδηγούν σε διακρίσεις και ρατσισμό. Αντίθετα, η ομοιομορφία-ομοιογένεια παρουσιάζεται ως προϋπόθεση προκειμένου οι μειονότητες να προβούν στη διεκδίκηση δικαιωμάτων.

# Ερευνητικά Αποτελέσματα

Τέλος, και η τρίτη μελέτη αναδεικνύει την αξία της διαθεματικότητας και την ανάγκη μιας σφαιρικής διεκδίκησης δικαιωμάτων στη βάση των πολυποίκιλων αποκλεισμών (π.χ., φυλετική, ταξική, εργασιακή, σεξουαλική και έμφυλη καταπίεση). Υποστηρίζεται μάλιστα ότι η έμφαση στην ένταξη σε υπάρχοντες εδραιωμένους θεσμούς, εκτός των άλλων, συντηρεί την απόσταση από διαθεματικές διεκδικήσεις.



# Παραδείγματα εφαρμογών

“Ειδικότερα, διαπιστώνεται η επιθυμία για σύμπλευση / συνεργασία προς την κατεύθυνση συλλογικών δράσεων που θα μπορούσαν να ξεπερνούν τα όρια των ΛΟΑΤΚΙ+ διεκδικήσεων, προσεγγίζοντας το άτομο ολιστικά μέσα στο πλήθος των ταυτοτήτων που μπορεί να υιοθετεί.”

Τα αποτελέσματα των μελετών που πραγματοποιήθηκαν στο πλαίσιο του έργου φέρνουν στην επιφάνεια ζητήματα με κοινωνικοπολιτικές προεκτάσεις και εφαρμογές.

Ένα πρώτο ζήτημα αφορά την αποτελεσματικότητα των μέχρι τώρα διεκδικήσεων της ΛΟΑΤΚΙ+ κοινότητας. Η αξιοποίηση ΛΟΑΤΚΙ+ ταυτοτήτων ως όχημα διεκδίκησης με έμφαση στη διαφορετικότητα και τα ανθρώπινα δικαιώματα φαίνεται να έχει συμβάλει στην κατοχύρωση δικαιωμάτων. Ωστόσο, έχουν ενδεχομένως συνδράμει και στην «κανονικοποίηση» και στην αφομοίωση ορισμένων ομάδων και αιτημάτων της ΛΟΑΤΚΙ+ κοινότητας από ετεροκανονικούς θεσμούς, επιτρέποντας την περιθωριοποίηση και τον αποκλεισμό άλλων.

Τα παραπάνω οδηγούν στην ανάγκη απαγκίστρωσης από την πολιτική των ταυτοτήτων και στην προσπάθεια ανάπτυξης ενός διαθεματικού πλαισίου διεκδικήσεων. Η δημιουργία, βέβαια, ενός ευέλικτου διαθεματικού πλαισίου διεκδίκησης δεν στερείται διλημάτων και είναι αναγκαίο να μην παραγνωρίζεται η μοναδικότητα των διαφορετικών εμπειριών καταπίεσης.

**Σύμφωνα με τους ίδιους τους κοινωνικούς δράστες, στόχος μπορεί να είναι η επίτευξη διαθεματικών δράσεων και κινήματων εντός των οποίων οι διαφορετικές ομάδες θα διατηρούν στοιχεία της ταυτότητάς τους και θα δρουν συνεργατικά.**

Συνολικά, τα παρόν έργο επιτρέπει τη σύγκριση του λόγου κοινωνικών φορέων δράσης με (διαφορετική ενδεχομένως) επιρροή στην άσκηση και χάραξη πολιτικής. Από το λόγο πολιτικών κομμάτων, καθημερινών κοινωνικών δραστήν και μέχρι το λόγο ακτιβιστών, είναι δυνατό να διαπιστωθούν συγκλίσεις και αποκλίσεις που δυνητικά συμβάλλουν στη συγκρότηση μίας ενημερωμένης ατζέντας προς την κατεύθυνση της κοινωνικής αλλαγής. Έτσι, τονίζονται δυνατότητες και όρια που τίθενται από την κυρίαρχη κοινωνικοπολιτική, θεσμική πραγματικότητα, αλλά και από τις εδραιωμένες κοινωνικές αναπαραστάσεις και προτείνονται εναλλακτικοί στόχοι και πλαίσια.



# Σχετικές Δημοσιεύσεις

## Δημοσιεύσεις:

Michos, I., Figgou, L., & Bozatzis, N. (2021). Constructions of LGBTQI+ rights and claims in lay discourse in Greece: Liberal dilemmas and sexual citizenship boundaries. *Journal of Community & Applied Social Psychology*, 31(6), 768-781.

Michos, I., Figgou, L., & Baka, A. (in press). Debating the legal recognition of gender identity in parliamentary discourse: Human rights and queer politics. *Discourse & Society*.

## Ανακοινώσεις σε επιστημονικά συνέδρια:

Μίχος, Ι. & Φίγγου, Λ. (2019). «Κατασκευές του Δικαιώματος στην Ταυτότητα Φύλου στον Ελληνικό Κοινοβουλευτικό Λόγο», στο πλαίσιο του συμποσίου «Κατασκευές της ετερότητας: ιδεολογικές και πολιτικές προκλήσεις», Ειρήνη Καδιανάκη (Διοργανωτής Συμποσίου), 17ο Πανελλήνιο Συνέδριο Ψυχολογικής Έρευνας, 15-19 Μαΐου 2019, Αλεξανδρούπολη, Ελλάδα.

Μίχος, Ι. & Φίγγου, Λ. (2019). «Κατασκευάζοντας Σεξουαλικές και Έμφυλες Ταυτότητες, Δικαιώματα και Διεκδικήσεις στον Καθημερινό Λόγο: Δυναμικές Μορφές Πολιτειότητας και Κοινωνική Αλλαγή», 12ο Πανελλήνιο Συνέδριο Κοινωνικής Ψυχολογίας, 28 Νοεμβρίου - 01 Δεκεμβρίου, 2019, Παλαιοκερασιά, Φθιώτιδα, Ελλάδα.

Michos I. & Figgou L. (2020). "Constructing Sexual and Gender Identities, Rights and Claims on Everyday Discourse: Dynamic Forms of Citizenship and Politicization", 43η Ετήσια Επιστημονική Συνάντηση της Διεθνούς Εταιρείας Πολιτικής Ψυχολογίας [International Society of Political Psychology (ISPP)], 14-16 Ιουλίου, 2020 (Virtual).

Michos I. & Figgou L. (2021). "Debating the Right to Self-Defined Gender Identity in Parliamentary Discourse: Human Rights, Heteronormativity and Sexual Aspects of Citizenship", στο πλαίσιο συμποσίου με τίτλο "A discursive, rhetorical approach to the study of citizenship" (Διοργανώτρια Συμποσίου: Irini Kadianaki), 1st Conference of the Association of European Qualitative Researchers in Psychology (EQUIP): Creating Bridges, 16-19 Ιουνίου, 2021, Θεσσαλονίκη, Ελλάδα.

Michos I. & Figgou L. (2021). "Constructing queer rights as human rights in parliamentary discourse: Implications for LGBTQI+ politics" (blitz presentation) στο διεθνές συνέδριο "44th Annual Scientific Meeting of International Society of Political Psychology (ISPP 2021 Annual Meeting)" στις 11-13 Ιουλίου 2021 (Virtual).

# Συστημική Σεισμική Διακινδύνευση Λιμενικών Εγκαταστάσεων με Βάση την Επαναστατικότητα Εφαρμογή στο Λιμένα της Θεσσαλονίκης

Σταυρούλα Φωτοπούλου  
Μεταδιδάκτορας  
Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών  
sfotopou@civil.auth.gr



# Σύντομη Περίληψη

Το RESPORTS ανέδειξε την επιρροή της ρευστοποίησης και της αλληλεπίδρασης εδάφους-κατασκευής στη σεισμική απόκριση τυπικών λιμενικών κατασκευών. Συγκεκριμένα, στο πλαίσιο της παρούσας έρευνας προτάθηκε μια καινοτόμος μεθοδολογία για την αποτίμηση της τρωτότητας κρίσιμων λιμενικών εγκαταστάσεων λόγω μόνιμων σεισμικών μετακινήσεων προκαλούμενων από ρευστοποίηση του εδάφους. Παράλληλα, προτάθηκε μια συζευγμένη μεθοδολογία αποτίμησης της τρωτότητας λιμενικών εγκαταστάσεων που λαμβάνει υπόψη τη συνδυασμένη επιρροή της εδαφικής ταλάντωσης και της ρευστοποίησης στη σεισμική συμπεριφορά λιμενικών κατασκευών. **Επιπλέον, αναπτύχθηκε μια νέα μεθοδολογία αποτίμησης της σεισμικής διακινδύνευσης λιμένων σε επίπεδο συστήματος, η οποία λαμβάνει υπόψη τη συνδυασμένη επιρροή της εδαφικής ταλάντωσης και της ρευστοποίησης και τις ποικίλες αλληλεπιδράσεις μεταξύ των συνιστωσών του λιμένα.** Η συνολική μεθοδολογία εφαρμόστηκε στον λιμένα της Θεσσαλονίκης ώστε να αξιολογηθεί η αποτελεσματικότητά της.

## Πλαίσιο Χρηματοδότησης:

1η Προκήρυξη Ερευνητικών Έργων  
ΕΛΙΔΕΚ για την Ενίσχυση  
Μεταδιδακτόρων Ερευνητριών/ών



## Λέξεις Κλειδιά:

ssi, liquefaction, systemic seismic risk, port facilities

## Διάρκεια Έργου:

02/08/2018- 01/02/2022

## Μέλη Ερευνητικής Ομάδας:

**Δρ. Άννα Καρατζέτζου**

**Δρ. Στέλλα Καραφαγκά**

**Γεωργία Κρούπη**, Μεταπτυχιακή Φοιτήτρια

**Γεώργιος Μαλλιωτάκης**, Μεταπτυχιακός Φοιτητής

**Σωτήριος Αργυρούδης**, Επίκουρος Καθηγητής

**Κυριαζής Πιτιλάκης**, Ομότιμος Καθηγητής



# Ερευνητικά Αποτελέσματα

Οι λιμένες αποτελούν σημαντικούς κόμβους των εθνικών και διεθνών μεταφορικών δικτύων και παίζουν κρίσιμο λόγο στην οικονομική δραστηριότητα των σύγχρονων κοινωνιών. Είναι σύνθετα συστήματα που περιλαμβάνουν διάφορες δομικές συνιστώσες, δίκτυα κοινής ωφέλειας και υποδομές. Η εμπειρία από πρόσφατους καταστρεπτικούς σεισμούς έχει επιδείξει τη μεγάλη τρωτότητα των λιμενικών εγκαταστάσεων σε σεισμό οδηγώντας σε σοβαρές φυσικές βλάβες και σημαντικές οικονομικές και κοινωνικές απώλειες. Οι σοβαρότερες βλάβες που προκλήθηκαν σε λιμενικές εγκαταστάσεις συνήθως δε σχετίζονται μόνο με την εδαφική σεισμική ταλάντωση αυτή καθαυτή αλλά και με την εδαφική αστοχία που συνήθως προκαλείται από φαινόμενα ρευστοποίησης του εδάφους που κατά κανόνα κυριαρχούν σε παράκτιες περιοχές.

**Υπάρχει επομένως μια αυξανόμενη απαίτηση για την αποτελεσματική εκτίμηση, διαχείριση και μείωση της σεισμικής διακινδύνευσης των λιμενικών εγκαταστάσεων λαμβάνοντας υπόψη και την πιθανή ρευστοποίηση του εδάφους. Η επιρροή της αλληλεπίδρασης εδάφους -κατασκευής μπορεί επίσης να παίξει καθοριστικό ρόλο στη σεισμική τρωτότητα των λιμενικών κατασκευών μεταβάλλοντας τα δυναμικά χαρακτηριστικά των κατασκευών και τελικά την απόκρισή τους.**

Παρόλο που έχει υπάρξει κάποια πρόοδος διεθνώς στο θέμα της επιρροής της ρευστοποίησης και της αλληλεπίδρασης εδάφους-κατασκευής στη σεισμική απόκριση και τρωτότητα των κατασκευών, οι μελέτες αποτίμησης της τρωτότητας για τη συνδυασμένη δράση των δύο φαινομένων είναι περιορισμένες. Επιπρόσθετα, η συνήθης πρακτική για την εκτίμηση και διαχείριση της σεισμικής διακινδύνευσης λιμενικών εγκαταστάσεων στηρίζεται μόνο στην απόκριση μεμονωμένων συνιστωσών του, αγνοώντας, τις ποικίλες αλληλεξαρτήσεις τους καθώς και την συνδυασμένη δράση πολλαπλών σεισμικών κινδύνων. Το RESPORTS (<https://www.resports.gr/>) γεφύρωσε αυτό το επιστημονικό κενό μέσω της ανάδειξης της επιρροής της ρευστοποίησης και της αλληλεπίδρασης εδάφους-κατασκευής στη σεισμική απόκριση τυπικών λιμενικών κτιρίων και υποδομών, υπερτονίζοντας τη σημασία των φαινομένων αυτών στις αναλύσεις σεισμικής τρωτότητας και διακινδύνευσης. Λαμβάνοντας υπόψη τη γενική έλλειψη μεθοδολογιών αποτίμησης της τρωτότητας που να λαμβάνουν υπόψη τις προκαλούμενες από ρευστοποίηση δομικές βλάβες, στο πλαίσιο της παρούσας έρευνας προτάθηκε μια καινοτόμος αναλυτική μεθοδολογία για την αποτίμηση της τρωτότητας κρίσιμων λιμενικών εγκαταστάσεων λόγω μόνιμων σεισμικών μετακινήσεων προκαλούμενων από ρευστοποίηση του υποκείμενου εδάφους.

**Τελικό βήμα της μεθοδολογίας αποτέλεσε η παραγωγή νέων λογαριθμοκανονικών καμπυλών τρωτότητας για προκαθορισμένες στάθμες βλάβης για τις διάφορες λιμενικές κατασκευές. Παράλληλα, προτάθηκε μια συζευγμένη αναλυτική μεθοδολογία αποτίμησης της τρωτότητας λιμενικών εγκαταστάσεων που λαμβάνει υπόψη τη συνδυασμένη επιρροή της εδαφικής ταλάντωσης και της ρευστοποίησης στη σεισμική συμπεριφορά λιμενικών κατασκευών.**

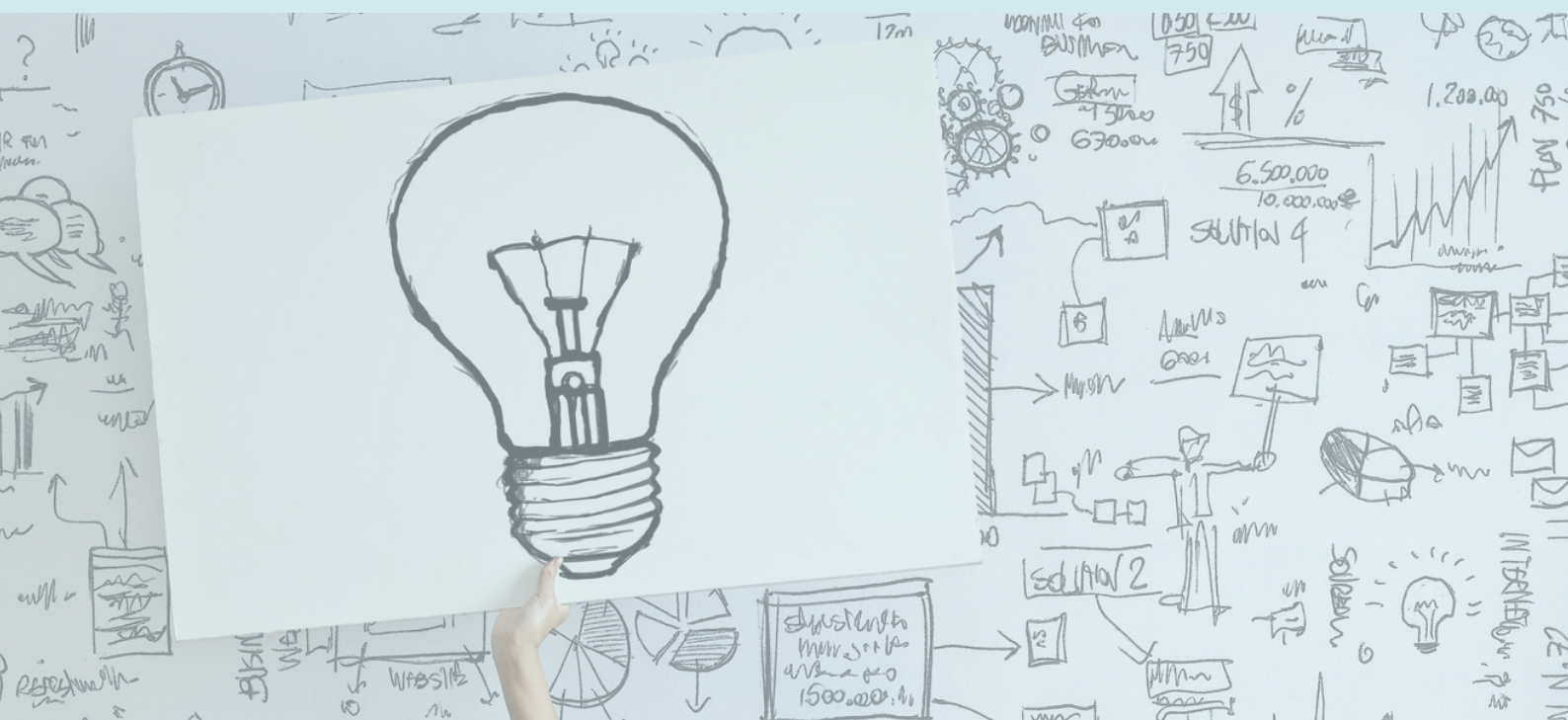
Πιο συγκεκριμένα, αρχικά πραγματοποιήθηκε μια εκτενής παραμετρική διερεύνηση και ανάλυση ευαισθησίας της επιρροής της αλληλεπίδρασης εδάφους-κατασκευής και της ρευστοποίησης στη σεισμική απόκριση και τρωτότητα τυπικών λιμενικών κατασκευών κάνοντας χρήση διαφορετικών αριθμητικών προσεγγίσεων (συζευγμένων ή μη).

# Ερευνητικά Αποτελέσματα

Στη συνέχεια, διενεργήθηκε μια σειρά μη-γραμμικών δυναμικών αναλύσεων αυξανόμενης έντασης τυπικών λιμενικών συστημάτων εδάφους-κατασκευής που λαμβάνουν υπόψη και την πιθανή ρευστοποίηση του υποκείμενου εδάφους με τελικό στόχο την παραγωγή συζευγμένων καμπυλών τρωτότητας.

Επιπλέον, αναπτύχθηκε μια νέα μεθοδολογία αποτίμησης της σεισμικής διακινδύνευσης λιμένων σε επίπεδο συστήματος, η οποία στηρίζεται τόσο σε πιθανοτικές και ντερεμνιστικές προσεγγίσεις και λαμβάνει υπόψη τη συνδυασμένη επιρροή της εδαφικής ταλάντωσης και της ρευστοποίησης καθώς και ποικίλες αλληλεπιδράσεις μεταξύ των συνιστωσών του λιμένα. Τα αποτελέσματα εξάγονται σε όρους ετήσιας συχνότητας κατάρρευσης και απωλειών των κρίσιμων στοιχείων του λιμένα καθώς και σε όρους ετήσιας συχνότητας υπέρβασης των κανονικοποιημένων απωλειών σε επίπεδο λιμένα. Η συνολική μεθοδολογία εφαρμόστηκε στον λιμένα της Θεσσαλονίκης ώστε να αξιολογηθεί η αξιοπιστία της και η αποτελεσματικότητά της. Πραγματοποιήθηκε επίσης μια ανάλυση ευαισθησίας της εκτίμησης της συστημικής διακινδύνευσης του λιμένα της Θεσσαλονίκης που οδήγησε στην αναγνώριση των πιο κρίσιμων συνιστωσών του για τη λειτουργικότητα του λιμένα.

Τελικό βήμα της παρούσας ερευνητικής πρότασης αποτέλεσε η σύνταξη οδηγιών σε μια προσπάθεια να αυξηθεί η ικανότητα προσαρμοστικότητας του λιμένα σε επίπεδο συστήματος.κατασκευών κάνοντας χρήση διαφορετικών αριθμητικών προσεγγίσεων (συζευγμένων ή μη).



# Παραδείγματα εφαρμογών

“ Το RESPORTS γεφύρωσε αυτό το επιστημονικό κενό μέσω της ανάδειξης της επιρροής της ρευστοποίησης και της αλληλεπίδρασης εδάφους-κατασκευής στη σεισμική απόκριση τυπικών λιμενικών κτιρίων και υποδομών, υπερτονίζοντας τη σημασία των φαινομένων αυτών στις αναλύσεις σεισμικής τρωτότητας και διακινδύνευσης. ”

**Τα ερευνητικά αποτελέσματα του RESPORTS είναι άμεσα εφαρμόσιμα και αξιοποιήσιμα τόσο σε εθνικό αλλά και σε διεθνές επίπεδο.**

Οι παραγόμενες καμπύλες τρωτότητας λιμενικών εγκαταστάσεων που λαμβάνουν υπόψη την επιρροή της ρευστοποίησης ή την συνδυασμένη επιρροή της εδαφικής ταλάντωσης και ρευστοποίησης και την αλληλεπίδραση εδάφους-κατασκευής μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την αξιόπιστη εκτίμηση της σεισμικής τρωτότητας των κρίσιμων λιμενικών κατασκευών και εγκαταστάσεων (κρηπιδότοιχους, αποθήκες κλπ.) σε λιμένες όπου συναντώνται εδάφη επιδεκτικά σε ρευστοποίηση (κάτι συνηθισμένο σε παράκτιες περιοχές που αναπτύσσονται τα λιμάνια).

Η προτεινόμενη μεθοδολογία αποτίμησης της σεισμικής διακινδύνευσης λιμένων σε επίπεδο συστήματος, η οποία εφαρμόστηκε και αξιολογήθηκε για το λιμάνι της Θεσσαλονίκης, μπορεί να χρησιμοποιηθεί από τους αρμόδιους φορείς (λιμένες Ελλάδος και Ευρώπης αλλά και παγκοσμίως) για την εκτίμηση της συστημικής σεισμικής διακινδύνευσης και άλλων σημαντικών λιμένων. Τελικός στόχος μιας τέτοιας μελέτης σεισμικής διακινδύνευσης λιμένων είναι η ανάδειξη των κρίσιμων συνιστωσών του λιμένα, η πρόταση κατάλληλων μέτρων μείωσης της διακινδύνευσης καθώς και η σύνταξη οδηγιών για την βελτίωση της ανθεκτικότητας (resilience) λιμένων σε περίπτωση σεισμού.

# Σχετικές Δημοσιεύσεις

Karafagka, S., Fotopoulou, S. & Pitilakis, D. Fragility curves of non-ductile RC frame buildings on saturated soils including liquefaction effects and soil-structure interaction. *Bull Earthquake Eng* 19, 6443–6468 (2021). <https://doi.org/10.1007/s10518-021-01081-5>.

Fotopoulou, S.; Karafagka, S.; Karatzetzou, A.; Pitilakis, K. System-Wide Seismic Risk Assessment of Port Facilities; Application to the Port of Thessaloniki, Greece. *Sustainability* 2022, 14, 1424. <https://doi.org/10.3390/su14031424>.

Karafagka S., Fotopoulou S., Karatzetzou A., Malliotakis G., Pitilakis K., (2021). The effect of soil-structure interaction and liquefaction on the seismic vulnerability of typical port steel light-frame warehouses, *Proceedings of the 8th ECCOMAS Thematic Conference on Computational Methods in Structural Dynamics and Earthquake Engineering, COMPDYN 2021*, M. Papadrakakis, M. Fragiadakis (eds.) 27–30 June, Streamed from Athens, Greece.

Karafagka S, Fotopoulou S, Karatzetzou A, Kroupi G, Pitilakis K (2020). The effect of soil liquefaction on the seismic response of a typical quay wall. *Proceedings of the XI International Conference on Structural Dynamics (EURODYN 2020)*. M. Papadrakakis, M. Fragiadakis, C. Papadimitriou (eds.), 23-26 November, Athens, Greece, doi: 10.47964/1120.9241.20228.

Karafagka S, Fotopoulou S, Karatzetzou A, Malliotakis G, Pitilakis D (2020). Seismic performance assessment of steel light-frame port warehouses due to ground shaking and liquefaction. *Proceedings of the 17th World Conference on Earthquake Engineering (17WCEE)*, 13-18 September, Sendai, Japan.

Karafagka S, Fotopoulou S, Karatzetzou A, Pitilakis D (2019). The effect of soil-structure interaction and liquefaction on the seismic response of coastal RC frame buildings. *Proceedings of the 8th Hellenic Conference in Geotechnical Engineering*, 06-08 November, Athens, Greece (in Greek).

Karafagka S, Fotopoulou S, Karatzetzou A, Pitilakis D (2019). Seismic response of coastal RC frame buildings considering soil-structure interaction and soil liquefaction. *Proceedings of the 4th Hellenic Conference in Earthquake Engineering and Engineering Seismology*, 05-07 September, Athens, Greece (in Greek).

Karafagka S, Fotopoulou S, Karatzetzou A, Pitilakis D (2019). Investigation of the seismic behaviour of typical port buildings considering liquefaction. *Proceedings of the 2nd International Conference on Natural Hazards & Infrastructure*, 23-26 June, Chania, Greece.

# Σχετικές Δημοσιεύσεις

Karafagka S, Fotopoulou S, Karatzetzou A, Pitilakis D (2019). Chapter 340: The effect of soil-structure interaction and liquefaction on the seismic performance of typical port buildings. Silvestri & Moraci (Eds), Earthquake Geotechnical Engineering for Protection and Development of Environment and Constructions, Proceedings of the VII International Conference on Earthquake Geotechnical Engineering (ICEGE), 17-20 June, Rome, Italy, pp. 3210-3217, CRC Press.

# Βελτιστοποίηση Υδρολογικής Προσομοίωσης σε Κλίμακα Λεκάνης Απορροής Υπό Συνθήκες Κλιματικής Αλλαγής με Χρήση Χωρικών και Χωροχρονικών Γεωστατιστικών Μεθόδων

Κωνσταντίνος Βουδούρης  
Καθηγητής  
Τμήμα Γεωλογίας  
kvoudour@geo.auth.gr



# Σύντομη Περίληψη

Αντικείμενο της ερευνητικής εργασίας ήταν η ανάπτυξη μιας καινοτόμας μεθοδολογίας, με σκοπό τη μείωση των αβεβαιοτήτων της προσομοίωσης των υδρολογικών παραμέτρων υπό συνθήκες κλιματικής αλλαγής. Κατά το πρώτο στάδιο της έρευνας, εφαρμόστηκαν 4 χωρικές μέθοδοι (IDW, Spline, Ordinary Kriging και πολύγωνα Thiessen) σε βροχομετρικά δεδομένα κλιματικών μοντέλων και μετεωρολογικών σταθμών. Κατά το δεύτερο στάδιο, διερευνήθηκε η ιεραρχία της εφαρμογής μεταξύ της χωροχρονικής μεθόδου βέλτιστης παρεμβολής Kriging και της Empirical Quantile bias correction σε δεδομένα κλιματικού μοντέλου, τα οποία αποτελούν τα δεδομένα εισόδου σε υδρολογικό μοντέλο. Χρησιμοποιήθηκαν το χωρικά κατανεμημένο υδρολογικό μοντέλο MODSUR, το περιοχικό κλιματικό μοντέλο CLMcom-ETH- COSMO-crCLIM-v1 (CCLM, χωρικής ανάλυσης 12.5 km) και τα υψηλής χωρικής ανάλυσης (9 km) επανάλυσης δεδομένα (reanalysis) ERA5-LAND.

## Πλαίσιο Χρηματοδότησης:

ΕΣΠΑ 2014-2020,  
Ειδική Υπηρεσία Διαχείρισης ΕΠ  
Ανάπτυξη Ανθρώπινου Δυναμικού  
Εκπαίδευση και Δια Βίου Μάθηση

## Λέξεις Κλειδιά:

spatio-temporal kriging, bias correction,  
climate change, gridded datasets,  
hydrologic modeling



## Διάρκεια Έργου:

27/04/2020- 26/02/2022

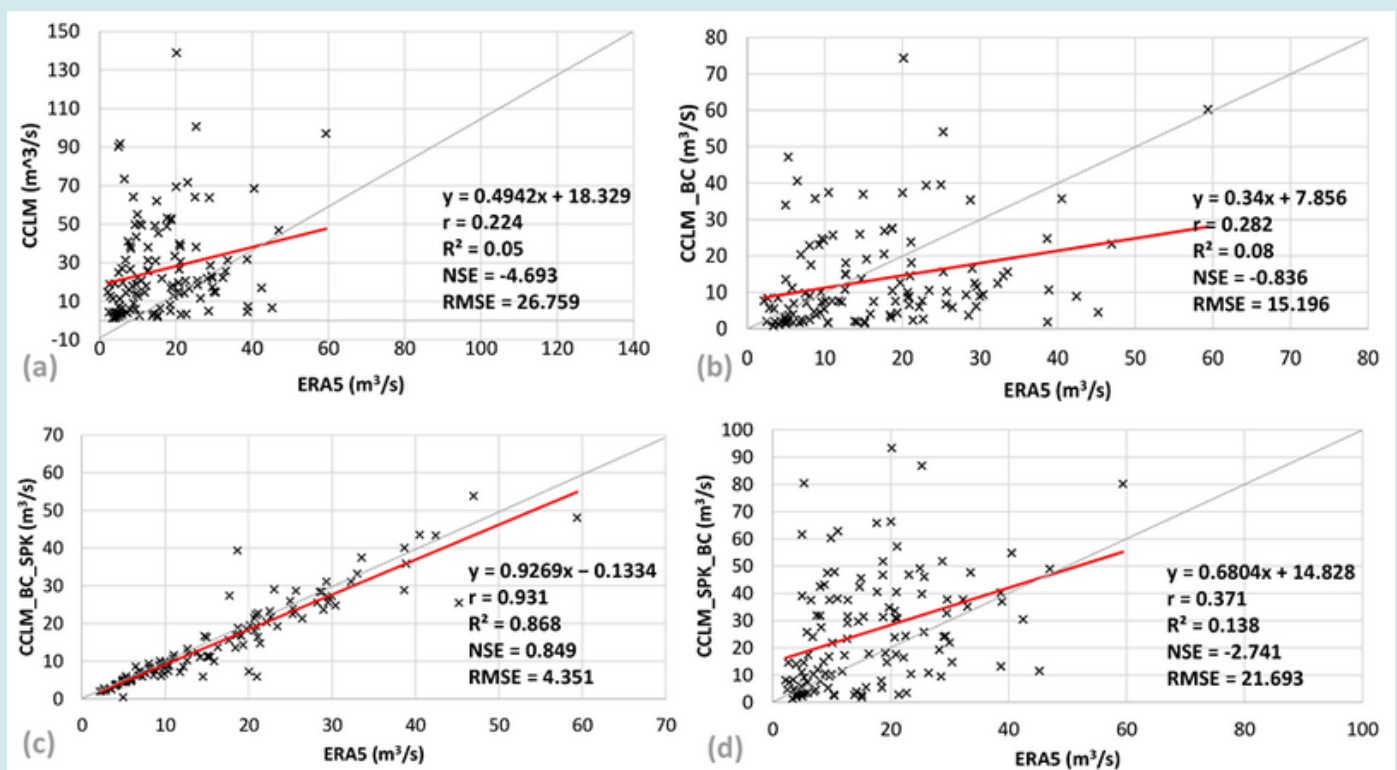
## Μέλη Ερευνητικής Ομάδας:

**Χαράλαμπος Σκουληκάρης**, Μεταδιδακτορικός  
**Παναγιώτα Βενετσάνου**, Υποψήφια Διδάκτορας

# Ερευνητικά Αποτελέσματα

Από τη στατιστική αξιολόγηση των αποτελεσμάτων, κατά το πρώτο στάδιο της έρευνας, διαπιστώθηκε ότι η μέθοδος χωροχρονικής παλινδρόμησης Ordinary Kriging παρήγαγε τα πλέον αξιόπιστα αποτελέσματα ως προς την κατανομή της πραγματικής βροχόπτωσης στην λεκάνη απορροής που είχε οριστεί ως περιοχή μελέτης, σε σχέση με τις υπόλοιπες τρεις μεθόδους. **Η συγκεκριμένη μέθοδος προκρίθηκε ως η επικρατέστερη για την εφαρμογή της στο δεύτερο στάδιο της έρευνας, όπου η ανάλυση της βροχόπτωσης και της θερμοκρασίας υπό συνθήκες κλιματικής αλλαγής συναξιολογείται και με τις προσομοιωμένες παροχές του ποταμού της περιοχής μελέτης σε συνθήκες κλιματικής αλλαγής.**

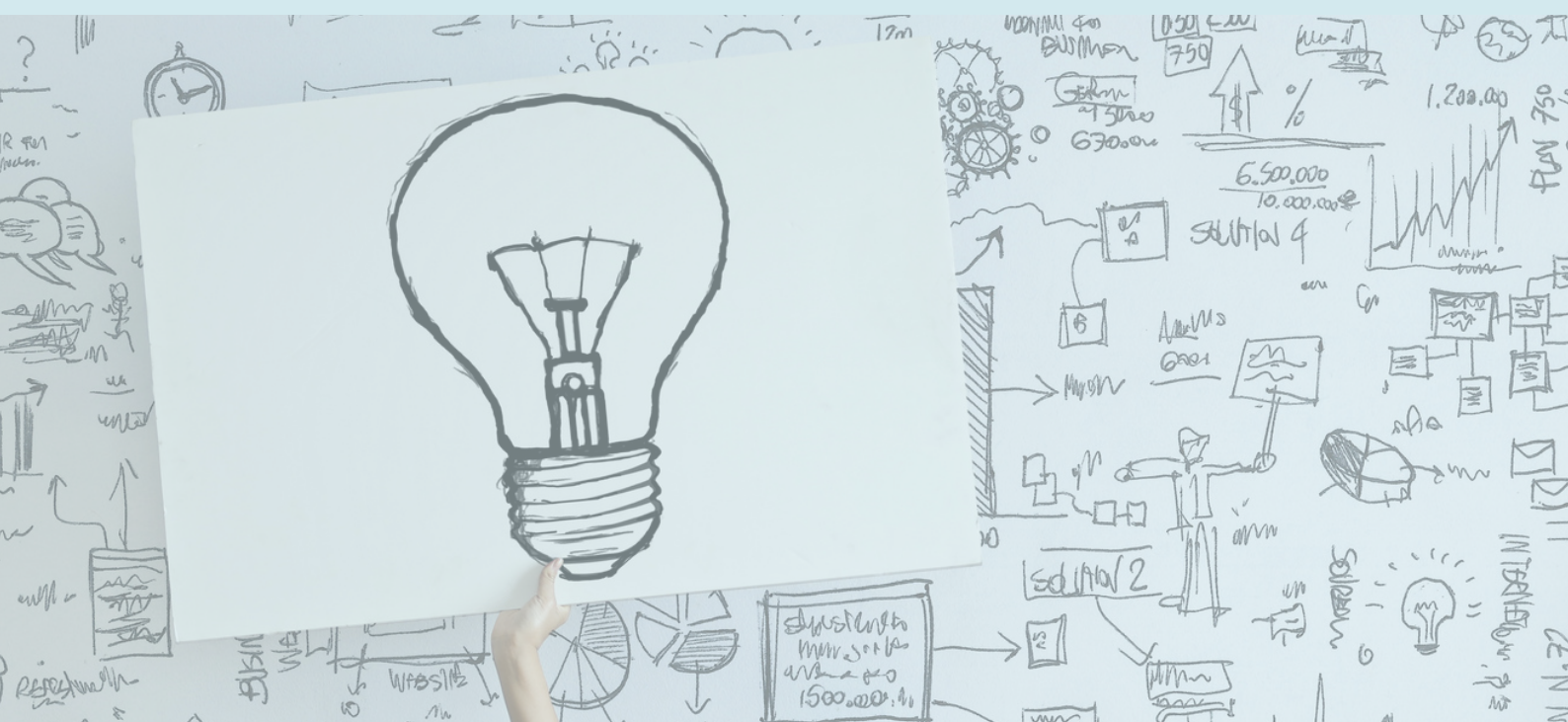
Κατά το δεύτερο στάδιο της έρευνας και από την αξιολόγηση των αποτελεσμάτων που προήρθαν από σειρά προσομοιώσεων και μοντελοποιήσεων διαπιστώθηκε ότι η βέλτιστη προσέγγιση της επιφανειακής απορροής του ποταμού επιτυγχάνεται όταν προηγείται η διόρθωση μεροληψίας των κλιματικών δεδομένων (bias correction) και έπεται η εφαρμογή της χωροχρονικής γεωστατιστικής μεθόδου (spatio-temporal Kriging). Η αντίστροφη διαδικασία, δηλαδή η πρώτιστη εφαρμογή της χωροχρονικής μεθόδου και η μετέπειτα εφαρμογή της διόρθωσης μεροληψίας των κλιματικών δεδομένων, αν και έδειξε βελτίωση της προσομοιωμένης παροχής υστερούσε με την αρχικά εφαρμοσμένη μέθοδο. Τα συγκριτικά αποτελέσματα ως προς τις προσομοιωμένες παροχές του ποταμού για το σύνολο των περιπτώσεων που εξετάστηκαν παρουσιάζονται στο παρακάτω Διάγραμμα (Διάγραμμα 1) (Skoulikaris et al. 2022).





# Ερευνητικά Αποτελέσματα

Διάγραμμα 1. Συσχέτιση της προσομοιωμένης παροχής του ποταμού με την παροχή αναφοράς α) στην περίπτωση που οι μεταβλητές (βροχόπτωση και θερμοκρασία) του κλιματικού μοντέλου (CCLM) χρησιμοποιούνται χωρίς καμία επεξεργασία, β) οι μεταβλητές του κλιματικού μοντέλου διορθώνονται ως προς τη μεροληψία τους (CCLM\_BC), γ) οι μεταβλητές αρχικά διορθώνονται ως προς τη μεροληψία τους και στη συνέχεια εφαρμόζεται χωροχρονική παλινδρόμηση (CCLM\_BC\_SPK) και δ) στις μεταβλητές αρχικά εφαρμόζεται η χωροχρονική γεωστατιστική μέθοδος και στη συνέχεια διορθώνονται ως προς τη μεροληψία τους (CCLM\_SPK\_BC) (Skoulikaris et al., 2022).

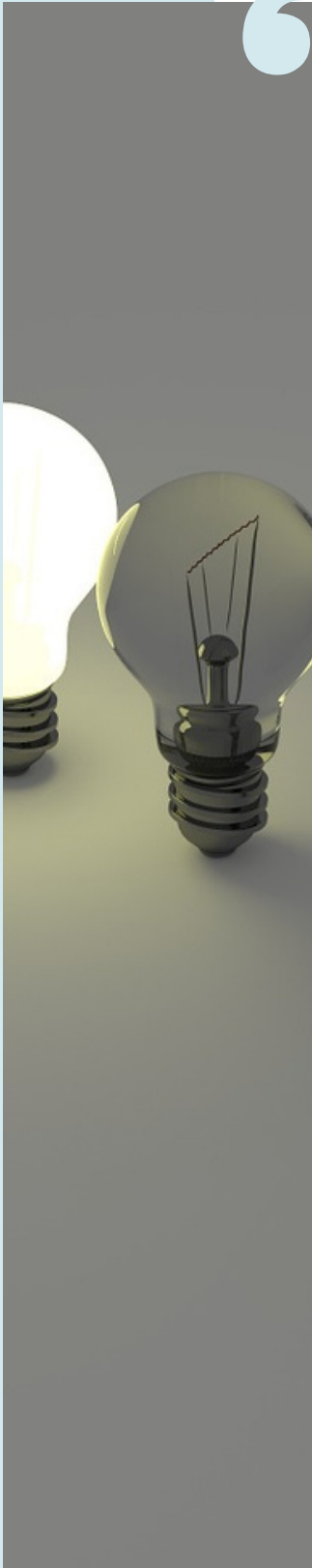


# Παραδείγματα εφαρμογών

“ Αντικείμενο της ερευνητικής εργασίας ήταν η ανάπτυξη μιας καινοτόμας μεθοδολογίας, με σκοπό τη μείωση των αβεβαιοτήτων της προσομοίωσης των υδρολογικών παραμέτρων υπό συνθήκες κλιματικής αλλαγής. ”

**Στο πλαίσιο των εργασιών αναπτύχθηκε μια καινοτόμα μεθοδολογία, η οποία αποσκοπεί στον βέλτιστο τρόπο προετοιμασίας των κλιματικών δεδομένων για την εισαγωγή τους στα υδρολογικά μοντέλα.**

Δηλαδή η διερεύνηση χωροχρονικών μεθόδων και μεθόδων διόρθωσης μεροληψίας επί δεδομένων βροχόπτωσης και θερμοκρασίας κλιματικών μοντέλων, ώστε να βελτιωθεί η ακρίβεια των υδρολογικών προσομοιώσεων υπό συνθήκες κλιματική αλλαγής.



# Σχετικές Δημοσιεύσεις

SKOULIKARIS, Ch., VENETSANOU, P., LAZOGLOU, G., ANAGNOSTOPOULOU, Ch., VOUDOURIS, K. (2022): Spatio-Temporal Interpolation and Bias Correction Ordering Analysis for Hydrological Simulations: An Assessment on a Mountainous River Basin. *Water*, Vol. 14, 660, 1-18, <https://doi.org/10.3390/w14040660>.

VENETSANOU, P., SKOULIKARIS, C., VOUDOURIS, K. (2021): Spatial interpolation methods for distribution of Regional Climate Models' daily precipitation at basin scale. *Proc. of International Conference on Meteorology, Climatology and Atmospheric Physics (COMECAP 2021)*, 26-29 September 2021, Ioannina, 610-614.

# Καινοτόμες Εντατικοποιημένες Διεργασίες Δέσμευσης και Μετατροπής του CO<sub>2</sub> σε Μεθανόλη

Αγγελική Λεμονίδου  
Καθηγήτρια  
Τμήμα Χημικών Μηχανικών  
alemonidou@cheng.auth.gr



# Σύντομη Περίληψη

Η συνεχής εκμετάλλευση ορυκτών πρώτων υλών για την κάλυψη των ενεργειακών απαιτήσεων έχει επιφέρει ραγδαία αύξηση των ανθρωπογενών εκπομπών CO<sub>2</sub>. Αναγκαία κρίνεται η μείωση του αποτυπώματος άνθρακα του βιομηχανικού τομέα, με χαρακτηριστικό παράδειγμα την παραγωγή τσιμέντου, που ευθύνεται για το 6-8% των εκπομπών CO<sub>2</sub>.

Στόχος του έργου CO<sub>2</sub> <sup>2</sup> MeOH αποτέλεσε η ανάπτυξη μιας καινοτόμου διεργασίας δέσμησης CO<sub>2</sub> από απαέρια παραγωγής τσιμέντου και μετατροπής του σε μεθανόλη, ακολουθώντας τις τάσεις της βιώσιμης ανάπτυξης και της ενεργειακής μεταβατικής περιόδου. Η υλοποίηση του έργου έγινε μέσω της σύμπραξης τριών ερευνητικών ομάδων από το ΑΠΘ και το ΙΔΕΠ/ΕΚΕΤΑ, τη ΜΜΕ επιχείρηση Simtec και την βιομηχανία ΑΓΕΤ Ηρακλής, με συντονίστρια την καθηγήτρια Αγγελική Λεμονίδου. Το ΑΠΘ συμμετείχε μέσω της ομάδας του Εργαστηρίου Πετροχημικής Τεχνολογίας του Τμήματος Χημικών Μηχανικών και είχε ως αντικείμενο έρευνας τη δέσμηση CO<sub>2</sub> με την τεχνολογία ενανθράκωσης ροφητικών υλικών με βάση το CaO ή το MgO.

## Πλαίσιο Χρηματοδότησης:

ΕΣΠΑ 2014-2020,  
ΕΠ ΑΝΤΑΓΩΝΙΣΤΙΚΟΤΗΤΑ-  
ΕΠΙΧΕΙΡΗΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ-ΚΑΙΝΟΤΟΜΙΑ,  
ΕΡΕΥΝΩ - ΔΗΜΙΟΥΡΓΩ - ΚΑΙΝΟΤΟΜΩ  
2014-2020



## Λέξεις Κλειδιά:

δέσμηση CO<sub>2</sub>, τεχνολογία ενανθράκωσης,  
παραγωγή μεθανόλης, κυκλική οικονομία,  
τσιμεντοβιομηχανία

## Διάρκεια Έργου:

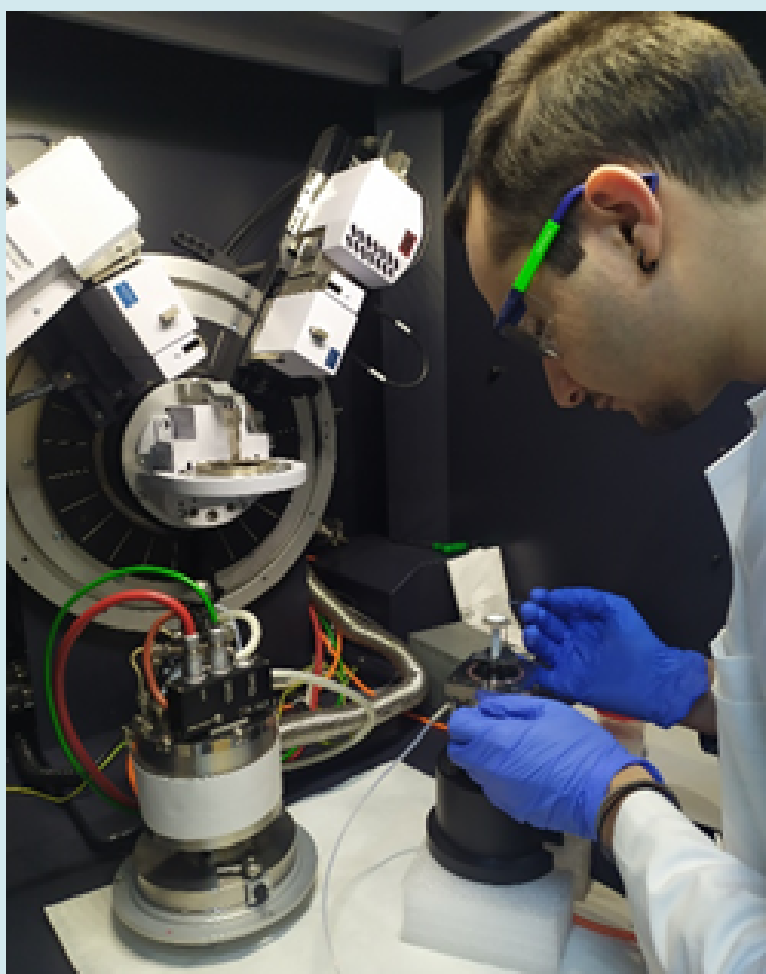
04/06/2018- 03/02/2022

## Μέλη Ερευνητικής Ομάδας:

**Θεόδωρος Παπαλάς**, Υποψήφιος Διδάκτορας  
**Άντη Αντζάρας**, Μεταδιδακτορικός Ερευνητής  
**Σταύρος-Αλέξανδρος Θεοφανίδης**, Μεταδιδακτορικός Ερευνητής  
**Βασιλεία-Λουκία Υφαντή**, Μεταδιδακτορική Ερευνήτρια  
**Αθανάσιος Σκαλτσογιάννης**, Υποψήφιος Διδάκτορας  
**Βασίλειος Στρατιώτου-Ευστρατιάδης**, Χημικός Μηχανικός  
**Δημήτριος Πέννας**, Εργαστηριακό Διδακτικό Προσωπικό

# Ερευνητικά Αποτελέσματα

Η δέσμευση CO<sub>2</sub> με χρήση ροφητικών υλικών CaO αποτελεί μια τεχνολογία με μεγάλες προοπτικές και δυνατότητες, λόγω της αφθονίας του ασβεστόλιθου, πρόδρομης ένωσης του CaO, στη φύση και της γρήγορης κινητικής ρόφησης σε θερμοκρασίες 600-750 °C. Βασικό μειονέκτημα αποτελεί η σταδιακή απώλεια της ροφητικής ικανότητας, εξαιτίας της πυροσυσσωμάτωσης κατά την έκθεση σε υψηλές θερμοκρασίες. Από την άλλη πλευρά, τα ροφητικά υλικά MgO έχουν πρόσφατα διεγείρει το επιστημονικό ενδιαφέρον λόγω της δυνατότητας δέσμευσης CO<sub>2</sub> σε χαμηλότερες θερμοκρασίες (200-400 °C), με την πρόκληση να έγκειται στη βελτίωση της αργής κινητικής ρόφησης. Η ομάδα του ΑΠΘ επικεντρώθηκε στην ανάπτυξη και τον χαρακτηρισμό υλικών, που επιλύουν τα προαναφερόμενα προβλήματα και χαρακτηρίζονται από χαμηλό κόστος παρασκευής, ενώ εξετάστηκε η οικονομικότητα και το περιβαλλοντικό αντίκτυπο ενσωμάτωσης της τεχνολογίας ενανθράκωσης στη βιομηχανία παραγωγής τσιμέντου.

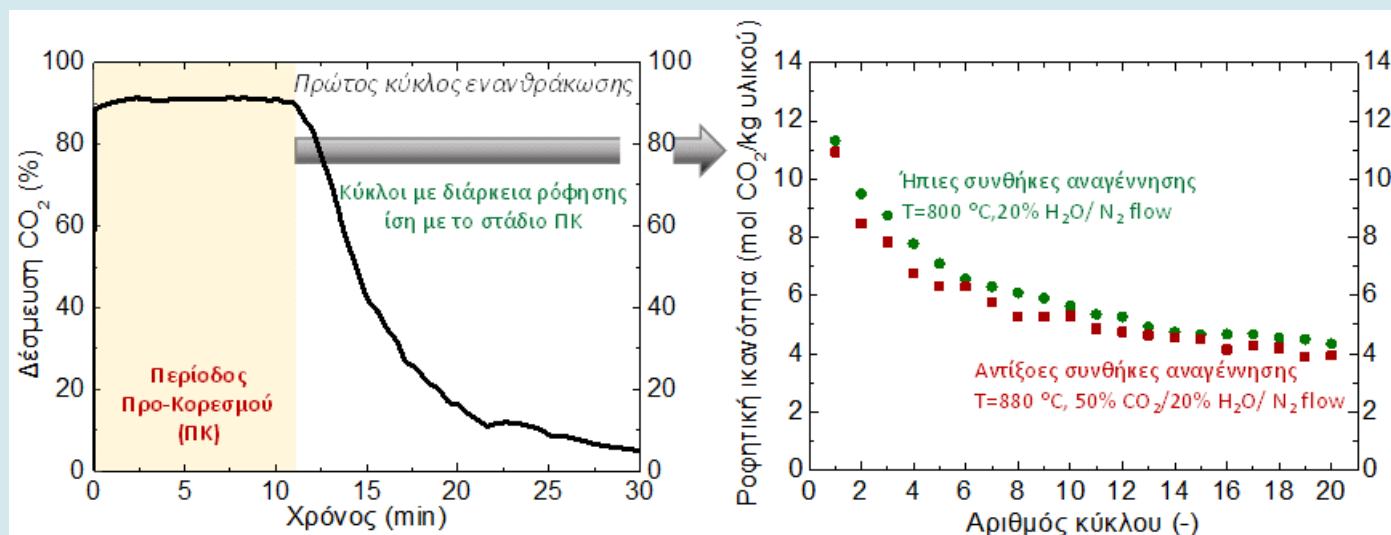


## Ανάπτυξη και αξιολόγηση ροφητικών υλικών βασισμένων στο CaO

Ένα από τα πλέον υποσχόμενα υλικά που μελετήθηκαν αποτέλεσε το CaO προερχόμενο από ορυκτό ασβεστόλιθο, που ενισχύθηκε μέσω υγρής χημείας με MgO από ορυκτό μαγνησίτη. Η διεξαγωγή πειραμάτων σε εργαστηριακή μονάδα με αντιδραστήρα ρευστοστερεάς κλίνης κατέδειξε την ικανότητα του υλικού να επιτυγχάνει δέσμευση CO<sub>2</sub> της τάξης του ~91% σε θερμοκρασία 650 °C, από μια τροφοδοσία με 12% συγκέντρωση σε CO<sub>2</sub>, που προσομοιάζει τα απαέρια της βιομηχανίας ΑΓΕΤ Ηρακλής.

# Ερευνητικά Αποτελέσματα

Η αρχική ροφητική ικανότητα ήταν ίση με  $\sim 11 \text{ mol CO}_2/\text{kg}$  υλικού, ενώ η απόδοση δεν φάνηκε να αλλάζει μεταξύ ήπιων και αντίξων συνθηκών του σταδίου εκρόφησης για 20 κύκλους ενανθράκωσης/αναγέννησης. Η αντοχή στην πυροσυσσωμάτωση και η υπεροχή του υλικού σε σχέση με τον ακατέργαστο ασβεστόλιθο, του οποίου η τελική ροφητική ικανότητα ήταν 4 φορές χαμηλότερη, φάνηκαν και από την παρόμοια επίδοση του υλικού σε πειράματα μονάδας ημι-πιλοτικής κλίμακας, που απέδειξαν τη δυνατότητα κλιμάκωσης χωρίς διακριτά προβλήματα.

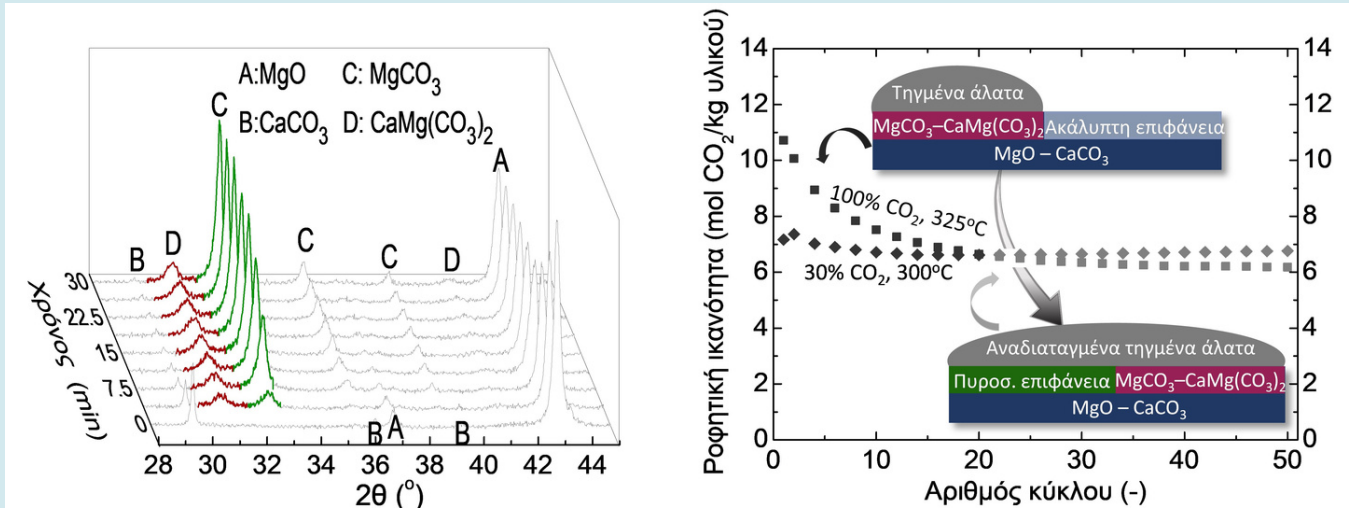


## Ανάπτυξη και αξιολόγηση ροφητικών υλικών βασισμένων στο MgO

Για τα συγκεκριμένα υλικά, εφαρμόστηκε ένα πρωτόκολλο σύνθεσης βασισμένο στην ανάμιξη μέσω υγρής χημείας μαγνησίτη με ασβεστόλιθο, ενώ στη συνέχεια πραγματοποιήθηκε προσθήκη ενός μίγματος LiNO<sub>3</sub>, KNO<sub>3</sub> και NaNO<sub>3</sub> (Li/Na/K = 0.3/0.18/0.52).

Μελέτη της επίδρασης των ενισχυτών έδειξε ότι μικρή ποσότητα CaCO<sub>3</sub> είναι επιθυμητή για τη διατήρηση ενός ικανοποιητικού δικτύου πόρων για την εναπόθεση των νιτρικών αλάτων, ενώ η μελέτη με επι-τόπου περίθλαση ακτίνων Χ έδειξε ότι το CaCO<sub>3</sub> αντιδρά με το MgO και το CO<sub>2</sub> προς CaMg(CO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>. Σχετικά με τα νιτρικά αλκάλια, επιβεβαιώθηκε ο θεμελιώδης ρόλος που έχουν στη ρόφηση CO<sub>2</sub>, με την τηγμένη τους φάση να προσδίδει εναλλακτικό μηχανισμό αντίδρασης με βελτιωμένη κινητική αντίδρασης. Το πλέον υποσχόμενο υλικό σημείωσε αρχική ροφητική ικανότητα 7.2 mol CO<sub>2</sub>/kg υλικού και αμελητέα απενεργοποίηση μετά από 50 κύκλους ρόφησης/εκρόφησης με ροή στο στάδιο ρόφησης 30% CO<sub>2</sub>/N<sub>2</sub> και θερμοκρασία 300 °C. Η απόδοση αυτή θεωρήθηκε ικανοποιητική λόγω της υπέρβασης κατά τουλάχιστον 10 φορές της απόδοσης του ακατέργαστου μαγνησίτη, ενώ η υψηλή σταθερότητα σε ρεαλιστικές συνθήκες λειτουργίας αποδόθηκε στην αναδιάταξη των τηγμένων αλάτων κατά την κυκλική λειτουργία, που αποτρέπει την αρνητική επίδραση της πυροσυσσωμάτωσης.

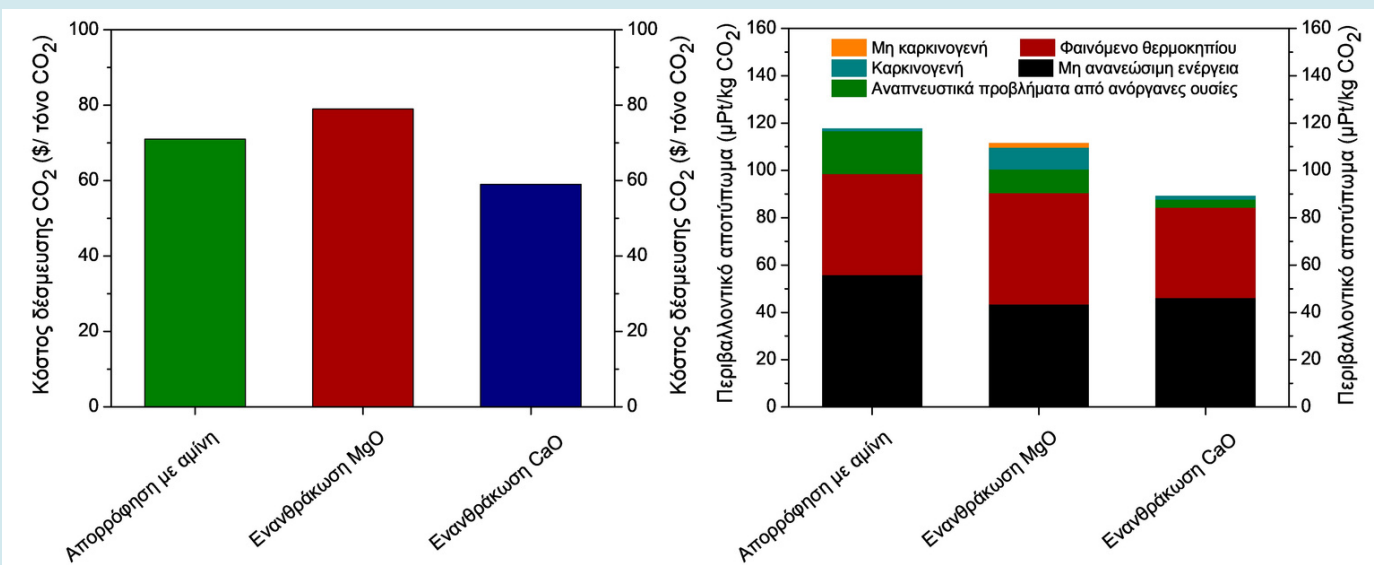
# Ερευνητικά Αποτελέσματα



## Τεχνικοοικονομική και περιβαλλοντική αξιολόγηση μονάδων δέσμευσης CO<sub>2</sub>

Η σκοπιμότητα εφαρμογής των κύκλων ενανθράκωσης ροφητικών υλικών βασισμένων στο MgO ή στο CaO για τον καθαρισμό των απαερίων της τσιμεντοβιομηχανίας ΑΓΕΤ Ηρακλής εξετάστηκε από οικονομική και περιβαλλοντική σκοπιά συγκριτικά με τη συμβατική μέθοδο δέσμευσης CO<sub>2</sub>, που βασίζεται στην απορρόφηση σε υδατικό διάλυμα αμίνης. Η μελέτη βασίστηκε στην προσομοίωση των μονάδων με το λογισμικό Aspen Plus®, μέσω του οποίου σχεδιάστηκαν τα διαγράμματα ροής και επιλύθηκαν τα ισοζύγια μάζας και ενέργειας.

Η μονάδα δέσμευσης μέσω ενανθράκωσης CaO αποδείχθηκε η πλέον συμφέρουσα με κόστος δέσμευσης ~59 \$/τόνο CO<sub>2</sub>. Σχετικά με τη μονάδα βασισμένη στη χημική ανάδραση MgO, το υψηλό κόστος της πρώτης ύλης επέφερε αυξημένο κόστος δέσμευσης, που ξεπέρασε ακόμη και το κόστος δέσμευσης της συμβατικής διεργασίας με αμίνες. Η ανάγκη κάλυψης των ενεργειακών απαιτήσεων του αντιδραστήρα αναγέννησης βρέθηκε ως ο κύριος παράγοντας που επιδρά αρνητικά στην οικονομικότητα των διεργασιών χημικής ανάδρασης. Η ανάλυση κύκλου ζωής έδειξε ότι οι τεχνολογίες ενανθράκωσης CaO και MgO έχουν ~25% και ~4% χαμηλότερη περιβαλλοντική επίπτωση συγκριτικά με τη δέσμευση με αμίνες, λόγω της δυνατότητας ανάκτησης ενέργειας από τον αντιδραστήρα ενανθράκωσης.





# Παραδείγματα εφαρμογών

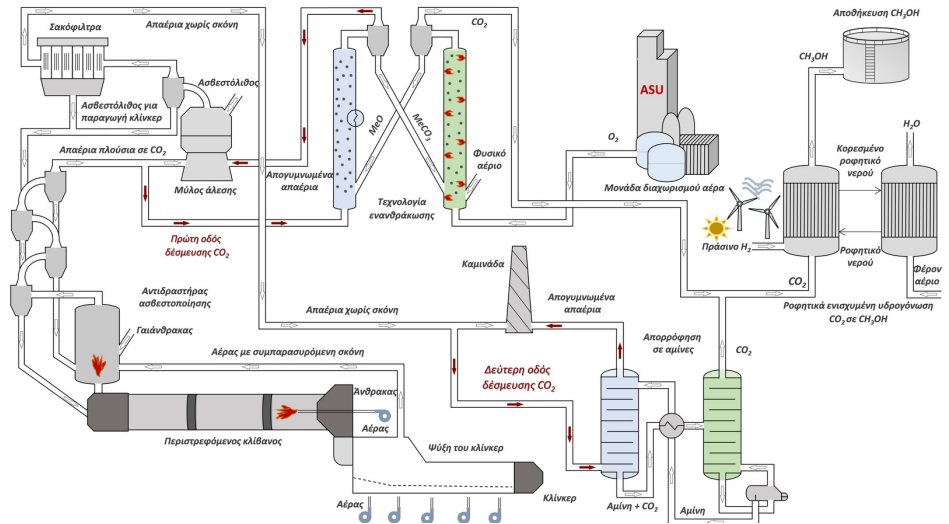
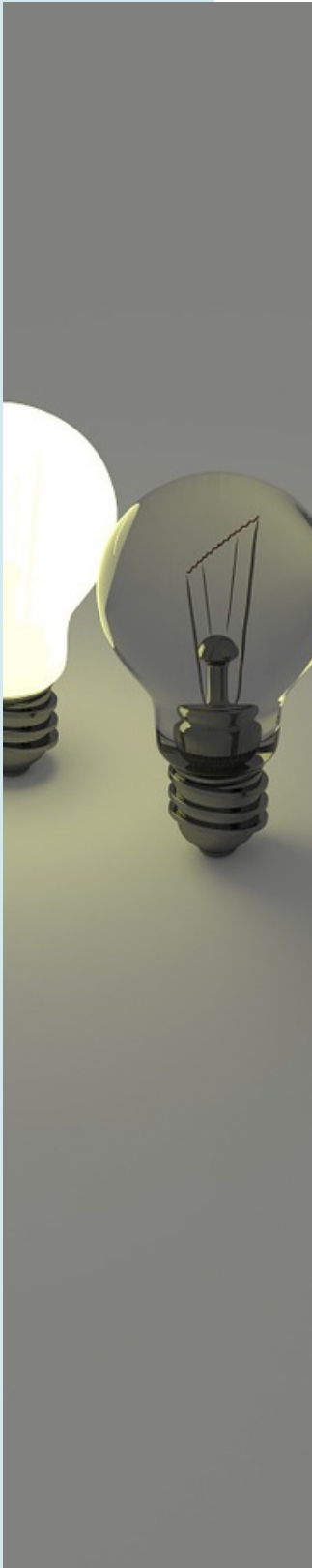
“ Στόχος του έργου  $CO_2^2MeOH$  αποτέλεσε η ανάπτυξη μιας καινοτόμου διεργασίας δέσμευσης  $CO_2$  από απαέρια παραγωγής τσιμέντου και μετατροπής του σε μεθανόλη, ακολουθώντας τις τάσεις της βιώσιμης ανάπτυξης και της ενεργειακής μεταβατικής περιόδου. ”

Η έρευνα αιχμής που πραγματοποιήθηκε στο πλαίσιο του έργου συνέβαλε στην απόκτηση της απαραίτητης επιστημονικής γνώσης για την ανάπτυξη τεχνολογιών δέσμευσης και χρήσης του  $CO_2$  για τη μείωση του περιβαλλοντικού αποτυπώματος βιομηχανιών με έντονη χρήση ορυκτών πρώτων υλών.

Το έργο  $CO_2^2MeOH$  επικεντρώθηκε στην εφαρμογή διάφορων τεχνολογιών δέσμευσης  $CO_2$  στην ελληνική τσιμεντοβιομηχανία για την αποτροπή ελευθέρωσης αυτού στην ατμόσφαιρα και τη μείωση της συνεισφοράς της ανθρωπότητας στην επιδείνωση καίριων περιβαλλοντικών προβλημάτων. Καθώς η δέσμευση του  $CO_2$  δεν είναι επαρκής από μόνη της, προτάθηκε η μετατροπή αυτού σε μεθανόλη, που αποτελεί ένα προϊόν υψηλής προστιθέμενης αξίας με μεγάλη ζήτηση στη χημική βιομηχανία.

Η διεργασία αξιοποίησης του  $CO_2$  που μελετήθηκε ήταν η ροφητικά ενισχυμένη υδρογόνωση παρουσία στερεού ροφητικού νερού, για την άρση βασικών θερμοδυναμικών περιορισμών και την επίτευξη υψηλότερων αποδόσεων σε μεθανόλη.

**Το συγκεκριμένο έργο αποτελεί παράδειγμα βελτίωσης της ανταγωνιστικότητας της ελληνικής βιομηχανίας, ενώ συντελεί στην μετάβαση στην εποχή της κυκλικής οικονομίας, που αποτελεί ένα ζήτημα ύψιστης προτεραιότητας παγκοσμίως.**



Αξίζει να σημειωθεί, ότι εκτός από την προαναφερόμενη διεργασία, τα υλικά που αναπτύχθηκαν στα πλαίσια του έργου μπορούν να χρησιμοποιηθούν και σε άλλες εφαρμογές.

Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί η χρήση των ροφητικών για την επί τόπου δέσμευση του CO<sub>2</sub> στις διεργασίες παραγωγής υδρογόνου, όπως η αναμόρφωση μεθανίου με ατμό και η αντίδραση μετάθεσης νερού, επιτυγχάνοντας έτσι μείωση του ενεργειακού αποτυπώματος. Η τακτική αυτή θα συντελέσει στην αύξηση της απόδοσης παραγωγής υδρογόνου υψηλής καθαρότητας, που αποτελεί πρώτη ύλη μεγάλης σημασίας για την βιομηχανία παραγωγής λιπασμάτων και την κατεργασία κλασμάτων αργού πετρέλαιο, ενώ τα τελευταία χρόνια υπάρχει και μία παγκόσμια εστίαση στη χρήση του υδρογόνου ως εναλλακτικού καυσίμου προς προώθηση μίας περισσότερο φιλικής προς το περιβάλλον ενεργειακής οικονομίας.

# Σχετικές Δημοσιεύσεις

T. Papalas, A.N. Antzaras, A.A. Lemonidou, 2020, Evaluation of Calcium-Based Sorbents Derived from Natural Ores and Industrial Wastes for High-Temperature CO<sub>2</sub> Capture, *Ind. & Eng. Chem. Res.*, 59(21), 9926-9938.

T. Papalas, I. Polychronidis, A.N. Antzaras, A.A. Lemonidou, 2021, Enhancing the intermediate-temperature CO<sub>2</sub> capture efficiency of mineral MgO via molten alkali nitrates and CaCO<sub>3</sub> : Characterization and sorption mechanism, *J. CO<sub>2</sub> Util.*, 50, 101605.

T. Papalas, A.N. Antzaras, A.A. Lemonidou, 2021, Magnesite-derived MgO promoted with molten salts and limestone as highly-efficient CO<sub>2</sub> sorbent, *J. CO<sub>2</sub> Util.*, 53, 101725.

A.N. Antzaras, T. Papalas, E. Heracleous, C. Kouris, Technoeconomic and environmental assessment of CO<sub>2</sub> capture technologies in cement industry (submitted).

Theodoros Papalas, Iakovos K. Polychronidis, Andy N. Antzaras, Angeliki A. Lemonidou, 2021, CO<sub>2</sub> capture via carbonate looping using high and intermediate temperature sorbents derived from mineral ores and industrial wastes, 26th International Symposium on Chemical Reaction Engineering, December 5-8, New Delhi, India (Virtually – First award for best poster over 120 different contributions).

Theodoros Papalas, Iakovos Polychronidis, Andy N. Antzaras, Angeliki A. Lemonidou, 2021, Improving the intermediate-temperature CO<sub>2</sub> capture activity of magnesite-derived MgO via molten alkali salt and CaCO<sub>3</sub> promoters, 13th European Congress of Chemical Engineering, September 20-23, Berlin, Germany (Virtually).

Theodoros Papalas, Andy N. Antzaras, Angeliki A. Lemonidou, 2021, Carbonate looping for intermediate temperature CO<sub>2</sub> capture: Evaluating the sorption efficiency of mineral-based MgO promoted with CaCO<sub>3</sub> and alkali nitrates, 11th Trondheim Conference on CO<sub>2</sub> Capture, Transport and Storage, June 22-33, Trondheim, Norway (Virtually).

T. Papalas, A. Antzaras, Ch. Kouris, A. Lemonidou, 2021, Enhancing the sorption performance of CaO-based mineral and industrial waste resources for post-combustion CO<sub>2</sub> capture, 24th International Congress of Chemical and Process Engineering, March 15-18, Prague, Czech Republic (Virtually).

Θ. Παπαλάς, Α.Ν. Αντζάρας, Α. Λεμονίδου, 2021, Ανάπτυξη και αξιολόγηση ροφητικών υλικών CO<sub>2</sub> βασισμένων στο MgO και ενισχυμένων με CaCO<sub>3</sub> και τηγμένα νιτρικά αλάτια, 1ο Διαδικτυακό Συνέδριο Νέων Επιστημόνων «Ορυκτοί πόροι-Περιβάλλον-Χημική Μηχανική», 26-28 Φεβρουαρίου, Κοζάνη, Ελλάδα (Διαδικτυακά).

# Σχετικές Δημοσιεύσεις

B. Στρατιώτου-Ευστρατιάδης, Θ. Παπαλάς, Α.Ν. Αντζάρας, Α. Λεμονίδου, 2019, Αξιολόγηση ροφητικών υλικών CO<sub>2</sub> υψηλών και μεσαίων θερμοκρασιών βασισμένα σε φυσικά υλικά και απόβλητα βιομηχανιών, 12ο Πανελλήνιο Επιστημονικό Συνέδριο Χημικής Μηχανικής, 29-31 Μαΐου, Αθήνα, Ελλάδα.